



Biblioteka Gl. AWF w Krakowie



1800053036



V7 178811  
XX 00 2166548

38859

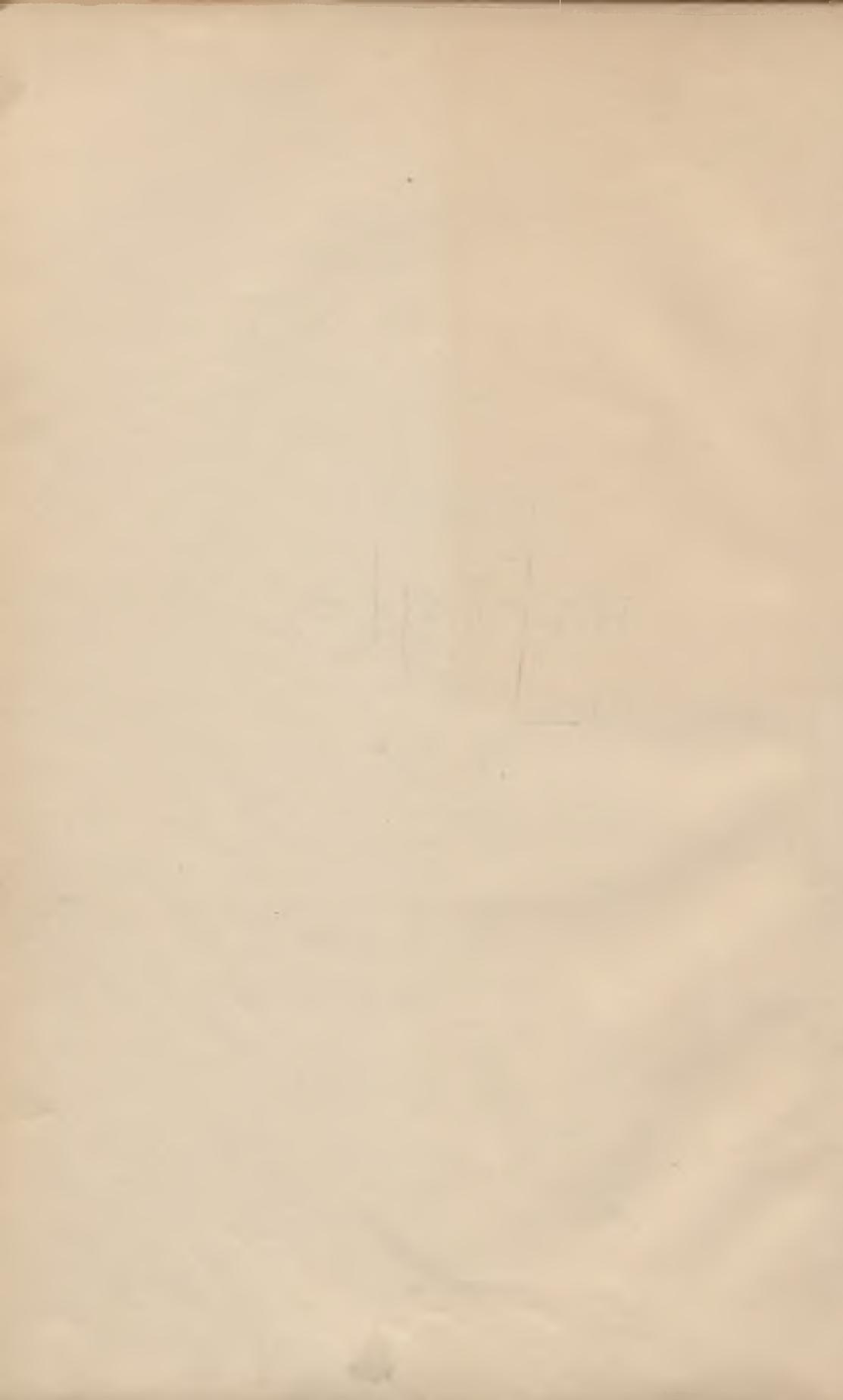


1K33-



LEHRBUCH  
DER  
HYGIENE.

—



LEHRBUCH  
DER  
HYGIENE.

---

SYSTEMATISCHE DARSTELLUNG  
DER HYGIENE  
UND IHRER  
WICHTIGSTEN UNTERSUCHUNGS-METHODEN:

---

ZUM GEBRAUCHE  
FÜR  
STUDIERENDE DER MEDIZIN, PHYSIKATS-KANDIDATEN, SANITÄTS-  
BEAMTE, ÄRZTE, VERWALTUNGS-BEAMTE

VON

**DR. MAX RUBNER**

O. Ö. PROFESSOR DER HYGIENE AN DER UNIVERSITÄT, GEH. MED.-RAT UND DIREKTOR  
DER HYGIENISCHEN INSTITUTE ZU BERLIN.

MIT 295 ABBILDUNGEN.

8. AUFLAGE.

---

LEIPZIG UND WIEN.  
FRANZ DEUTICKE  
1907.





363

Verlags-Nr. 1278.

~~Z BIBLIOTEKI  
a. k. kursu naukowego gimnastycznego  
W KRAKOWIE,~~

K. u. K. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen.

613(045,8)

## Vorwort.

Als der Verfasser, einer Aufforderung der Verlagsbuchhandlung entsprechend, an die Herausgabe einer neuen dritten Auflage des Lehrbuches der Hygiene von Nowak herantrat, ergab sich für ihn Schritt für Schritt die Notwendigkeit einer vollkommenen Neugestaltung dieses Buches nach Anordnung und Inhalt, wie sie gegenwärtig vorliegt.

Diese Neugestaltung war zum Teil durch die seit dem Jahre 1883, in welchem die zweite Auflage erschienen war, im bedeutsamen Fortschreiten begriffene Wissenschaft und ihre Ergebnisse geboten, in vorwiegendem Maße aber durch den Umstand bedingt, daß die eigenen Wünsche und Anschauungen des Verfassers den Zwang eines fremden Systems nicht ertrugen.

So sind denn schließlich von dem ehemaligen Nowakschen Lehrbuche (aus naheliegenden praktischen Gründen) die Holzschnitte verblieben und von dem Inhalt ein Teil dort, wo, wie bei der Beschreibung althergebrachter Methoden oder technischer Einrichtungen, dem Autor kein Spielraum individueller Darstellung sich bietet.

Aufgabe und Ziel des Verfassers war, nicht allein den Studierenden der Medizin das Wissenswerte vorzuführen, sondern auch dem Interesse des Sanitäts- wie Verwaltungsbeamten durch Besprechung der wichtigeren Fragen der öffentlichen Gesundheitspflege gerecht zu werden.

Die systematische Darlegung der hygienischen Lehren begegnet zunächst durch den Umstand, daß eine richtige Gliederung des Stoffes weder ungebührliche Anforderungen an Vorkenntnisse stellen, noch auch Wiederholungen bringen soll, weit mehr Schwierigkeiten, als man im allgemeinen denken sollte. Doch ist dieselbe nach anderen Richtungen hin wieder scharf vorgezeichnet.

Wer in der Hygiene die Lehren zur Erhaltung der Gesundheit und des Wohlbefindens darlegen will, darf nicht den Begriff des Krankseins, wie wir ihn heutzutage annehmen, als Grenze und Negation des Wohlbefindens bezeichnen.

Die Gesundheitslehre muß als Ausgangspunkt ihrer Lehren stets die Variationen der physiologischen Funktionen herausgreifen und an diesen sich bemühen, richtige Marksteine der gesunden und behaglichen Existenz zu finden.

Eine ganz andere Aufgabe hat die Darstellung der öffentlichen Gesundheitspflege, für welche der zurzeit einzig verwertbare Maßstab der Volksgesundheit — die statistische Erhebung der Mortalität — den Ausgangspunkt bilden muß.

Bei der Herstellung des Buches wurde ein besonderer Wert darauf gelegt, der Anschauung und Beschreibung durch eine reichliche Ausstattung mit Holzschnitten entgegenzukommen, zumal es sich in der Hygiene vielfach um die Erweckung von Vorstellungen aus Gebieten handelt, für welche in der Vorbildung des Mediziners kein Raum gegeben ist.

In allen Teilen des Buches wurden die Untersuchungsmethoden kurz und mit Beiseitelassung des Unwesentlichen vorgeführt; somit wird es auch als Beihilfe für hygienische Kurse dienen können.

Der wesentlichste und übersichtlichste Teil der hygienischen Literatur ist besonders mitgeteilt; ein Lehrbuch hat nicht die Aufgabe, alle Details derselben zu übermitteln, sondern es soll vielmehr dem Leser durch kritische Sichtung des Materials die Arbeit des Studiums erleichtern. Die Literaturangaben beziehen sich fast alle auf allgemein zugängliche Werke, welche aber namentlich den Physikatskandidaten und Sanitätsbeamten die umfangreichere Spezialliteratur zu bieten geeignet sind.

Marburg, im Mai 1890.

Der Verfasser.

### Vorwort zur achten Auflage.

Die vorliegende 8. Auflage des Lehrbuches für Hygiene hat in allen Teilen mannigfache Verbesserungen und Erweiterungen erfahren. Der Stoff wurde in einer Reihe von Kapiteln anders geordnet und neu gruppiert und außerdem aus der immer mehr anwachsenden Fülle wissenschaftlicher Untersuchungen das Wesentliche und Sichergestellte mitbenützt. Besonderes Augenmerk wurde auch der Pflege der Geschichte der Hygiene zugewandt, um das moderne Wissen mit bedeutungsvollen Vorarbeiten früherer Perioden zu verbinden. Wenn es auch nicht mehr möglich war, das Lehrbuch ganz auf seine frühere Ausdehnung zu beschränken, so ist doch die Überschreitung der bisherigen Grenzen keine sehr wesentliche. Die Literaturangaben sind erheblich vermehrt.

Berlin, November 1906.

Der Verfasser.

# Inhaltsverzeichnis.

Einleitung . . . . .	Seite 1—8
Geschichte der Gesundheitspflege . . . . .	9—24

## Erster Abschnitt. Die Atmosphäre.

1. Kapitel. Zusammensetzung der Luft. Stickstoff und Argon. Das Ammoniak. Salpetersäure und salpetrige Säure. Der Sauerstoff. Ozon. Wasserstoffsperoxyd. Der Wasserdampf. Hygrometrie. Haarhygrometer. Psychrometer. Atmometer. Die Kohlensäure. Kohlensäurebestimmung . . . . .	24—45
2. Kapitel. Die Luftverdünnung. Die Luftverdichtung. Ermittlung des Luftdruckes . . . . .	45—50
3. Kapitel. Verunreinigung der Luft. Gase und Dämpfe. Untersuchung der Luft auf Gase. Luftstaub. Zahlung der Staubteilchen. Luftkeime. Untersuchung der Luftkeime . . . . .	51—61

## Zweiter Abschnitt. Der Boden.

1. Kapitel. Die Zusammensetzung des Bodens. Die Verwitterung des Bodens. Bodentemperatur. Die Lufträume im Boden und über die Beziehung des Wassers zum Boden. Die Filtration und das Grundwasser. Die Verdunstung . . . . .	62—73
2. Kapitel. Absorptionserscheinungen und Zersetzung im Boden. Die Bodenluft. Mikroorganismen in dem Boden. Gesunder und ungesunder Boden. Die Untersuchung des Bodens . . . . .	73—80

## Dritter Abschnitt. Die Wärme.

1. Kapitel. Allgemeines über die Wärmeökonomie. Wärmezustände durch die Besonnung. Bestimmung der Lufttemperatur. Bewegung der Luft. Luftfeuchtigkeit vom Standpunkte der Wärmeverhältnisse. Verdunstung und Kondensation. Ermittlungen der Geschwindigkeit der Luftströmungen. Die Wärmeproduktion des Menschen und Wärmeregulation. Die Wege der Wärmeabgabe . . . . .	81—92
2. Kapitel. Die Kleidung. Die Bestrahlung. Die Funktion der Kleidung vom hygienischen Standpunkte. Praktische Verhältnisse der Kleidung. Bekleidungslehre. Bemerkungen betreffs der Wahl der Kleidung. Die Kopfbekleidung, Fußbekleidung und das Bett. Giftige Farben und Reinigung der Kleidung. Flammenschutzmittel. Untersuchung der Kleidungsstücke . . . . .	93—132
3. Kapitel. Einwirkung exzessiver Temperaturen. Abnormer Wärmeverlust. Abnorme Behinderung der Wärmeverluste und Wärmezufuhr . . . . .	132—135
4. Kapitel. Hautpflege . . . . .	135—139

## Vierter Abschnitt. Das Klima.

Seite

1. Kapitel. Aufgaben der Klimatologie.  
Land- und Seeklima. Das Höhenklima. Zeitlicher Einfluß des Klimas auf Krankheiten . . . . . 140—155
2. Kapitel. Exzessive Klimate und Akklimatisation.  
Das Klima des Kaltepols. Das Polarklima. Das Tropenklima . . . . . 156—161

## Fünfter Abschnitt. Das Wohnhaus.

1. Kapitel. Zweck des Wohnhauses.  
Feuchte Wohnungen. Der Hausschwamm . . . . . 162—167
2. Kapitel. Wärmeökonomie des Wohnhauses.  
Die natürliche Wärmeökonomie. Die Heizung. Die Brennmaterialien. Die Verbrennungsprodukte. Gefahren durch Rauch und Rauchgase. Heizanlagen. Lokalheizung. Direkte Heizung. Kaminheizung. Ofenheizung. Heiz- und Kochzwecke. Zentralheizung. Zentralluftheizung. Dampfheizung. Wasserheizungen. Verbesserungen des Heizverfahrens. Heizung durch Gas. Elektrische Heizung. Der Wärmeverlust des Hauses. Abkühlung . . . . . 167—209
3. Kapitel. Ventilation.  
Ursachen der Luftverderbnis in den Wohnräumen. *a)* Durch den Aufenthalt von Menschen. *b)* Durch Beleuchtungsmaterial. *c)* Durch Gewerbe- und Haushaltsbetrieb. Bekämpfung des ungünstigen Einflusses des Aufenthaltes in geschlossenen Räumen. Aufgabe der Lüfterneuerung zur Kühlung der Räume. Das Maß der durch den Menschen erzeugten Luftverderbnis. Ventilationsbedarf. Der Luftkubus. Natürliche Ventilation. Luftdurchgängigkeit des Baumaterials. Störungen der natürlichen Ventilation. Hilfsmittel der natürlichen Ventilation. *a)* Ventilation einzelner Räume. *b)* Ventilation mittels Luftkanälen. Die künstliche Ventilation. *a)* Ventilation mit Hilfe von Temperaturdifferenzen. *b)* Ventilation durch mechanische Kraft. Bestimmung der Ventilationsgröße. *a)* Von Luftkanälen. *b)* Gesamtventilation . . . . . 209—240
4. Kapitel. Die Beleuchtung.  
Wert der natürlichen Beleuchtung. Die Sonnenscheinzeit. Das Minimalmaß der Beleuchtung und allgemeine Anforderungen an eine Lichtquelle. Schädigungen des Auges durch zu grelles Licht und Lichtmangel. Begriff der Bestimmung der Lichtstarke. Bestimmung der Intensität einer punktförmigen Lichtquelle. Die Bestimmung des diffusen Lichtes. Vergleichung verschiedenfarbiger Lichtquellen. Hygienische Anforderungen an die künstliche Beleuchtung. Beleuchtungsmethoden, welche auf Verbrennungsprozessen beruhen. Die Kerzen- und Lampenbeleuchtung. Die Steinkohlengasbeleuchtung. Gasbereitung und Betrieb. Die Eigenschaften des Leuchtgases. Die Arten der Beleuchtung. Azetylenbeleuchtung. Die elektrische Beleuchtung. Bogen- und Glühlicht. Lichterzeugung. Beurteilung der verschiedenen Beleuchtungssysteme . . . . . 240—295
5. Kapitel. Der Wohnungsplan und die Aufgaben der öffentlichen Gesundheitspflege für die Wohnräume . . . . . 295—304

## Sechster Abschnitt. Stadteanlagen.

1. Kapitel. Allgemeine Anforderungen an die Anlage von Städten.  
*a)* Nachteile für die Gesundheit in den Städten. *b)* Mittel zur Bekämpfung der Gefahren für die Gesundheit . . . . . 305—324
2. Kapitel. Die Wasserversorgung.  
Zweck der Wasserversorgung. Die Wasservorräte der Natur. Meteorwasser. Quellwasser und Grundwasser. Flußwasser. Die Bestandteile des Wassers. Pflanzenorganismen. Tierische Organismen. Die Gefährdung der Gesundheit durch das Wasser. Größe des Wasserbedarfes. Die Regenwasserversorgung. Quellwasserversorgung. Brunnenwasserversorgung. Flußwasserversorgung. Reinigung des Wassers. Kochen und Gefrieren, chemische Reinigung (Ozon), Enteisnung, Destillation. Sandfiltration im Großbetrieb. Filtrationseinrichtungen für den Hausbetrieb. Untersuchung von Wasserversorgungsanlagen sowie des Wassers. *a)* Maß-

	analytische Bestimmung der Salpetersäure und salpetrigen Säure mittels Indigo. <i>b</i> ) Quantitative Bestimmung der Salpetersäure und salpetrigen Säure aus dem daraus entwickelten Stickoxyd . . . . .	324—384
3.	Kapitel. Beseitigung der Abfallstoffe aus den Städten. Senkgruben. Die Klosett- und Tonnensysteme. Systeme mit Trennung. Das Tonnensystem. Das Trockenerdesystem nach Moule und Torfmüllanlagen. Feuerklosett. Lierensystem. Die Kanalisation, Trennungssystem, Milchsystem . . . . .	384—415
4.	Kapitel. Straßenreinlichkeit und Müllbeseitigung. <i>a</i> ) Die Pflasterung. <i>b</i> ) Straßenreinigung und Verhütung der Beschmutzung. <i>c</i> ) Die Müllbeseitigung . . . . .	415—417
5.	Kapitel. Verwendung der Abfallstoffe. Verwertung der Fäkalien für die Landwirtschaft. Einleiten von Abwässern in Wasserläufe und die Flußverunreinigung. Die Selbstreinigung des Wassers. Gesichtspunkte, die Einleitung von Abwässern in Flüsse betreffend. Die Methoden der Reinigung von Kanalwässern . . . . .	418—434
6.	Kapitel. Die Leichenbestattung. Das Leichenwesen. Zersetzungs Vorgänge in der Leiche. Beobachtungen über die Leichenzersetzung. Schädigungen der Gesundheit durch Kirchhöfe. Hygienische Anforderungen an die Begräbnisplätze. Das Begraben in Gräften. Die Feuerbestattung . . . . .	434—445

**Siebenter Abschnitt. Die Ernährung.**

1.	Kapitel. Allgemeine Aufgaben der Nahrungszufuhr. Die Zusammensetzung des Körpers. Chemische Verhältnisse der Nahrungsstoffe. Die Verbrennungswärme der Nahrungsstoffe. Methoden der Feststellung des Stoff- und Kraftverbrauches . . . . .	446—456
2.	Kapitel. Gesetze der Ernährung. Die Entziehung organischer Nahrungsstoffe. Über die Zufuhr organischer Nahrungsstoffe. Das Wasser. Die Salze. Äußere Umstände und körperliche Zustände, welche Stoff- und Kraftwechsel beeinflussen . . . . .	456—471
3.	Kapitel. Die Grundsätze einer rationellen Ernährung. Die Ertragbarkeit und Vorgänge im Darmkanal. Vegetarische Bestrebungen. Das Bedürfnis an Eiweißstoffen. Mischungsverhältnisse der Nahrungsstoffe und Volum der Kost. Der Wasserbedarf und Genußmittel. Reizmittel für das Nervensystem. Appetit und Ekel. Größe des Nahrungsbedarfes des Menschen. Massenernährung mit vorwiegend vegetabilischer Kost. Die Untersuchung der Kost. Verteilung der Speisen auf die einzelnen Mahlzeiten. Öffentliche Maßregeln bezüglich der Ernährung. Küchenwesen und Eßgeschirre . . . . .	471—499

**Achter Abschnitt. Nahrungs- und Genußmittel.**

1.	Kapitel. Die Beurteilung der Nahrungs- und Genußmittel. Die Produktion der Nahrungs- und Genußmittel. Die Konservierungsmethoden . . . . .	500—509
2.	Kapitel. Animalische Nahrungsmittel. Zusammensetzung und Eigenschaften des Fleisches. Zubereitung des Fleisches. Das Fleisch der wichtigsten Säugetiere und Vögel. Das Fischfleisch. Konservierung des Fleisches. Fleischpräparate des Handels. Krankheiten der Schlachttiere. Entozoen im Fleisch. Fleischvergiftung. Anforderungen an den Fleischverkauf; die Fleischfälschung. Kontrolle des Fleischmarktes . . . . .	509—534
3.	Kapitel. Die Milch. Zusammensetzung verschiedener Milchsorten. Milchfehler. Die Milch als Infektionsträger. Milchkonservierung und Konserven des Handels. Chemische Untersuchung der Milch. Milchkontrolle. Fälschung der Milch. Marktpolizeiliche Prüfung der Milch auf etwa stattgefundene Fälschung. Korrektions-tabelle für ganze (nicht abgerahmte) Milch. Korrektions-tabelle für abgerahmte (blaue) Milch. Milchkuranstalten und Molkereigenossenschaften . . . . .	534—555

4. Kapitel. Die Milchprodukte.	Seite
Butter. Untersuchung der Butter. Kunstbutter. Kumys und Kefir. Käse	555—564
5. Kapitel. Vogeleier . . . . .	564—565
6. Kapitel. Vegetabilische Nahrungsmittel.	
Zerealien. Die mikroskopische Untersuchung vegetabilischer Nahrungs- und Genußmittel. Schädliche Beschaffenheit und Verderbnis des Getreides. Herstellung des Mehles. Untersuchung des Mehles und der Nachweis der Verfälschung. Brot. Brot als Nahrungsmittel. Brotfehler. Konservierung des Brotes. Untersuchung des Brotes. Anderweitige Verwendung des Weizens. Der Mais und der Reis. Die Leguminosen. Präparierte Mehle . . . . .	566—592
7. Kapitel. Die Kartoffel.	
Gemüse und Obst. Schwämme (Pilze) . . . . .	592—597
8. Kapitel. Pflanzenfette . . . . .	597—599
9. Kapitel. Zuckerhaltige Nahrungsmittel.	
Zucker. Honig und Konditoreiwaren. Saccharin . . . . .	599—602
10. Kapitel. Die Gewürze . . . . .	602—609
11. Kapitel. Die alkaloidhaltigen Genußmittel.	
Kaffee. Verunreinigung und Verfälschung des Kaffees. Kaffeesurrogate. Tee. Kakao. Tabak . . . . .	609—617
12. Kapitel. Alkoholische Genußmittel.	
Das Bier. Wein. Untersuchung des Weines. Spezifisches Gewicht, Volumprozentage und Gewichtsprozentage an Alkohol. Hagers Tabelle über den Gehalt wässriger Weinextraktlösungen. Branntwein. Die Schäden des Alkoholismus. Die Bekämpfung des Alkoholmißbrauches. Essig . . . . .	617—645

#### Neunter Abschnitt. Hygienisch wichtige Lebensverhältnisse.

1. Kapitel. Der Geschlechtsverkehr.	
Die Geschlechtsreife. Die Ehe. Die Prostitution. Schwangere und Gebärende . . . . .	646—658
2. Kapitel. Das Kindesalter.	
Pflege des Säuglings. Gesundheitsgefahren der Säuglinge. Die Kindheit vor dem Schulbesuch. Die öffentliche Fürsorge für Kinder . . . . .	659—670
3. Kapitel. Die Schulen.	
Körperentwicklung und Nahrungsbedarf. Schädigende Einflüsse der Schule. Überbürdungsfrage. Die Bekämpfung der Schulkrankheiten . . . . .	670—689
4. Kapitel. Die Gefangenen.	
Der Strafvollzug. Gesundheitszustand in den Gefängnissen. Die Deportation	690—695
5. Kapitel. Die Kranken.	
Allgemeines. Entwicklung des Krankenhausbaues. Die Krankenanstalten. Die Krankenpflege. Rekonvaleszentenanstalten und Heilstätten. Krankentransport. Regulierung der Aufnahme in die Spitäler. Verlegung der großen Krankenanstalten vor die Städte . . . . .	695—720

#### Zehnter Abschnitt. Gewerbehygiene.

1. Kapitel. Nachteilige Einwirkung von Gewerbebetrieben auf die Nachbarschaft . . . . .	721—723
2. Kapitel. Gesundheitliche Wirkungen des Wohlstandes.	
Die Hilfsursachen der Berufskrankheiten. Einfluß des Wohlstandes . . . . .	723—732
3. Kapitel. Die spezifische Berufsschädigung.	
Körperliche und geistige Arbeit. Allgemeine Schädigungen der Gesundheit durch die Berufsarbeit. Traumatische Verletzungen. Störungen durch verdorbene Luft, durch Staub und giftige Gase. Gewerbestatistik. Schutz gegen Überarbeitung. Fabrikinspektion . . . . .	733—749
4. Kapitel. Spezielle Gewerbehygiene.	
Der Bergbau. Die Verarbeitung der Erze zu Metallen . . . . .	749—757
5. Kapitel. Verarbeitung der Rohmetalle zu Metallwaren.	
Das Überziehen der Metalle mit Bronze, Gold, Silber, Zink, Email u. s. w.	757—760
6. Kapitel. Darstellung und Verarbeitung von Metallpräparaten.	
Blei. Arsen. Antimon. Nickel und Kobalt. Quecksilber. Kupfer. Zink. Eisen. Aluminium . . . . .	761—772

	Seite
7. Kapitel. Die Ton- und Glasindustrie, die Kalkbrennerei und Zementfabrikation. Ziegelbrennerei. Topfwaren und Steinzeugfabrikation. Porzellanfabrikation. Kalk, Zement. Glasfabrikation . . . . .	772—778
8. Kapitel. Die chemische Großindustrie, Kochsalz, Sodafabrikation, Ammoniakindustrie. Chlorindustrie. Die Chlorbleiche. Brom- und Jodindustrie. Schwefelindustrie. Schweflige Säure. Schwefelsäurefabrikation. Schwefelkohlenstoff. Schwefelwasserstoff. Salpetersäure . . . . .	778—794
9. Kapitel. Verwendung der Kohle und die Teerindustrie. Rußfabrikation. Teergewinnung. Petroleumraffinerien. Benzol, Nitrobenzol, Anilinöl, Karbolsäure (Phenol). Teerfarben . . . . .	794—800
10. Kapitel. Textilindustrie. Die Flachs- und Hanfrotte. Reinigung der Baumwolle. Das Haspeln der Seide. Wollwäscherei, Spinnereien und Webereien. Färben und Drucken	800—805
11. Kapitel. Die Papierindustrie. Rohstoffe der Papierfabrikation. Papiererzeugung . . . . .	805—807
12. Kapitel. Öl- und Firnisindustrie. Olindustrie. Firnisse. Kautschukindustrie . . . . .	807—809
13. Kapitel. Industrielle Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte. Zuckerfabrikation. Industrielle Verwertung der Melasse. Branntweinbrennereien und Spiritusraffinerien. Starkefabriken. Brauereien . . . . .	810—814
14. Kapitel. Industrielle Verwertung der Tierstoffe. Schlachthäuser. Abdeckereien. Knochenindustrie. Knochensiedereien, Knochenleim. Knochendünger, Knochenkohle. Phosphorindustrie. Zündhölchenfabrikation. Roter Phosphor. Gerberei. Verarbeitung der Tierhaare. Hörner und Hufe. Leimfabrikation. Talgschmelzen und Seifenfabrikation. Glycerin . . . . .	815—828
15. Kapitel. Explosivkörper . . . . .	829—831

#### Elfter Abschnitt. Morphologie und Biologie der Parasiten des Menschen.

1. Kapitel. Entwicklung der parasitären Lehre . . . . .	832—836
2. Kapitel. Tierische Parasiten. Allgemeines. Spezielle Morphologie und Biologie . . . . .	836—856
3. Kapitel. Mycetozoen (Pilztiere) . . . . .	856—857
4. Kapitel. Die Schimmelpilze (Fungi). Morphologie. Physiologie. Betrachtung hygienisch wichtiger Arten . . . . .	857—866
5. Kapitel. Blastomyketen (Hefepilze). Die Gärung. Morphologie der Hefepilze. Physiologie . . . . .	866—872
6. Kapitel. Schizomyketen (Spaltpilze). Morphologie. Mikroskopische Beobachtung. Physiologie. Kultur der Bakterien. Isolierung der Keime. Nährboden. Beziehungen der Spaltpilze zum Gesunden und ihre Rolle in der Natur . . . . .	872—898
7. Kapitel. Pathogene Wirkungen der Spaltpilze. Entstehen des Parasitismus. Invasion und Infektion. Pathogene Wirkung. Mischinfektionen. Labilität der Bakterien im allgemeinen und die Labilität der Virulenz. Die Immunität und die künstliche Erzeugung derselben. Eigenschaften des Blutes und der Säfte. Theorie der Immunität. Die Disposition . . . . .	898—917
8. Kapitel. Betrachtung hygienisch wichtiger Spaltpilzarten. I. Kugelformen. II. Stäbchenformen. III. Schraubenformen. Pilze mit wechselndem Formenkreis (pleomorphe Spaltpilze) . . . . .	917—935

#### Zwölfter Abschnitt. Die epidemische Verbreitung von Krankheiten und die Mittel zur Abwehr parasitärer Krankheiten.

1. Kapitel. Art der Verbreitung parasitärer Krankheiten. Einteilung der Volkskrankheiten. Individuelle Einflüsse, welche die Krankheitsverbreitung hemmen. Epidemiologie . . . . .	936—947
2. Kapitel. Ärztliche Beaufsichtigung und Bekämpfung der Seuchen. Überwachung der verschleppbaren Seuchen im endemischen Gebiete. Anzeigepflicht der Ärzte . . . . .	947—949

3. Kapitel. Quarantänen.	Seite
Beschränkung des Verkehrs . . . . .	949—950
4. Kapitel. Die Desinfektion.	
Physikalisch wirkende Desinfektionsmittel. Die Desinfektion mittels Chemikalien. Spezielle Desinfektionslehre . . . . .	950—962
5. Kapitel. Anderweitige Maßnahmen.	
Bekämpfung der Krankheitsverbreitung durch Tiere. Immunisierung. Maßnahmen der öffentlichen Gesundheitspflege und Hebung der Volksgesundheit	962—964

**Dreizehnter Abschnitt. Vorkommen und Verbreitungsweise einiger Volkskrankheiten.**

1. Kapitel. Die akuten Exantheme. Blattern (Variola).	
Masern. Scharlach. Flecktyphus und Rekurrens. Venerische Krankheiten.	
Die Lepra. (Der Aussatz.) Die Tuberkulose. Die Diphtherie. Die Grippe.	
Pest . . . . .	965—982
2. Kapitel. Typhus, Cholera, Ruhr, Malaria . . . . .	982—1005

**Vierzehnter Abschnitt. Übertragbare Tierkrankheiten.**

Milzbrand, Rotz, Wuthkrankheit, Aktinomyces . . . . .	1006—1010
---	-----------

**Fünfzehnter Abschnitt.**

Die Schutzpockenimpfung . . . . .	1011—1015
-----------------------------------	-----------

Z BIBLIOTEKI  
a. k. kursu naukowego gimnastycznego  
W KRAKOWIE.

## Einleitung.

---

Alle Geschöpfe besitzen in den Sinneswahrnehmungen Schutzeinrichtungen zur Erhaltung ihres Wohlergehens. Diese schützende Kraft entfalten die Sinnesorgane sogar in vielen Fällen, ohne daß es einer besonderen Überlegung und Weiterverarbeitung der sinnlichen Eindrücke bedürfte, sozusagen automatisch. Wir sprechen von Äußerungen reflektorischer Tätigkeit, oder wenn die Wahrnehmung einer dem Körper nahenden Gefahr auf einem Gebiete liegt, welches zur Erkenntnis etwas komplizierterer Vorgänge des Gehirnes bedarf, von Äußerungen des Instinkts.

Obgleich wir in solcher Weise vor einer Reihe von Nachteilen bewahrt bleiben, wehren Instinkt und Reflexbewegung nicht die Gesamtheit der Gefahren ab, weil letztere nicht immer in einfacher Weise sinnfällig werden. Der Mensch hat aber durch seine Intelligenz eine Reihe verdeckt unser Wohlergehen bedrohender Gefahren erkannt; er pflegt diese Kenntnisse in Erfahrungssätzen zusammenzufassen, welche in früheren Zeiten wie heute teils von Mund zu Mund im Volke weiterverbreitet werden, teils als Inhalt religiöser Lehren uns entgegentreten oder Bestandteile der medizinischen Wissenschaft geworden sind. Bei allen Völkerschaften finden sich derartig empirisch gewonnene Erfahrungen, welche sich auf die Erhaltung der Gesundheit beziehen. Die empirisch gewonnenen Sätze sind aber immer auf ein eng begrenztes Feld in ihrer Erkenntnis angewiesen, einmal schon deswegen, weil viele krankmachende Ursachen mit unseren Sinnen nicht wahrnehmbar sind, dann auch, weil die Erkenntnis der die Gesundheit betreffenden Einflüsse durch die Kompliziertheit der Vorgänge und durch den oft langen Zeitraum, welcher zwischen Ursache und Wirkung liegt, erschwert wird und die individuelle Eigenart der Sinneswahrnehmung die Objektivität der Beobachtung hindert. Nur auf die ursprünglichen Sinneswahrnehmungen allein angewiesen, würde durch Jahrhunderte und Jahrtausende unsere Erkenntnis nur langsam weiterschreiten.

Mit dem Aufschwung der Naturwissenschaften im 19. Jahrhundert ist auch für die Gesundheitslehre der Zeitpunkt gekommen, den engen Kreis empirischer Beobachtung zu überschreiten und an Stelle von Vermutungen die Gewißheit der experimentellen Methode zu setzen. Obschon der zu lösenden Fragen so unendlich viele sind und das Arbeitsfeld der Hygiene in alle Lebensverhältnisse eingreift, hat sich die experimentelle Hygiene erst allmählich aus den biologischen Disziplinen heraus entwickelt und selbständig gemacht.

Es lag dies in dem Umstand begründet, daß unmöglich an ein Studium der außerhalb des Körpers liegenden schädigenden Einflüsse auf die Gesundheit herangetreten werden konnte, ehe nicht der normale Ablauf des Lebens erkannt war, d. h. ehe noch die Physiologie sich zu einem gewissen Grade entwickelt hatte.

Die Hygiene hat wie jede medizinische Disziplin mit den übrigen ihre Berührungspunkte; sie ist aber eine selbständige Disziplin und vereinigt alle Grundbedingungen einer solchen in sich: ihre eigene Methodik, ihre eigene Fragestellung und ein Arbeitsgebiet von unermesslicher Ausdehnung.

Man hat gemeint, die Abtrennung der neuen Disziplin könne für den Arzt umgangen werden, da vielleicht die eine oder andere der Hygiene verwandte Disziplin, das Wissenswerte aus der Hygiene mitzuteilen vermöchte. Es ist dies aber unmöglich, weil ein großer Teil der Hygiene nach Inhalt und Methode den übrigen Disziplinen ferne liegt, somit eine nur ganz fragmentarische Ausbildung des Arztes die Folge wäre. Die Hygiene ist auch heutzutage bereits ein so ausgedehntes Fach, daß die Beherrschung des ganzen Gebietes nur durch besondere Vertreter dieser Disziplin möglich ist.

Die Begriffsbestimmung der Hygiene ist in mannigfacher Weise versucht worden. Wenig glücklich nannte man sie die Kunst, das Leben zu verlängern; das gleiche Endziel haben die übrigen praktischen medizinischen Disziplinen. Dann hat man sie auch „präventive Medizin“ genannt, indem ihr die Aufgabe zukäme, zu lehren, wie sich Krankheiten vermeiden ließen. Der volle Umfang der Hygiene ist das nicht. Nicht allein die Behütung der bestehenden Gesundheit ist ihre Aufgabe, sondern Gesundheit und Wohlergehen sind Eigenschaften, welche außerhalb der Grenze der Krankheit einer Vermehrung fähig sind. Und gerade diese Mehrung der Gesundheit ist eine fundamentale Aufgabe der Hygiene. Die Lebenseigenschaften müssen so gehoben werden, daß wir jederzeit den Kampf ums Dasein siegreich bestehen.

Die Hygiene ist keine Wissenschaft von stetigem Arbeitsgebiete; vielmehr ist das letztere den mannigfachsten Änderungen unterworfen. Der beständige Wechsel der dem Menschen dienstbar gemachten Kräfte, der Wechsel in den Industrien, die jeder neuen Erkenntnis der Zusammensetzung der Nahrungsmittel sich anpassende Nahrungsmittelverfälschung, der Wechsel der Krankheiten, die Verschiedenheit des Klimas einzelner Erdzonen schaffen wechselnde Lebensbedingungen, welche die experimentelle Hygiene kennen und erforschen muß.

\* \* \*

Malthus hat Zweifel darüber geäußert, ob die hygienischen Bestrebungen, die Gesundheit und Volkswohlfahrt zu mehren, ihr hohes Ziel erreichen werden, weil die Menschen bei günstigen Ernährungsverhältnissen sich in geometrischer Progression, die Erträge des Bodens,

von denen die Subsistenz eines Volkes abhängt, aber in einem geringwertigeren Zahlenverhältnisse sich mehrten, somit jede Besserung der Lage nur eine kurzdauernde sei und alsbald Not und Elend der weiteren Vermehrung eine eherne Schranke setzten. Die Hygiene helfe, indem sie das Leben vor Gefahren schütze, nur mit, eine besorgniserregende Vermehrung der Menschen herbeizuführen.

An diesen Voraussetzungen ist manches nicht ganz zutreffend. Das Anwachsen der Bevölkerung ist keineswegs so rasch, wie Malthus meint, ja es liegt in manchen Staaten (Frankreich) zweifellos eine gewisse Regelung der Zeugung vor, so daß es zu bemerkenswerter Übervölkerung nicht kommen kann. Aber auch das Erträgnis eines Bodens ist kein feststehendes, sondern eine vermehrbare Größe; die Verwertung der Produkte kann außerdem eine wesentlich bessere werden, und wer kann heute wissen, ob nicht Fortschritte auf dem Gebiete der praktischen Ernährungslehre wesentliche Änderungen der Existenzbedingungen hervorrufen? Die Industrie bietet Gelegenheit zur Erwerbung des nötigen Lebensunterhalts; ihre Entwicklung und Ausdehnung ist eine außerordentlich große.

Spencer sieht eine gewisse Gefahr für die Menschheit in den Bestrebungen der Hygiene, weil durch die Minderung der Gefahren für die Gesundheit vielen schwächlichen Individuen die Möglichkeit der Existenz und Fortpflanzung gegeben sei. Durch hygienische Maßnahmen erhalten aber keineswegs nur Schwächliche ihre Existenz, sondern auch Gesunde eine weitere Mehrung dieses wertvollen Kapitals und vielfach werden gerade von den Kräftigen drohende Gefahren abgewendet, wie z. B. durch die Maßnahmen gegen den Typhus, Blattern, Diphtherie. Die Krankheiten und ihre Folgezustände sind es, welche eine große Zahl von schwächlichen Individuen erzeugen; mit dem Erfolge hygienischer Bestrebungen werden, weil die Erkrankungen gemindert werden, die schwächlichen Individuen an Zahl abnehmen müssen.

Auch die ökonomische Seite hat Spencer angegriffen. Er sagt, daß hygienische Maßregeln wohl im allgemeinen Verbesserungen schaffen, aber indem die Geldmittel zu diesen Verbesserungen durch Steuern aufgebracht werden müßten, schädige man den Minderbemittelten in anderer Richtung, indem man ihm die Subsistenzmittel entziehe. Auch dieser Einwand trifft nicht zu, weil eine Reihe hygienischer Maßnahmen gar keine Geldausgaben erfordert, sondern sparend wirkt. Wenn wir dem Alkoholismus entgentreten, wenn wir auf grobe Unzweckmäßigkeiten und Materialverschwendungen in der Volksernährung hinweisen, wenn die Bedingungen rationeller Beleuchtung und Beheizung gegeben werden, so ist damit ein wesentlicher Geldgewinn verbunden. Aber auch andere Maßnahmen, für welche wesentliche Ausgaben gemacht werden müssen, wie für Kanalisation, Wasserversorgung u. s. w., sind nutzbringende. Sie heben die Gesundheit, vermindern die Zahl der Krankheitstage und machen den Menschen tauglicher zur Arbeit. Dieser Gewinn ließe sich recht wohl in Geld ausdrücken und muß in Rechnung gezogen werden, wenn man die ökonomische Seite ins Auge faßt. Man darf nicht den einen oder anderen Posten zur Beurteilung der Frage herausgreifen, sondern muß den Gesamterfolg betrachten.

\* \* \*



Nach der oben gegebenen Begriffsbestimmung der Hygiene muß alles, was den Menschen in den verschiedensten Lebenslagen im Kampfe ums Dasein stärkt, ihrer Fürsorge unterbreitet sein. Die Hygiene ist eine Disziplin, in welcher Theorie und Praxis nicht getrennt werden können und nur insofern sie im Leben Verwertbares bietet, erfüllt sie ihren Zweck. Es muß also unser Blick stets diesem zugewandt bleiben und wir werden, wenn auch mit der Geduld desjenigen, der den langsamen Schritt aller Verbesserung kennt, der Früchte harren, welche wir erwarten dürfen. Erhöhen hygienische Verbesserungen die Gesundheit?

Eine gute Methode zur Beurteilung der öffentlichen Gesundheit wäre die Angabe der mittleren Lebensdauer. Behufs ihrer Feststellung müssen die in einem (beliebigen) Jahre Geborenen einer fortdauernden Kontrolle durch das ganze Leben hindurch unterzogen und Jahr für Jahr die mit dem Tode Abgegangenen gezählt werden, bis der letzte der dem bestimmten Geburtsjahre Zugehörigen gestorben ist. Die Anzahl der von allen Angehörigen des Geburtsjahres durchlebten Jahre summiert und durch die Anzahl der beobachteten Personen dividiert, gibt die mittlere Lebensdauer. Eine solche Untersuchung (die „direkte Methode“) ist wirklich an manchen Orten durchgeführt worden, aber wegen des Wandertriebes der Bevölkerung, wegen der Mühseligkeit solcher Erhebungen und wegen des erst nach vielen Jahren zu erlangenden Resultats verlassen. Man begnügt sich, die Lebenszeit aller, z. B. in einem Jahre Gestorbenen zu dividieren durch die Anzahl der Verstorbenen, wobei auch ein Wert für die mittlere Lebensdauer erhalten wird. Diese Bestimmungsmethode ist aber ungenau, weil z. B. eine Mehrung der Geburten bei der in allen Ländern großen Sterblichkeit der Neugeborenen sofort diese berechnete „mittlere Lebensdauer“ erheblich vermindert, Minderung der Geburtsziffer mehr aber die nach dieser Rechnungsweise gefundene Lebensdauer. Wegen der häufig fehlerhaften Rechnungsweise sind die Angaben der mittleren Lebensdauer mit Vorsicht aufzunehmen.

Noch häufiger pflegt man den gesundheitlichen Zustand nach der Sterblichkeitsziffer zu beurteilen, indem man angibt, wie viele Personen auf 1000 Lebende und auf ein Jahr gerechnet sterben, z. B. beträgt die allgemeine Sterblichkeitsziffer für Bayern (nach G. Mayr):

Oberfranken . . . . .	24·9
Pfalz . . . . .	26·2
Unterfranken . . . . .	29·1
Niederbayern . . . . .	31·8
Mittelfranken . . . . .	32·0
Oberpfalz . . . . .	32·8
Oberbayern . . . . .	35·1
Schwaben . . . . .	37·5

Wenn nun auch immerhin dort, wo die Sterblichkeit eine beträchtliche ist, ein öffentlicher Übelstand vorliegen muß, so ist doch die Sterblichkeitsziffer kein absolut zuverlässiges Maß des Gesundheitsstandes, weil die einzelnen Altersklassen (Kinder, Erwachsene, Greise) eine sehr verschiedene Sterbeziffer haben und letztere außerdem mit dem Berufe etc. sehr wechselt.

Von 100 Gestorbenen treffen auf die einzelnen Altersklassen:

	Bayern	Belgien
Bis zu 1 Jahre . . .	40·3	20·4
Von 1 bis 5 Jahre . .	9·6	16·6
" 5 " 10 " . . .	2·4	4·6
" 10 " 15 " . . .	1·0	2·0
" 10 " 20 " . . .	1·2	2·4
" 20 " 30 " . . .	4·2	6·2
" 30 " 40 " . . .	4·7	6·0
" 40 " 50 " . . .	5·2	6·3
" 50 " 60 " . . .	7·4	7·2
" 60 " 70 " . . .	10·8	10·6
" 70 " 80 " . . .	9·5	11·7
" 80 " 90 " . . .	3·2	5·2
über 90 " . . .	0·2	0·6

bei gleicher Mortalitätsziffer können die Gefahren für die einzelnen Altersklassen höchst ungleiche sein. Einwandfreier ist diese Beziehung zu erheben, wenn man feststellt, wie das Verhältnis der Gestorbenen zu der Zahl der in jeder Altersklasse Lebenden sich gestaltet.

Jahressterblichkeit auf 1000 Lebende der Altersklassen berechnet:

Altersklasse	Italien	Belgien	Österreich
	1870/72	1865/67	1769/72
5—10 Jahre . . . . .	11·6	12·7	9·8
10—15 " . . . . .	6·0	6·4	4·1
15—20 " . . . . .	7·4	7·6	6·3
20—25 " . . . . .	10·1	10·3	9·3
25—30 " . . . . .	11·0	11·2	9·7
30—35 " . . . . .	11·0	12·7	10·6
35—40 " . . . . .	13·3	13·5	12·6
40—45 " . . . . .	13·0	16·0	14·8
45—50 " . . . . .	16·9	17·1	18·1
50—55 " . . . . .	17·6	20·8	24·2
55—60 " . . . . .	31·3	26·6	32·9
60—65 " . . . . .	34·9	38·0	50·2
65—70 " . . . . .	61·9	57·3	67·0
70—75 " . . . . .	78·3	91·9	118·6
75—80 " . . . . .	137·7	135·5	156·0
80—85 " . . . . .	146·0	231·4	268·5
85—90 " . . . . .	205·5	316·7	342·2
90—95 " . . . . .	185·2	462·9	379·0
95—100 " . . . . .	243·0	515·4	447·1
Hundertjährige . . . .	256·9	750·0	309·7

In vorstehender Tabelle hat die Sterblichkeit des Kindes im ersten Lebensjahre keine Aufnahme gefunden. Es ist aber dies Zahlenverhältnis sehr interessant. Auf 1000 Lebendgeborene treffen Gestorbene im ersten Lebensjahre:

Norwegen . . . . .	104	Preußen . . . . .	204
Schottland . . . . .	119	Italien . . . . .	228
Schweden . . . . .	135	Ungarn . . . . .	237
Dänemark . . . . .	144	Österreich . . . . .	251
England und Wales . . . .	154	Sachsen . . . . .	263
Belgien . . . . .	155	Baden . . . . .	263
Frankreich . . . . .	173	Bayern . . . . .	327
Spanien . . . . .	185	Württemberg . . . . .	354
Niederlande . . . . .	196		

Die Kindersterblichkeit beeinflußt am hervorragendsten die allgemeine Sterbeziffer: so ändert sich für die oben genannten Regierungsbezirke Bayerns nach Ausschluß der im ersten Lebensjahre Gestorbenen die Sterblichkeit folgendermaßen:

Sterblichkeit der über dem ersten Lebensjahre  
Stehenden:

Niederbayern . . . . .	17·5
Oberfranken . . . . .	17·5
Pfalz . . . . .	18·2
Oberbayern . . . . .	18·4
Oberpfalz . . . . .	18·6
Mittelfranken . . . . .	19·4
Schweden . . . . .	19·5
Unterfranken . . . . .	20·2

Nur bei ganz gleich zusammengesetzten Bevölkerungen kann die Sterbeziffer als Maß benützt werden.

Eine große Bedeutung hat die Feststellung der Todesursachen (S. auch VI. Abschnitt, Kap. V), weil dadurch die Besonderheit der obwaltenden Mängel der öffentlichen Gesundheit klargelegt wird. Die statistische Erhebung liefert nach dieser Richtung kein ganz einwandfreies Material. Die Todesursachen können zunächst wegen fehlerhafter Diagnose des Arztes unrichtig angegeben sein; ferner stirbt ein sehr erheblicher Bruchteil der Bevölkerung (der Kinder und Greise namentlich), ohne daß eine ärztliche Behandlung in Anspruch genommen worden wäre (in manchen Bezirken bis zu  $\frac{4}{5}$ ) und ohne daß ein Arzt die Leichenschau vornimmt. Aber selbst in jenen Staaten, in welchen eine obligate ärztliche Totenschau besteht, ist die Diagnose der Todesursachen naturgemäß mit erheblicher Unsicherheit behaftet. Am sichersten sind die statistischen Ergebnisse für die Bevölkerung vom schulpflichtigen Alter bis etwa zum 50. oder 60. Jahre und für jene Krankheiten, welche unter bedrohlichen Erscheinungen verlaufen, zu erhalten; so bei Kindbettkrankheiten, Typhus, Krebs, Diphtherie, Schwindsucht, Scharlach. Bei Masern, Keuchhusten wird trotz häufiger Todesfälle der Arzt in wenig mehr als der Hälfte der Fälle befragt. Bei allen Vergleichen des Gesundheitszustandes verschiedener Gegenden oder gar verschiedener Länder muß man sich an die möglichen Fehler statistischer Erhebungen erinnern und darf nicht ohne weiteres Schlußfolgerungen ziehen. — (S. IV. Abschnitt, Kap. I und II, und Abschnitt XI und XII.)

Die Mortalitätsstatistik sollte durch eine genaue Morbiditätsstatistik ergänzt werden. Die Krankheitshäufigkeit und Sterblichkeit stehen durchaus in keinem engen Verhältnis zueinander; zwar muß es dort, wo viele Menschen sterben, natürlich auch zahlreiche Kranke geben; aber andererseits ist eine sehr große Krankheitsziffer auch ohne hohe Mortalitätsziffer möglich und nachzuweisen.

Eine Morbiditätsstatistik wird in manchen Staaten auf Grund der ärztlichen Anzeigepflicht wenigstens für manche Krankheiten mit Neigung zu epidemischer Verbreitung durchgeführt. Die Schwierigkeiten der Verwertung des Materials über die Morbidität für statistische Zwecke sind aber weit größer als jene bei den Mortalitätsziffern.

In der überwiegenden Zahl von Krankheiten mit nicht sehr bedrohlichen Symptomen wird der Arzt überhaupt nicht zugezogen; in manchen Fällen, in denen die Anzeige mit unbequemen sanitären Maßnahmen für die Behandelten verknüpft ist (Desinfektion, Isolierung u. s. w.), dieselbe wohl ganz unterlassen; für viele Krankheiten ist die Diagnose unsicher und die Abgrenzung gegen verwandte Krankheiten ganz unbestimmt. (Puerperalfieber, Diphtherie, Typhus abdominalis u. a. m.) So wünschenswert und notwendig die Anbahnung der Morbiditätsstatistik ist, so schwierig und unsicher kann die Verwertung zu wissenschaftlichen Schlüssen sowie zur Beurteilung der öffentlichen Gesundheit mitunter sein. Die Dignität der Ausbildung des Ärztestandes fällt für die Beurteilung des Wertes einer Morbiditätsstatistik schwer und ausschlaggebend ins Gewicht.

Eine gute Morbiditätsstatistik berichtet uns übrigens nur über diejenigen Personen, deren Krankheit unter einem der bekannten klinischen Krankheitsbilder verläuft, den hygienischen und sanitären Zustand der Bevölkerung schildert aber auch sie uns noch nicht; alle jene in einer Morbiditätsstatistik nicht figurierenden Personen sind durchaus noch nicht gesund in hygienischem Sinne. Um den Gesundheitszustand zu schildern, dazu bedürfte man eingehender Erhebungen über die körperliche Entwicklung, die Körperkraft, den Ernährungszustand der Personen u. a. m. Eine solche Gesundheitsstatistik wäre dann in Vergleich mit der Morbidität zu setzen und zu zeigen, an welchem Material gewissermaßen die krankmachenden Einflüsse arbeiten; bei gleicher Morbiditätsziffer müßte das Urteil über die sanitären Zustände verschieden lauten, je nachdem ein guter oder schlechter Gesundheitszustand bei den Nichtkranken sich findet.<sup>1)</sup>

Der Grad der gesunden körperlichen Entwicklung steht sicherlich in keiner unabänderlichen Beziehung zur Morbidität und Mortalität. Die beiden letzten können z. B. durch sanitäre Maßnahmen sehr eingeschränkt werden, und doch kann die körperliche Entwicklung der Bevölkerung im deutlichen Rückgänge begriffen sein. Dieser Zweig statistischer Erhebung entbehrt so gut wie jeder Pflege. Die Hebung des öffentlichen Wohlbefindens ist aber gerade das vornehmste Gebiet der Hygiene im allgemeinen, im besonderen aber der privaten Hygiene.

Die gesundheitlichen Verhältnisse, wie sie heutzutage liegen, sind nicht überall befriedigend; wir hoffen die Nachteile allmählich zu beseitigen und unsere Zustände einem gewissen Ideal, das wir näher bezeichnen wollen, zuzuführen.

Durch die ganze organische Welt ist das Leben der Individuen zeitlich begrenzt, wenn schon die einzelnen Arten von Pflanzen und Tieren sich äußerst verschieden verhalten. Das Leben des Elefanten oder mancher Fische währt an 200 Jahre; das Leben mancher Insekten erlischt, ehe sie die Sonne eines Tages sinken sehen. Die einer Art gesteckte Grenze scheint aber streng beibehalten und auch bei dem Menschen wird bei Vermeidung aller Schädlichkeiten an einer bestimmten Grenze ans inneren Gründen das Leben erlöschen. (S. auch Abschnitt XI.) Ob diese natürliche Grenze jemals wird verschoben werden können,

<sup>1)</sup> v. Vogl. — Die wehrpflichtige Jugend Bayerns.

entzieht sich unserem Wissen. Aber selbst an diese Grenze heran werden wir niemals alle Menschen führen können, weil keineswegs alle Einflüsse, welche das Leben schädigen, vermeidbar sind. Unglücksfälle aller Art, Naturereignisse, Mißgeburten werden zu jeder Zeit ihre Opfer fordern. Krieg und Mord werden wir nicht zu bannen vermögen; wir müssen also unsere Wünsche einschränken.

Man wird im allgemeinen sagen dürfen, daß die Zeit zwischen dem 70. und 80. Lebensjahre die Grenze darstellen dürfte, über welche hinaus das mittlere Leben zu verlängern kaum gelingen wird. Es wäre dies also unser Ideal, welchem wir zurzeit zustreben. Nimmt man als mittleres Lebensalter 75 Jahre, so würde die Sterbeziffer  $13.3\%$  sein müssen. Von letzterer sind wir im allgemeinen noch weit entfernt; daß wir aber nichts Unwahrscheinliches erstreben, geht aus den Angaben von Farr hervor, welcher in England 207 Distrikte nennt, die in den Jahren 1847 bis 1871 nur 15 bis  $17\%$  Mortalität aufwiesen.

# Geschichte der Gesundheitspflege.

## I.

Die Hygiene hat in geringerer oder größerer Ausdehnung als einfache Erfahrungswissenschaft bei allen Kulturvölkern staatliche Pflege gefunden. In den Uranfängen der Geschichte treffen wir auf solche Bestrebungen. Der Priester, wie so häufig der Vermittler jeglicher Gesittung, ist auch im Besitze des ärztlichen Wissens und der Wächter über die Ausführung dessen, was wir aus seinem Wirkungskreise als Maßregel von hygienischer Bedeutung herauszulesen gelernt haben.

Bei den alten Ägyptern, welche schon anderthalb Jahrtausende vor unserer Zeitrechnung nach dem Papyrus von Ebers sehr entwickelte anatomische Kenntnisse, Kenntnisse von den verschiedenartigsten Eingeweidewürmern, von gewissen Augenkrankheiten, der Lepra u. s. w. besaßen, waren außer den mehr auf die Priester beschränkten Speiseregeln und Vorschriften über die Hautreinigung, über die Grenzen privater Gesundheitspflege hinausgehende Bestrebungen, wie sich solche in den allgemeinen Bauanlagen offenbaren, nicht zu verkennen. Die Kanäle, Schleusen, Entwässerungsgräben, welche die Abfallstoffe der Städte teils bebauten Landstrecken, teils der Wüste zuführten (Rieselfelder), zeugen von ihrem Kulturstand. Isokrates rühmt das hohe Alter der Ägypter.

Die hygienischen Vorschriften, welche Moses erließ, sind hauptsächlich von den Ägyptern entlehnt und nur einzelne Punkte nach den vorhandenen Bedürfnissen modifiziert. Die bei den Ägyptern nur bei den Priestern geübte Beschneidung wurde auf alle Manner ausgedehnt. Den geschlechtlichen Verkehr regelten mehrfache Bestimmungen; Ehen unter Verwandten wurden verboten, ebenso der Beischlaf während der Menstruation. Die mosaischen Bücher enthalten auch Vorschriften über die Begräbnisanlagen, Beseitigung der menschlichen Dejekte, die Reinhaltung der Brunnen und Wasserbehälter, Isolierung der aussätzigen und ansteckenden Kranken.

Unter den Völkern des Altertums haben die Griechen und Römer bezüglich der öffentlichen Gesundheitspflege das meiste geleistet. Viele Staatsmänner und Philosophen Griechenlands beschäftigten sich in eingehender Weise mit gesundheitlichen Fragen und hielten an der Anschauung fest, daß der Staat verpflichtet ist, für die Gesundheit der Bürger zu sorgen. Lykurg (1800 v. Chr.) lehrte, daß zur Kräftigung des Körpers Mäßigkeit, Einfachheit der Sitten, Abhärtung nötig sei; er

bezeichnet die Erziehung der Kinder als eine Aufgabe des Staates, indem er den Grundsatz aufstellt: „daß keiner für sich allein da ist, sondern mit anderen für das Ganze lebt.“

Auch Solon, Pythagoras, Plato und Aristoteles huldigten diesen Anschauungen Lykurgs und verlangten Gesundheitsbeamte, die sie für unentbehrlich hielten.

Besonders waren es Plato und Aristoteles, welche ein hohes Verständnis für die Bedeutung der Gesundheitspflege bewiesen. Sie legten den größten Wert auf eine richtige Kindererziehung, insbesondere auf die gymnastischen Übungen und auf die Ringkunst. Der Geist und der Körper dürfen nicht zugleich angestrengt werden, weil jede der beiden Anstrengungen ihrer Natur entgegengesetzt wirkt, indem die des Körpers den Geist, die des Geistes den Körper hindert. Aber auch über dieses Maß persönlicher Fürsorge hinaus war ihr Augenmerk allgemeinen Maßnahmen, öffentlichen Wasserleitungen, Bädern, der Anlage von Straßen und der Herstellung von Bauten zugewendet.

„Das, was wir am meisten und am häufigsten für den Körper brauchen,“ sagt Aristoteles, „hat auch den meisten Einfluß auf die Gesundheit. Es ist das besonders die Luft und das Wasser. Für eine Stadt ist das notwendigste eine gesunde Lage. Wasser und Quellen müssen in gehöriger Menge, womöglich in der Stadt selbst vorhanden sein; ist dies nicht der Fall, so wird geholfen durch Anlage von zahlreichen und großen Behältern zur Aufnahme des Regenwassers, so daß im Falle der Absperrung vom Lande während eines Krieges niemals ein Mangel daran entstehen kann. Deshalb muß in einer vorsorglichen Stadtverwaltung, wenn nicht alles Wasser gleich gut und keine Fülle von guten Quellen vorhanden ist, zwischen dem zum Genusse und dem zu anderen Zwecken bestimmten Wasser ein Unterschied gemacht werden.“

Bezüglich der Turnplätze und der Bäder sagt Plato: „In allen Städten sollen die Jünglinge teils für sich selber Turnplätze, teils für die Greise, die diesen nötigen warmen Bäder anlegen, damit diese Bäder den Erkrankten heilen und den von der Feldarbeit angegriffenen Leibern eine Pflege gewähren, welche ihnen weit besser bekommt als die eines nicht besonders tüchtigen Arztes.“ „So setze man also noch drei Stadtaufseher ein, welche teils für die Straßen der Stadt sowie für die Wege, welche vom Lande in sie hineinführen, teils für die Häuser zu dem Zwecke, daß sie den Gesetzen gemäß gebaut werden, und endlich auch dafür Sorge tragen, daß alles Wasser in hinreichender Menge in die Behälter gelange und sich darin rein erhalte.“

Bei den Römern finden sich schon in den 12 Tafeln sanitäre Maßregeln von hoher Bedeutung niedergelegt: die Beaufsichtigung der Lebensmittel, Kloaken und Kanäle, die Regelung der Leichenbestattung und das Verbot der Beerdigung innerhalb der Stadt. Zur Überwachung dieser Vorschriften waren Zensoren bestimmt.

Mustergültig waren die römischen Badeanlagen. In der frühesten Zeit begnügten sich die Römer mit dem Wasser, welches sie aus dem Tiber oder aus Brunnen schöpfen; aber schon im Jahre 614 v. Chr. wurde unter dem König Ancus Marcius die erste Leitung, die Aqua Marcia gebaut, deren Quellen 10 km von der Stadt entfernt lagen. Am Ende des ersten Jahrhunderts zählt Julius Frontinus, der das vornehme Amt eines Wasserkurators bekleidete, in seinem Buche „über

die Wasserversorgung von Rom“ neun Wasserleitungen auf, welche reines Quellwasser von den Bergen her, aus Entfernungen bis zu 80 *km*, in einer Menge von 1500 Millionen Liter der Stadt zuführten. Die Technik der Wasserleitung war, wie Vitruvius in seinem Werke über Architektur dartut, eine hochentwickelte.

Die großen Wassermengen, über welche Rom verfügte, kamen der allgemeinen Gesundheit sehr zu gute. Es war dadurch die sorgfältige Reinigung der Straßen, die Errichtung zahlreicher Bäder, die Schwemmung der Kanäle ermöglicht.

Außer den vieler Privatbädern gab es auch öffentliche Bäder, zu denen Augustus die erste Anregung gab. Großartig eingerichtet waren die Bäder des Nero, der Agrippina, des Diokletian, des Titus, des Trajan. Unter Justinian gab es 815 öffentliche und private Bäder und 1352 große Bassins und Reservoirs, welche durch 14 Aquädukte gespeist wurden.

Schon zur Zeit des fünften Königs, Tarquinius Priscus, wurde eine unterirdische Kanalisation angelegt, die unter Tarquinius Superbus zur Vollendung kam. Durch dieses Kanalnetz wurde der wasserreiche, fast sumpfige Boden Roms entwässert und zugleich die Unreinigkeit der Stadt mittels der Cloaca maxima nach dem Tiber abgeführt.

Bis zu Augustus gab es in Rom noch viele Lehmhäuser; Augustus gab eine städtische Bauordnung heraus, bald entstanden Häuser aus Stein und Marmor. Die Höhe der Häuser wurde auf 70 Fuß festgesetzt; Trajan erniedrigte sie auf 60 Fuß. Die römischen Häuser hatten gewöhnlich nur ein Obergeschoß; die Familienzimmer sahen mit ihren Fenstern in die Höfe, welche durch ihre weite Anlage genügend Licht und Luft boten. Die Straßen aber hatten nur eine geringe Breite. Nach dem großen Brande unter Nero wurde bei den Neubauten eine gewisse Breite der Straßen im Verhältnis zur Höhe der Häuser, die Anlage von Höfen und Säulengängen vorgeschrieben.

Die Bau- und Gesundheitspolizei war in den Händen von Ädilen, Zensoren und Kuratoren, die mit großer Machtvollkommenheit ausgestattet waren. Sie führten die Aufsicht über Gebäude und Kloaken, über den Markt und den Nahrungsmittelverkauf. Dagegen scheinen sich die damaligen öffentlich angestellten Ärzte an den Bestrebungen zur Hebung der öffentlichen Gesundheit nicht beteiligt zu haben. Sie sind nur als Armenärzte tätig gewesen.

## II.

Mit dem Zusammensturze des Römerreiches kamen nahezu alle Errungenschaften, welche die Gesundheitspflege im Altertum gemacht hatte, in Verfall, und als sich wieder in späterer Zeit die Gedanken mit dem öffentlichen Wohle beschäftigen mußten, hatte die Fürsorge ein ganz anderes Ziel als ehemals.

Die christliche Auffassung des Mittelalters war dem Interesse und der Förderung des Gesundheitswohles nicht günstig. Das Christentum kümmerte sich anfangs wenig darum, den Leib zu pflegen, ihm galt vielmehr der Körper als etwas, was dem Heile der Seele entgegensteht und möglichst zu bekämpfen ist. Die Vernachlässigung der Leibpflege wurde zum Verdienste.

Und doch war gerade das Mittelalter von Seuchen, welche die Bevölkerung mancher Landstriche fast vernichteten, heimgesucht. Vornehmlich war es die Pest, welche wiederholt die ganze bewohnte Welt als Pandemie überzog. Bekannt ist jener Seuchenzug der justinianischen Pest (Beulenpest), der von Pelusium seinen Ausgang nahm (542 n. Chr.). Ferner die Pandemie der Jahre 1346—1353, als „schwarzer Tod“ bezeichnet, welche etwa 26 Millionen Menschenleben forderte.

Außer der Pest, welche übrigens erst seit Mitte des 18. Jahrhunderts für Zentraleuropa in ihrer Bedeutung zurücktrat, waren die chronischen Exantheme, der Aussatz (Lepra) und die Syphilis, namentlich durch die Kreuzzüge eingeschleppt, für das 12. bis 15. Jahrhundert zu Landplagen geworden.

Alles, was zur Bekämpfung derselben getan wurde, war mehr der Ausfluß der Forderungen der Nächstenliebe, denn Maßregeln, welche eine Ausrottung dieser Seuche hätten erreichen können. So sehen wir im Mittelalter die Errichtung zahlreicher Hospitäler.

Im ersten Jahrhundert begegnen wir den sogenannten Xenodochien, welche den Charakter von Herbergen hatten; im 4. und 5. Jahrhundert wurden einzelne Gebäudeteile der Klöster für die Krankenpflege benützt, und erst im 6., 7. und 8. Jahrhundert wurden Krankenhäuser, welche zur Pflege und Behandlung von Kranken aller Art bestimmt waren, hauptsächlich durch kirchlichen Einfluß gegründet. Zu den ältesten Hospitälern gehört das Krankenhaus auf dem Monte Casino aus dem 6. Jahrhundert, das Hotel de Dieu in Paris aus dem 7. Jahrhundert, San Spirito in Rom aus dem 8. Jahrhundert.

In Deutschland hat namentlich der „Deutsche Orden“ zur Verbesserung der Hospitalpflege beigetragen.

Zur Unterkunft der mit ansteckenden Krankheiten Behafteten dienten die sogenannten „Leprosenhäuser“, geistliche Orden übernahmen Pflege und Wartung in den Spitalern.

Von einem Studium der Bedingungen, welche auf die Verbreitung der Volkskrankheiten von Einfluß waren, konnte bei dem damaligen Stande der Naturwissenschaften keine Rede sein, da man die erschreckende Sterblichkeit teils als wohlverdiente Strafe des Himmels hinnahm, teils die Ursachen in der ungünstigen und bösen Konjunktion der Planeten suchte, nicht aber in der Beschaffenheit der Städte, die auf engem Raume eine verhältnismäßig übergroße Bevölkerung zusammenpferchend, mit ihren schmalen Gäßchen, von hohen Mauern, von versumpften Wallgräben umgeben, die Begräbnisplätze in ihrer Mitte bergend, jeder Krankheit eine ergiebige Brutstätte werden mußten.

Die zahlreichen Pestordnungen, welche bei den wiederholten Pestseuchen gegeben wurden, gehen alle einzig und allein von dem Grundgedanken der möglichsten Absperrung aus. Sie stützen sich auf die allgemein herrschende Ansicht von der Kontagiosität der nur im Orient primär entstehenden Pest; auch waren allerlei Desinfektionsmaßregeln im Gebrauch gekommen.

### III.

Ein gewaltiger Umschwung des Ideenkreises der Kulturvölker vollzog sich gegen Ende des 18. Jahrhunderts. Noch im Anfange desselben

herrschte im Volke ein Rattenkönig von Aberglauben; der Hexenprozeß und der Hexenglauben hatten fast allerorts noch festen Boden. Die Hochschulen machten keine Ausnahme, noch 1749 gaben in einem Prozesse gegen die fränkische Hexe Renata die theologische und medizinische Fakultät zu Würzburg ihr Gutachten dahin ab, daß an der Existenz von Zaubereien und Zauberkünsten nicht zu zweifeln sei.

Die Rechtspflege bediente sich der Tortur. Die Schulbildung lag im argen. Völlerei, Unzucht, moralische Verwilderung fanden durch Krieg und Verarmung immer wieder neuen Boden. Die sozialen Zustände leisteten den Seuchen Vorschub, hatte doch die Masse des Volkes nichts anderes zu tun, als Steuern zu geben und Kriegsdienste zu leisten. Malaria, Pest, Typhusarten, Ruhr, auch Diphtherie forderten reichliche Opfer. Der Ärztestand war auf tiefer Stufe, die Medizin hatte ihre führende Stellung in den Naturwissenschaften, die ihr im 17. Jahrhundert zukam, verloren. Ihre Lehrer ergingen sich in wüsten Spekulationen und Disputationen. Erst im 19. Jahrhundert hat sie es verstanden, sich aus dem naturphilosophischen Irrgarten herauszufinden.

Die Verwahrlosung der Kranken in den Spitalern war zum Teil geradezu erschreckend. Krankheit galt als eine Himmelsstrafe und eine Buße, die dem Menschen auferlegt war; der Irre wurde tatsächlich dem wilden Tiere gleichgestellt. So packte man oft genug Kranke, Irre und Gefangene zusammen in ein Gebäude; die Hospitäler waren bei der Roheit dieser Auffassung Korrektionshäuser.

In Frankreich hatte sich seit dem Tode Ludwigs XIV. ein lebhafter geistiger Verkehr mit England angebahnt. Die Franzosen holten sich jenseits des Kanals auf politischem Gebiete die Idee der bürgerlichen Freiheit und des Rechtes der Individualität. Die damals erstrebten idealen Güter, wie Duldung, Geistesfreiheit, Menschenwürde, für welche Voltaire kämpfte, sind heute Gemeingut aller geworden. De Lamettries Buch „Der Mensch eine Maschine“, das er Albrecht v. Haller gewidmet hat, von Holbachs „Système de la nature“ brachten die Ideen über Gleichberechtigung der Menschen noch schärfer zum Ausdruck. Es brachte die geistig höher Stehenden in Aufruhr und weckte die Liebe zum Mitmenschen und ließ wie ein Blitzstrahl plötzlich das Elend er kennen, das auf der niedrigen Volksklasse lastete. Das Gefühl der Humanität veranlaßte Gegenmaßregeln und Vorschläge, wie vor allem das Volkselend bekämpft und wie der Gesundheit genützt werden könnte. In allen möglichen Schriften der naturwissenschaftlichen Literatur finden sich Beweise, wie tiefgehend das Gefühl der Pflicht zur Humanität Wurzel geschlagen und wie man bestrebt war, es praktisch zu betätigen. Wie von England aus die Ideen humanitärer Richtung ausgegangen, so begegnen wir auch zunächst in England der praktischen Betätigung dieses Ideals. Einer der ersten Vorkämpfer war John Howard (1726—1790). Als Kaufmann in französische Gefangenschaft geraten, lernte er am eigenen Leibe alle Härten des Gefängniswesens kennen. So hat er sich, als er die Freiheit wieder erlangt, die Verbesserung der Hospitäler und Strafanstalten zur Lebensaufgabe gemacht. In England begegnen wir auch den ersten Neuerungen im Krankenhausbaue. Der Londoner Architekt Rovehead führte zu Plymouth für Seeleute ein Krankenhaus auf, ganz abweichend von allem, was man bis dahin kannte.

Die alten Krankenhäuser waren, wie z. B. die Charité und das Hôtel Dieu zu Paris, umfangreiche Gebäude mit großen Sälen, in denen

oft je 300—400 Personen zusammengedrängt waren und zu je 7—8 in großen Betten lagen.

Statt dieser Mörderhöhlen baute Rovehead eine Reihe von Pavillons für die geräumig untergebrachten Kranken. Daneben besondere Gebäude für die Verwaltung in einer Anordnung, die auch heute noch das Ziel rationellen Krankenhausbaues darstellt. Ein Jahrhundert nach Rovehead kam man erst wieder auf seine Ideen zurück, als im Kriege zwischen den Nord- und Südstaaten in Amerika Mitte des 19. Jahrhunderts die Vorzüge luftiger Lagerung der Kranken mehr in den Vordergrund traten.

Nahm auch die Medizin des 18. Jahrhunderts keine sehr hervorragende Stellung ein, so ist doch gerade durch einen Mediziner, Peter Frank, ein Anstoß zum Neuaufschwung der Hygiene gegeben worden.

Peter Frank, geboren zu Rothalben bei Zweibrücken (1745—1821), gehörte zur medizinischen Schule von van Swieten. Er wurde 1772 Leibarzt des Fürstbischofs von Speier, 1784 Professor in Göttingen, übernahm dann im folgenden Jahre die medizinische Professur zu Pavia, 1795 jene zu Wien.

Sein Hauptwerk ist das sechsbändige System einer vollständigen medizinischen Polizei, dessen erster Band 1766, der letzte erst nach 36 Jahren erschien. Er stellt sich zur Aufgabe, die bis dahin mit der gerichtlichen Medizin verbundene medizinische Polizei selbständig zu machen, was nichts anderes heißen will als die Begründung einer besonderen Disziplin für öffentliche Gesundheitspflege. Von Menschenliebe und Vaterlandsliebe durchdrungen, habe er sein Werk verfaßt, sagt er in der Vorrede. Die politischen Interessen des Staates mögen schwanken, das Interesse für die Gesundheit der Bürger dürfe nicht wanken. Die Gesundheitspflege ist nach ihm Sache des Staates, ein Gedanke, den auch Mirabeau 1756 zum Ausdrucke gebracht hat. Nicht neue Untersuchungen will er bieten, „sondern die Vorsteher menschlicher Gesellschaft mit der Notwendigkeit der Natur ihrer Untergebenen und mit den Ursachen ihres körperlichen Übelbefindens bekannt machen“. Das Wohlergehen der Bürger sei der Beachtung wert und doch werde mit ihm verschwendend umgegangen. Niemand kümmere sich darum; nur wenn Seuchen kommen, werde nach der Polizei gerufen; „man verwendet dann in einer Woche mehr Geld, als nötig ist, um dem Übel durch kluge Ordnung vorzubeugen. Es ist beinahe mit den Gesundheitsanstalten alsdann wie mit den Feuerspritzen beschaffen, die man, wenn ein Dorf brennt, erst flicken und richten lassen muß. Das Feuer erlischt von selbst, ehe sie kommen; aber das Dorf liegt in Asche“.

Alle bedeutenden Fragen hat dieser scharfsinnige Forscher bereits angeschnitten; er hat so viel erlebt und gesehen, daß uns manchmal auch das Subjektive seiner Aussprüche fesselt. Die verständige Ordnung der Materie, die systematische Darlegung der Aufgaben, die Ausblicke auf die Zukunft und die Bewertung der Gesundheitspflege für den Staat sind noch heute lesenswert.

Er klagt über den Niedergang der Gesundheit in seiner Zeit, über die schwächlichen Ehepaare. Besonders die vielen Hagestolze sind ihm ein Dorn im Auge; diese müßten, meint er, Steuern zu einer bestimmten Kasse liefern, aus der dann die Ehen Unvermögliger unterstützt würden, wodurch man sie also indirekt, „mit fremden Kindern beehrt, wie man einer Henne fremde Eier zum Ausbrüten unterlegt“.

Auch bei der Erziehung der Findlinge sollten die Hagestolze herangezogen werden; gesunde, arme Mädchen sollten die Aussteuer aus der Ausstattungskasse erhalten.

Über die Ehe, Heranbildung der Töchter, Frauenschutz in Gewerben, Kinderernährung, Pflege der Ziehkinder, Findelhäuser und die Schulhygiene finden sich ausführliche Darstellungen. Die Methode der Lehrer sei falsch; die geistige Ausbildung werde zum Nachteil der allgemeinen Gesundheit betrieben. Er verlangt, daß der „unter uns verlorene Geist der dem jugendlichen Alter so nötigen Leibesübungen“ wiederkehre. Viel zu hoch seien die Anforderungen. Mehrfach müßten die Kinder mit vier Jahren zur Schule; das sei falsch. Die Schulzeit sei auch zu lang, die Schulstuben eng, ungenügend beleuchtet, schlecht gelüftet. Die Forderung von Subsellien, die dem Körper angepaßt seien, findet sich schon bei P. Frank. Auch der Ausschluß kranker Kinder vom Schulbesuche wird gefordert. Die Gymnastik sei einzuführen, der Sport nicht zu vernachlässigen. Auch Spaziergänge mit den Lehrern, wobei gleichzeitig Naturlehre erörtert werden solle, empfiehlt er. So gut man für die Soldaten Exerzierhäuser baue, könnte man bei den Schulen auch ein Gebäude für die spielende Jugend errichten.

Die wenigen Beispiele aus dem sechsbändigen Werke mögen zeigen, wie umfangreich, an unsere modernen Bedürfnisse heranreichend, Peter Frank die öffentliche Gesundheitspflege aufgefaßt wissen wollte. Man kann vielleicht sein ganzes Glaubensbekenntnis am besten noch in seine eigenen Worte kleiden:

„Die Lehren, den gesunden Zustand des Körpers durch eine kluge Lebensart zu erhalten, die Krankheit von ihm abzuwenden und seine Tage, solange es die Gesetze der Sterblichkeit gestatten, zu fristen, oder die Hygiene, die Diätetik, die Prophylaktik ist eine der wichtigsten Lehren für das Menschengeschlecht.“

„Die Gesundheitslehre verdient daher auch bei der Neuordnung des Studienwesens die größte Rücksicht und müsse in nicht reichen Städten nicht allein für Ärzte, sondern auch für den wißbegierigen Teil des Publikums und folglich auch für alle Schüler höherer Wissenschaften in der Volkssprache und mit Deutlichkeit vorgetragen werden.“

Gerade diese letzteren Gedanken Peter Franks sind übrigens von Hufeland in seiner Makrobiotik in die Tat umgesetzt worden (1796).

Neben dem Sammelwerke Franks und Hufelands Makrobiotik findet sich in der medizinischen Literatur noch manches Beachtenswerte zerstreut.

Nur ein Gebiet mag kurz gestreift sein, die Anschauungen über Seuchen und über Ansteckungsstoffe. Man unterschätzt zweifellos die Kenntnisse und Vorstellungen über die Seuchenverbreitung der damaligen Zeit.

Die Idee, mittels des Mikroskops den Krankheitserregern nachzuforschen, ist recht alt. Schon 1646 suchte Athanasius Kircher mit einem allerdings sehr einfachen Mikroskop nach den krankmachenden Tierchen im Blute. Noch fester wurde diese Anschauung, daß das Kontagium in kleinen Würmchen oder Tieren bestehen könne, durch die Forschungen Leeuwenhøcks 1675 gestützt. Diese Gedanken kamen auch in den nächstfolgenden Zeiten nicht zur Ruhe.

Spallanzani verwies durch seine 1765 publizierten Versuche die Urzeugung ins Reich der Fabel. Und aus dem Jahre 1786 besitzen wir durch Friedrich Müller in Kopenhagen den Anfang einer Systematik der Kleinlebewelt.

Der Begriff Infektion bestand schon damals in richtiger Form und ebenso war die Überzeugung der Notwendigkeit einer Desinfektion eine weit verbreitete. 1772 entwickelte Plenciz eine Theorie über die ätiologische Bedeutung der Mikroorganismen und die Entstehung der Infektionskrankheiten, die überraschend viel mit den modernen Anschauungen gemein hat. Auch die über eine Reihe von Chemikalien als Desinfektionsmittel angestellten, allerdings noch unvollkommenen Versuche damaliger Zeit sind immerhin beachtenswert. Die Epidemien wurden von der Wiener und Göttinger Schule zum Anlasse tüchtiger Untersuchungen über die Verbreitungsweise der Seuchen genommen.

Von allgemeinem Interesse ist ein Werk von Herrmann Johann Pringle (1707—1782), welcher Generalphysikus bei den englischen Truppen war, die in den Jahren 1743—1744 in Flandern, Holland, Deutschland kämpften. Er schreibt wohl als erster über die Armeeseuchen.

Das Interessanteste an dem Buche sind aber zwei Dinge. Einmal die Erkenntnis, daß die Häufung von Lazaretten ein grober Fehler sei, sie müßten zerstreut werden, und ferner bei ansteckenden Krankheiten die Kranken weiträumig gelegt und die Stuben gut gelüftet werden. Speziell beim Lagerfieber solle man so wenig Patienten in ein Zimmer tun, „daß einer, der die Gefahr der schlimmen Luft nicht versteht, meint, es wäre noch Platz für zwei- oder dreimal so viel Patienten“. Das zweite ist, daß auf Pringles Vorschlag zuerst das durchgeführt wurde (1743), was 120 Jahre später (1863) die Genfer Konvention sanktionierte.

Er brachte seinen Chef Grafen von Stair dazu, mit dem französischen Führer Herzog von Noailles zu Aschaffenburg einen Vertrag abzuschließen, des Inhalts, „daß die Lazarette von beiden Seiten für Freystätte für die Kranken sollten behalten und von beiden Teilen geschützt werden“. Leider trat dieser Gedanke durch die Napoleonischen Kriege ganz in den Hintergrund.

Unter den Vorkämpfern des hygienischen Gedankens ist weiter Graf Rumford zu nennen. Die Geschichte der Physik wird sein Andenken stets bewahren; denn seine Untersuchungen auf dem Gebiete der Wärme sind epochemachend gewesen. Der spätere Graf Rumford war als Benjamin Thompson auf dem Lande in der Nähe von Boston am 26. Mai 1753 geboren. Er war frühzeitig auf sich angewiesen. Auf der Schule war sein Erfolg sehr zweifelhaft, dagegen hatte er den lebhaften Trieb, Natur und Leben kennen zu lernen. 1770 begann er auch Medizin zu treiben.

Durch Zufall wurde er mit dem Gouverneur von Boston bekannt und erhielt kurzerhand eine Majorstelle in der englischen Kolonialarmee. 1775, als die englischen Truppen Boston verließen, übersiedelte er nach England, wurde nunmehr seitens der amerikanischen Regierung verbannt und seine Güter eingezogen.

In England wurde Thompson als Sekretar der Kolonialabteilung angestellt und nebenbei beschäftigte er sich mit seinen wissenschaftlichen Problemen. Eine Arbeit über Schießpulver und Geschossgeschwindigkeit,

die er auf dem Landsitze des Lord Germain ausführte, brachte ihm bald auch die Mitgliedschaft der Royal Society. 1783 sehen wir ihn auf einer Reise auf dem Kontinent. Durch besondere Umstände wurde er veranlaßt, lange Zeit hindurch in München sein Domizil aufzuschlagen, wo er es zu den höchsten Ehrenstellen brachte und seine Nobilitierung erfolgte.

Unter den Lebenstaten Rumfords findet sich vor allem das praktische, mit Geschick durchgeführte Unternehmen, Armut und Bettelei zu bekämpfen. Aufgewachsen in den humanitären Ideen der englischen Sphäre, fand er sich gerade während seines Aufenthaltes in München einer Bevölkerung gegenüber, die zum Teile in bitterster Armut und Not zu tausenden vom Straßenbettel lebte. Das Problem, die niedrigste und ärmste Klasse der Bevölkerung zu heben, hat er mit unerhörter Kraft und mit einem Geschicke in die Hand genommen, wie kein Mensch nach ihm. Er ist kein philosophierender Volksverbesserer, sondern ein praktischer Mann vom Scheitel bis zur Sohle, der in allen Dingen selbst tätig, experimentierend, messend arbeitet.

In erster Linie handelte es sich darum, Arbeitsgelegenheit zu schaffen. Dazu wurden Häuser erworben, mit den nötigen Maschinen versorgt, dann für treffliche Unterbringung der Leute, für Kleidung, Kost u. s. w. Mittel flüssig gemacht.

Es wurde ein Bureau zur Unterstützung und Beschäftigung für Arbeitslose eingerichtet, die Stadt selbst in 16 Wohltätigkeitsbezirke mit je einem Ausschusse eingeteilt. Als feiner Psychologe sucht er alles zu vermeiden, was die Armen in ihren Empfindungen verletzen konnte. Sein erstes Ziel war Reinlichkeitspflege, Erweiterung der Selbstachtung, Ordnungsliebe und Weckung des Erwerbssinnes. „Der Einfluß der Reinlichkeit“, sagt er an einer anderen Stelle, „ist so groß, daß er sich auch auf den sittlichen Charakter des Menschen erstreckt. Tugend wohnt nie lange in Schmutz und Unsauberkeit, auch bin ich überzeugt, daß es nie einen übertrieben reinlichen Menschen gegeben hat, der ein vollendeter Bösewicht gewesen ist.“

Das soziale Problem, die Armut zu mindern, greift er auch noch von einer anderen Seite an, nämlich von der Seite der Verbilligung der Lebensbedürfnisse und der Lebenshaltung des kleinen Mannes, für die damalige Zeit ein eminenten Gedanke, aber er allein brachte es auch fertig, die praktische Lösung zu finden. In klaren Worten wie auch durch Zahlen setzte er die ökonomischen Vorteile seiner Arbeitshäuser, die Vorzüge des Großbetriebes auseinander und schildert das Ineinanderarbeiten der einzelnen Abteilungen, die Ausnützung des maschinellen Einrichtung. Dann beschäftigt ihn das Problem, die Wärme des Holzes und der anderen Brennmaterialien tunlichst auszunützen. Jahrelang erfüllt ihn der Gedanke und das Studium, für die Arbeiterfamilien einen billigen, tragbaren, rationellen Kochherd zu erfinden; er beleuchtet die Fehler in der Verwendung des Feuers in den Küchen, zeigt die Vorteile der Dampfheizung, das Eindringen der Wärme in die Speisen bei einem Minimum von Brennmaterial, konstruiert billige, lange warm haltende Geschirre für die Haushaltung des kleinen Mannes u. s. w. Die Armen müssen auch billig und rationell beköstigt werden; er schafft öffentliche Speiseanstalten, Volksküchen, wo den Leutendie späterhin so benannte Rumford-Suppe (aus Gerstengraupe,



Erbsen, Kartoffeln, Schnitten feineren Weizenmehles hergestellt) zum Selbstkostenpreise verabreicht wurde. Er sorgt für die bessere Kleidung der Minderbemittelten.

Im Interesse des Armenhauses beschäftigte er sich mit vergleichender Lichtmessung, um die Leuchtkraft und die Billigkeit verschiedener Lichtsorten zu erfahren. Dazu benützte er einen Lichtmeßapparat, der von dem Mathematiker und Physiker Lambert, welcher in Berlin tätig war, herrührte. Der Vergleich der Lichtsorten fiel zu Gunsten der Öllampe aus, denn die Beleuchtung mit Wachslicht kostete schon damals neunmal so viel als die gleiche Lichtmenge wie bei Öl, wenn dieses „in einer Argandinischen Lampe“ brennt.

Da England seine zweite Heimat, so widmete er unter anderem seine Aufmerksamkeit den offenen englischen Kaminen, erkannte ihre Mängel und ihre Wärmeverschwendung und suchte dem durch konstruktive Abänderung zu helfen.

Er schildert dabei auch ganz zutreffend die Ursachen der Lüftung unserer Wohnräume und gibt den Hinweis, daß die Verschlechterung der Luft durch das Atemholen der Menschen durch ständig neueindringende frische Luft behoben werde. Halte man eine Kerze an einen Türspalt, so lasse die Art der Lüftung — Aus- und Einströmen — sich erkennen und auch finden, daß diese Vorgänge von dem Wärmeunterschied zwischen Innen und Außen abhängen. Bei manchen Systemen der deutschen Ofenheizung bemängelt er die zu starke Erwärmung der Ofenwand, wodurch der Staub, der sich darauf legt, verbrannt wird. Er verfolgt experimentell die Ursachen des Zuges in den Schornstein, die Gründe des Rauchens der letzteren u. s. w.

Die Rußbeseitigung aus der Luft erkennt er als eine ökonomische und gesundheitliche Aufgabe. Er entdeckte die schlechte Wärmeleitung der Luft und besonders der ruhenden Luft, ein Gedanke, dessen praktische Tragweite er für das menschliche Leben sofort erfaßt. Er erkannte zuerst, daß der Luftgehalt der Kleidungsstoffe von Bedeutung für ihre Wärmehaltung sein mußte, und machte auch eine Reihe von Experimenten, um Material und Anordnung der Grundsubstanzen hinsichtlich dieser Eigenschaft zu vergleichen.

Rumford verdanken wir weiter die erste Kenntnis von der Eigenschaft der Kleidung, verschiedene Feuchtigkeitsmengen aus der Luft aufzunehmen. Die wissenschaftliche Erklärung der Bekleidung war überhaupt damals sehr weit gediehen, wenn man noch hinzu nimmt, daß Peter Camper schon 1762 auf die Fehler der Fußbekleidung, und der Anatom Sömmering in einer Preisschrift 1788 auf die schlimmen Folgen der Schnürbrüste hingewiesen hatte.

Zu den Gelehrten, in deren Leben die Beschäftigung mit hygienischen Problemen eine große Rolle spielte, gehört auch der bekannte Meister der Chemie Lavoisier. Die Lösung einer praktischen Preisfrage „Über die großstädtische Straßenbeleuchtung mit Berücksichtigung aller nötigen technischen und ökonomischen Bedingungen“ brachte ihm den Zutritt zur Akademie 1768. In einer größeren Abhandlung entwickelte er sehr beachtenswerte Grundsätze des Gefängnisbaues.

Die Überfüllung der Lokalitäten, ihre schlechte Luft und Beleuchtung, die Unreinlichkeit seien unglaublich, sagt Lavoisier, gar nicht zu reden von jenen Kerkern, in denen das Wasser durch die Gewölbe

sickere und die Kleider der Gefangenen am Leibe verfaulten und Boden und Pflaster mit faulem Wasser bedeckt seien. Er verlangt Neubauen, tiefliegende Gefängnisräume seien zu vermeiden, Erholungsplätze für die Gefangenen und Krankenabteilungen zu schaffen.

Er findet, daß bei Neubauten gesundheitliche Aufgaben zu wenig berücksichtigt werden, und gibt nun einen kurzen Abriss der Wohnungshygiene.

„Es ist besser, die Gesundheit der Menschen zu erhalten, als Aufgaben zu haben, um sie gesund zu machen.“

Wenn Menschen dicht in Räumen zusammengedrängt leben, so hängt ihre Gesundheit ab:

1. von der Reinlichkeit,
2. von der Menge von Wasser zum Waschen und Erfrischen, sowie
3. freier Zirkulation der Luft,
4. von dem allgemeinen Verhalten dieser Personen.

Wasser und Reinlichkeit gehören zusammen. Er verlangt Entwässerung des Hauses, eine Kanalisation, Spülung mit Wasser, die Abfallrohre sollen über Dach geführt, die Enden mit Luftsaugern, die die schlechte Luft nach außen führen, versehen werden.

Das Wasser muß nach seiner Meinung in allen Geschossen durch Zapfhähne zugänglich sein, Boden der Zimmer, Boden der Höfe seien häufig durch die Gefangenen selbst zu reinigen. In einem Gefängnisse sei die Sterblichkeit durch Reinlichkeit auf die Hälfte gesunken. Die Höfe seien gut zu pflastern und die Fugen mit Mörtel oder noch härterem Kitt auszugießen. Er will dadurch die Anhäufung von Ansteckungsstoffen verhüten, die aus dem Speichel und anderen Abfallstoffen sich entwickeln und „traurige Folgen“ bewirken. Diese energische Reinlichkeit in allen Dingen sei um so notwendiger, als 60% der Gefangenen mit ansteckenden Krankheiten behaftet seien. So notwendig das Wasser, so schädlich ist die Feuchtigkeit im Hause, sagt der Bericht. Ein wesentliches Mittel, die Feuchtigkeit zu beseitigen, ist der Luftumlauf, d. h. die Ventilation.

Er kennt verschiedene billige Mittel, diese künstlich zu heben, die Heizung fördert die Luftzirkulation, im Winter will er die aus dem Freien eintretende kalte Luft durch eine Art Röhrenheizung vorwärmen. Wir sehen hier das wesentlichste und bedeutungsvollste Prinzip einer zweckmäßigen Ventilationsanlage gegeben und heute noch begegnet man Einrichtungen, die deshalb unbrauchbar sind, weil sie dieses eben berührte Prinzip nicht kennen und anwenden.

Höchst interessant sind die Maßregeln gegen ansteckende Krankheiten. Die eingelieferten Kranken sollen erst gebadet, ihre Kleider im Ofen durch Darren behandelt, d. h. der Ansteckungsstoff vernichtet werden, dann erhalten sie Anstaltskleidung. Die Räume sollen alljährlich nach einem von Morveau in Dijon vorgeschlagenen Prinzip desinfiziert werden. Das Mittel war dampfförmige Salzsäure. Kochsalz wurde heiß gemacht und konzentrierte Schwefelsäure darauf gegossen. Auch ehe ein Kerker neu belegt würde, sei er erst zu desinfizieren.

Recht wichtig ist endlich noch eine Schrift „Abhandlung über die Natur der luftartigen elastischen Flüssigkeiten, die sich aus einigen

gärenden tierischen Substanzen entwickeln“. Ausgangspunkt waren die vielen Todesfälle, die beim Betreten der Kloaken damals vorkamen, und die Plomb genannten Vergiftungserscheinungen.

Praktisch hatte man erfahren, daß gebrannter Kalk, in die Gruben gebracht, diese Gefahr vermindert, auch bediente sich damals Graf d'Arcey dieses Mittels, um infiziertes Wasser trinkbar zu machen. Lavoisier studierte nun experimentell die Veränderungen der Substanzen, die in Kloaken vorkamen. „Alle diese Versuche sind mit der Wage und dem Maßstab gemacht, man kann sie also für genau halten“, sagt er von ihnen. „Sie sind nicht willkürlich, als alle die, wo man sich bloß auf ein Urteil der Sinne verläßt.“ Er findet in der Tat den Kalk und die Alkalien geeignet, die Fäulnis zu hindern.

Doch lassen sich die chemischen Mittel für den gedachten Zweck entbehren und recht gut durch eine zweckmäßige Lüftung der Grube ersetzen.

Nach vielen Richtungen war die im 18. Jahrhundert geleistete Arbeit offenkundig ungleich. Bei Peter Frank und seinen Geistesverwandten liegt das Schwergewicht der Leistung in dem theoretischen Aufbau und der Systematik des neuen Gebietes, in dem Ausblick auf die Bedeutung der Gesundheitslehre für den einzelnen wie für den Staat, während die Lehren selbst zum großen, wenn nicht zum größten Teil auf reinen Erfahrungsgrundsätzen ruhen, vielfach ohne den Versuch einer Begründung eine mehr doktrinäre Form annehmen, und das Bedürfnis nach experimenteller Erkenntnis und Umfassung des Ganzen nach Maß und Zahl nur wenig fühlbar wird. In den Werken eines Rumford und Lavoisier bildet im Gegensatz zu Frank die strenge Methodik, das technische Können, die experimentelle Basis den Kern, dagegen ist das Bewußtsein, an der Begründung einer neuen Disziplin und einer für das Staatswesen wichtigen Organisation mitzuwirken, weniger ausgeprägt.

Zu den weit ausgreifenden Ideen, mit denen Peter Frank divinatorisch der Hygiene ihre Stelle im Staate anwies, stand der wirkliche, rein wissenschaftliche Fonds noch in einem gewissen Mißverhältnisse. Das wissenschaftliche Rückgrat war vielleicht nicht einmal zu schwach, um die Gesundheitslehre als eine besondere Disziplin über Wasser zu halten. Aber es fehlte die Arbeit eines Mannes, der das Bestehende zu sammeln und diese *Membra disjecta* zu vereinigen verstand.

In der staatlichen Organisation fand aber die Hygiene, so nachdrücklich auch Peter Frank auf die Bedeutung der Gesundheitspflege für den Staat hingewiesen, keinen Helfer, keine Stütze, in Frankreich nicht und am allerwenigsten in Deutschland, wo das Land noch von Hunderten selbständiger Duodezherrscher regiert wurde. Die Regierungen hatten zweifellos den ihnen durch Pflege der Gesundheit erwachsenden Nutzen noch nicht zu schätzen gelernt.

Die einzige Stütze hätte noch für einige Zeit der Trieb zur Humanität bilden können. Aber auch dieser erlahmte. Die Lebenskraft der jungen hygienischen Bestrebungen wurde mit der in Paris beginnenden Schreckensherrschaft zu Grabe getragen.

Die Napoleonische Zeit war alles eher als geeignet, die Völkermenschenfreundlichen Idealen zuzuführen. Die rohe Gewalt, der erbitterte Kampf der um die Existenz ringenden Nationalitäten, die materielle Erschöpfung legten sich als Frühreif auf die geistige Saat. Die

Gedankenrichtungen weckten kein Bedürfnis nach humanitären Dingen; wo der erbitterte Kampf ums Dasein geschlagen wird, ist keine Zeit, sich mit dem Wohle des Nächsten zu beschäftigen.

In dem Strome von Blut, in der Verwüstung von Hab und Gut, Plünderung, Raub und Mord blühte nur die Selbstverteidigung und auch die Seuchen, die den Heeren überall folgten und auf die Zivilbevölkerung übergriffen, fanden keine abwehrenden Kräfte vor.

Zu Ende des 18. Jahrhunderts war die Pest sehr zurückgetreten, wenn auch einzelne große Ausbrüche, wie die Epidemie in der Provence oder jene in Moskau, immer noch Eindruck machten. Gefürchtet war die Diphtherie und daneben die Blattern, die trotz der Inokulationsmethode sich immer weiter ausbreiteten, bis 1796 Jenner mit seiner neuen epochemachenden Erfindung der Impfung mit humanisierter Lymphe das wirksamste Mittel zur Blatternbekämpfung bot.

Die vielfachen Truppenverschiebungen und die Kämpfe Napoleons an der Wende des 18. Jahrhunderts waren eine Ursache für die schlechten sanitären Verhältnisse, mit denen man noch immer zu kämpfen hatte.

Fast ein Jahrzehnt hindurch stand Europa unter dem Drucke des Krieges, der weniger durch den Kampf als durch die Seuchen ungezählte Menschen dahinmordete. Die typhösen Seuchen standen bald im Vordergrund des Interesses; Krieg und Hungersnot waren stets die Vorläufer dieser verderblichen Erkrankungen. Der Kriegstyphus hat besonders zwischen 1800 und 1812 in ganz Deutschland gewütet. Siegreiche wie besiegte Heere verschleppten die Seuche allerwärts. Die große Armee, welche im Frühjahr 1812 aus ihren Quartieren von Hamburg bis Verona in einer Stärke von 500.000 Mann aufbrach, hatte am 18. Oktober nur noch 80.000 Mann aufzuweisen, Ruhr, Typhus, Wundkrankheiten dezimierten dieselben mehr als die Kugeln der Feinde. Nach dem Gemetzel in Ostrowo im Juli 1812 stieg die Zahl der Kranken auf 80.000. Das dritte Armeekorps zählte, als es die Moskwa erreichte, statt 42.000 Mann nur noch 12.000. Am heftigsten wütete der Typhus im Juli 1812 und Jänner 1813. Von 30.000 gefangenen Franzosen starben in Wilna 25.000! In den nachfolgenden Friedensjahren schwanden Ruhr und Flecktyphus, es trat jetzt der Abdominaltyphus mehr in den Vordergrund und mit dem Jahre 1830 die Cholera.

#### IV.

Die der französischen Revolution folgenden politischen Umwälzungen waren der Entwicklung der Hygiene zunächst nicht förderlich; aber allmählich machten sich die Bedürfnisse eine neuen Zeit doch geltend. Die größere geistige Regsamkeit und Aufklärung, welche sich in den breiteren Schichten der Bevölkerung ausbreitete, machte für neue Eindrücke empfänglich und schuf höhere Lebensansprüche. Die engen Umfassungsmauern, lange Zeit ein Hemmnis für die Entwicklung gesunder Verhältnisse fielen, und damit kehrte Sonne, Wärme und frische Luft in den Städten ein. Freilich brachte manche Umwälzung in den Produktionsverhältnissen auch wieder neue Schäden. Mit der Entwicklung der Industrien hatte sich ein bedeutender Menschenstrom nach den Städten gezogen. Die Überfüllung der Wohnungen förderte haarsträubende Zustände, die geldgierige Ausbeutung durch

manche Fabrikherren, die unwürdige Knechtschaft, der körperliche Ruin der Jugend, die gesundheitsschädlichen Anlagen der Fabriken selbst führten einen Teil der Bevölkerung dem gesundheitlichen Niedergang entgegen. Die Abgänge der Fabriken drohten durch die Flußverunreinigung zu einer Landplage zu werden und die Wasserversorgung mancher Gebiete zur Unmöglichkeit zu machen. Seit den Dreißigerjahren bedrohte die pandemisch gewordene Cholera die öffentliche Gesundheit. Aber all diese hereinbrechenden Gefahren und Übelstände sind nur ein stets erneuter Anstoß zur reger Arbeit nach ebenso viel neuen Richtungen hin geworden, und überall war man bestrebt, den allgegenwärtigen Übeln nach Tunlichkeit zu steuern.

Der Angelpunkt aller hygienischen Entwicklung lag in dem Fortschritte der Medizin. Seitdem der frische naturwissenschaftliche Geist immer mehr und mehr alle Teile derselben durchdrang, seitdem man die Krankheiten und ihre Ursachen und die Bedingungen, welche dem normalen Menschen geboten sein müssen, um gesund zu bleiben, erkannt hatte, trat an die Stelle rein doktrinarer Behauptung die wissenschaftliche Durchforschung der Fragen, an Stelle der Zaghaftheit und Zweifel die Macht der Überzeugung.

Die hygienischen Lehren sind nicht mehr in den engen Rahmen des staatlichen Gesundheitswesens eingeschlossen, sondern sind Gemeingut des ganzen Volkes geworden; sie werden sich dort weiter entwickeln und befruchtend zurückwirken auf das öffentliche Gesundheitswesen. Die Erfolge in der Hebung der Gesundheit treten mehr und mehr zu Tage in der Verminderung der Sterblichkeit und Verlängerung der Lebensdauer. In London starben zu Elisabeths Zeiten 42<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, im Jahre 1846 nur mehr 25<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, 1876 24<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, und zwar bei fortschreitender Vergrößerung der Millionenstadt.

Mitte der Vierzigerjahre begegnen wir zum erstenmal dem Gedanken, alle für die Erhaltung des Menschen und seiner Gesundheit förderlichen Erfahrungen zu sammeln. Es wird für diese Lehren der Ausdruck „Hygiene“ gewählt, der schon vor Galen für Lehrsätze, welche sich auf die Erhaltung und Förderung der Gesundheit beziehen, im Gegensatz zur Iatrik, der Beseitigung krankhafter Zustände, benützt worden war.

Eine neue Epoche begann für die Gesundheitslehre mit dem Auftreten Max v. Pettenkofers. Er erkannte zuerst, daß die Gesundheit in weit umfassenderem Maße, als man bisher gedacht, durch Einflüsse gestört werde, die nicht in uns, sondern in der Außenwelt zu suchen sind. Er empfand zuerst die Notwendigkeit, eine Wissenschaft zu gründen, die mit dem ganzen Apparat chemischer und physikalischer Arbeit, der damals zu Gebote stand, die Ursachen der Krankheit aufzusuchen hätte, aber nicht etwa nur gelegentlich, sozusagen im Nebenamte, sondern die Hygiene sollte sich selbständig ihren Aufgaben widmen. Nicht ausschließlich auf den Wegen der Erforschung von Seuchen suchte er ein Feld für die Hygiene, sondern auch unser tägliches Leben, Kleidung, Luftbeschaffenheit, Ernährung, sollten unter die wissenschaftliche Lupe genommen werden.

Die Erfolge und die Anwendung der hygienischen Lehren hätte aber in unserem Jahrhundert nie diese Ausdehnung gewinnen können, wenn nicht alle hygienischen Bestrebungen in so außerordentlicher Weise

durch die hohe Entwicklung der Technik und Industrie unterstützt worden wären.

Wesentlich eingeschränkt wurde durch die moderne Hygiene der Begriff der Erblichkeit, den man früher in außerordentlichem Maße für die Verbreitung der Krankheiten verantwortlich machte. Im Gegensatz zu dieser einseitigen Betonung eines in gewissem Sinne ja auch nicht zu unterschätzenden Krankheitsmoments, sieht die moderne Hygiene in dem Sterben der Menschen einen vorzeitigen Tod, der entweder dadurch entsteht, daß unser Körper zu Leistungen gezwungen wird, denen die Funktionen der Organe nicht gewachsen sind, oder durch Gifte oder fremde lebende Organismen, die in uns eindringen, also durch äußere Ursachen hervorgerufen wird.

Wenn auch die Menschen nicht alle schon bei der Geburt die Krankheitskeime auf den Weg ins Leben mitbekommen, so wollen wir eine erbliche Belastung doch nicht im allgemeinen leugnen.

Gerade manche Krankheiten der Eltern, wie z. B. der Alkoholismus und ähnliche, erzeugen ein gesundheitlich minderwertiges Geschlecht. Nicht die Krankheit selbst wird vielfach vererbt, sondern eine bald mehr bald minder hervortretende Neigung, krankmachenden Einflüssen zu erliegen. Daher schadet dieselbe Anstrengung dem einen, dem andern aber nicht, und ein Gift wirkt in gleicher Dosis ungleich auf verschiedene Menschen. Aber auch unsere belebten Feinde, die krankmachenden Parasiten sind nicht allmächtig, sie prallen an dem einen ab, wo sie den Nachbar tödlich treffen.

Sind wir also von Natur zu verschiedenen Fährlichkeiten verdammt, so würde es gelten, sich der besonderen Gesundheit entsprechend auch verschieden einzurichten. Aber es gibt auch Mittel, die Gesundheit zu heben und zu fördern. Was die Natur dem einen versagte, das sollen wir durch Erziehung ihm später bieten. Da handelt es sich vor allem darum, die Funktionen der Organe zu üben, um den Körper widerstandsfähig zu machen, die Organe auszubilden, durch Ernährung die normale Zusammensetzung des Körpers anzubahnen. Wir rüsten den körperlich von der Natur mit zu wenig Widerstandskraft Ausgestatteten (Disponierten) durch Hebung der Gesundheitsanlagen zu einem glücklichen Kampfe.

Gewiß wird es niemals gelingen, alle vermeidbaren Krankheiten wirklich völlig zu beseitigen; wir wissen aber schon heute, daß wir tatsächlich den richtigen Weg betreten haben, um viele Krankheiten zu vermindern oder sie aus der Welt zu schaffen.

Die Entwicklung der Hygiene ist in eine Zeit gefallen, in welcher ihre Wertschätzung und Bedeutung den weitesten Kreisen vor Augen geführt wurden.

Der wirtschaftliche Aufschwung, der Übergang des Staates aus dem rein landwirtschaftlichen Betriebe in den industriellen und das rasche Wachstum der Städte infolge der Bevölkerungsverchiebung, die auch durch die Besserung der Verkehrsverhältnisse erleichtert wurde, zwangen die Behörden, sich mit den Fragen der öffentlichen Gesundheit zu beschäftigen. Staat und Gemeinde haben sich in dieser Arbeit vereinigt. Neben den Medizinalbeamten und Ärzten sind Verwaltungsbeamte hervorragende Förderer der praktischen Hygiene geworden.

Diejenigen Bestrebungen, welche von seiten der Gemeinde, des Staates, im Interesse der Gesundheit ihrer Angehörigen ausgeführt werden müssen, hat man die öffentliche Gesundheitspflege genannt.

Als private Gesundheitspflege werden diejenigen Lehren behandelt, welche der einzelne für sich zur Erhaltung seiner Gesundheit anzuwenden hat. Im Interesse der Seuchenbekämpfung hat man auch bereits zu internationalen Vereinbarungen Zuflucht genommen.

Literatur: Häser, Lehrbuch der Geschichte der Medizin, 1875. — Hirsch A., Geschichte der medizinischen Wissenschaften, 1893. — Kotelmann L., Gesundheitspflege im Mittelalter, 1890.

---

## Erster Abschnitt.

---

# Die Atmosphäre.

---

### Erstes Kapitel.

#### Zusammensetzung der Luft.

Der Mensch bedarf unbedingt zu seiner Existenz der Sauerstoffaufnahme, um die mit dem Leben unzertrennlich verknüpften oxydativen Spaltungen der Nahrungs- und Körperstoffe, ausführen zu können. Der nie versiegende Quell, aus welchem wir unser Sauerstoffbedürfnis befriedigen, ist die Atmosphäre. Mit der Atmung schaffen wir die Luft in die Lungen zum Gasaustausch mit den Blutkörperchen; diese führen den Sauerstoff, an Hämoglobin gebunden, zum großen Teil im Kreislauf weiter. Durch die Atmung befreien wir das Blut von den gasförmigen Zersetzungsprodukten, die im Lebensprozesse sich bilden.

Die Luft enthält Stickstoffgas, Sauerstoffgas, Wasserdampf und Kohlensäure. Als mittlere Zusammensetzung kann man nach Magnus annehmen:

100 Teile Luft enthalten:

78·8 Stickstoff u. Argon (letzteres 1·29%)

20·7 Sauerstoff

0·47 Wasserdampf

0·03 Kohlensäure

Neben diesen Stoffen kommen fast überall in allerdings minimalen Mengen Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure vor, ferner Ozon, Wasserstoffhyperoxyd, verunreinigende Gase, Staubpartikelchen und Organismen. Diese fremden Beimengungen wie auch die quantitative Änderung der normalen Luftbestandteile (z. B. Abnahme des Sauerstoffes) können Ursache von Erkrankungen werden.

Die Menge der täglich eingeatmeten Luft ist sehr bedeutend, etwa  $9\text{ m}^3 = 11\cdot6\text{ kg}$  pro 24 Stunden, doch wird keineswegs immer nur die zur Deckung des O-Bedarfes nötige Luft zugeführt, sondern unter den Bedingungen des täglichen Lebens betreiben wir eine Luxus-

atmung. Am wenigsten wird bei vollkommener Ruhe im Liegen Luft verbraucht, mehr beim Sitzen, Lesen, Stehen (20—30% mehr), Fahren und Gehen (60—90%). Rasches Gehen, Laufen und Schwimmen steigert die Atmung auf das 3—4fache (Smith). Die ausgeatmete Luft enthält nach Vierordt:

$$\begin{array}{l} 79\cdot2\% \text{ N} \\ 15\cdot4\% \text{ O} \\ 4\cdot4\% \text{ CO}_2 \end{array}$$

(auf trockene Luft gerechnet); die ausgeatmete Luft ist außerdem mit Wasserdampf gesättigt.

### Stickstoff und Argon.

Der Stickstoff wiegt pro 1 l bei 0° und 760 mm Hg-Druck 1·256 g. Sein Absorptionskoeffizient in Wasser ist nach Bunsen bei 0° 0·02035, bei 20° 0·01403. In neuester Zeit sind neben N mehrere bisher unbekannte Elemente, darunter Argon, in der Luft entdeckt worden.

Trotz der bedeutenden Menge von Stickstoff, welche wir einatmen, scheint derselbe hygienisch ohne weitere Bedeutung zu sein. Zwar findet sich in den tierischen Flüssigkeiten, wie Blut, Speichel, Galle, Harn, überall Stickstoff, aber nicht mehr als etwa durch Absorption zurückgehalten werden kann. Die Menge des Stickgases im Blute und den Säften wird bei Erhöhung des Luftdruckes proportional dem Drucke vermehrt (P. Bert). Das Stickgas spielt auch im Leben der höheren Pflanze keine aktive Rolle (Saussure, Boussingault), indem sie selbst es weder zum Aufbaue der Eiweißkörper noch auch zu deren Vorstufen verwerten. In Tieren wie Menschen findet bei der Zersetzung der stickstoffhaltigen Eiweißkörper eine Abspaltung von gasförmigem Stickstoff, wie durch unumstößliche Beweise dargetan ist, nicht statt (Bidder und Schmidt, Voit, Gruber).

Bei Stoffzersetzen durch Spaltpilze kann Stickgas aus komplizierteren Verbindungen sowohl freigemacht werden (denitrifizierende Bakterien) wie auch zur Synthese von Eiweißstoffen benützt werden (Leguminosenknöllchen).

Bis jetzt ist eine Beziehung von Argon zu den Lebensvorgängen nicht nachgewiesen; es gibt daher zurzeit keine Anhaltspunkte für eine allenfallsige hygienische Bedeutung dieses Elements.

In seinen Beziehungen zum Menschen ist das Stickgas also indifferent und nur insofern von Bedeutung, als es die übrigen Bestandteile der Atmosphäre verdünnen kann.

### Das Ammoniak.

Das Ammoniak (NH<sub>3</sub>) ist ein konstanter, mit Tageszeit und Jahreszeit in seiner Menge wechselnder Bestandteil der Atmosphäre. Es ist gebunden an CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>H und NO<sub>2</sub>H. Die erste Verbindung ist flüchtig und verteilt sich mehr gleichmäßig in der Atmosphäre; Nitrat und Nitrit sind aber nicht flüchtig, sondern nur als staubähnliche Masse mit der Tendenz sich niederzusenken und sehr ungleichmäßig verteilt. Es findet sich zwischen 0·02 bis 5·55 mg Ammoniak im Kubikmeter Luft. Als Quelle des Ammoniaks muß die Zersetzung stickstoffartiger organischer Substanz im Boden angesehen werden. Auch Rauchgase führen Ammoniak. Die dem Boden nahen Luftschichten sind ammoniakreicher als andere.

Regen, Nebel und Schnee waschen die Ammoniakverbindungen aus der Luft aus und beladen sich selbst mit diesen Verbindungen.

In 1 l Regenwasser wurde gefunden	4 mg	NH <sub>3</sub>
„ 1 l Schneewasser	10 mg	NH <sub>3</sub>
„ 1 l Nebelwasser	50 mg	NH <sub>3</sub> .

Ein Einfluß der geringen Ammoniakmengen auf die Gesundheit besteht wohl nicht

### Salpetersäure und salpetrige Säure.

Die beiden Säuren finden sich in wechselnden Spuren immer in der Luft; sie stammen von dem Stickgas der Atmosphäre, welches sich unter dem Einflusse elektrischer Funkenentladungen direkt mit dem Sauerstoffe verbindet. Auch bei Verbrennungsprozessen unserer Heiz- und Belichtungsmaterialien treten beide Säuren auf, besonders reichlich, wenn stickstoffhaltige organische Verbindungen verbrennen, wie Eiweißkörper, Amide u. dgl., aber auch bei Verbrennung stickstofffreier Stoffe. Die Säuren verbinden sich sodann mit dem Ammoniak der Atmosphäre oder dem auch bei Verbrennungsprozessen selbst erzeugten Ammoniak. Doch ist nicht bewiesen, daß nur gebundene Säuren in der Luft vorkommen. Ihre Quantität ist sehr gering, so daß sie nur in den Niederschlägen Regen, Schnee etc. nennenswert hervortreten. Ein Einfluß auf die Gesundheit scheint daher durchaus fraglich. In Deutschland fallen mit einem Liter Regenwasser zwischen 0.7 und 2.99 mg Salpetersäure. Man kann durch starke Abkühlung mittels flüssiger Luft diese Körper stets aus Luftproben zur Ausscheidung bringen. (Rubner.)

### Der Sauerstoff.

Der Sauerstoff, obschon in weit geringerer Menge als der Stickstoff, an der Zusammensetzung der Luft beteiligt, ist für den Menschen und seine Kultur nach den verschiedensten Richtungen hin unentbehrlich.

Bei der Atmung des Menschen werden bedeutende Mengen von Sauerstoff notwendig. Ein Erwachsener bei mittlerer Kost und mittlerer Arbeit verbraucht 800 bis 1000 g im Tage, jede Muskelarbeit, jeder Hautreiz (Kälte, Wärme), Schlafen, Wachen können unseren Sauerstoffbedarf ändern. Auch die Pflanzen verbrauchen, sofern sie nicht Chlorophyll führen oder wenn sie im Dunkeln gehalten werden, reichlich Sauerstoff.

Der Sauerstoff, mit allen Elementen außer Fluor sich verbindend, erzeugt nahezu bei allen diesen Verbindungen (Oxydationen) Wärme. Besonders reichlich tritt letztere bei der Oxydation organischer Stoffe unter Abspaltung von CO<sub>2</sub> und OH<sub>2</sub> (und Stickgas, Salpetersäure und salpetriger Säure), welche wir deswegen Verbrennungen nennen, auf. Und gerade durch diese Eigenschaft hat er eine Rolle nicht nur für die biologischen Prozesse, sondern für die gesamte menschliche Kultur, für die mannigfaltige Anwendung, welche wir von Beheizung und Beleuchtung machen. Der Sauerstoff ist das wichtigste Mittel, aufgespeicherte chemische Spannkraft uns aufzuschließen, in Wärme überzuführen und nutzbar zu machen.

Der Sauerstoff ist farb- und geruchlos, schwerer als Stickgas; 1 l wiegt bei 0° und 760 mm Hg-Druck 1.4336 g und sein Absorptionskoeffizient ist bei 0° 0.0411, bei 20° 0.0284, demnach größer als jener des Stickgases. Das von Wasser in Berührung mit Luft absorbierte Gasgemenge ist daher reicher an O und ärmer an N als die Atmosphäre selbst und enthält 35% O und 65% N.

Absorbiert kommt der Sauerstoff in den tierischen Flüssigkeiten, Speichel, Galle, Harn nur in äußerst kleinen Quantitäten vor, weil ja innerhalb des Organismus der Sauerstoff begierig von den Zellen und gewissen im Blute vorhandenen reduzierenden Stoffen in Beschlag ge-

nommen wird. Nur das arterielle Blut enthält sehr reichlich gasförmigen Sauerstoff, 22 bis 25% des Volumens des Blutes, an Hämoglobin gebunden. Diese Verbindung nimmt bei höherem Drucke als einer Atmosphäre kaum mehr Sauerstoff als bei gewöhnlichem Drucke auf, zerlegt sich aber unter Gasentwicklung, wenn der Druck wesentlich sinkt (Dissoziationsgrenze). Neben diesem locker gebundenen Sauerstoff ist aber im arteriellen Blute auch noch absorbierter Sauerstoff, dessen Menge direkt abhängig ist vom Atmosphärendruck, vorhanden (P. Bert, Bohr).

Trotz der außerordentlich zahlreichen Quellen des Sauerstoffkonsums ändert sich, soweit unsere Erfahrungen reichen, die Zusammensetzung der Atmosphäre nicht. Der O-Gehalt schwankt nur zwischen 20·84 und 20·97%, in den Gangesniederungen hat Regnault 20·3% Sauerstoff gefunden. Die Meeresluft enthält bei Tage durch Austreibung der absorbierten Gase aus dem Wasser etwas mehr Sauerstoff als nachts; die Waldesluft enthält nicht mehr Sauerstoff als die übrige Luft.

Die natürlich vorkommenden Schwankungen des Sauerstoffgehaltes sind ohne allen nachweisbaren Einfluß auf die Gesundheit. Gefahrdrohende Erscheinungen treten bei einer Verminderung des O-Gehaltes auf 11 bis 12%, der Tod bei etwa 7·2% ein. (S. II. Kap. Luftdruck.) Die normale Zusammensetzung der Atmosphäre wird erhalten, weil im Gegensatze zu den sauerstoffkonsumierenden Vorgängen die chlorophyllführenden Pflanzen Reduktionen unter Austritt gasförmigen Sauerstoffes erzeugen und die Prozesse der Sauerstoffentziehung (biologische Prozesse, Verbrennungsprozesse) im Verhältnis zu dem O-Vorrat der Atmosphäre an sich nicht so bedeutend sind. Lokale Unterschiede werden durch die vorzügliche Luftmischung, welche die Winde besorgen, leicht ausgeglichen.

Der qualitative Nachweis des Sauerstoffes hat nur selten Bedeutung für die Hygiene. Wenn es sich nur um eine Orientierung über starke Verminderung des Sauerstoffgehaltes handelt, so mag die Prüfung mit einem Kerzenlicht, ob es erlischt oder weiter brennt, ausreichen. Im übrigen wird es stets auf die quantitative Messung des Sauerstoffgehaltes ankommen.

### Ozon.

Das Ozon, 1840 von Schönbein näher beschrieben, besteht aus drei zu einem Molekül verbundenen Sauerstoffatomen, kommt weit verbreitet in der Atmosphäre vor. Es zeigt ein weit stärkeres Oxydationsvermögen als der gewöhnliche Sauerstoff, ist dichter und hat einen eigentümlichen Geruch. Es vermag Phosphor in phosphorige Säure, Arsen in arsenige Säure, Silber in Silberoxyd, Ammoniak in Salpetersäure und Wasser, Stickstoff zu salpetriger und Salpetersäure, Weingeist in Aldehyd, Essigsäure in Ameisensäure umzuwandeln. Es oxydiert den Farbstoff der Guajak tinktur, wodurch letztere blau wird, zersetzt Jodkalium und färbt Jodkalium-Stärkekleister blau.



Thalliumoxydul geht in braunes Oxyd über. Holz und Kautschuk werden ähnlich wie durch Chlor zerstört, viele Farbstoffe angegriffen.

Wegen der mächtigen Wirkungen des Ozons hat man vermutet, daß dasselbe wohl auch in den Lebensprozessen eine Rolle spielen möchte. Im Blute findet sich aber kein Ozon und das Bestehen von Kampheröl und Chromogenen, welche an der Luft sehr leicht oxydiert werden, innerhalb der lebenden Pflanzenzelle schließt auch für letztere die Anwesenheit von Ozon aus.

Manche glauben, daß der Ozongehalt der Atmosphäre mit dem Kommen und Gehen von Epidemien in irgend einem Zusammenhange stehe. Es ist dies aber einerseits nicht wahrscheinlich, weil sich nur minimale Mengen von Ozon überhaupt in der Atmosphäre finden, z. B. in Montsouris nach langjährigen Beobachtungen in 100 m<sup>3</sup> Luft nur bis 2 mg Ozon, und andererseits ist die Stubenluft stets frei von Ozon, also könnten Epidemien nie zum Erlöschen kommen. Doch kann nicht gezweifelt werden, daß es

gewisse hygienische Aufgaben erfüllt, indem es z. B. in bewohnten Räumen von den angehäufteten staubförmigen Partikelchen unter Zersetzung derselben in Beschlag genommen wird. Da in diesem Staube Mikroorganismen aller Art sich finden, so ist eine desinfektorische Wirkung nicht zu bezweifeln.

Bezüglich der Einwirkung auf den Menschen selbst ist zu beachten, daß künstlich hergestellte sehr ozonreiche Luft schädlich wirkt und lange anhaltenden Schnupfen und Kehlkopfirritation hervorruft.

Das Ozon der Atmosphäre entsteht durch elektrische Entladungen, durch den Ausgleich solcher ohne Funkenbildung, ob es auch durch Wasserverdunstung erzeugt wird, wie früher angenommen, ist fraglich geworden; ebenso ist die Ausatmung von Ozon durch Pflanzen unhaltbar. Es findet sich überall im Freien, in Städteluft weniger, gar nicht in der Stubenluft, viel auf hohen Bergen. Nach 10jährigen in Montsouris bei Paris angestellten Beobachtungen fällt das Minimum des Ozongehaltes auf die Monate November, Dezember und Jänner, das Maximum auf Mai, Juni, Juli. Regnerische und windige Tage mehr den Ozongehalt.

**Nachweis des Ozons.** Zur Erkennung des Ozons wird am häufigsten das nach Schönbein mit einer Mischung von Stärkekleister und Jodkalium bestrichene und getrocknete Reagenzpapier verwendet (10 Teile Stärke, 200 Teile Wasser, 1 Teil Jodkalium). Guajaktinktur wird gebläut (auch durch Chlor- und Stickstoffdioxyd), Mangansulfatpapier durch Bildung von Hyperoxyd gebräunt, gelbes Blutlaugensalz in rotes verwandelt.

Die Methode ist ungenau, da Wasserstoffsperoxyd gerade wie Ozon wirkt; sie ist ungenau, weil die Wirkung auch vom Feuchtigkeitsgehalte der Luft abhängt. Trockenes Ozon wirkt gar nicht; schweflige Säure und Schwefelwasserstoff, viele organische Substanzen vernichten die blaue Färbung; vermindern also die Wirkung des Ozons.

Bei Verwendung von Thalliumoxydul ist der Feuchtigkeitsgrad der Luft ohne Einfluß, auch salpetrige Säure stört nicht; aber die Reaktion ist weniger empfindlich als das Stärkekleisterpapier. Von einer genauen Messung des Ozons kann zur Zeit keine Rede sein. Das Ozon ist ein kräftiges Desinfektionsmittel und wird zur Sterilisierung von Trinkwasser benützt.

### Wasserstoffsperoxyd.

Schönbein hatte in den atmosphärischen Niederschlägen noch eine andere Modifikation des Sauerstoffes, das Antozon gefunden; es ist namentlich von Engler und Nasse die Identität des Antozons mit Wasserstoffsperoxyd ( $H_2O_2$ ) erwiesen worden. Immer in der Luft vorhanden, ist es besonders in Regen, Schnee und den Graupeln leicht nachzuweisen. 1 l der Niederschläge enthält etwa 0.182 mg  $H_2O_2$ . Bei Südwest- und Westwind sind die Niederschläge reicher an Wasserstoffsperoxyd als sonst. Das Maximum trifft auf den Juli mit 0.499 mg per Liter, das Minimum auf den Dezember mit 0.022 mg per Liter.

Da das Wasserstoffsperoxyd viele Reaktionen mit dem Ozon teilt, namentlich jene auf Jodstärkekleisterpapier, so ist von den früheren Beobachtungen über das Vorkommen von Ozon wohl manche auf Wasserstoffsperoxyd zu beziehen. Nach Schönbein soll das  $H_2O_2$  durch Oxydation flüchtiger von den Pflanzen ausgehauchter organischer Substanzen unter Beihilfe der Sonnenstrahlung erzeugt werden; Bach vermutet eine direkte Umwandlung des Hydrats der Kohlensäure, zu dem Hydrat der von Berthelot entdeckten Überkohlenensäure (und Formaldehyd), die dann weiter in  $CO_2$  und  $H_2O_2$  zerfiel.

**Nachweis des Wasserstoffsperoxyds** Die quantitative Bestimmung des Wasserstoffsperoxyds ist sehr genau ausführbar. Wasserstoffsperoxyd zersetzt übermangansaures Kali in saurer Lösung:



Man stellt sich eine Lösung von übermangansaurem Kali (3 : 1000) her und bestimmt deren Wert durch Titration eines Eisensalzes von bekanntem Gehalte (0.56 Eisen = 0.17  $H_2O_2$ ). Die Lösung von Wasserstoffsperoxyd wird dann mit Schwefelsäure stark angesäuert, in einem Becherglase durch Einträufeln einer Lösung von übermangansaurem Kali bis zur bleibenden Rotfärbung titriert.

Für den Nachweis in den atmosphärischen Niederschlägen muß jedoch eine kolorimetrische Methode benützt werden, welche auf der Ausscheidung von Jod aus neutralem Jodkalium durch Wasserstoffsperoxyd beruht.

Wasserstoffsperoxyd zersetzt Jodkalium viel langsamer als Ozon und nur rasch, wenn man Eisenvitriol zersetzt. Man macht sich durch Mischen von Jodkaliumstärkekleister und Wasserstoffsperoxyd eine geeignete Farbenskala, welche z. B. im Liter 0.1 bis 1.0 mg  $H_2O_2$  entspricht, nimmt dann 25 cm<sup>3</sup> filtriertes Regen- oder Schnee-

wasser, setzt Jodkaliumstärkekleister zu und wartet fünf bis sechs Stunden bis zu dem Auftreten der richtigen Farbenintensität.

Man hat sich, ehe man die Proben ausführt, stets durch andere Reaktionen von der Anwesenheit von  $H_2O_2$  zu überzeugen. Jodkaliumstärkekleister färbt sich auf Zusatz von Eisenchlorid und  $H_2O_2$  sofort blau; Guajaktinktur färbt sich nach Zusatz von Blut oder Malzauszug blau. Sehr charakteristisch ist die Reaktion mit Chromsäure. Man bringt zu einer Chromsäurelösung etwas  $H_2O_2$ , fügt Äther hinzu und schüttelt kräftig durch. Der oben aufschwimmende Äther färbt sich dann schön blau. (Überchromsäure.)

Chlor, Ozon, freie salpetrige Säure, welche auch aus Jodkalium Jod ausscheiden, zersetzen sich in wässriger Lösung sofort mit Wasserstoffsuperoxyd.

### Der Wasserdampf.

Der Wasserdampf ist seiner Menge nach der schwankendste Bestandteil der Atmosphäre, aber wichtig wegen seiner Beziehung zu den Lebensvorgängen der Tier- und Pflanzenwelt.

An keinem Punkte der Erde, soweit sie dem Menschen zur Wohnung dient, fehlt Wasserdampf in der Atmosphäre. Auch die Luft der Wüste, wie die Luft des Kaltpols, dessen Wintertemperatur weit unter dem Gefrierpunkte des Quecksilbers liegt, enthalten Wasserdampf. In sehr bedeutenden Höhen aber, welche für uns unerreichbar sind, wird die Luft wasserdampffrei sein, da, wie Beobachtungen lehren, die Wasserdampfmenge rascher abnimmt als die Dichtigkeit der Luft.

Die Menge des Wasserdampfes der Luft wird wesentlich bedingt durch das Vorhandensein von Wasser, welches der Verdampfung unterliegt (Seen, Meere), und durch die Höhe der Lufttemperatur.

t	e	f	t	e	f
	mm	g		mm	g
-10°	2.1	2.1	14°	11.9	12.0
-8°	2.4	2.7	15°	12.7	12.8
-6°	2.8	3.2	16°	13.5	13.6
-4°	3.3	3.8	17°	14.4	14.5
-2°	3.9	4.4	18°	15.4	15.1
0°	4.6	4.9	19°	16.3	16.2
1°	4.9	5.2	20°	17.4	17.2
2°	5.3	5.6	21°	18.5	18.2
3°	5.7	6.0	22°	19.7	19.3
4°	6.1	6.4	23°	20.9	20.4
5°	6.5	6.8	24°	22.2	21.5
6°	7.0	7.3	25°	23.6	22.9
7°	7.5	7.7	26°	25.0	24.2
8°	8.0	8.1	27°	26.5	25.6
9°	8.5	8.8	28°	28.1	27.0
10°	9.1	9.4	29°	29.8	28.6
11°	9.8	10.0	30°	31.6	30.1
12°	10.4	10.6	50°	—	83.4
13°	11.1	11.3	70°	—	199.3

Wenn man in einen luftleeren Raum, z. B. in eine mit Quecksilber abgesperrte Barometerröhre, ein Tröpfchen Wasser aufsteigen läßt, so verdunstet sofort ein Teil des Wassers; das Barometer fällt. Dieses Fallen ist hervorgerufen durch den Druck, d. h. die Tension des Wasserdampfes. Es verdunstet aber keineswegs alles in die Röhre gebrachte Wasser, sondern — genügenden Vorrat vorausgesetzt — nur

ein Teil, wie lange man auch warten mag. Wir sagen dann, der Raum ist mit Wasserdampf gesättigt. Erwärmt man die Röhre, so verdunstet wieder Wasser, wie man an der Zunahme der Tension und dem Sinken des Quecksilbers erkennt. Die Zunahme der Tension mit der Temperatur erfolgt nach einem ganz anderen Gesetze als etwa die Ausdehnung eines Gases. Je höher die Temperatur wird, um so mehr Wasser verdampft für  $1^{\circ}$  Temperaturzuwachs, während die Gase sich gleichmäßig ausdehnen. Vorstehende Tabelle gibt uns die Werte der Tension = e in Millimetern Hg, ferner die Menge des in  $1 m^3$  Luft vorhandenen Wasserdampfes = f, ausgedrückt in Gramm pro 1 Cubm.

Bei dem Abkühlen eines Raumes, welcher mit Wasserdampf gesättigt ist, erfolgt Kondensation; alle meteorischen Niederschläge, Schnee, Hagel, Regen, Tau, beruhen auf solchen. Die Taubildung beweist, daß die Luft für die gegebene Temperatur mit Wasserdampf gesättigt ist. Die Taubildung erfolgt nur bei Gegenwart von Staub und gewissen dampfförmigen Verbindungen; mangeln diese, so kann die Luft mit Wasser übersättigt werden.

An den mitgeteilten Eigenschaften des Verdampfens wird nichts geändert, wenn etwa der Raum, in welchem sich der Wasserdampf verbreiten soll, bereits Luft (oder andere Dämpfe oder Gase) enthält. Nur die Geschwindigkeit, mit welcher die Sättigung eintritt, wird vermindert, und zwar um so mehr, je dichter die Luft bezw. das Gas, d. h. je größer der vorhandene Barometerdruck ist. Ist ein Gemisch von Wasserdampf mit anderen Gasarten etc. vorhanden, so könnte man den auf die Wasserdampfmoleküle zu beziehenden Druckanteil (die Tension) auch „Partiärdruck“ des Wasserdampfes heißen.

Wenn nicht so viel Wasser vorhanden ist, um einen Raum mit Dampf zu sättigen, so bezeichnet man die Grade ungenügender Sättigung nach Prozenten als „relative Feuchtigkeit“. Enthält ein Raum nur halb so viel Wasserdampf, als er bei voller Sättigung enthalten sollte, so ist seine relative Feuchtigkeit = 50 %, bei  $\frac{1}{3}$  Sättigung = 33·3 Prozent u. s. w.

Bei verschiedenen Temperaturen, bei ein und derselben relativen Feuchtigkeit sind ganz verschiedene Quantitäten Wassers notwendig, um die normale Tension, d. h. die Sättigung, hervorzurufen, z. B. bei 50 % relativer Feuchtigkeit bei  $0^{\circ}$  nur 2·44 g per  $1 m^3$  Luft, bei  $30^{\circ}$  aber 15·0 g Wassers. Da nun die austrocknende Wirkung davon abhängen wird, wieviel  $1 m^3$  Luft ab Wasser aufzunehmen vermag, hat man eine besondere Bezeichnung für die Größe, welche angibt, um wieviel Millimeter Quecksilber die Tension erhöht werden muß, oder wieviel Gramm Wasser  $1 m^3$  Luft bis zu voller Sättigung noch aufnehmen kann, gewählt; ersteres ist das „Spannungsdefizit“, letzteres das „Sättigungsdefizit“ benannt worden.

Die in einer gegebenen Luftmasse vorhandene Feuchtigkeit bezeichnet man häufig, im Gegensatz zu der in Prozenten ausgedrückten „relativen Feuchtigkeit“, als „absolute Feuchtigkeit“.

\* \* \*

Die Feuchtigkeitsverhältnisse der Atmosphäre unterliegen mannigfachen Schwankungen; die einzelnen Jahreszeiten wie Tageszeiten zeigen eine wesentliche Verschiedenheit der absoluten

Feuchtigkeit, wie Fig. 1 aus der Tension des Wasserdampfes, welche in Millimetern Hg angegeben ist, für München, Apenrade und Halle erkennen läßt.

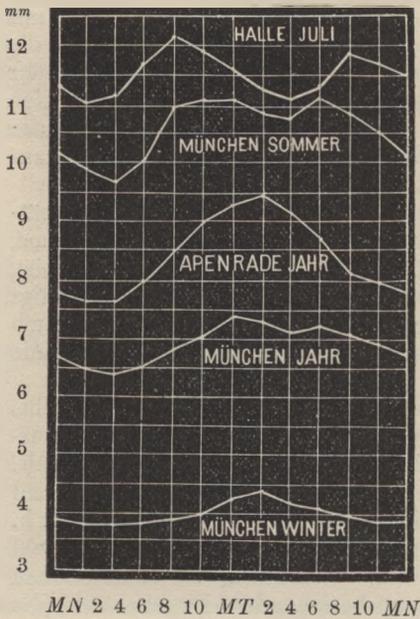


Fig. 1.

Man beobachtet aber auch gesetzmäßige tägliche Schwankungen der Feuchtigkeit, welche gleichfalls aus Fig. 1 zu entnehmen sind. (Siehe die Abscisse MN = Mitternacht, MT = Mittag). Im wesentlichen liegen diese letzteren begründet in den täglichen Temperaturschwankungen, wie man am deutlichsten bei den in der Nähe der See gelegenen Orten erkennen kann (Fig. 1, Apenrade). Im Binnenlande tritt ein störendes Moment dazwischen. Die Feuchtigkeit des Bodens ist hier nicht so reichlich vorhanden, daß allezeit die wärmere Luft auch genügend Wasserdampf zu gleichheitlicher Sättigung aufnehmen könnte, und man sieht daher schon bald nach der Durchwärmung des Bodens am Morgen das Anwachsen der absoluten Feuchtigkeit unterbrochen, weil ein lebhaft aufsteigender warmer Luftstrom den einem Seeklima gegenüber nicht überreichlichen Wasserdampf in die Höhe drängt. (S. München, Sommer.)

Erst nachmittags, nachdem der aufsteigende Luftstrom geringer wird, wächst die Feuchtigkeit ein zweites Mal (wenigstens im Sommer).

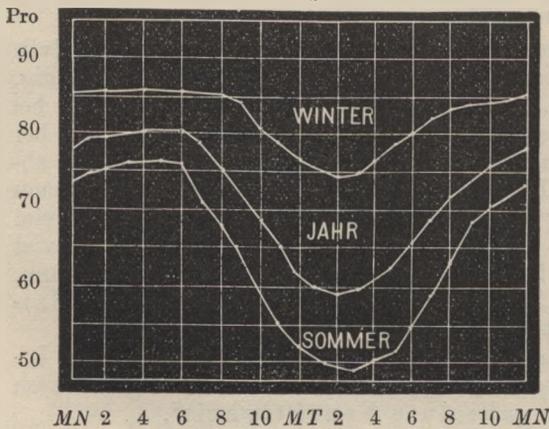


Fig. 2.

Da die Verdunstung von Feuchtigkeit nicht immer mit der Erwärmung der Luft gleichen Schritt hält, beobachtet man auch typische Schwankungen der tagl. relativen Feuchtigkeit, über welche Fig. 2 Aufschluß gibt (für Wien).

Besonders wichtig sind die Schwankungen des Spannungsdefizits, da dieses die austrocknende Wirkung der Luft auf nasse Gegenstände im wesentlichen be-

dingt. Fig. 3 gibt uns die monatlichen Schwankungen des Sättigungsdefizites eines Seerortes mit feuchter Luft und eines Ortes im Binnenlande mit vorwiegend trockener Luft: Borkum und Berlin, ausgedrückt in mm Hg.

Die hauptsächlichsten Schwankungen der Luftfeuchtigkeit werden durch den Wechsel der Temperatur hervorgerufen; solche von geringer Größe können durch die mit wechselndem Barometerdruck sich ausbildende Kompression oder Verdünnung der Luft erzeugt werden.

Die Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit sind selbst in dem gemäßigten Klima sehr bedeutend und oft recht unvermittelt. In Wien z. B. beträgt im Winter, mittags 2 Uhr, die relative Feuchtigkeit etwa 75%, nach Mitternacht etwa 96%, während des Sommers um Mittag 49% und 6 Uhr abends etwa 77%. Im Winter pflegt die Feuchtigkeit am größten, im Sommer am geringsten zu sein. Für Wien zeigt sich im Januar das Maximum mit 84%, der Juli das Minimum 63%. Die Waldesluft ist kühler und feuchter als die Luft auf freiem Felde. Groß ist die Trockenheit mancher für Lungenkranke bevorzugten Kurorte; S. Remo hat im Jänner in den Nachmittagsstunden oft nur 10 bis 11% relative Feuchtigkeit. In manchen Orten am Nordabhang unserer Alpen kann der in den Winter- und Frühjahrmonaten einbrechende Föhnwind in wenigen Stunden Sinken der Feuchtigkeit um 50–60% hervorrufen. Auf der See ist die Luft keineswegs ganz mit Wasserdampf gesättigt. Die Schwankungen des Sättigungsdefizits im Land- und Seeklima sind sehr groß, wie Fig. 3 unmittelbar erkennen läßt.

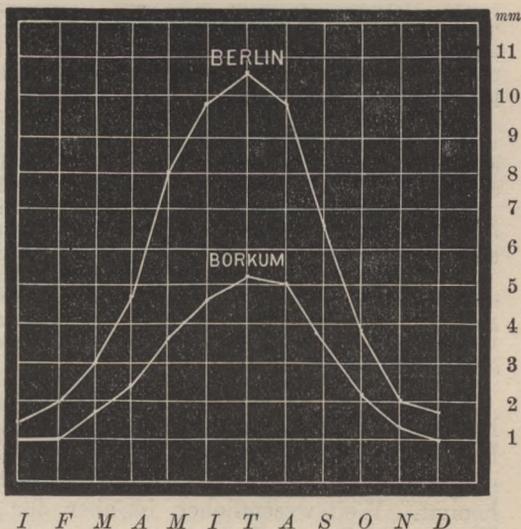


Fig. 3.

Abgesehen von dem Trockenheitsgeföhle, das in trockener Luft unter Umständen sich ausbildet, und gewissen thermischen Empfindungen besitzt der Mensch an sich kein Mittel, die Feuchtigkeitszustände der Atmosphäre zu beurteilen.

Der Wasserdampf wiegt nur 0.623, das spezifische Gewicht der Luft = 1 gesetzt; feuchte Luft ist also leichter wie trockene.

\* \* \*

Der Wasserdampfgehalt der Luft zeigt mancherlei Einwirkungen auf den Menschen, direkte wie indirekte. Er wirkt regulierend auf die Lufttemperatur, indem er Sonnenstrahlen absorbiert, aber auch die von der Erde des Nachts ausgestrahlte Wärme länger zurückhält; er wirkt auf alle Stoffe organischer Natur in unserer Umgebung, indem er den Gehalt an hygroskopischem Wasser mit dem Wechsel relativer Feuchtigkeit ändert und damit ihre physikalischen Eigenschaften, wie Wärmeleitungsvermögen, Gewicht, Volum, Biogsamkeit u. s. w. beeinflusst.

Alle festen Körper ziehen, wie bekannt, die sie umgebenden Gasmoleküle an und umhüllen sich mit ihnen in dünnster Schicht; so werden auch die Wasserdampf-

moleküle an den festen Stoffen fixiert. Manche Körper zeichnen sich aber durch eine sehr hervorragende noch festere Anziehung für Wasserdampf aus und diese nennt man *hygroscopisch*, einige unter ihnen zerfließen in dem aufgenommenen Wasser (Chlormagnesium, Pottasche, Chlorkalium, Galle), andere nehmen nur eine begrenzte Menge auf und erleiden, außer einer Volumzunahme, keine Veränderung.

Hygroscopisch sind alle getrockneten Eiweißstoffe, Organteile, Stärke und Mehlsorten, Holzarten, trockene Pilze und Bakterienmassen, Pilzsporen, Bekleidungsstoffe, Tabak. Bisweilen findet man bei mittlerer Luftfeuchtigkeit 12—15% (Eiweißstoffe, Mehlsorten), in anderen Fällen aber bis zu 40% (Pilzsporen) hygroscopisches Wasser. In pulverige Substanzen dringt es rasch, in größere feste Körper (Holz z. B.) nur langsam ein.

Das hygroscopische Wasser wird einzig und allein von der relativen Feuchtigkeit der Luft in seiner Menge beeinflusst, nicht von der Höhe der Temperatur und absoluten Feuchtigkeit; auch große oder geringe Luftgeschwindigkeit lassen die Menge der hygroscopischen Feuchtigkeit absolut unverändert.

Die Geschwindigkeit der Wasserdampfabsorption hängt aber ab von der Höhe der Temperatur, ferner vom Barometerdrucke. Im luftleeren Raume geht die Wasserabsorption sehr schnell vor sich. Im Dampfe von 100° sättigen sich Substanzen leicht (Rubner).

Die äußere Bedeckung des Menschen besteht aus Haaren und Epidermis; beide nehmen als sehr hygroscopische Substanzen Wasserdampf auf oder geben solchen nach Maßgabe der Schwankungen relativer Feuchtigkeit ab; im Verhältnisse zu dem ganzen Wasserhaushalte des Körpers spielt aber die Abgabe hygroscopischer Feuchtigkeit durch die Haut keine bedeutende Rolle. (S. auch Kapitel Kleidung.)

Dort, wo es sich um frei den Gegenständen anhaftendes Wasser handelt oder um wasserbenetzte Flächen (Schweiß, feuchte Kleidung), hängt die Verdunstung insofern von der relativen Feuchtigkeit ab, als jede Änderung derselben die Verdunstungsmöglichkeit steigert oder hemmt. Weit wesentlicher ist aber für letztere der Umstand, wieviel Wasser ein Raumteil Luft bis zur vollen Sättigung aufnehmen kann, eine Größe, die man Sättigungs- oder Spannungsdefizit genannt hat und welche mit Zunahme der Temperatur rasch ansteigt.

Wie sich nun diese äußeren Zustände der Luft zur Wasserverdunstung aus den Organismen verhalten, ist erst in neuester Zeit durch die Untersuchungen des Verfassers näher erkannt worden.

Das Wachstum in feuchter Luft vermehrt zumeist bei Pflanzen die stickstoffhaltigen Produkte, auch die Stärke. Blätter und Stengel enthalten bei zunehmender Luftfeuchtigkeit weniger Chlorophyll, die Spaltöffnungen an der Ober- und Unterseite der Blätter werden größer und zahlreicher. Die Kutishülle wird dünner, die Gefäße weiter und die Wandungen dünner, manchmal werden Stacheln zu Blättern rückverwandelt. In trockener Luft findet man die entgegengesetzten Vorgänge.

Beim Menschen zeigen sich bei Aufenthalt in sehr trockener oder sehr feuchter Luft folgende Ergebnisse. Feuchtigkeit vermehrt bei niederen Temperaturen die Wirkung der Kälte hauptsächlich durch Erhöhung des Wärmeleitungsvermögens der Haut und der Kleidung. Bei mittlerer Temperatur (14—15°) erscheint trockene Luft behaglicher als feuchte, besonders steigert sich die angenehme Wirkung der Trockenheit bei 24—30°, also bei hohen Temperaturen im Gegensatze zur feuchten Luft. Die Erfrischung durch trockene warme Luft ist eine ganz eigenartige, sie gibt das Gefühl gesteigerten Wohlbehagens und Lust zur Tätigkeit. In ruhender trockener Luft tritt erst gegen 30° bei etwa 22% relativer Feuchtigkeit sichtbarer Schweiß auf. Luft von 80% Feuchtigkeit ist schon bei 24° auch für den ruhenden Menschen unerträglich warm, es tritt starkes Bangigkeitsgefühl und inuere Unruhe ein, obschon manchmal die sichtbare Schweißbildung gar nicht erheblich ist; bei höheren Feuch-

tigkeitsgraden bedeckt sich die Haut mit Schweiß, der zuerst da sichtbar wird, wo die Drüsen enge beieinander stehen.

Bei fetten Personen können Temperaturen von 35 bis 36° bereits bei einer relativen Feuchtigkeit von 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub> eine bedrohliche Steigerung der Eigentemperatur herbeiführen.

Hohe Trockenheit macht auch, wenn sie lang anhält, nur geringe Nebenwirkungen, manchmal wohl Trockenheitsgefühl an Augen und Nase, Lippen, Schilfern der Nägeln, aber diese sind doch im ganzen mehr geringfügig und kommen bei der allgemeinen gesteigerten Behaglichkeit wenig in Betracht. Bei hohen Temperaturen und Trockenheit tritt das Bedürfnis nach dem Genuße kühlen Wassers viel weniger energisch auf als bei feuchter Luft. Mit dem Ausbruche des tropfbarflüssigen Schweißes nimmt gewöhnlich sofort bis zu einem gewissen Grade das Drückende der Hitze ab. Die Unruhe, welche die feuchte Wärme hervorruft, drängt den Menschen, sich etwas Bewegung zu verschaffen, dadurch kommt es dann zur Schweißsekretion und Erleichterung des Hitzegefühles. (Näheres siehe unter Artikel Wärme.)

Anders liegen die Verhältnisse, wenn hohe Trockenheit und Wind einwirken. Dann kommen allerdings enorme Entziehungen von Wasser zu stande (Wüstenwind und ähnliches).

Mit dem Schweißausbruch kann eine deutliche Herabsetzung der Oberflächentemperatur der Menschen eintreten, diese ist besonders überraschend in trockener Luft, weil dann die Verdunstung am lebhaftesten ist.

Die Ausscheidung des Wasserdampfes ist beim Menschen von der relativen Feuchtigkeit der Luft abgänglich; wie diese auch für Säugetiere nachgewiesen ist. Als Kohlensäureausscheidung und Wasserdampf-abgabe eines 58 kg schweren Mannes fanden Rubner und Lewaschew berechnet für 1 Stunde.

Temp.	Trockene Luft			Feuchte Luft		
	Luftfeuchtigkeit	CO <sub>2</sub> <sup>g</sup>	H <sub>2</sub> O.	Luftfeuchtigkeit	CO <sub>2</sub> <sup>g</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>g</sup>
15°	8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	32·2	36·3	89 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	34·9	9·0
20°	5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	30·0	54·1	82 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	28·3	15·3
25°	6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	31·7	75·4	81 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	31·4	23·9
29°	6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	32·4	105·3	—	—	—

Die Wirkungen trockener und feuchter Luft auf die Wasserdampf-abgabe sind sehr große. Die Wasserdampf-abgabe ist aber auch eine Funktion der Lufttemperatur. Dieselbe Abnahme der Luftfeuchtigkeit entzieht zum Beispiel bei Wärme weit mehr Wasserdampf als bei kühler Temperatur. Doch nimmt auch bei sehr niedriger Temperatur gegen den 0-Punkt hin die Feuchtigkeits-abgabe wieder zu. Am wenigsten Wasserdampf wird zwischen 15 und 20° abgegeben.

Überschreitet die Lufttemperatur bestimmte Grenzen, so wird mit zunehmender Luftfeuchtigkeit aber nicht mehr die Wasserdampf-abgabe erniedrigt, sondern erhöht. Es tritt profuser Schweiß auf, der den ganzen Körper übergießt und dadurch für die Wasserverdunstung nun bessere Bedingungen schafft.

Diese Grenze der sich gewissermaßen umkehrenden Wirkung der Luftfeuchtigkeit läßt sich nicht allgemein angeben, sie ist von dem körperlichen Zustande (Fettreichtum, Magerkeit, Ruhe oder Arbeit, Blutreichtum, Ernährung) abhängig.

Man kann etwa für mittlere Personen und Ruhe 25—26° Lufträume und 60% Feuchtigkeit als eine solche schweißtreibende Grenze ansehen, bei höheren Hitzegraden wirkt eine noch geringere relative Feuchtigkeit schon schweißtreibend.

Sättigungs- und Spannungsdefizit geben keinen Anhaltspunkt zur Beurteilung für den Verlust des Wassers von der Haut beziehungsweise der Wasserabgabe im allgemeinen. Zur Beurteilung der Feuchtigkeit müssen wir vom hygienischen Standpunkte die relative Feuchtigkeit und die Temperatur kennen.

Die Wirkung der relativen Feuchtigkeit auf die absolute Menge des Wasserverlustes hängt aber nicht allein von der Temperatur, sondern auch von verschiedenen Körperzuständen ab. Je mehr von einem Menschen bei mittlerer Temperatur Feuchtigkeit abgegeben wird, um so kräftiger sind auch die Wirkungen von trockener und feuchter Luft. Derartiges findet z. B. beim arbeitenden Menschen statt. Für die Nahrungszufuhr dürfte es sich ähnlich verhalten; bei Tieren wenigstens ist die Wasserdampfausscheidung bei gleicher Temperatur und Feuchtigkeit und einer Luftwärme, welche über 13—15° liegt, sehr von der Ernährung abhängig. Je mehr Nahrung und je mehr namentlich Eiweiß zugeführt wird, desto größer auch die Wasserdampfabgabe. Übrigens spielt hierbei auch noch die Bekleidung eine Rolle, auf welche wir später zurückkommen.

Auch derjenige, welcher viel Wasserdampf abgibt und dessen Verlust durch hohe Trockenheit in absolutem Maße stark gesteigert wird, zieht trotzdem die trockene Luft der feuchten vor. Das ist sowohl bei der Arbeit als auch nach der Übererwärmung nach einem reichlichen Mahle der Fall.

Nach Angaben von Pettenkofer und Voit wird im Mittel für Tag und Nacht ausgeschieden bei einem hungernden Menschen 814—829 g, bei mittlerer Kost 828—1009 g Wasser.

Die Arbeit steigert übrigens nicht unter allen Umständen die Wasserverdunstung. Bei niedrigen Temperaturen 5—6° kann man sehr viel Arbeit leisten, ohne jeden nennenswerten Zuwachs an Wasserverdunstung, weil die überschüssige Wärme durch die Durchblutung der Haut abgegeben wird. Auch bei vielen gewerblichen Arbeitern, die keinen wesentlich erhöhten Kraftwechsel haben, bei einem Schreiber, Zeichner, Lithographen oder einer Näherin ist eine Mehrung der Wasserdampfausscheidung gegenüber der Ruhe nicht zu beobachten.

Nur bei Betrieben, die eine schwerere Arbeit darstellen, und bei mittleren und hohen Temperaturen steigt die Wasserdampfabgabe mit der Arbeit rasch an und es können durch sie erschöpfende Verluste, welche eine bedrohliche Eindickung des Blutes herbeiführen, eintreten.

Bei mittlerer Temperatur und mittlerer Feuchtigkeit kann man bei gewerblicher Arbeit 60—120 g Wasser als stündliche Ausscheidung finden, bei Arbeiten am Schmelzofen, im Kesselraum der Schiffe dagegen enorme Wasserabgaben. Bei dem Bergsteigen rechnet man nach Oertel für die Stunde einen Wasserverlust von 208—254 g. Ein Neger scheidet nach der Untersuchung des Verfassers nicht mehr Wasserdampf aus als Europäer unter gleichen Verhältnissen. Wassertrinken hat keinen Einfluß auf die Wasserdampfausscheidung. Alkohol mehrt etwas die Verdunstung.

Bei 15.000 *mkg*-Arbeit per Stunde wurde nach Wolpert an Wasser abgegeben:

bei 7°	und	81 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Feuchtigkeit	58·0	<i>g</i>	Wasser
" 13°	"	84 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	"	70·8	"	"
" 17°	"	87 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	"	90·4	"	"
" 19°	"	81 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	"	112·8	"	"
" 25°	"	47 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	"	230·0	"	"

Dieselbe Person in der Ruhe und bei 21° schied 42 *g* Wasser aus; im Schlafe aber 48·0 *g*.

Die Bekleidung hemmt im allgemeinen die Wasserverdunstung, weil sie die Luftzirkulation zur Haut hemmt. Bei fetten Personen ist bis gegen 25° in der Ruhe kein Unterschied in der Wasserverdunstung gegenüber dem Mageren, dagegen von dieser Grenze ab eine gesteigerte Verdunstung beim Fetten nachzuweisen. Bei Arbeit scheidet der Fette auch bei niederen Temperaturen mehr Wasserdampf aus wie in der Ruhe und wie der Magere.

Die Wasserdampfabgabe erfolgt durch Haut und Lungen.

Lungen- und Hautatmung beträgt für eine Stunde beim Erwachsenen:

Temperatur	Trockene Luft		Feuchte Luft	
	Atmung	Haut	Atmung	Haut
15°	16·8	9·5	9·0	—
20°	17·0	37·1	11·7	3·6
25°	18·4	57·0	10·9	13·0

Trockene und feuchte Luft äußern innerhalb der häufigst vorkommenden Temperaturgrenzen sehr geringe Wirkungen auf den Wasserverlust mit der Atmung, aber sehr großen Einfluß auf die Haut. Letztere ist bei niedriger Lufttemperatur zwar wenig geneigt auf Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit mit stärkerer oder schwächerer Wasserdampfabgabe zu reagieren, wohl aber bei hoher Temperatur.

Bei mittlerer Stubenwärme und Feuchtigkeit gibt ein Erwachsener in einer Stunde durch die Atmung ab:

Ruhe . . . . .	17 <i>g</i>
Tiefes Atmen . . . . .	19 "
Lesen . . . . .	28 "
Singen . . . . .	34 "

Eine Wasserdampfausscheidung von 17 *g* pro Stunde läßt eine tägliche Abgabe von 408 *g* berechnen. Durch die Arbeit der Lunge wird also die Wasserdampfabgabe sehr gesteigert, beim Singen auf das Doppelte der Ruheausscheidung. Die Hautausscheidung ist von Schierbeck direkt beim nackten Menschen für Temperaturen von 30 bis 38° bestimmt worden zu 532 bis 3811 *g* pro Tag, steigend mit der Temperatur, beim bekleideten bei 28·4° bis 33·4° zu 1224 *g* bis 2953 *g*.

Die Bedeutung der Haut für die Wasserentziehung wird auch durch folgende Überlegungen noch gestützt.

Was die Wasserabgabe mit der Atmung anlangt, so findet man die ausgeatmete Luft, wie auch ihre Temperatur und ihr Wasserdampfgehalt bei der Einatmung gewesen sein mag, mit Wasserdampf für die Temperatur zwischen 30 bis 37° gesättigt. Da nun im allgemeinen die Luft um so weniger Wasserdampf enthält, je kälter sie ist, so wird in der Regel die kalte Luft auf die Schleimhaut der Luftwege austrocknender wirken als die warme.

Wenn wir an einem mäßigkalten Wintertage Luft von  $0^{\circ}$  C einatmen, so enthält sie bei voller Sättigung 4.89 g Wasser im Kubikmeter und erwärmt sich bei der Einatmung rasch auf  $35^{\circ}$  C. Da bei  $35^{\circ}$  zur vollen Sättigung 39.4 g Wasser im Kubikmeter enthalten sein sollen, so sinkt die relative Feuchtigkeit einer von  $0^{\circ}$  auf  $35^{\circ}$  erwärmten Luft auf 12.4%.

Aber auch wenn die Fälle noch extremer würden, wenn die Luft, wie an ostsibirischen Wintertagen, — auf  $40^{\circ}$ , ja —  $60^{\circ}$  abgekühlt und nahezu wasserdampf frei geworden ist, tritt eine Belästigung durch die Trockenheit der Luft kaum hervor.

Ganz anders aber verhält sich unser Empfinden, wenn wir etwa zur Sommerszeit bei  $20^{\circ}$  C einer Luft von 28.5% relativer Feuchtigkeit uns aussetzen. Die Wasserentziehung oder austrocknende Wirkung auf die Atemorgane ist die gleiche wie in dem vorhergehenden Beispiele bei  $0^{\circ}$ ; und doch wird jetzt das Gefühl der Trockenheit schon ein sehr lästiges werden.

Der Chamsin, ein in Ägypten gefürchteter Wüstenwind, hat bei  $38^{\circ}$  Lufttemperatur eine relative Feuchtigkeit von 12 bis 15%, wie sie mit Wasserdampf gesättigte Luft von  $0^{\circ}$  bei der Erwärmung nach der Einatmung auch erlangt. Dieser Wüstenwind aber ist ein gefährlicher Feind für den Menschen; die Respiration wird peinlich, Nase und Mund trocken, immerwährendes Wassertrinken zum Bedürfnis, der Schlaf unmöglich.

Die Beziehungen der Wasserdampf abgabe des Menschen zur Luftwärme und Feuchtigkeit lassen sich nur verstehen, wenn man sich klar macht, daß die Wasserverdunstung im wesentlichen einen reinen regulatorischen Zweck verfolgt.

Die Wärmeabgabe wird besorgt durch die Blutfülle, welche ihrerseits die Hauttemperatur ändert und Strahlungs- und Leitungsverlust reguliert. Das Blut geht nach der Haut a) um Wärme nach außen abzuschicken, wenn eine lebhaftere Wärmeproduktion eintritt; b) wenn durch Luftfeuchtigkeit die Wasserverdunstung gehindert wird, und in diesem Falle in äquivalenten thermischen Verhältnissen.

Kann durch diesen Wärmetransport mittels Blut nach der Haut das Wärme Gleichgewicht erhalten werden, so bleibt es bei diesem Zustande. Ist aber das Blut, soweit es verfügbar ist, nicht in der Lage, genügend zu entwärmen, so tritt vikarierend die Wasserverdunstung ein. Die letzte kann auch für sich allein das Wärme Gleichgewicht erhalten.

Ist die Haut wenig wärmeleitend wie z. B. beim Fetten, so versagt der Blutstrom für die Entwärmung frühzeitig mit steigender Luftwärme u. s. w.; ist eine Person anämisch, so ist auch wieder ein Hindernis für die volle Wirksamkeit des Blutstromes gegeben. Hier genügt die Blutmenge nicht. In beiden Fällen kann frühzeitig und übermäßig der Wasserdampf in Aktion treten, ohne daß gerade die Haut eine besondere Überwärmung erkennen läßt.

Man hat sehr viel von dem „normalen Wassergehalt der Luft“ gesprochen, wobei man sich vorstellt, daß ein bestimmter Grad der relativen Feuchtigkeit anzugeben sei, welcher entweder in gesunden Gegenden sich finden solle, oder welchen man in Wohnungen immer anzustreben habe.

Es gibt aber überhaupt keinen solchen „Normalfeuchtigkeitsgehalt“, sondern sehr verschiedene Normalgehalte; und nur für genau präzierte Fälle, z. B. eine bestimmte Temperatur, ruhende Luft, mittlere Ernährung, ruhende oder arbeitende Menschen, lassen sich solche gewünschte Normalwerte geben.

Wenn man körperliche Ruhe, leichte Bekleidung, ruhende Luft, gemischte Kost und Temperatur von 18 bis  $20^{\circ}$  gegeben findet, so wird es richtig sein, eine Feuchtigkeit von 30 bis 40% als zweckmäßig zu bezeichnen. Als Kardinalregel sollte man sich folgendes merken:

Hat man auf die Regulierung der Feuchtigkeit, soweit diese künstlich möglich ist, Bedacht zu nehmen, so mache man sich in allererster Linie klar, ob die Temperatur der Luft für den Menschen paßt; ist diese hoch, so kann man durch die Erhöhung der relativen Feuchtigkeit den zu hohen Wasserverlust zwar vielleicht noch mindern, aber die Empfindungen werden unangenehm werden und wir können dem Menschen geradezu schaden. Man sorge für trockene Luft. Zu trockene Luft ist jedenfalls bei hohen wie niederen Temperaturen ein kleineres Übel als zu feuchte Luft. Häufig läßt sich am besten helfen, wenn man in solchen Fällen die Lufttemperatur und damit die Wasserdampferzeugung seitens des Körpers herabsetzt.

Die Wirkung der Wasserverdampfung äußert sich darin, daß die Körpersäfte und Organe konzentriert werden. Der Mensch hat sehr reichlich Wasser in seinem Körper, etwa 58·5%; aber von diesem gewaltigen Vorrat kann nur ein relativ geringer Bruchteil abgegeben werden, ohne daß krankmachende Erscheinungen auftreten. Alle Reisenden der Tropen schildern den Durst als das quälendste Leiden; weit leichter erträgt man den Hunger. Tauben, welchen das Wasser (nicht aber die feste Nahrung) entzogen wird, erliegen dem Durste rasch; bereits nachdem nur 10% ihres gesamten Wasservorrats verloren sind, was bei hohen Temperaturen und trockener Luft leicht geschieht, zeigen sich Krankheitssymptome, wie ausgeprägtes Zittern, Unruhe, Schwäche u. s. w., sie sterben bei einem Wasserverlust von 21% (Nothwang). Bei den Dürstenden werden in Wasser lösliche Stoffwechselprodukte im Körper zurückgehalten und auf diese Weise die Eindickung beschleunigt. Die Eiweißzersetzung steigt. Blutkörperchen lösen sich auf.

Unter dem Einflusse des allgemeinen Wasserverlustes durch Haut und Lunge entsteht beim Menschen das Durstgefühl und unter Umständen die gesteigerten Symptome der Heiserkeit, des Schmerzes. Die Symptome besagen aber nichts über den Ort, an welchem der Wasserverlust eingetreten ist. Es kann gelegentlich, wie bei Diabetikern, die Niere oder, wie bei Cholera-kranken, der Darm an dem Zustandekommen der Trockenheit mitgewirkt haben oder, wie in der Regel, die Wasserabgabe durch die Haut. Das Sinnesorgan aber, welches den normalen Wassergehalt des Organismus zu behüten hat, konnte nur da zweckmäßig seinen Platz finden, wo auch die Befriedigung des Bedürfnisses zuerst beim Trinken wahrgenommen wird, am Gaumen und der Zungenwurzel.

Näheres über Schweiß siehe unter Hautpflege.

Literatur: Rubner, Archiv für Hygiene. Bd. XI, XXIX. — Schierbeck, ibidem, Bd. XVI. Wolpert ibid. Bd. XXVI. — Rubner, Gesetze des Energieverbrauches. — Rubner, Klimatologie. Handbuch der physik. Therapie. — Nuttall G. H. F., Über den Einfluß von Schwankungen in der relativen Feuchtigkeit der Luft auf die Wasserdampfabgabe der Haut. 23. 95. 184. — Rubner M., Die Beziehungen der atmosphärischen Feuchtigkeit zur Wasserdampfabgabe. 11. 90. 137. — Wolpert H., Über die Kohlensäure- und Wasserdampfausscheidung des Menschen bei gewerblicher Arbeit und bei Ruhe. 26. 96. 68. — Wolpert H., Über den Einfluß der Luftbewegung auf die Wasserdampf- und Kohlensäureabgabe des Menschen. 33. 98. 206. — Broden A. und Wolpert H., Respiratorische Arbeitsversuche bei wechselnder Luftfeuchtigkeit an einer fetten Versuchsperson. 39. 01. 320.

### Hygrometrie.

Zu hygrometrischen Bestimmungen stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Auf die Anwendung des Taupunkts-Hygrometers kann man vom hygienischen Standpunkte aus verzichten.

## 1. Haarhygrometer.

Saussures Hygrometer (Fig. 4), verbessert von Koppe, besteht im wesentlichen aus einem gespannten, an einem Ende um eine Achse gewickelten Menschenhaare (*c*), dessen anderes Ende mit einem Zeiger (*o*) verbunden ist, der im kürzesten Zustand,

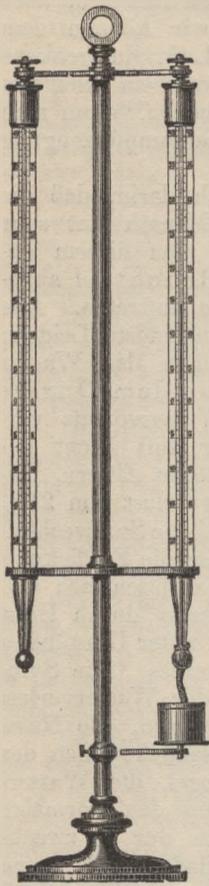


Fig. 5.

also bei absoluter Trockenheit, auf 0 steht, und im längsten Zustand, bei Sättigung mit Feuchtigkeit, auf 100 zeigt und direkt die relative Feuchtigkeit ablesen läßt. Das Haar muß vorher durch Kalilauge oder Äther entfettet werden. Das Haar dehnt sich, mit einem Gewichte (*p*) von 3 g angespannt, von einem Extrem zum anderen um 0.0245 seiner Länge aus. Die bei einer Verlängerung oder Verkürzung entstehende Bewegung wird durch einen Hebel auf einen Zeiger übertragen. Die Empfindlichkeit des Instruments ist eine sehr große; es muß aber das Instrument für die zwischen 0 und 100 gelegenen Teilstriche besonders geprüft werden. Ist z. B. der Zeiger die halbe Strecke zwischen 0 und 100 vorwärts gerückt, so entspricht dies nicht 50% Feuchtigkeit, sondern nur 27.8%, der 80. Teilstrich würde nicht 80%, sondern nur 61.2% u. s. w. sein. Der 0-Punkt ist durch konzentrierte Schwefelsäure vollkommen getrocknete Luft, die Zahl 100 durch Einstellen desselben in Luft, welche mit Wasserdampf gesättigt ist, zu kontrollieren.

Kennt man die relative Feuchtigkeit, so kann man auch leicht die Angaben für das Spannungs- und Sättigungsdefizit berechnen. (S. Tabelle Seite 30.)

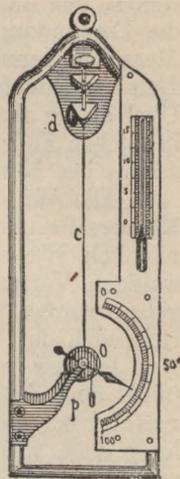


Fig. 4.

## 2. Psychrometer.

Die zweite Art, den Feuchtigkeitszustand der Luft zu ermitteln, besteht in der Messung der Verdunstungskälte, aus dem Unterschiede eines trockenen und eines feuchten Thermometers.

Augusts Psychrometer (Fig. 5) besteht aus zwei genau übereinstimmenden, empfindlichen Thermometern, welche, etwa 80 bis 100 mm voneinander entfernt, an demselben Gestelle aufgehängt sind. Die Kugel des einen ist mit einem Musselinhäppchen umwickelt, welches zur Zeit der Beobachtung benetzt ist und durch Baumwollfäden mit einem Wassergefäße in Verbindung gesetzt werden kann, um es fortdauernd feucht zu erhalten. Die je nach der relativen Luftfeuchtigkeit, je nach dem Barometerdrucke und der Luftbewegung mehr oder weniger rasch

vor sich gehende Verdunstung an der benetzten Musselinhülle entzieht der darunter befindlichen Quecksilberkugel eine bestimmte Wärmemenge, weshalb, solange dies stattfindet, das benetzte Thermometer einen niedrigeren Stand einnehmen wird als das trockene. Aus dieser Temperaturdifferenz beider Thermometer läßt sich nun die Spannkraft des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes bestimmen. Die Differenz wird um so größer sein, je trockener die Luft, sie wird im Gegenteile mit abnehmender Trockenheit, d. i. mit zunehmender Feuchtigkeit abnehmen, ja bei voller Dampfsättigung der Luft, im Zustand absoluter Luftfeuchtigkeit (bei Nebel, Tau etc.) ganz verschwinden, da im letzteren Falle die Verdampfung vollkommen aufhört, mithin auch der Stand beider Thermometer ein gleicher sein muß. Im Nebel kann selbst das benetzte Thermometer — eine höhere Temperatur anzeigen, und zwar wegen der höheren Temperatur der Dunstblaschen, aus welchen der Nebel besteht.

Obschon nun die abgelesene Thermometerdifferenz an und für sich geeignet ist, über die Zu- und Abnahme der Luftfeuchtigkeit Aufschluß zu geben, so ist es für vergleichende Zusammenstellungen unumgänglich notwendig, aus derselben entweder die Tension oder die relative Feuchtigkeit zu berechnen.

Ist  $t$  die Temperatur des trockenen Thermometers,  $t'$  jene des feuchten,  $e'$  das bei  $t'$  mögliche Maximum der Spannkraft (siehe Tabelle Seite 30.) und  $b$  der Barometerstand in Millimetern, so ist die wirkliche Tension des Wasserdampfes  $e$

$$e = e' - kb (t - t')$$

$k$  ist eine Konstante, für welche, wenn die Luft mäßig bewegt ist wie im Freien, 0.00074 zu setzen ist, bei ganz stagnierender Luft aber 0.0012. An Stelle von  $b$  kann man auch den „mittleren Barometerdruck“ eines Ortes einsetzen, wodurch sich die Formel z. B. für  $b = 740 \text{ mm}$  vereinfacht zu

$$e = e' - 0.55 (t - t').$$

Die absolute Feuchtigkeit  $f$  ergibt sich dann aus der Tension in folgender Weise:

$$f = 1.06 \cdot \frac{e}{1 + 0.00366 t}$$

oder genähert, wenn  $f'$  die bei  $t'$  vorhandene Sättigung mit Feuchtigkeit bezeichnet.

$$f = f' - 0.6 (t - t').$$

Aus dem Resultate der Berechnung der absoluten Feuchtigkeit findet man dann leicht die relative. Um die Zeitverluste der Rechnung zu ersparen, verwendet man die sogenannten Psychrometertafeln, in denen für die entsprechenden Temperaturdifferenzen die relative Feuchtigkeit, Tension etc. sofort abgelesen werden können. Das Psychrometer ist auch für Temperaturen unter 0 zu gebrauchen. Da die Luftbewegung einen sehr bedeutenden Einfluß auf die Angaben des Psychrometers hat, schlug man vor, stets die gleiche Luftgeschwindigkeit zu erzeugen, indem man das feuchte Thermometer an einer Schnur im Kreise schwingt (Schleuderpsychrometer).

Die Schnelligkeit und Sicherheit der Temperatur- und Feuchtigkeitsmessung wird durch die Anwendung des Aspirationsprinzips erreicht. Fig. 5 a zeigt ein solches Instrument. In dem Gehäuse  $t$  befindet sich ein durch Federkraft getriebener Windflügel, der bei den Öffnungen  $C$  rasch Luft einsaugt. Die Luftbewegung ist so rasch, daß man sogar bei direkter Bescheinung des Instruments durch die Sonne die wahre „Schattentemperatur“ und die relative Feuchtigkeit ermitteln kann.

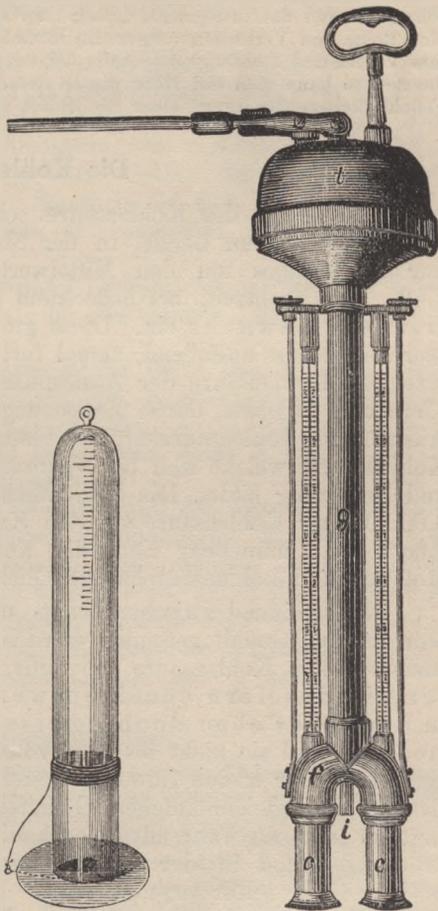


Fig. 5 b.

Fig. 5 a.

### 3. Atmometer.

Die Messung der Luftfeuchtigkeit mittels der Atmometer stellt sich die Aufgabe, den größeren oder geringeren Feuchtigkeitsgehalt der Luft nach der Menge des unter gegebenen Verhältnissen verdunstenden Wassers zu bestimmen.

Derlei Bestimmungen sind für gewisse Untersuchungen (von Wohnräumen, Lokale in Neubauten) von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit, da sie uns für längere Zeit Mittelwerte für das Austrocknungsvermögen der Luft liefern, während das Hygrometer und Psychrometer nur für kurze Dauer die Beobachtungsergebnisse liefern.

Von den verschiedenen Atmometern sind für hygienische Zwecke die von Pressel und von Pliche die empfehlenswertesten. Ganz besonders ist es das letztere (Fig. 5 b),

das sich zu schnellen Untersuchungen vorteilhaft verwenden läßt. Eine graduierte, etwa  $25\text{ cm}^3$  enthaltende Glasröhre, welche an einem Ende zugeschmolzen ist, wird, nachdem sie mit Wasser gefüllt ist, an ihrem offenen Ende mit einem etwa handtellergroßen Stück sogenannten Kupferstecherpapiers, das mittels eines Klemmers festgehalten wird, bedeckt und verkehrt, d. h. mit dem offenen Ende nach unten, in dem Raume, dessen Feuchtigkeitsgehalt eruiert werden soll, aufgestellt. Das in dem Papier enthaltene Wasser verdunstet und entsprechend der verdunsteten Menge steigt Luft in die Glasröhre. Ist nun das Instrument, dessen man sich bedient, geeicht, d. h., hat man durch eine Reihe von Versuchen festgestellt, in welcher Zeit in einem Lufttraume von bekanntem Volum und Feuchtigkeitsgehalte bei vollständig ruhiger Luft  $1\text{ cm}$  Flüssigkeit verdunstet, so kann man mit Hilfe dieser einfachen Röhre innerhalb 5—10 Minuten den Feuchtigkeitsgehalt irgend einer Binnenluft ausreichend ermitteln.

### Die Kohlensäure.

Die Menge der Kohlensäure schwankt in der Meeresluft wie Festlandluft, auf dem Lande, in der Stadt, im Tale wie auf den Bergen nur um wenig um den Mittelwert von 0·3 Teilen für 1000 Teile Luft. Zur Nachtzeit, bei bedecktem Himmel und an nebligen Tagen tritt ein Zuwachs ein. Diese gleichheitliche Verteilung der Kohlensäure ist höchst auffallend, zumal fortwährend reichliche Quantitäten neuerzeugter Kohlensäure der Atmosphäre zufließen: durch die Atmung der Tiere und Pflanzen, durch Zersetzungsprozesse in dem Boden, durch das Ausströmen kohlenstoffhaltiger Gase vulkanischen Ursprungs, durch Kohlensäure, welche sich bei Verbrennungsprozessen bei der Beleuchtung und Beheizung bildet. Die Stadt Manchester liefert in einem Tag nahezu  $8,000,000\text{ m}^3$  Kohlensäure aus den Kaminen ihrer industriellen Etablissements und unmeßbar sind die Kohlensäuremengen, welche Vulkane, Mofetten und kohlenstoffhaltige Quellen liefern.

Nicht einmal zwischen Stadt- und Landluft ist eine größere Differenz im  $\text{CO}_2$ -Gehalt gefunden worden; erstere enthält im Mittel 0·385, letztere 0·318 Kohlensäure pro mille. Aber diese geringe Differenz ist insofern beachtenswert, als sie lehrt, daß die Luft in der Stadt eben doch gewisse Vereinigungen aufgenommen hat und sie nicht bis zum völligen Verschwinden durch reine Luft verdünnt. Der kleine Zuwachs besteht wesentlich aus Rauchgasen. Die Ursache des gleichheitlichen Gehaltes der Atmosphäre an Kohlensäure liegt in der fortwährenden mechanischen Mischung durch die Windströmungen und in der Luftmischung, welche durch die kohlenstoffhaltigen Gase selbst erzeugt wird. Letzteren entstammen fast alle lebhaften Verbrennungsprozesse, sind also im Moment des Entstehens von hoher Temperatur. Die heißen Gase (z. B. jene aus den Schornsteinen etc.) steigen bis zu bedeutender Höhe auf.

Sind die kohlenstoffhaltigen Gase von gleicher Temperatur wie die umgebende Luft und fehlt es an mechanischer Bewegung der Luft, dann sinken die Gase als spezifisch schwerer wie Luft zu Boden. Die Grotta canina zu Neapel zeigt am frappantesten diese Erscheinung; auch in Gär-(Wein-)Kellern kommt sie zur Beobachtung.

Der normale Kohlensäuregehalt und seine Schwankungen in der Atmosphäre sind sicher ohne Einfluß auf die Gesundheit; ja man kann stundenlang Luft mit  $10\%$  Kohlensäure atmen und intensive Arbeit leisten, wie sich beim Baue des Gotthardtunnels zeigte, ohne schädliche Folgezustände. In künstlichen sauerstoffreichen Gemischen gehen Tiere

erst zu Grunde bei 35—45%  $\text{CO}_2$ -Gehalt, in gewöhnlicher Luft erfolgt der Tod früher, weil zu gleicher Zeit auch die Sauerstoffzehrung schädigt, bei 12—16% Kohlensäure und 1·5—3·0% Sauerstoff (P. Bert).

Anders verhält sich die Schädlichkeit der Kohlensäure, wenn der Luftdruck ein sehr hoher ist; sie nimmt rasch mit dem Drucke zu.

In einer Luft von 30% Kohlensäure erfolgt beim Menschen fast momentan Bewußtlosigkeit und bald der Tod.

Die Kohlensäure findet sich in allen tierischen Flüssigkeiten teils gebunden, teils absorbiert. Der Absorptionskoeffizient beträgt für Wasser von 0° 1·7967; 1 *l* wiegt bei 0° und 760 *mm* Hg-Druck 1·977 *g*. Am reichlichsten enthält das Blut Kohlensäure, das arterielle 27—45%, das venöse 45—52%. Lymphe, Speichel, Galle, Harn, die Muskel schließen reichlich Kohlensäure ein. Sammelt sie sich in der Luft an, so steigt auch der Gehalt der Organe und tierischen Flüssigkeiten an Kohlensäure.

In 24 Stunden scheidet ein kräftiger Erwachsener bei mittlerer Kost und leichter Arbeit rund 1000 *g* aus; die ausgeatmete Luft enthält etwa 4·4% Kohlensäure.

Der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre dient den Pflanzen zum Aufbau der kohlenstoffhaltigen Verbindungen. Kohlensäure und Wasser wird unter Abspaltung von Sauerstoff zunächst vermutlich zu Formaldehyd, dann zu Kohlehydraten oder Fetten und unter Aufnahme stickstoffhaltiger Gruppen zu Eiweiß aufgebaut.

Durch die Absorption in den Pflanzen und das fortwährende Entstehen kohlenstoffhaltiger anorganischer Verbindungen wäre die in der Atmosphäre enthaltene Kohlensäuremenge in wenigen Jahrtausenden aufgebraucht, wenn dieser Stoff nicht fortwährend durch die Zerstörung des Pflanzenmaterials und aus dem Innern der Erde sich erneuern würde. Vulkane, Mofetten und Quellen, welche Kohlensäure ausströmen lassen, sind daher die Erhalter des organischen Lebens auf der Erde.

### Kohlensäurebestimmung.

Zur quantitativen Bestimmung des Gases bei hygienischen Untersuchungen eignet sich am besten die Pettenkofer'sche Methode: Dieses Verfahren beruht darauf, daß man die Kohlensäure eines abgemessenen Luftvolums durch eine Barythydratlösung von bekanntem Gehalte absorbieren läßt und den nicht an Kohlensäure gebundenen Teil des Baryts durch Titrieren mit Oxalsäure bestimmt. Man setzt dabei voraus, daß außer Kohlensäure die Luft keine anderen Säuren enthält. Für die gewöhnlichen Verhältnisse der Luft wird diese Voraussetzung zutreffen, in anderen Fällen müßte die vorhandene Säure eigens bestimmt und in Abrechnung gebracht werden. Die Barytlösung soll etwa 5—6% der Barytmenge an Chlorbaryum enthalten.

Wenn nämlich neben suspendiertem Baryumkarbonat, das sich bei der Einwirkung der Kohlensäure auf die Barytlauge bildet, Alkali zugegen ist und dies ist bei käuflichem Barythydrat die Regel, so bilden sich neutrale Alkalioxalate und diese setzen sich ihrerseits mit dem vorhandenen Baryumkarbonat zu Baryumoxalat und Alkalikarbonat um. Bei jedem weiteren Zusatz von Oxalsäure wird Alkalikarbonat wieder zu Alkalioxalat so lange, bis alles Baryumkarbonat zersetzt ist. Das Barytwasser stellt man sich in der nötigen Stärke am besten aus kristallisiertem Barythydrat her. Für Luftkohlensäurebestimmung genügt es, auf 1 *l* Wasser 7 *g* kristallisiertes Barythydrat und etwa 0·5 *g* Chlorbaryum zu lösen. Alkaleszenz des Barytwassers wird mit Oxalsäure bestimmt. Man löse 2·8636 *g* kristallisierte Oxalsäure zu 1 *l*; 1 *cm*<sup>3</sup> dieser Flüssigkeit entspricht genau 1 *mg*  $\text{CO}_2$  und in der Regel auch 1 *cm*<sup>3</sup> des Barytwassers. Die Oxalsäure muß chemisch rein und unverwittert sein, darf aber auch kein überschüssiges, freies Wasser enthalten. Die Lösung wird in einer dunklen Flasche aufbewahrt. Als Indikator bei der Titrierung dient meist der Zusatz von zwei Tropfen einer alkoholischen

Rosolsäurelösung (1 : 1000 ca. 80% Weingeist) oder Phenolphthalein; man setzt so lange Oxalsäure zu, bis die rote Farbe eben verschwindet.

Die Bestimmung der Kohlensäure in der Luft geschieht in folgender Weise: In eine große (bis an den Rand) 3—5 l fassende Flasche von genau bestimmtem Inhalt wird mittels eines gewöhnlichen Blasebalges und eines daran angesteckten Kautschukschlauches Luft aus dem Raume, welcher untersucht werden soll, eingeblasen, etwa das fünffache des Kolbeninhaltes. Dann schließt man die Flasche mit einer Gummikappe. Indem man dann die Kappe an einer Stelle nur wenig lüftet, läßt man in die Flasche 70 cm<sup>3</sup> Barytwasser einfließen und verschließt sofort wieder luftdicht mittels der Gummikappe, notiert die in der Nähe der Flasche gefundene Lufttemperatur sowie den Barometerstand und schüttelt 15 Minuten. Um den Niederschlag von Baryumkarbonat absetzen zu lassen, wird der Inhalt in eine kleine Flasche entleert und gut zugeschlossen. Wenn sich die Flüssigkeit nach mehreren Stunden geklärt hat, hebt man vorsichtig mit einer Pipette 30 cm<sup>3</sup> ab und titriert mit Oxalsäure das mit Rosolsäure gefärbte Barytwasser bis zur Entfärbung; für je 1 cm<sup>3</sup> Oxalsäure kann 1 mg Kohlensäure gebunden werden.

Die gefundenen Gewichtsmengen Kohlensäure rechnet man in Volumina um (2 mg — genauer 1.977 mg — entsprechen 1 cm<sup>3</sup> Kohlensäure bei 0° und 760 mm Hg-Druck). Sodann ist die Menge der untersuchten Luft — welche gleich ist dem Kubikinhalte des Kolbens weniger 90 cm<sup>3</sup>, da ja durch das einschließende Barytwasser das gleiche Volum Luft verdrängt wurde, umzurechnen auf 0° und 760 mm Hg-Druck. Ist  $v$  das Volum bei 0° um 760 mm Hg-Druck und  $v'$  das bei dem Versuch vorhandene Volum bei  $t^{\circ}$  und  $b$  der Barometerdruck, so hat man:

$$v = \frac{v' \cdot b}{760 \cdot (1 + 0.00366 t)}$$

Soll die Luft „trocken“ berechnet werden, so ist von dem Barometerdrucke noch die Tension des Wasserdampfes in Millimetern Hg abzuziehen. Den Kohlensäuregehalt berechnet man sodann weiter für 1000 Teile Luft.

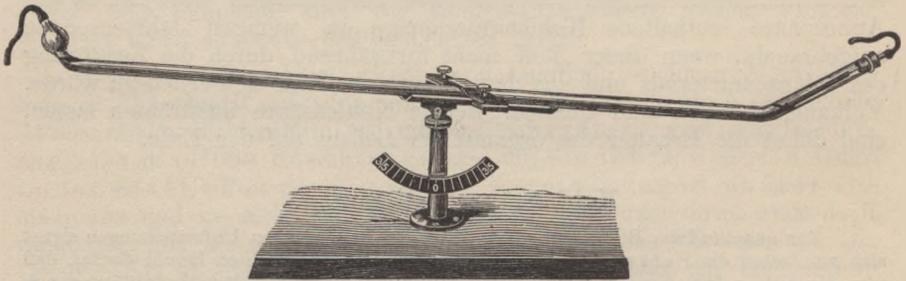


Fig. 6.

Diese Methode der Bestimmung der Kohlensäure gibt den Kohlensäuregehalt der Luft für einen gegebenen Moment. Will man aber für einen längeren Zeitraum einen Mittelwert des Kohlensäuregehaltes auffinden, so kann man ein anderes gleichfalls von Pettenkofer angegebenes Verfahren verwenden.

Das Barytwasser wird in eine Röhre von nebenstehender Form gebracht (Fig. 6) und mit dem kugelförmig erweiterten Ende der Röhre mit einer genau geeichten Gasuhr und diese wieder mit einem Aspirator verbunden. Als Aspirator werden am bequemsten zwei je 20 l fassende Flaschen mit gleichweitem Halse verwendet, die eine Flasche trägt einen doppelt durchbohrten Gummipfropfen. Durch die eine Öffnung geht ein Glasrohr bis auf den Boden der Flasche; ein an das außerhalb der Flasche befindliche Ende angesteckter Kautschukschlauch wirkt als Heber und leitet das Wasser in die tiefer stehende zweite Flasche, das andere kürzere Glasrohr ist mit der Gasuhr verbunden. In demselben Moment, in welchem Wasser abläuft, treten auch Luftblasen durch die Barytröhre. Das Volum der Luft gibt die Gasuhr an. Der Strom muß so reguliert werden, daß die Luft in einzelnen Blasen durch die Barytröhre geht. Um kleine Blasen zu erhalten, muß das in das Barytwasser tauchende Eintrittsrohr für die Luft mit einem über die Knickung der Röhre hinreichenden Kautschukschlauche versehen werden. Soll sehr

viel Luft durchgesaugt werden, so wechselt man die Aspiratorflaschen, was bei gleich weitem Halse derselben ohne Überfüllen geschehen kann, und außerdem läßt man, um eine Wasserverdampfung aus der Barytröhre zu verhindern, die Luft erst durch einen mit nassen Bimssteinstückchen gefüllten Kolben streichen.

Es sind mehrfach auch abgekürzte Verfahren zur  $\text{CO}_2$ -Bestimmung angegeben worden, wie jenes von Lunge, Lunge-Zeckendorf u. a.; von den neueren sei das von Wolpert erwähnt. Die Luft wird dabei in abgemessenen Quantitäten auf eine Lösung von Soda bekannten Gehaltes wirken gelassen, welche Phenolphthalein enthält. Man läßt so lange kleine Luftproben unter Schütteln zutreten, bis die rote Lösung entfärbt ist.

### Kohlenstoffhaltige flüchtige Bestandteile der Luft und andere Beimengungen.

Die Luft in Städten namentlich enthält neben der  $\text{CO}_2$  noch flüchtige verbrennliche Kohlenstoffverbindungen sowie gebundenen H, die bei der Verbrennung zerstört werden, auch kleinste Mengen freien Wasserstoffes.

Die flüchtigen kohlenstoffhaltigen Verbindungen sind kleinste Mengen Kohlenoxyds, welche hauptsächlich aus den Rauchgasen stammen, Sumpfgas, das in kleinen Mengen auch außerhalb der Stadt kaum aber in der Luft über dem Meere gefunden wird und allerlei teerige Substanzen, die auch wieder von dem Rauch herrühren.

Nach Gréchant scheint die Pariser Luft ziemlich viel verbrennlichen Kohlenstoff zu führen, in der Berliner Luft beträgt der Mehrwert an Kohlensäure, welche man in geblühter Luft gegenüber gewöhnlicher Luft findet, 4—5% (Wolpert).

## Zweites Kapitel.

### Die Luftverdünnung.

Die Atmosphäre übt ungeachtet ihres außerordentlich geringen spezifischen Gewichtes (0.001293 bei 0° und 760 mm Hg-Druck) an der Erdoberfläche einen bedeutenden Druck, der im Mittel für einen menschlichen Körper von 1.75  $\text{m}^2$  Oberfläche 18.000—20.000 kg beträgt, aus Alle Teile des Organismus unterliegen diesem Drucke und dieser beständigen Zusammenpressung; letztere wird aber der Gleichmäßigkeit wegen nicht wahrgenommen. Doch ist der Luftdruck nicht ganz ohne Nutzen. Durch den Luftdruck werden, wie Weber zeigte, die Gelenkköpfe in die Pfannen gedrückt und ohne Muskelzug gehalten. Man hat deshalb bei wesentlicher Luftdruckverminderung, wie sie beim Besteigen der Berge eintritt, auch eine Zunahme der Muskelarbeit für möglich gehalten.

Die Schwere der Luft hat aber indirekt durch die Veränderung der Luftdichtigkeit einen viel wesentlicheren Einfluß auf das Befinden des Menschen. Wäre die Luft so inkompressibel wie das Wasser, so würde sie in den verschiedensten Höhen ungefähr die gleiche Dichtigkeit haben und die Menschen jede beliebige Höhe zu erreichen im stande sein. Da aber die Luft durch die eigene Last bei ihrer bedeutenden Elastizität im hohen Grade verdichtet wird, und zwar proportional dem Drucke, so atmen wir in verschiedenen Höhen dichtere oder dünnere Luft, d. h. bei gleicher Tiefe der Atemzüge ist die Gewichtsmenge des geatmeten Sauerstoffes eine ganz verschiedene. Sie kann reichlich sein, wenn wir uns in mäßiger Seehöhe befinden, sie kann gering sein, wie in bedeutenden Höhen, und zum Unterhalt des Lebens dann nicht ausreichen.

Wenn wir verdünnte Luft atmen, so verhält es sich ähnlich, als wenn wir bei gleichbleibendem Drucke die Luft, d. h. den Sauerstoffgehalt derselben durch Beimengung eines indifferenten Gases, z. B. Stickgas, Wasserstoffgas vermindert hätten. Es käme dann eben auch mit zunehmender Verdünnung immer weniger Sauerstoff mit jedem Atemzuge in die Lungen. Man kann die verdünnte Luft vergleichen mit einer Luft, welche durch irgend welche Umstände einen Teil ihres normalen Sauerstoffgehaltes verloren hat.

Der Luftdruck, welcher mit Hilfe des Barometers gemessen wird, ist dadurch hervorgerufen, daß die Last aller Sauerstoff- und Stickstoffmoleküle, welche die Atmosphäre zusammensetzen, auf die Quecksilbersäule drückt. Da wir nun wissen, daß von 100 Gasteilchen, welche sich in der Luft finden, rund 20 Sauerstoffmoleküle sind, so rühren auch 20% des Atmosphärendruckes vom Sauerstoffe her. Diesen Druck des Sauerstoffes (oder eines beliebigen anderen Gases) nennt man den Partiärdruck. Er beträgt bei normalem Barometerstand von 760 mm Hg, hievon 20%, das ist 152 mm, und wenn der normale Barometerdruck eines Ortes = 380 mm wäre, so ist dort der Partiärdruck des Sauerstoffes nur mehr etwa 76 mm Hg u. s. w.

Den Partiärdruck 76 mm kann man aber auch in einem Gasgemenge von normaler Dichtigkeit, aber geringerem O-Gehalt erreichen, z. B. bei 10% O und 90% N; der Partiärdruck ist hier auch = 76 mm. Nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über diese Beziehungen:

Luft bei normalem Drucke enthält x% Sauerstoff	Partiärdruck des Sauerstoffes in Millimetern Hg für beide Fälle	Luft von normaler Zusammensetzung bei verschiedenem Luftdruck (mm Hg)
20·7	157	760
19·0	114	551
13·0	99	478
11·0	84	405
9·0	68	328
7·0	52	251
5·0	38	138

Der Luftdruck nimmt nicht proportional mit der Höhe ab, weil von der Erdoberfläche bis an die Grenze der Atmosphäre auch die Dichtigkeit abnimmt, sondern in geometrischer Progression, wie folgende Zahlen ergeben:

Seehöhe in Metern	Barometerdruck in Millimetern Hg	Seehöhe in Metern	Barometerdruck in Millimetern Hg
0	760	5000	403
500	716	6000	358
1000	670	7000	316
2000	591	8000	279
3000	522	9000	246
4000	460		

Die Dichtigkeit der Luft ist umgekehrt proportional dem gegebenen Luftdrucke, das jederzeit geatmete Gewicht des Sauerstoffes abhängig von dem letzteren.

Die Einwirkung verdünnter Luft ist verschieden, je nach dem Sauerstoffbedürfnisse des Menschen; namentlich bei Kälte- oder Arbeitsleistung oder schlechter Kleidung ist letzteres vermehrt.

Die ersten akuten Einwirkungen verdünnter Luft zeigen sich durch vermehrte Atem- und erhöhte Pulsfrequenz; man hat gefunden:

	Respiration in der Minute	Puls in der Minute
Bei normalem Luftdrucke . . . . .	25	82
in 400 m Höhe = 460·2 mm Hg = 94·8 mm		
Partiärdruck = 12·5% Sauerstoff . . . .	41	141

Das geatmete Luftvolum nimmt aber keineswegs mit jedem Sinken des Luftdruckes sofort zu, weil wir bei gewöhnlichem Drucke nicht unerheblich mehr Luft atmen (Luxusatmung), als das Sauerstoffbedürfnis des Körpers erfordert (Mosso). Die Änderungen im Blutdruck sind unwesentlich. Durch die Steigerung der Atmung und Herzarbeit wird für Ruhende das Wohlbefinden nicht gestört, wenn die Druckänderungen langsam eintreten.

Sinkt der Luftdruck stärker, so entstehen etwa bei 328 mm Hg = 68 mm Partiärdruck (= ca. 9% Sauerstoff entsprechend) bedenkliche Symptome, Ohnmacht und Schwächegefühl, Atemnot, Schwindel, Übeligkeiten. Der Zuwachs der Atem- und Herzarbeit reicht nicht mehr aus, genügend Sauerstoff in den Körper zu pumpen, zumal das Hämoglobin bei derartig erniedrigtem Drucke sich nicht mehr mit Sauerstoff zu sättigen vermag. Schon von 540 mm Hg-Druck = 115·9 Partiärdruck (= 15·4% O) an ist die Sauerstoffbindung wesentlich kleiner als bei Normaldruck.

Die Grenze für das Leben liegt etwa bei 8600 m Höhe. Als Sivel, Crocè-Spinelli und Tissandier bei einer Luftschiffahrt diese Höhe erreicht hatten, starben die beiden ersteren. Diese Höhe entspricht einem Drucke von 251 mm Hg = 52 Partiärdruck (= 6·8% O). P. Bert hat in der pneumatischen Kammer bei 248 mm Hg = 49 mm Partiärdruck 20 Minuten ausgehalten. Aus allen Erfahrungen kann man schließen, daß bei Ruhenden eine wesentliche Störung des Wohlbefindens ausgeschlossen ist, wenn die in einer Ballonfahrt erreichte Seehöhe ca. 4500 m nicht überschreitet.

Die Schwankungen des Luftdruckes an einem Orte sind nicht sehr bedeutend; sie betragen in einem Monat in den Tropen nur wenige Millimeter Hg, bei uns 20—21 mm Hg-Druck.

Bei Tieren zeigt sich die Wasserdampfabgabe auch bei Verminderung des Luftdruckes auf 380 mm nur wenig vermehrt; vermutlich nehmen die geatmeten Luftvolumina gleichfalls dabei nur wenig zu (Notherwang).

Eine nicht unwesentliche Einwirkung hat der Luftdruck auf die Schnelligkeit der Wasserdampfung; je niedriger derselbe, um so rascher verdampft das Wasser. In hochgelegenen Orten wird also die Wasserabgabe von der Haut jederzeit erleichtert, ebenso jene durch die Lunge vermehrt sein, wenn lebhafter geatmet wird.

Der Wasserdampfgehalt nimmt mit der Höhe rascher ab als die Luftdichtigkeit, es gibt also wasserdampffreie Teile der Atmosphäre. Für die Einwirkung auf den Menschen ist das ohne Belang, da wir diese Zone absoluter Trockenheit auch mit dem steigkräftigsten Ballon nicht zu erreichen vermögen. (Siehe auch unter Bergkrankheit.)

### Die Luftverdichtung.

Während der Mensch häufig in die Lage kommt, sich wesentlichen Luftverdünnungen auszusetzen, gelangt er nur selten unter erhöhten Luftdruck. Die bei Befahren eines Bergwerkes erreichten Tiefen sind

bezüglich der Vermehrung des Luftdruckes ganz unwesentlich. Dagegen ist bei dem Arbeiten unter Wasser in Taucherglocken und Caissons, da etwa 32 Fuß Wassertiefe dem Drucke einer Atmosphäre entsprechen, häufiger Gelegenheit, die Einwirkung hohen Luftdruckes zu erfahren. Bei hohem Luftdrucke wird der Atemrhythmus verlangsamt und die Atmung zum Teile durch Kompression der Darmgase vertieft, die

Expiration verlängert. Die Pulszahl wird herabgesetzt, die Wasserabgabe erschwert, die Stimme klingt wegen der verminderten Schwingungsfähigkeit der Luft verändert. Von schädigenden Einflüssen werden Hämorrhagien, Schmerzen im Ohre, Anschwellung der Nasenschleimhaut und Muskelschmerzen angeben.

Die ersten Arbeiten in komprimierter Luft sind im Jahre 1839 durch Trieger ausgeführt worden, die Erfindung der Taucherrüstung rührt aus dem Jahre 1829 und wird M. Siebe zugeschrieben.

Fig. 7 stellt einen der zu Fundierungsarbeiten häufiger benutzten Apparat vor. Der Arbeiter tritt durch den Raum *E* in denselben und verläßt ihn bei *D*, bei *G* findet die Zuführung von Luft statt. Will der Arbeiter den Apparat betreten, so öffnet er einen Hahn, wodurch Luft entweicht und die innere Tür sich fest schließt. Herrscht innerhalb *E* derselbe Druck wie außen, so läßt sich die Tür bequem öffnen. Befindet sich der Arbeiter dann in *E*, so öffnet er einen Hahn in der inneren Tür, die wegen des starken Luftdruckes vorerst nicht geöffnet werden kann. Hat sich der Druck zwischen *E* und *F* aber abgeglichen, so hebt sich die Tür leicht in den Angeln. Die entsprechend in umgekehrter Reihenfolge angewandten Manipulationen öffnen den Ausweg.

Hoher als über 3—5 Atmosphären wird man wegen gewisser

schädlicher Nebenwirkungen des O und wegen der Gefahren beim Verlassen des Apparats bei künstlicher Druckerhöhung nicht wohl gehen (P. Bert). Todesfälle sind nicht so sehr selten; eine englische Gesellschaft verlor in einem Jahre von 24 Arbeitern 10, in Toulon kamen 1879 vom 22. August bis 13. September unter einer Mannschaft von 115 bei den Arbeiten in komprimierter Luft 43 Unglücksfälle vor.

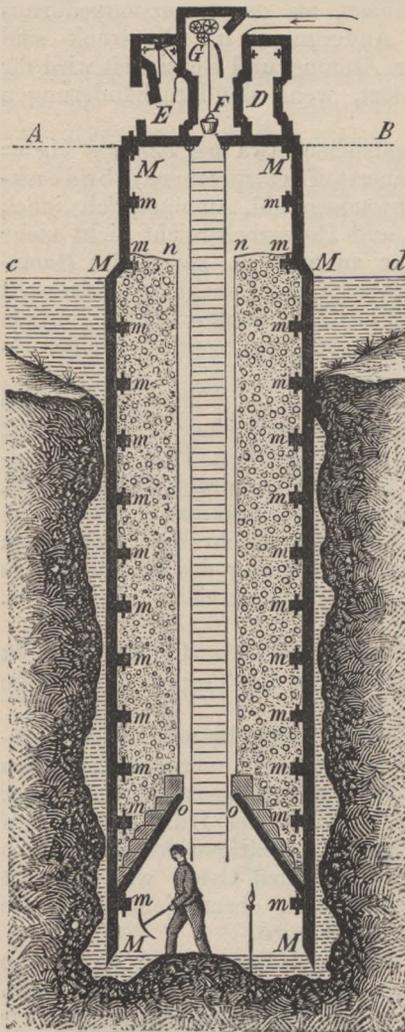


Fig. 7.

Unter hohem Drucke wird in allen Säften und Organen mehr O und N absorbiert und diese absorbierten Gase treten bei plötzlicher Druckverminderung noch innerhalb der Gefäße in Bläschenform auf und können durch Verstopfung wichtiger Zweige des Gefäßsystems den Tod herbeiführen. Es ist daher durch geeignete Vorsichtsmaßregeln stets eine langsame Druckänderung herbeizuführen. Der Kohlensäuregehalt des Blutes ändert sich unter hohem Drucke nicht, weil ja in der Atmosphäre sich nur Spuren von  $\text{CO}_2$  finden, somit dem Entweichen der Kohlensäure aus dem Blute kein Hindernis entgegensteht.

Bei sehr hohem Luftdrucke (15 Atmosphären), wie er allerdings auf Menschen nie einzuwirken pflegt, gehen Tiere an einer giftigen Wirkung des Sauerstoffes zu Grunde.

Literatur: Bert Paul, La pression barométrique, 1878.

### Ermittlung des Luftdruckes.

Zum Messen des Luftdruckes dient das Barometer. Das gebräuchlichste Instrument ist jenes von Fortin; dasselbe besteht aus einer Torricellischen Röhre, deren unteres Ende in ein Quecksilbergefäß taucht (Gefäßbarometer).

Zum Schutze gegen Beschädigung steckt das Barometerrohr und das Quecksilbergefäß in einer Metallhülse, die gewöhnlich ein Thermometer trägt und an jener Stelle, wo der Barometerstand abgelesen wird, durchbrochen ist. Die genau geteilte Skala ist an der Seite der Röhre angebracht und ihr Anfangsnulppunkt muß die Oberfläche *ab* (Fig. 8) des Quecksilbers im unteren Gefäße berühren, weil von dieser Oberfläche die Höhe der Quecksilbersäule gemessen wird. Allein diese Oberfläche senkt sich, wenn der Luftdruck starker wird, und steigt, sobald er abnimmt. Damit man trotzdem die Höhe genau finden kann, ist in dem Gefäße eine feine Spitze angebracht, welche immer die Oberfläche des Quecksilbers zu berühren hat, ehe man die Höhe desselben in der Röhre mißt. Um die Berührung zu bewerkstelligen, hat das Gefäß einen elastischen Boden, welcher durch eine Schraube *c* erhöht oder erniedrigt werden kann und zugleich zum Verschließen des unteren Endes der Röhre dient, wenn man das Barometer transportieren will. Damit beim Ablesen des Barometerstandes das Auge sich in gleicher horizontaler Ebene mit dem Gipfel der Quecksilberfläche befindet, ist am Nonius (unter Nonius versteht man eine Hilfsskala, welche durch die Einteilung einer Linie von 9 mm Länge in 10 Teile es ermöglicht,  $\frac{1}{10}$  mm abzulesen) ein kleines, halbkreisförmiges Röhrchen befestigt, welches unten zwei parallele Fäden trägt, die mit dem Nullpunkte des Nonius in einer horizontalen Ebene liegen. Diese Fäden verschiebt man nebst dem Nonius so lange, bis sie und der Gipfel des Quecksilbers sich decken, dann ist auch das Auge in gleicher Höhe mit der Quecksilberkuppe.

Bei einer genauen Bestimmung des Barometerstandes muß die Temperaturveränderung, ferner die Ausdehnung der metallenen Skala durch die Wärme mit in Rechnung gebracht werden. Hierüber geben die Lehrbücher der Physik den nötigen Aufschluß.

Das Heberbarometer, in Fig. 9 schematisch dargestellt, besteht aus einer Glasröhre mit zwei parallelen Schenkeln. Beide Schenkel müssen vollkommen gleich weit sein, soweit sich die Veränderungen in den Quecksilberstand erstrecken; der untere Teil dagegen kann eine beliebige Weite haben. Der Niveauunterschied des Quecksilbers in dem verschlossenen längeren und dem offenen kürzeren Schenkel gibt den Druck der Luft an. Um ihn zu finden, ist entweder die Skala *ab* oben mit dem Nonius versehen und die Barometeröhre läßt sich durch die Schraube *g* um so viel erhöhen, daß der Anfangspunkt *a* der Skala stets mit der Quecksilberfläche *c* in dem kürzeren Schenkel zusammenfällt, oder das Glas enthält selbst die Einteilung. In letzterem Falle wird nur die Höhe irgend eines Punktes *f* und *d* genau gemessen und die Einteilung von *f* und *d* abwärts in Millimetern aufgetragen. Dieses Barometer ist transportabel, wenn es bei 0 einen eisernen Hahn hat, durch welchen man das beim Schiefhalten in den langen Schenkel zurückgetretene Quecksilber abschließen kann; das in dem kurzen Schenkel zurückbleibende Quecksilber wird durch ein mit Baumwolle umgebenes Fischbeinstäbchen abgeschlossen. Damit das Quecksilber, wenn es sich durch die Wärme ausdehnt, die

Röhre nicht sprengt, sind beide Schenkel da, wo der Hahn sich befindet, durch eine eiserne Röhre verbunden, deren Fütterung elastisch ist.

Die Metallbarometer (Aneroide) gründen sich darauf, daß eine dünne biegsame Röhre, die ein wenig plattgedrückt und in einer Ebene, senkrecht zur plattgedrückten Seite, aufgerollt ist, bei jedem von innen erfolgenden Drucke gerade zu werden

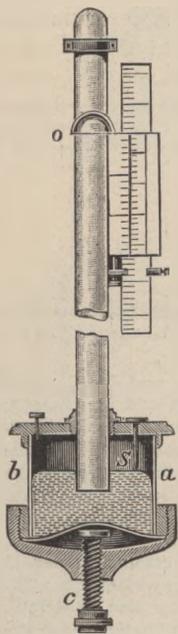


Fig. 8.

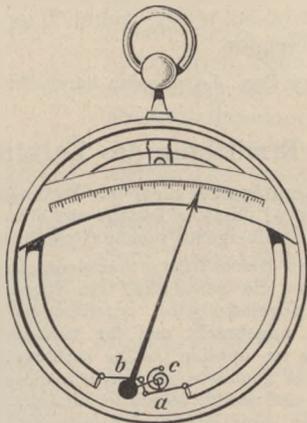


Fig. 10.

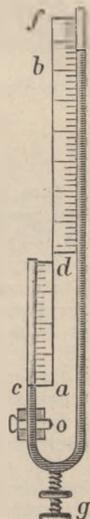


Fig. 9.

strebt, und wenn der Druck von außen zunimmt, sich stärker krümmt. Bei diesem Barometer ist die Röhre luftleer und in der Mitte festgemacht. Die Bewegung ihrer Enden wird, wie die Fig. 10 zeigt, einer Nadel mitgeteilt, welche den entsprechenden Barometerstand auf einem Kreisbogen anzeigt. Um die Bewegung der Nadel hervorbringen, sind an der Röhre zwei Drähte *a* und *b* und ein kleiner Hebel befestigt, der auf der Nadel senkrecht steht. Der letztere wird durch die Spiralfeder zurückgeführt, wenn der Luftdruck zunimmt. In ähnlicher Weise ist das Aneroidbarometer von Vidi konstruiert, welches der Hauptsache nach aus einem zylindrischen luftleeren Gefaße von Metall besteht, dessen Boden von starkem und dessen Deckel von dünnem, durch kreisförmige Biegungen sehr elastischem Bleche hergestellt ist. Für die meisten Beobachtungen reicht das Aneroidbarometer aus.

## Drittes Kapitel.

## Verunreinigungen der Luft.

## Gase und Dämpfe.

Die reinste Luft findet sich in bedeutenden Höhen; die unteren Schichten sind einer mehr oder minder intensiven Verunreinigung ausgesetzt. (Tellurisch-modifizierte Atmosphäre.)

Die Verunreinigungen sind Gase, Dämpfe einerseits und Staub andererseits.

Verunreinigungen der Atmosphäre sind Stoffe, die sich bei normaler Zusammensetzung derselben überhaupt nicht finden, oder größere Mengen solcher, die bei normaler Zusammensetzung nur in geringen Quantitäten vorzukommen pflegen. Es lassen sich, wie schon aus den bei Kohlensäure besprochenen Verhältnissen hervorgeht, gasförmige Verunreinigungen in der Luft aus dem Freien nachweisen; in der Luft über Sümpfen Sumpfgas, aber auch sonst vorkommend oder Schwefelwasserstoff, oder in der Nähe von Fabriken mit großen Heizanlagen Rauch und Rauchbestandteile, Salzsäure, Schwefelsäure und schweflige Säure; in kleineren Mengen finden sie sich auch in der Stadtluft. Im allgemeinen kommt es nur bei stagnierender Luft und im geschlossenen Raume zu bedeutenderen, auch wohl gesundheitsschädlichen Anhäufungen.

Die näheren Angaben hierüber werden in der Gewerbehygiene ihren Platz finden und sei hier nur die wesentlichste Aufzählung der in Betracht kommenden Gase gegeben.

Es finden sich als gasförmige Verunreinigungen im Gewerbebetriebe indifferente Körper, welche nur durch Verdünnung des Sauerstoffes der Luft Bedeutung haben, wie Wasserstoff und Grubengas in den Bergwerken; ferner irrespirable Gase, wie schweflige Säure, salpetrige Säure, Salpetersäure, Ammoniak, Chlorgas, endlich giftige Gase, wie Kohlenoxyd, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, selten Arsen- und Phosphorwasserstoff, Jod- und Bromdämpfe und Kohlensäure.

Weit ausgebreitet in der Atmosphäre findet man häufig den Rauch. Moorrauch trifft man in den Monaten April und Mai vielfach in Westfalen, Hannover, Hessen, Sachsen, Braunschweig, Oldenburg, Anhalt, Thüringen. Der Torf wird verbrannt, um mit dessen Asche zu düngen. Im Jahre 1892 herrschte Nebel in ganz Nordamerika infolge eines Waldbrandes, der Regen war schwarz wie Tinte.

Mit Ausdehnung der Großstädte und der steinkohlenkonsumierenden Industrien breitet sich die Rauchkalamität auch in Deutschland immer mehr aus.

Smith fand in London

in der Luft der größeren Parks	0·301 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	CO <sub>2</sub>
in den Straßen	0·475 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	"
bei Nebel	0·72 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	"

4\*

Der Rauch besteht: 1. aus Rußpartikelchen, 2. aus Flugasche, 3. aus Dämpfen, 4. aus Gasen der Verbrennung. Russel gibt als Zusammensetzung des „Rußes“, wie er in London fällt, folgendes in Prozenten an:

Kohle . . . . .	39·0
Kohlenwasserstoff } . . . . .	14·3
organische Basen }	
Schwefelsäure . . . . .	4·3
Salzsäure . . . . .	1·4
Ammoniak . . . . .	1·4
Eisen, Metall, } . . . . .	33·8
Mineralisches }	
Unbekanntes . . . . .	5·8

Es finden sich im ablagernden Ruß Phenol und Pyridinbasen, beides Pflanzengifte. Ruß ist also kein indifferenten Staub, sondern ein schädlicher.

Auf 1000 Volumen  $\text{CO}_2$  finden sich bisweilen in den Rauchgasen bis 1493 Volumen Kohlenoxyd. Man findet kleine Mengen von letzterem immer in der Stadtluft.

Der Nebel der rauchgeschwängerten Luft Manchesters enthielt 3·72 mg schweflige Säure in 1  $\text{m}^3$ ; bei klarem Wetter waren 0·77 mg vorhanden. Der fallende Staub schloß 6—9% freie Schwefelsäure und 5—7% Salzsäure ein; auf die Fläche einer englischen Quadratmeile trafen in drei Tagen 660 kg Ruß, 50 kg Schwefelsäure und 25 kg Salzsäure (Chemikerzeitung, Bd. XVI). Der Rauch wird zur Ursache der Nebelbildung, vermindert die klaren Tage und den Sonnenschein. Die Säuren wirken schädlich auf das Pflanzenwachstum und erreichen unter Umständen einen solchen Konzentrationsgrad, daß Gesunde, besonders aber schwächliche und kranke Personen benachteiligt werden können.

Die Luft enthält in der Regel auch Substanzen — größtenteils Dämpfe — welche ihr einen bestimmten Geruch verleihen, der allerdings bei längerer Einwirkung oft nicht mehr empfunden wird. Nur eine relativ kleine Anzahl solcher Gerüche können wir unterscheiden und näher bezeichnen. Diese riechenden Stoffe sind zum Teile von mächtiger Wirkung auf das Zentralnervensystem. Bekannt ist die angenehme Anregung, welche der harzartige Geruch der Waldesluft uns verschafft; gewissermaßen wie ein Genußmittel lockt er zu tiefen Atemzügen und nicht zum geringsten Teile ist er es, welcher der Waldesluft auch den Ruf einer besonders gesundheitsfördernden Luft gebracht hat. In eigentümlicher Weise wirkt auf uns der Duft gewisser Blumen belebend und anregend.

Aber auch mit gegenteiligen Eigenschaften kann die Luft behaftet sein. Manche Gerüche erzeugen in uns das intensivste Ekelgefühl, wirken appetitstörend und selbst brechenenerregend. Fäulnisgase, Kloakengase, die durch den Aufenthalt von Menschen verdorbene Luft, die Gerüche mancher Gewerbebetriebe (Abdeckereien, Seifenfabriken u. dgl.) gehören hiezu.

Die Empfindlichkeit für solche oder überhaupt für Gerüche ist bei den verschiedenen Personen recht verschieden und allmählich an man-

cherlei Gerüche eine Akkommodation möglich. Die durch den Geruch wahrgenommenen Substanzen sind minimale; 1 m<sup>3</sup> Luft riecht noch nach Rosenöl, wenn  $\frac{1}{2000}$  mg Öl vorhanden ist und von Mercaptan nimmt man  $\frac{1}{460000000}$  mg wahr.

Ob außer den mannigfachen, vorzüglich psychischen Einflüssen, welche durch Gerüche erregt werden können, noch andere Wirkungen im Körper selbst sich geltend machen, ist unbekannt, kann aber trotz der geringen stofflichen Menge, welche dabei tätig ist, keineswegs verneint werden.

Literatur: Lehmann K. B., Archiv für Hygiene, Bd. V, Bd. XIV. — am Ende, Die Abwehr von Rauch und Ruß, hauptsächlich in den Bezirken der Kurorte, 1902. — Wislicenus, Über eine Waldluftuntersuchung in den sächsischen Staatsrevieren und die Rauchgefahr im allgemeinen, 1901.

### Untersuchung der Luft auf Gase.

Für mancherlei Fragen kann man die exakte Gasanalyse nicht entbehren. Zu deren Ausführung bedarf es komplizierter Apparate und großer Gewandtheit. Es kann hier nicht näher auf diese Methoden eingegangen werden und muß auf die näheren Angaben in Bunsens „Anleitung zur Gasanalyse“ und Hempels Gasanalyse verwiesen werden.

Besonders die Hempelschen Apparate eignen sich vorzüglich für den Gebrauch im hygienischen Laboratorium.

In den meisten Fällen kann man aber einfacherer Untersuchungsmethoden, welche namentlich die Anwendung des Quecksilbers als Sperrflüssigkeit vermeiden, und leicht transportabler Apparate sich bedienen.

Buntes Gasbürette entspricht nach verschiedensten Richtungen hin den zu stellenden Anforderungen. Sie besteht (Fig. 11) aus zwei geteilten Röhren, welche oben durch einen doppeldurchbohrten Hahn, unten durch einen einfachen Glashahn zu schließen sind. Zwischen beiden Hähnen besitzt jede Meßröhre noch einen Glasmantel, welcher Wasser enthält und die Röhre von kleinen Temperaturschwankungen der Luft unabhängig machen soll. Für viele Untersuchungen ist nur eine Röhre nötig. Man denke sich in Fig. 11 die beiden bei *v* getrennt. Der obere Hahn *a* kann die Röhre mit einem Schlauche, der zur Zuleitung des zu untersuchenden Gases dient, in Verbindung setzen, die zweite Bohrung aber führt nach dem kleinen Gefäßchen *t*, das eine bestimmte Marke trägt.

Um die Bürette mit Gas zu füllen, stellt man den Hahn *a* so, daß die axiale Bohrung mit dem Meßraume *A* kommuniziert, und gießt Wasser in den Trichteraufsatz *t* bis zur Marke und saugt mit einem Kautschukballon längere Zeit Gas durch den Apparat. Der Schlauch wird abgenommen und durch ein kurzes Stück Schlauch mit Glasstopfen der Hahn *a* an dieser Stelle geschlossen.

Zur Messung des Gases schiebt man den Kautschukschlauch *l* über die Spitze bei *b* und läßt nun Wasser aus dem Standgefäße *F* bei geöffnetem Hahn *a* zufließen, bis der 0-Punkt erreicht ist. Das überschüssige Gas entweicht durch den Trichter *t*. Nun befinden sich gerade 100 cm<sup>3</sup> von der Temperatur der Gasteile und unter einem Drucke, der um den Widerstand des Wassers in *t* größer ist als der herrschende Barometerdruck in der Röhre. Hahn *a* und *b* werden geschlossen. Da die Gasanalyse rasch vollendet ist, so hat man Barometerdruckänderungen und Temperaturänderungen nicht zu befürchten und bedarf keiner Berechnung von Temperatur und Druck. — Die einzelnen Gase werden durch Absorption bestimmt. Die Absorptionsmittel werden in einer äußerst einfachen Weise in die Meßröhre gebracht, indem man einen Teil des Wassers aus der Röhre saugt und dann aus einem kleinen Porzellanschälchen die Absorptionsflüssigkeit einsaugen läßt, sodann wird kräftig geschüttelt.

Zur Bestimmung der Kohlensäure verwendet man Kalilauge; sodann kann man den Sauerstoff durch Einführen von Pyrogallussäurelösung, nachdem man einen Teil der Kalilauge abgesogen hat, bestimmen.

Durch die Absorptionsanalyse kann ferner bestimmt werden: schweflige Säure durch Jodlösung, Kohlenoxyd durch Kupferchlorür, Chlor durch Kupferchlorür, Stickoxyd mit schwefelsaurem Eisenoxydul.

Durch eine Modifikation des Apparats, welche Fig. 11 gleichfalls darstellt, ist es auch möglich, den Wasserstoffgehalt einer Luft am besten nach der Absorption von  $\text{CO}_2$ , O und CO zu bestimmen. Das zu untersuchende Gas wird, nachdem es gemessen ist, mit einer gleichfalls gemessenen Quantität atmosphärischer Luft gemischt. Dann wird Bürette A mit Bürette B durch ein an die beiden Hähne a anschließendes Röhrchen, das im Innern ein kleines Stück Palladiumdraht *v* trägt, verbunden. B ist mit Wasser gefüllt. Man läßt nun, nachdem *v* durch einen kleinen Bunsenbrenner erwärmt ist — um ungleiche Erwärmung zu verhüten, wird *v* mit einem Drahtnetze umwickelt — durch Verbinden von *l* mit der Spitze *b* Wasser in A treten und im selben Tempo Wasser aus B bei *b* ausfließen; die Gase gehen über den erhitzten Palladiumdraht nach B und von da nochmals durch Austreiben aus B nach A zurück. Man schließt den Hahn *a* nach *v* zu, läßt erkalten und stellt den Arbeitsdruck wieder her und liest ab. Es wird je nach dem Wasserstoffgehalte verschieden eine Verminderung des Volums eingetreten sein. Die abgelesene Kontraktion mit  $\frac{2}{3}$  multipliziert, gibt den Wasserstoffgehalt, da ja 2 Volumen Wasserstoff mit 1 Volum Sauerstoff zu Wasser zusammengetreten sind.

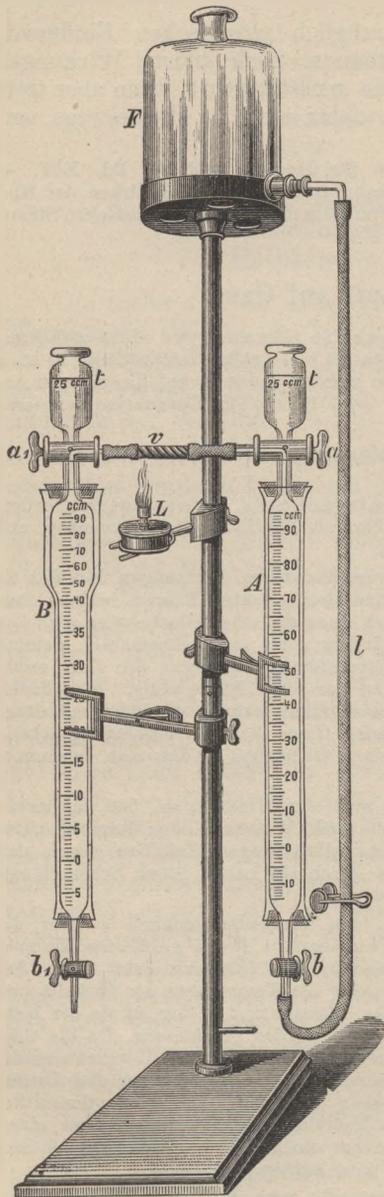


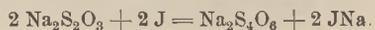
Fig. 11.

Bei der Absorption  $\text{SO}_2$  in Jodlösung wird ein Teil des Jods in Jodwasserstoff verwandelt.



Soll der Wasserdampfgehalt eines Gasgemenges näher bestimmt werden, so geschieht diese am besten so, daß man gemessene Quantitäten Luft im langsamen Strome durch Kölbchen leitet, welche mit Bimssteinstücken und konzentrierter Schwefelsäure gefüllt sind. Die Kölbchen besitzen ein eingeschmolzenes Rohr, das bis nahe auf den Boden reicht, als Zuleitung für die Luft und an dem Halse des Kölbchens ein rechteckig gebogenes Röhrchen eingeschliften als Stopfen. Die Bimssteinstücke werden erst stark in einem hessischen Tiegel erwärmt, dann heiß in konzentrierte Schwefelsäure geworfen. Sie saugen sich beim Abkühlen durch ihre ganze Masse hindurch mit Schwefelsäure voll. Man gießt die Masse auf einen Trichter, läßt die Hauptmasse der Schwefelsäure rasch abtraufeln und füllt in das Kölbchen ein. Zur Kontrolle werden zwei Kölbchen hintereinander geschaltet, das zweite Kölbchen darf keinen Gewichtszuwachs bei dem Durchleiten von Luft erfahren.

Zum Nachweise der schwefligen Säure leitet man eine gemessene Quantität Luft durch eine Jodlösung, welche etwa 12,25 g Jod im Liter enthält. Das Jod wird durch Natriumhyposulfit titriert, von welchem 24,8 g zu 1 l gelöst werden; als Indikator dient Stärkekleister, dessen blaue Farbe verschwindet, sobald alles Jod in  $\text{JNa}$  übergeführt ist.



Schwefelwasserstoffgehalt der Luft ist durch den Geruch oder die rasche Schwarzfärbung eines mit Bleizucker getränkten Filtrierpapierstreifens erkennbar, oder mittels Nitroprussidnatrium in schwach alkalischer Lösung, wobei Rotfärbung eintritt. Quantitativ läßt er sich wie die schweflige Säure mit Natriumhyposulfit bestimmen, da



also auch Jod in Jodwasserstoff umgewandelt wird.

Chlor- und Bromdämpfe treiben aus einer (10%) Jodkaliumlösung Jod aus; das in analoger Weise wie oben zu titrieren ist. Über salpetrige Säure und Salpetersäure wie Ammoniak siehe unter Wasser. Über den Nachweis kleiner Mengen von Kohlenoxyd siehe unter Beleuchtung.

### Luftstaub.

Während verunreinigende Gase nur unter vereinzelt, lokalen Verhältnissen in bedeutender Menge in der Luft aufgefunden werden, finden sich Staubteilchen in der Luft fast überall. Die Anwesenheit der in der Luft suspendierten Körperchen ist jedermann durch jene glänzenden Partikelchen, die man beim Einfallen eines Bündels Sonnenstrahlen in einem dunklen Raume wahrnimmt und deshalb Sonnenstaubchen nennt, bekannt. Experimente, bei welchen verschiedene, auch Luftschichten, die man in erheblicher Höhe über dem Erdboden geschöpft hatte, durch elektrisches Licht beleuchtet wurden, haben die beinahe absolute Allgemeinheit der Verbreitung des Staubes in der Luft dargelegt (Tyndall). Über die Verbreitung von Luftstaub kann man sich eine Vorstellung machen, wenn man erwägt, daß es fast unmöglich ist, bei spektralanalytischen Beobachtungen die gelbe Linie des Natriums nicht zu sehen, d. h. eine Luft vor sich zu haben, die frei von natriumhaltigem Staub ist.

Die Staubteilchen setzen sich bei Ruhe der Luft größtenteils ab. Die feinsten Teilchen jedoch scheinen der Schwere fast nicht mehr unterworfen zu sein, weil ihre Oberfläche im Verhältnisse zu ihrer Masse unendlich groß ist und außerdem auch noch eine verhältnismäßig sehr bedeutende Luftschicht festhält. Ihr spezifisches Gewicht wird also außerordentlich vermindert, die Reibung der Luft nahezu unüberwindlich. Die minimalste Luftbewegung reicht hin, sie am Falle zu hindern (Nägeli).

Die stärkeren Luftströmungen vermögen auch größere Partikelchen zu tragen und weit mit sich fortzureißen. So z. B. fällt, wie beobachtet wird, auf die Gestade Portugals und Nordwestafrikas nicht selten ein Staubregen, der Reste von Algen oder Infusorien enthält, die teils lebend, teils fossil nur in den Steppen von Südamerika gefunden werden.

Freilich bestätigt sich, daß die Luftschichten, je näher sie den stauberzeugenden Flächen liegen, desto mehr Gelegenheit finden, Staub aufzunehmen.

Auf den in die Luft gelangten Staub wirken Umstände, die seine Ausscheidung aus der Atmosphäre und sein Ablagern auf die Erdoberfläche veranlassen. Je weniger bewegt die Luft ist, desto mehr setzen sich zuerst die gröberen, dann die feineren Teilchen zu Boden. Räume, in denen die Luft sehr ruhig bleibt oder ihre Geschwindigkeit verlangsamt ist, wie in unseren Wohnräumen, befördern ganz besonders das Ablagern von Staub und sind deshalb als Staubfänger anzusehen. Regen, Schnee und Tau schlagen den Luftstaub nieder und reinigen so die Luft.

Aitken fand, daß 1  $cm^3$  atmosphärischer Luft nach einem ergiebigen Regen noch im Mittel 3200 Staubteilchen enthält, bei klarem Wetter

hingegen deren 130.000 zählt. Aus der Mitte eines Zimmers entnommene Luft wies 1,860.000, und aus der Deckenhöhe herrührende Luft 5,420.000 Staubteilchen per 1  $cm^3$  auf.

	Staubteilchen in 1 $cm^3$
Aitken fand auf dem Lande bei klarer Luft . . .	500
bei dicker „ . . .	5000
in Edinburg bei klarer „ . . .	5000
bei trüber „ . . .	45.000
In einem Sitzungssaale vor der Sitzung	
nahe dem Boden . . .	175.000
an der Decke . . .	300.000
nach der Sitzung in der Nähe des Bodens . . .	400.000
an der Decke . . .	350.000

Die Qualität und Zusammensetzung des Staubes hängt zunächst von den ursprünglichen Flächen ab, von denen er stammt. Die fortwährenden Veränderungen auf unserer Erde liefern den verschiedenartigsten Detritus, und deshalb finden wir im Luftstaub Partikelchen von der variabelsten chemischen und physikalischen Zusammensetzung. Sehr häufig wird Kochsalz gefunden, das offenbar mit dem Wasserstaube von der Meeresfläche emporgerissen und mit den Seewinden dem Kontinent zugetragen wird. Der Straßenstaub besteht aus mehr oder weniger großen Körnchen und Splitterchen jener Gesteinsarten, aus denen das Pflaster, die Mauern, die Dächer bestehen, aus Sand, trockenem Pferdemist oder sonstigem Unrat. Man findet weiter in ihm Kohlteilchen, dem Ruße der Feuerungen entstammend, Haare, Woll- und Baumwollfasern, zumeist durch Abnützung der Kleider entstanden, Stärkezellen, Eisenteilchen etc. in großer Fülle. Aber auch die seltensten und wertvollsten Stoffe trifft man im Straßenstaube der Städte an, selbst Gold und Silber. (Münzen verlieren nach zehnjährigem Umlauf bis 2% an Metallwert.) Die Pflanzenwelt liefert Staub, welcher Samen, Sporen, Keime und Pollen oder Pflanzendetritus und Zerfallprodukte enthält. Das Tierreich gibt Staub, der aus Epithel, Eiterzellen, eingetrockneten Sekreten und Exkreten, Partikelchen unveränderter, verwesender oder verwester Körpergewebe u. s. w. besteht.

Welche Menge von Staub in der Luft enthalten ist, suchten mehrere Forscher auf verschiedene Weise zu bestimmen. Tissandier leitete die zu untersuchende Luft durch eine U-förmige Röhre, in welcher sich destilliertes Wasser befand, trocknete letzteres ein und brachte das gefundene Gewicht als atmosphärischen Staub in Rechnung. Er fand in Paris in 1  $m^3$  Luft 6—23  $mg$  Staub; die erstere Menge bei regnerischem Wetter, die letztere an trockenen Tagen. Bei den im Jahre 1875 auf dem Lande ausgeführten Untersuchungen fand er bei feuchter Witterung bloß 0·25  $mg$  Staub, bei trockenem Wetter 3—4·5  $mg$ . Tissandier hat den mit diesen Methoden erhaltenen Staub auch chemisch geprüft und gefunden, daß er 25—34% verbrennbarer — organischer — Bestandteile enthält. Tischborn fand, daß der in einer Höhe von 43  $m$  gesammelte Staub 29·7%, der in den Straßen gesammelte aber 45·2% verbrennbarer Bestandteile enthält. Nach Fodor betrug der atmosphärische Staub in Budapest durchschnittlich in 1  $m^3$  Luft 0·4  $mg$ , in der Höhe von 5  $m$  über dem Straßenniveau gemessen. Die geringsten Staubmengen fanden sich im Winter, dann im Frühjahr; die größten im Sommer und Herbst.

Die Menge des Rußes in der Stadtluft hat Verfasser zu  $0.15 \text{ mg}$  per  $1 \text{ m}^3$  gefunden. Die Bedeutung der staubförmigen Elemente der Luft hängt zunächst von der jeweiligen Natur der Staubpartikelchen und der Dauer der Einwirkung des Staubes ab. Vorübergehende Einwirkungen chemisch indifferenten Staubes, wie es wenigstens seiner Hauptsache nach der Luftstaub ist, werden meist ohne Nachteil vertragen; wir besitzen gegen diese unvermeidlichen Ingesta eine gewisse Widerstandskraft.

Die chronische Inhalation hat dagegen andere Folgen. Sie bedingt vor allem Reizung der Respirationsorgane, Katarrhe, Husten. Es kommen bei Leuten, welche durch ihren Beruf in staubiger Luft leben, Emphyseme zur Ausbildung, welche die Erwerbsfähigkeit herabsetzen. Die mikroskopische Beschaffenheit des gewerblichen Staubes ist verschieden (Fig. 12 a, 12 b), so daß ihre verschieden schädliche Wirkung sich oft schon aus dieser Natur des Staubes erklärt.

Bei „Staubarbeitern“ findet sich ungemein häufig Tuberkulose. Man muß annehmen, daß die bestandige Reizung der Schleimhäute der Respirationswege eine für das Eindringen der Tuberkelbazillen günstige Disposition schafft.

Die dauernde Einwirkung eines chemisch indifferenten Staubes kann eine Reihe von gewerblichen Vergiftungen erzeugen; so kommen vor Blei-, Quecksilber-, Arsen-, Nikotin- und Anilinvergiftungen. Aber auch durch die physikalischen Eigenschaften des Staubes treten Erkrankungen die sogenannten Staubinhalationskrankheiten, Anthrakosis, Siderosis, Chalikosis auf. (Näheres siehe unter Gewerbehygiene.)

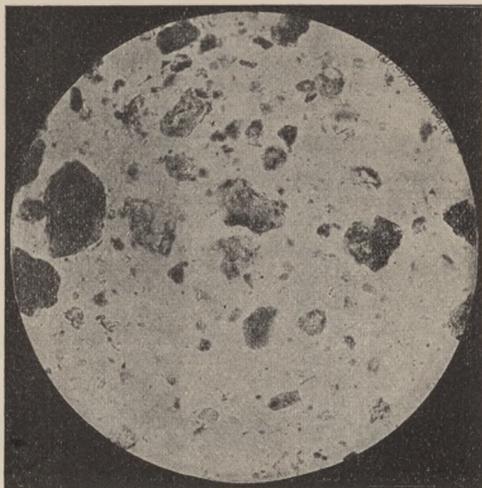


Fig. 12 a.  
Sandsteinstaub.

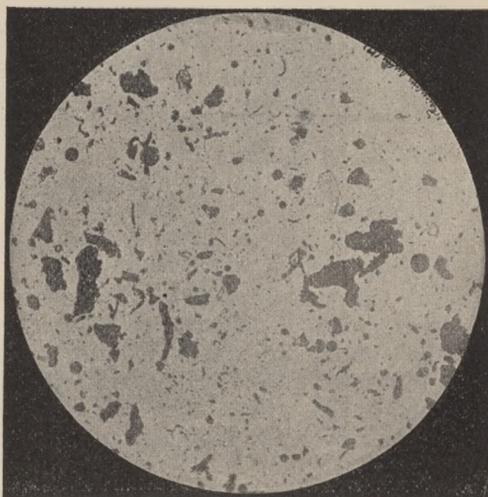


Fig. 12 b.  
Stahlstaub.

Literatur: Fodor, Luft, Boden, Wasser. Braunschweig, 1877. — Tissandier, Les poussières de l'air, 1887.

### Zählung der Staubteilchen.

Man kann die in der Luft vorhandenen Staubteilchen mittels des Apparats von Aitken zählen (siehe Fig. 13).

In einem flachen Zylinder, der ein mit Wasser befeuchtetes Fließpapier enthält, kann man durch Watte staubfrei filtrierte Luft mittels einer am Apparat (links) angebrachten Luftpumpe einführen. Dann läßt man in den mit Wasserdampf gesättigten Raum durch einen der Hähne (in der Figur rechts) eine gemessene Quantität Untersuchungsluft einströmen, verdünnt die Luft durch einen kurzen Zug an der Pumpe. Es entstehen so viele Tröpfchen, als Staubteilchen vorhanden waren, und legen sich auf eine quadrierte Glasplatte. Man zählt sie mittels der auf dem Apparat befindlichen Lupe. Störend wirken Dämpfe teeriger Substanzen, die gleichfalls „Tröpfchen“ erzeugen, z. B. der Tabakrauch, der eigentlich nur aus solchen Destillationsprodukten besteht.

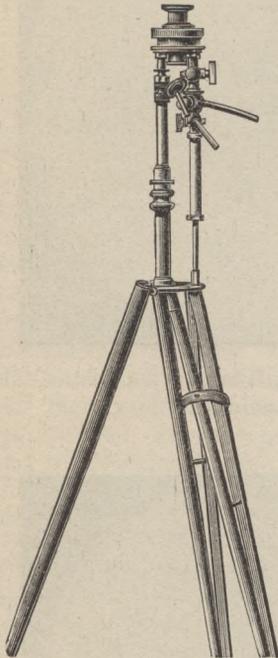


Fig. 13.

### Luftkeime.\*)

Die organischen Bestandteile des Luftstaubes bestehen zum Teile aus niederen tierischen und pflanzlichen Organismen, und Ehrenberg, der sich schon im Jahre 1830 mit der Untersuchung der im Staube enthaltenen organisierten Formen beschäftigte, konnte die weite Verbreitung von Organismen aller Art in demselben dartun, da im Berliner Staube zeitweilig Formen auftraten, welche der Fauna und Flora Afrikas zugehörten.

Die alleinige morphologische Beschreibung dieser im Staube wahrnehmbaren Elemente hat zwar auch hygienische Bedeutung, sofern sie uns die Weiterverbreitung der Keime dartut; dagegen interessiert in erster Linie, ob sich noch entwicklungsfähige Keime finden, wie groß deren Zahl ist und welcher Art sie sind.

Daß eine große Zahl sich finden müsse und daß dieselben allorts verbreitet sind, folgert aus zahlreichen Tatsachen. So wissen wir namentlich durch die behufs Widerlegung der *Generatio aequivoca* angestellten Versuche, daß durch gewisse Organismen, die sich überall in der Luft finden, eine Reihe bekannter Gärungserscheinungen eingeleitet werden, wie: Die Harnzersetzung, die Milchsäurebildung aus Milchzucker, die Fäulnis des Eiweißes und die Zuckergärung u. s. w. Nachdem der Beweis erbracht ist, daß bei vielen Volkskrankheiten die Krankheitserreger in Organismen zu suchen sind, gewinnt alles, was die Erkenntnis dieser zu erweitern im stande ist, erhöhten Wert.

\*) Bezüglich der Morphologie und Biologie der Luftkeime muß auf den elften Abschnitt verwiesen werden.

Die Gärungs- wie Krankheitserreger gehören dem Protozoenreiche sowie den Schimmel-, Sproß- oder Spaltpilzen zu, von denen die letzteren wieder als Mikrokokken, Spirillen, Bazillen unterschieden werden u. s. w.

Im allgemeinen verhält sich das Vorkommen von Mikroorganismen wie die Verbreitungsweise des Staubes überhaupt; sie entstammen der Oberfläche der Erde oder den Menschen und finden in der Luft kaum Bedingungen zur Weiterentwicklung oder Vermehrung. Die Zahl der lebensfähigen Keime in der Luft ist wechselnd und namentlich hat auf dieselbe Einfluß: 1. die Luftbewegung und deren Intensität, weil durch dieselbe der Transport der Keime stattfindet; 2. der Grad der Trockenheit, insofern dadurch das Zerstäuben ermöglicht wird; 3. die Temperatur, weil von dieser das Wachstum und die Vermehrung der Keime auf dem Boden u. s. w. bestimmt wird; 4. die Nähe von Wuchsstätten der Mikroorganismen.

Zahl der Bakterien per Kubikmeter:

		1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	Mittel	
Montsouris ..		320	440	330	450	350	248	242	170	180	205	300	
Paris .....		3444	2345	1877	5930	3147	3581	7720	9457	7567	9375	5445	
	Dez.	Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	
Montsouris.	155	185	160	195	305	310	355	535	555	409	240	190	
Paris ..	3816	3074	3648	4116	4458	5874	6741	8006	8256	7475	5245	4639	
J a h r e s m i t t e l:									Bakt.	Schimmelp.			
									Montsouris .. . . . . .	300	205		
									Paris .. . . . . .	5445	1680		

Es wird angegeben, daß ein täglicher Zyklus des Keimgehaltes der Luft bestehe; am zahlreichsten sollen sich Mikroorganismen in den ersten Stunden des Morgens und dann den ersten Stunden des Abends finden (Miquel, Freudenreich); ferner finden sich verschiedene Mengen in verschiedenen Monaten und Jahreszeiten, wie vorstehende Tabelle zeigt, am wenigsten im Winter, am meisten im Herbste. Die atmosphärischen Niederschläge vermindern den Keimgehalt der Luft. In den Städten enthält die Luft mehr Keime (einige Tausend in 1 m<sup>3</sup>) als auf dem Lande (wenige Hundert in 1 m<sup>3</sup>); die Festlandluft mehr als die Luft der See (Fischer), die sogar — bei günstiger Windrichtung — gelegentlich nahezu keimfrei sein kann.

Je mehr man sich von den Stätten menschlicher Kultur, vom bebauten Lande entfernt, desto weniger Keime sind aufzufinden; auf hohen Bergen und in der Gletscherluft treten die Keime bis auf wenige Individuen für 1 m<sup>3</sup> Luft zurück.

Einen Gesamtüberblick über das Vorkommen belebter und unbelebter Stäubchen ergibt sich gemäß einer Zusammenstellung des Verfassers aus folgendem:

	1 m <sup>3</sup> Luft enthält	
	Land	Stadt
Bakterien und Schimmelpilze . . . . .	500	bis 7000
Wassertröpfchen in Wolken . . . . .	700,000.000	
Staubteilchen . . . . .	5.000,000.000	— 45.000,000.000

auf 1 „belebtes“ Stäubchen trifft:

Wassertröpfchen in Wolken . . . . .	1,400.000	
Stäubchen (Land) . . . . .	10,000.000	Stadt 6,430.000
1 m <sup>3</sup> Luft gibt		
Land 0·2—0·4 mg Staub . . . . .		Stadt 6—23 mg Staub

Staub, der „Belebtes“ enthält, ist auf der See selten, auf hohen Bergen bei 2000 m gleichfalls, der unbelebte Staub reicht aber in feinsten Verteilung bis in die bedeutendsten Höhen.

In geschlossenen Räumen lagern sich bei Ruhe die Keime ab, aber jeder Lufthauch wirbelt sie aufs neue auf. In der Regel überwiegen die Schimmelpilze in der Luft, selten die Spaltpilze. Die bis jetzt vorliegenden Angaben über das Auffinden krankmachender (pathogener) Keime in der Luft bedürfen noch weiterer Feststellung.

Eine mehrfach konstatierte Milzbrandkrankung, bei der der Luftstaub den Krankheitskeim überträgt, ist die Hadernkrankheit, welche bei den Hadernsortiererinnen in den Papierfabriken auftritt; auch in Roßhaarspinnereien hat man zahlreiche Fälle beobachtet.

Bei dem Einatmen der Luft wird ein Teil des in der Luft vorhandenen Staubes, also auch der Mikroparasiten, an den feuchten Wandungen der Atemwerkzeuge zurückgehalten, ein großer Teil aber wieder ausgeatmet; auch die letzten ausgeatmeten Partien der Atemluft, welche am weitesten in die Lunge vorzudringen, sind nicht staubfrei. Bei ruhiger Atmung staubfreier Luft finden sich in der Ausatemluft aber keine Keime, es sei denn, daß durch Hustenstöße und Niesen ein Zerstauben von Flüssigkeiten einträte. Die Alveolen bleiben in der Regel staub- und bakterienfrei.

Im allgemeinen bleiben nur die gröberen Partikelchen und Sonnenstaubchen in der Lunge zurück, die feinsten Stäubchen, welche auch sonst sich schwer ablagern, treten wieder aus. Letztere bestehen in der Tat aus organisiertem Material, d. h. Keimen, scheinen aber nicht lebensfähig zu sein. Speichel und Schleim spülen die abgelagerten Keime weg; ein Teil gelangt durch Verschlucken in den Magen.

Die lebenden Organismen, so wichtig sie sind, machen ihrem Gewichte nach einen minimalen Bruchteil der im Staube vorhandenen organischen Substanzen aus.

Literatur: Miquel, Die Mikroorganismen der Luft. Deutsch von E. Emmerich. 1889.

## Untersuchung der Luftkeime.

Zur Untersuchung der Natur des Laufstaubes hat Pasteur die Luft durch Schießbaumwolle aspiriert, dann diese in Äther aufgelöst und den Bodensatz untersucht.

Die einfache mikroskopische Untersuchung genügt aber nicht zu voller Erkenntnis der Bedeutung der im Staube vorhandenen Mikroorganismen: sie lehrt nichts darüber, ob die Keime noch lebensfähig sind oder nicht, auch ob sie Gefahren bringen können oder nicht.

Zur Untersuchung der Mikroorganismen des Staubes können nur die auf den von R. Koch eingeführten Kulturverfahren basierenden Methoden verwendet werden.

Eines dieser Verfahren, welches die Zählung und Untersuchung der in der Luft vorhandenen Keime ermöglichen soll, ist von Hesse angegeben. Die Methode, welche nicht ganz einwandfrei ist, und nur unter bestimmten Verhältnissen zum Ziele führt, ist folgende: Durch eine horizontal gestellte Röhre (etwa 70 cm lang, 3—4 cm im Durchmesser), deren Wandungen mit Nährgelatine und deren Boden mit dickerer Schicht überkleidet sind, wird Luft in langsamem Strome mittels eines kleinen Aspirators von

bekanntem Inhalt hindurchgesogen. Jedes einzelne Staubteilchen, welches einen oder viele lebensfähige Keime der Schimmel Hefe- oder Spaltpilze enthält, wird einen solchen Entwicklungsherd bilden, und wenn aus der kleinen Aussaat recht viele Keime sich entwickelt haben, wird ein solches Haufchen auch dem bloßen Auge sichtbar; wir nennen dieses dann eine Kolonie. Diese Kolonien erlauben wegen der Formverschiedenheit, der Farbenunterschiede, der chemischen Eigenschaften (Verflüssigung des Leimes oder Fehlen derselben), vielerlei Keime als besondere Arten zu trennen, welche durch die mikroskopische Beobachtung allein nicht würden unterschieden werden können. Nicht alle festen Körperchen setzen sich auf dem Boden in der Röhre ab, aber die suspendiert bleibenden und im Wattepfropf am Ende der Röhre abgefangenen Partikelchen sind, wie nachgewiesen wurde, keine lebensfähigen Organismen. Aus der Anzahl der nach mehreren Tagen gewachsenen Kolonien schließt man auf die Anzahl der ursprünglich vorhandenen Keime. Dieses ist aber nicht ganz richtig, weil die einzelnen auf die Gelatine fallenden Staubpartikelchen, welche oft eine bedeutende Größe haben, nicht je einen, sondern gewiß sehr viele Keime mit sich führen. Ferner wachsen in der von Hesse angegebenen Röhre nur Keime, welche durch den Sauerstoff der Luft nicht geschädigt werden; jene aber nicht, welche des Sauerstoffabschlusses bedürfen und nur solche, welchen die Nährgelatine als „Boden“ zusetzt. Die zu den Versuchen benützte Röhre und Nährgelatine muß mit Sicherheit durch ein geeignetes Sterilisierungsverfahren, ehe sie verwendet wird, keimfrei gemacht werden. Die einzelnen Kolonien gestatten dann eine weitere Untersuchung der Keime.

Neuerdings hat man mit Vorteil vielfach pulverige Substanzen als Luftfilter benützt. Zwar bieten sie der durchtretenden Luft viel mehr Widerstand als die Flüssigkeiten oder Watte, Glaswolle, Asbest u. dgl.; aber die als Filter dienende Substanz kann gleichmäßiger mit jenen Substanzen gemischt werden, welche als Nährboden dienen sollen (F. Frankland, Petri).

Ein kleines Röhrchen wird nach Petri mit zwei je 3 cm langen Sandfiltern besetzt. Die Sandfilter — zu denen man am besten Quarzsand von 0.25 bis 0.5 mm Korngröße verwendet — sind durch kleine Drahtnetze zusammengehalten und stoßen, wie Fig. 14 zeigt, in der Mitte bei *e* aneinander. Das Sandfilter wird vor dem Versuche durch Baumwollpfropfen verschlossen und kann sodann entweder mit einer mit Gelatine ausgegossenen Kontrollflasche oder direkt mit dem starkwandigen Zuleitungsrohre zu einer Gasuhr verbunden werden. Durch eine kräftig wirkende Luft oder eine Wasserstrahlpumpe wird dann die Luft bis zu 10 l per Minute hindurchgesaugt. Um vergleichbare Zahlen zu erhalten, muß die Temperatur der Luft und durch ein Manometer der negative Druck in der Gasuhr gemessen werden, da derselbe bis auf  $\frac{1}{8}$  des normalen Druckes sinken kann. Die durchgesaugten Luftmengen werden sodann auf 760 mm Druck reduziert. Hierauf scheint man früher nicht geachtet zu haben. Nach dem Versuche wird jedes Sandfilter für sich ausgesät; das zweite Filter soll keine Keime enthalten. Man verteilt den Sand am besten in mehrere Glasschälchen, in welchen sich Nährgelatine oder ein anderer fester Nährboden findet.

Über die Rußbestimmung nach Rubner siehe unter Beleuchtung.

Literatur zu Abschnitt I: Renk, Die Luft, Handbuch der Hygiene, 1885. — Flügge, Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden, 1881. — Emmerich R. und Trillich, Anleitung zu hygienischen Untersuchungen. München, 1892. — Jelinek, Anleitung zur Anstellung meteorologischer Beobachtungen. Wien, 1876. — Hüppe, Die Methoden der Bakterienforschung. — Hempel, Neue Methode zur Analyse der Gase, 1880. — Kohlrausch, Leitfaden der Physik. Leipzig, 1877. — Ficker M. Zur Methodik der bakteriologischen Luftuntersuchung. Zeitschr. f. Hyg. u. Infekt. XXII., 33. — Frankland Percy F., Methode der bakteriologischen Luftuntersuchung. *ibid.* III, 287. — Petri R. J. Eine neue Methode, Bakterien und Pilzsporen in der Luft nachzuweisen und zu zählen. *ibid.* III, 1. — Buchner H. und Enderlen E., Inhalation von naß zerstäubten Milzbrandsporen und Stäbchen und Hühnercholera Bazillen, Arch. f. Hyg. 8, 88, 190.

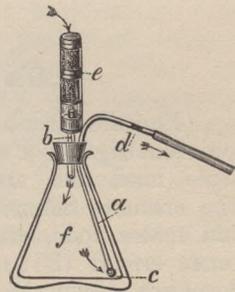


Fig. 14.

## Zweiter Abschnitt.

---

### Der Boden.

---

#### Erstes Kapitel.

#### Die Zusammensetzung des Bodens.

Ehe die Erdoberfläche die heutige Gestalt erhielt, hat sie die verschiedenartigsten Umwälzungen durch Ursachen, deren Wirken auch heute noch sich erkennen läßt, erfahren. Die erste feste Rinde war jene erstarrte Schmelze, aus deren Fluß einst die Erde bestand; doch sind später noch, wie heute, Ausbrüche geschmolzener Massen aus Vulkanen erfolgt (Plutonische Gesteine: Granite, Syenite, Grünstein, Porphyre, Melaphyre, Trachyte, Basalte). Aber bald nach dem Entstehen festen Bodens haben fortdauernd diesen zersetzende und durch die Zersetzung zugleich gewissermaßen neu bildende Kräfte sich geltend gemacht.

Erhitzen und Abkühlen der Gesteine, im Wechsel von Tag und Nacht, zersplittern nach Farbe und Gesteinsart verschieden rasch die festen Massen, und das Wasser hat in unmeßbaren Zeiträumen ungeheure Wirkungen erzeugt, teils mechanisch, indem es als Bergstrom, durch den Fall verstärkt, die lockere Gesteinsmasse in die Tiefe riß, oder durch Änderung des Aggregatzustands, indem es die durchtränkten Massen beim Gefrieren zersprengte und zerklüftete, teils chemisch durch Zersetzung unter teilweiser oder völliger Lösung der Gesteine.

Es führt das Wasser den feingeriebenen Schlamm oder gröbere Felsmassen mit sich, um sie, wenn die treibende Kraft erschöpft ist, abzusetzen und, indem die Partikelchen aufs neue sich verbinden, Schichtgesteine zu bilden.

Als die Erdkruste das taugliche Klima für die Entwicklung der Pflanzen und Tiere gewonnen, da war in diesen organischen Wesen aufs neue nicht nur eine wichtige umgestaltende Kraft gegeben, sondern die Reste der Pflanzenwelt und Tierleiber traten sogar als neue Formationen auf.

Die Gesteine, deren Material sich als Bodensatz aus dem Wasser abgelagert hatte und die infolge davon geschichtet sind, nennt man Absatz- und Sedimentgesteine. Unter diesen werden jene, welche

durch mechanische Wirkung des Wassers, durch Fortschaffung und endliche Ablagerung des fortgeschaffenen Materials in der Form von Gerölle, Sand und Schlamm entstanden, klastische Gesteine genannt.

Die Gesteine, welche als chemische Niederschläge aus Wasser sich gebildet haben, zeigen eine kristallinische Struktur: Gneis, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Tonglimmerschiefer, Kieselschiefer, Urkalk, kristallinischer Magnesit, Graphit, Gips. Zu den klastischen Gesteinen gehören die Konglomerate, aus abgerundeten Geschieben oder Geröllen bestehende, durch ein Bindemittel verbundene Gesteine, dann die Gruppe der Sand- und Tongesteine, der vulkanischen und losen Trümmergesteine, das Gerölle, Geschiebe und Sand. Die Sandsteine bezeichnet man nach der Formation, in welcher sie vorkommen, als Molasse-, Kreide-, Quadersandstein, Keuper-, Bunt-, Rotliegendesandstein.

Die Tongesteine, aus tonigem Schlamme entstanden, unterscheidet man nach dem Grade der Erhärtung in Tonschiefer (hart, steinartig, schiefrig), Schieferton (weniger schiefrig, an der Luft zerfallend), Ton, Tegel (plastisch), Löß (kalkhaltiger Ton), Mergel (Gemenge von Ton mit kohlen-sauren Erdalkalien).

Trotz dieser Mannigfaltigkeit des Ursprungs der Gesteine und der Mannigfaltigkeit der umbildenden Einflüsse sind es nur wenige als „Mineralien“ bezeichnete chemische Verbindungen, welche in dem natürlich vorkommenden Gesteine sich finden, und eine relativ sehr geringe Anzahl von Elementen beteiligt sich an dem Aufbau. Vor allem finden sich freie Kieselsäure oder deren Natron-, Kali-, Kalk-, Magnesia-, Eisen- und Tonerdeverbindungen (Quarz, Feldspate, Glimmer, Hornblende, Olivin, Serpentin, Talkerde), Verbindungen der Kohlensäure mit Kalk und Magnesia (Kalkspat, Magnesit), der Schwefelsäure mit Kalk (Gips), der Phosphorsäure mit Kalk im Apatit u. s. w. Durch Mischungen dieser einzelnen Mineralien entstehen dann die mannigfachsten Schwankungen in der Zusammensetzung, wie sie die natürlichen vorkommenden Gesteine zeigen.

Der Boden, wie er jetzt zu Tage tritt, hat an den verschiedenen Stellen der Erde eine äußerst wechselnde Zusammensetzung. Diese ist dann nicht ohne Rückwirkung auf die Entwicklung der Pflanzen und auf die Zusammensetzung des Quellwassers und der Flüsse geblieben, aber fast wichtiger sind die physikalischen Eigenschaften der oberen Bodenschichten, wenn es sich um die Betrachtung der gesundheitlichen Verhältnisse handelt.

Der Boden kann als nackte, kompakte Felsmasse auftreten, oder es findet über dem festen Gesteine eine Überlagerung mit Sand und Gerölle statt, das an Ort und Stelle entstanden oder durch die Flüsse angeschwemmt sein kann, oder endlich trifft man Gerölle und Sand von einer Pflanzendecke überwuchert.

### Die Verwitterung des Bodens.

Im allgemeinen ist der Aufenthalt des Menschen ziemlich streng mit dem Boden verknüpft, der der Pflanze gleichfalls als Wuchsplatz dienen kann; wo Pflanzenwachstum fehlt, da ist selten eine dauernde Stätte für den Menschen.

Da nun auf glattem Fels ein Fortkommen für die Pflanzen unmöglich ist, werden wir uns fragen müssen, durch welche Umstände und Einwirkungen jene Eigenschaften entstehen, welche als Existenzbedingungen der Pflanzenwelt mit anzusehen sind.

Bei dem Entstehen der sogenannten Ackerkrume helfen eine Reihe von Einflüssen mit, welche zum Theile schon eingangs erwähnt worden waren: der Wechsel von Hitze und Kälte, das Eindringen des Wassers und das Gefrieren und Zerspringen der Steine; aber die Verwitterung und vollständige Zerkleinerung des Materials ist noch in weit höherem Maße von chemischen Kräften, von der Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes und von der Kohlensäure bei Gegenwart von Wasser abhängig.

Eisenoxydulhaltige Felsarten, wie Basalt und Tonschiefer, zerbröckeln an der Luft durch Bildung von Eisenoxydsalzen, Schwefelkies und Magnetkies bilden schwefelsaure Salze. Noch wichtiger aber wegen der neu entstehenden Produkte ist das Aufschließen der Silikate. Feldspat, Basalt, Tonschiefer, Porphyr, sind Gemenge von Kieselsäure mit Tonerde, Kalk, Kali, Natron und mit Eisen- und Manganoxydul. Die Kieselsäure wird leicht durch die Kohlensäure aus ihren Verbindungen ausgetrieben.

Ein Teil derselben bleibt als Quarzkörnchen (Sand) zurück, ein anderer wird gelöst und mit Wasser fortgeführt, Kali und Natron an Kohlensäure gebunden und es hinterbleibt in der Regel nur die kiesel-saure Tonerde (Porzellanerde), häufig etwas kalkhaltig und mit mehr oder weniger Eisenhydroxyd gemengt (Lehm). Ton und Lehm sind ein für Wasser fast undurchgängiges Material.

Die zerkleinerte, verwitterte Masse — Sand oder Gerölle — besitzt die für das Pflanzenwachstum notwendigsten Bedingungen; der auffallende Regen oder Tau wird längere Zeit in den Spaltenräumen zurückgehalten, zugleich mit den Pflanzennährstoffen, welche er mit aus der Atmosphäre bringt — dem Ammoniak, den Nitraten und Nitriten und die bei der Verwitterung erzeugten löslichen Salze liefern wichtige, zum Aufbaue der Pflanze notwendige Materialien.

Haben sich aber einmal Pflanzen entwickelt, so mehren die absterbenden Pflanzen, untermischt mit Tierleichen, die oberste deckende Schicht und die günstigen Bedingungen für den Pflanzenwuchs. Die Erde bedeckt sich mit Humus.

Die Entwicklung einer Pflanzendecke prägt der Landschaft einen neuen, das Wohlfinden des Menschen fördernden Charakter auf. Nicht die Ackerkrume allein ist es, weil sie den Unterhalt und die Nahrungsstoffe für den Menschen hervorbringt, und nicht der Wald, weil er eine Mitbedingung eines höheren Kulturzustands ist, aber beide zusammen üben einen, vielfach zu gering angeschlagenen Einfluß auf Gemüthsstimmungen aus; ja vielfach müssen die Charakterentwicklung des einzelnen wie der Kulturzustand der Gesamtheit als solche Rückwirkung aufgefaßt werden.

Ein bestimmtes Klima und ein bestimmter Boden wird stets in Fauna und Flora an bestimmte Grenzen gehalten werden, aber trotzdem wirkt die Entwicklung der Pflanzen, namentlich die Bewaldung, wieder zurück auf klimatische Verhältnisse, auf den Wasserreichtum und Quellenreichtum einer Gegend.

Auch der Mensch hat, seitdem er die Erde bewohnt, an vielen Orten mächtige Umbildungen des Bodens bewirkt. Abgesehen von den Bodenumformungen, welche seine landwirtschaftliche Tätigkeit erzeugt hat, kommt hauptsächlich der sogenannte Füllboden oder aufgeschüttete Boden in Betracht.

Über diesen Füllboden belehren wir uns am besten, wenn wir das Terrain besehen, auf dem in längstvergangener Zeit große Städte standen. Das alte Rom ist erst durch umfangreiche Ausgrabungen wieder aufgedeckt. Die früheren Täler zwischen den sieben Hügeln waren zum Teil ausgefüllt und ihre Stelle nahmen Aufschüttungen ein. Man staunt, wenn man die Ausgrabungen des Forums betritt und Schuttwände bis 13 m Höhe antrifft.

Überall, wo freie Plätze, Gärten und Gebäude vernachlässigt wurden, wo Verwüstungen von Städten vorgekommen sind, liegen die Schwellen und Sockel der alten Gebäude oft tief unter der jetzigen Oberfläche.

### Die Bodentemperatur.

Die Bodentemperatur ist nicht nur für den Boden selbst, sondern auch um deswillen von Bedeutung, weil von ihr bis zu einem gewissen Grade die Lufttemperatur abhängig ist. Die Temperatur der Bodenoberfläche ist außer von der Wärmemenge, welche die Sonne zusendet, abhängig von dem Neigungswinkel des Bodens und von der Richtung der geneigten Fläche (Nord-, Ost-, West- und Südseite), von der Farbe, welche bekanntlich auch mit der Durchfeuchtung wechselt, und von der spezifischen Wärme des Bodens; letztere hängen wieder von

dem Luftgehalte und dem Feuchtigkeitsgrade des Bodens und der Natur des Gesteines ab.

Trockener Moor- und Tonboden haben, auf Volumina bezogen, nur eine spezifische Wärme von 0·1 bis 0·3, jene des Wassers = 1 gesetzt; die höchsten Werte finden sich für Granit und Tertiärsand 0·4—0·5 (Liebenberg). Schwarzer Boden erwärmt sich um 7—8° mehr als weißer Boden.

Eine Eigentemperatur des Bodens etwa durch die in demselben verlaufenden Zersetzungs- und Oxydationsprozesse veranlaßt, läßt sich nur in seltenen Fällen beobachten.

Bodentemperatur und Lufttemperatur decken sich nicht; die erstere ist namentlich bei Bestrahlung durch die Sonne erheblich höher als die Luft temperiert.

Wild hat in Nukuß (Westsibirien) folgende Werte gefunden:

	Luft		Bodenoberfläche	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Jänner . . . . .	— 5·8	0·3	— 5·9	7·2
Februar . . . . .	— 10·6	0·8	— 10·7	11·7
März . . . . .	— 0·6	6·7	— 0·7	16·0
April . . . . .	8·1	19·8	7·4	22·2
Mai . . . . .	12·2	26·3	12·0	32·2
Juni . . . . .	13·6	29·3	13·4	40·3
Juli . . . . .	19·4	32·9	19·3	37·8
August. . . . .	16·0	29·8	15·1	39·8
September . . . . .	11·5	27·0	10·3	39·8
Oktober . . . . .	0·5	14·8	3·0	32·8
November . . . . .	— 0·4	13·2	— 1·2	18·8
Dezember . . . . .	— 2·2	7·3	— 2·1	12·4

Temperaturhöhen bis zu 60° und mehr sind in unserem Klima mehrfach beobachtet worden, 50° durchaus keine Seltenheit. Die Temperaturschwankungen in der obersten Bodenschicht sind immer größer wie jene der Luft. Je tiefer in dem Boden wir aber die Temperaturmessungen anstellen, um so kleinere tägliche Schwankungen finden wir, weil die darüber liegende, die Wärme schlecht leitende Bodenschicht sowohl dem Einstrom wie dem Abstrom der Wärme hindernd entgegentritt. Die täglichen Schwankungen verlieren sich in 1 m Tiefe, in bedeutender Tiefe die monatlichen. Soweit die monatlichen Schwankungen vorhanden sind, erkennt man aus nachstehender Tabelle, daß sie zeitlich zur Lufttemperatur und im Vergleiche miteinander bei verschiedener Tiefe verschoben sind. In 6 m Tiefe tritt das Maximum der Temperatur z. B. erst im Oktober ein.

	Grundluft in der Tiefe			Äußere Luft
	6 M.	4 M.	2 M.	
Jänner . . . . .	11·30	9·91	6·88	— 3·12
Februar . . . . .	10·48	8·58	5·30	— 0·34
März . . . . .	9·81	7·61	5·29	4·35
April . . . . .	9·36	7·86	10·19	7·08
Mai . . . . .	9·42	9·07	10·07	10·08
Juni . . . . .	9·83	10·45	13·28	16·53
Juli . . . . .	10·50	12·35	16·18	19·47
August . . . . .	11·54	14·23	18·09	18·45
September . . . . .	12·30	15·13	17·41	13·12
Oktober . . . . .	12·75	14·64	14·84	10·68
November . . . . .	12·64	13·20	11·12	5·07
Dezember . . . . .	12·01	11·28	8·01	1·41
Jahresmittel	10·99	11·19	11·39	9·08

Bei dem Vordringen in bedeutende Erdtiefen, wie dies namentlich bei Bergwerken und bei Tunnelbauten, welche durch Gebirgsstöcke getrieben werden (St. Gotthard), beobachtet wird, steigt die Erdwärme. Man darf annehmen, das Jahresmittel der Bodentemperatur sei in 1 m Tiefe durchschnittlich um 1° höher als jenes der Lufttemperatur; von da ab jedoch nimmt für je 30 m Tiefenzuwachs die Erdwärme um je 1° C zu, wenigstens innerhalb jener Tiefen, welche für den Menschen in hygienischer Hinsicht von Interesse sind.

Zur Beobachtung der Bodentemperatur werden in mittels Erdbohrer gebohrte Löcher von 2 Zoll Durchmesser Zinkröhren eingelassen. Diese Zinkröhren sind fest mit Holz gefüttert. In das untere Ende dieser Röhre werden mittels Stangen die Thermometer eingeführt. Zur Vermeidung der Luftzirkulation im Innern der Röhre sind die Stangen in Entfernung von 2 bis 3 Fuß mit Wülsten von Gummi umwickelt. Die Thermometer sind gewöhnlich durch Umhüllung der Kugeln mit Paraffin unempfindlich gemacht. Das Rohr wird oben durch eine kegelförmige Verdickung der Stange vollständig verschlossen.

Die Bodenthermometer haben mancherlei Abänderungen erlitten. Neuerdings werden Röhren aus Hartgummi, welche unten einen kupfernen Stiefel tragen, benützt. In diese Röhren wird ein Thermometer, das an einem Holzstabe befestigt ist, bis in den Kupferstiefel vorgeschoben.

### Die Lufträume im Boden und über die Beziehung des Wassers zum Boden.

Da die bei der Verwitterung des Bodens entstandenen Geröll-Kies- und Sandteilchen sich nicht allseitig berühren, so entstehen Hohlräume. Den Rauminhalt der letzteren nennt man Porenvolum.

Es ist dieses Porenvolum je nach der lockeren oder dichten Lagerung und je nach der Gestalt der Teilchen und je nachdem der Boden durchwegs aus gleich großen oder aus einem Gemische verschieden großer Teilchen besteht, sehr verschieden.

Unter natürlichen Verhältnissen wurde folgendes Porenvolum gefunden. Von 100 Teilen Boden sind:

in Sandboden	36 bis 43 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Lufträume
„ Gartenerde	46 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„
„ Lehmerde	45 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„
„ Tonerde	53 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„
„ Moorboden	84 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„

Manchmal verkleben die einzelnen Teilchen eines Bodens an ihren Berührungsstellen miteinander und bilden so z. B. Sandsteine, oder es kann, wie im Winter, ein Zusammenfrieren der Teilchen eintreten. Diese Erhöhung der Festigkeit hat auf das Porenvolum keinen oder wie das Gefrieren einen sehr unwesentlichen Einfluß.

Außer dem Porenvolum nehmen die durch die Enge oder Weite der einzelnen Porenräume bedingten Eigenschaften ein gewisses Interesse in Anspruch. Je kleiner die einzelnen, den Boden zusammensetzenden Körnchen, desto enger sind auch die einzelnen Poren, je kleiner die einzelnen Poren, desto größer wird die Wandungsfläche des Porenvolums im Verhältnis zum Kubikinhalte des Raumes. Damit treten gewisse von der Oberfläche der Partikelchen ausgehende Kräfte mehr oder minder in den Vordergrund.

Die größere oder geringere Porenweite bedingt einerseits ein leichtes oder erschwertes Durchtreten von Luft durch den Boden (Permeabilität) und hat anderseits Einfluß auf das Filtrationsvermögen des Bodens für staubförmige, der Luft beigemengte Partikelchen. Feste staubförmige Beimengungen der Luft werden beim Strömen durch weitmaschigen Boden schwer, bei engmaschigem leicht zurückgehalten. Am wichtigsten sind aber die Beziehungen der Porenweite zu dem Verhalten des Bodens gegen das Wasser.

Das Porenvolum kann bestimmt werden, indem man einem gewissen Volum (1 l) von bei 100° C getrocknetem, durch Klopfen dicht geschichtetem Boden so viel Wasser zusetzt, bis alle Poren ausgefüllt sind. Das verbrauchte Wasservolum zeigt die Porenmenge des zur Untersuchung genommenen Bodenvolums direkt an. Die lufthaltigen Poren füllen sich dabei oft unvollständig. Renk empfiehlt deshalb, das Volum des Bodens vorher zu messen, denselben dann in ein Meßgefäß mit Wasser zu schütten, um durch die Zunahme des Wassers das Volum der festen Menge des Bodens zu erkennen.

Die in dem Boden vorhandenen Hohlräume können eine je nach dem Porenvolum wechselnde Menge Wassers aufnehmen (größte Wasserkapazität), namentlich beim Zutreten des Wassers von unten (Grundwasser) füllen sich die Hohlräume, weil die Luft dabei besser als bei der Füllung von oben (Regen) entweichen kann, sehr vollständig (Renk).

In manchen Fällen, wie bei Ton und Torferde, treten durch das Wasser wesentliche Veränderungen — Quellungserscheinungen — auf, gleichzeitig mit nahezu völligem Verschlusse der Poren.

Läßt man aus einem mit Wasser vollkommen durchtränkten Boden das Wasser möglichst ablaufen, so bleibt je nach der Porenweite eine sehr verschiedene Wassermenge zurück. Sieht man von der bei quellenden Bodensorten festeren Bindung des Wassers ab, so ist das Zurückhalten von Wasser dadurch hervorgerufen, daß letzteres in die feinsten Poren der Gesteinsmasse eindringt, ferner jedes Körnchen an der Oberfläche mit einer Wasserhülle sich umgibt und in kapillaren Räumen Wasser festgehalten wird.

Bei Feinsand	bleiben zurück von 100 Teilen Wasser	65
"  Mittelsand	"  "  "  "  100	"  "  47
"  Grobsand	"  "  "  "  100	"  "  23
"  Mittelkies	"  "  "  "  100	"  "  7

Bei Mittelkies besitzt das Korn 4—7 *mm* im Durchmesser, bei Grobsand 1—2 *mm*, bei Mittelsand 1—0·3 *mm*, und bei Feinsand unter 0·3 *mm*.

Zur Bestimmung der vom Boden zurückgehaltenen Wassermenge oder, wie man es auch nennt, der wasserhaltenden Kraft der Erde, bringt man etwa 200 *g* Boden auf einen Glasrichter, der am unteren Teile des Kegels mit lockerer Baumwolle leicht verschlossen ist, schüttet Wasser darauf, so daß die Erde sich ganz durchsetzen kann, bedeckt den Trichter mit einer Glasscheibe und wägt, nachdem kein Wasser mehr abtropft, einige Löffel der Erde ab. Die Erde wird anfangs bei mäßiger Wärme, später bei 150° C im Luftbade getrocknet, bis keine Gewichtsabnahme stattfindet. Die Differenz der beiden Wägungen entspricht der Menge von Wasser, welche das bei der zweiten Wägung gefundene Gewicht der trockenen Erde aufgenommen hat.

Je kleiner das einzelne Korn, desto mehr Wasser wird unter vergleichbaren Verhältnissen zurückgehalten (kleinste Wasseraufnahme).

Steht die untere Fläche eines Bodens in dauerndem Kontakt mit Wasser, so wird durch kapillare Wirkung Wasser gehoben, und innerhalb dieses Gebietes findet eine, von der Anzahl der zur Hebung geeigneten Kapillaren abhängige Durchfeuchtung des Bodens statt (kapillare Wasseraufnahme). Das Kapillarwasser kann, wenn die Durchfeuchtung von unten aufgehört hat, nach aufwärts wandern, füllt aber die Räume nur mehr unvollständig (Liebenberg). Die Steighöhe des Kapillarwassers kann bis zu 2 *m* und mehr betragen. Die kleinste Wasseraufnahme wird von anderen als absolute oder kleinste Wasserkapazität, die kapillare Wasseraufnahme als größte oder volle Wasserkapazität bezeichnet.

Wenn die Bodensorten an der Luft ausgetrocknet erscheinen, halten sie immer noch hygroskopisches Wasser zurück, welches erst bei 100° oder beim Stehen über konzentrierter Schwefelsäure abgegeben wird. Die Bodensorten mit organischen Resten sind hygroskopischer als andere.

Inwieweit das im Boden vorhandene Wasser für die Organismen verwendbar ist, scheint aus Beobachtungen der Pflanzenphysiologen hervorzugehen. Sachs sah, daß Tabakpflanzen in einem Ackerboden welken, wenn er noch 12, im Lehm Boden, wenn er 8, im Quarz Boden, wenn er 1·5<sup>0/10</sup> seines Gewichtes an Wasser enthält. Die Verschiedenheiten im Wassergehalte entsprechen dem Gehalte an hygroskopischem Wasser; letzteres ist sonach nicht im stande, zum Lebensunterhalte von Organismen zu dienen. Das beim Quellen des Torfes aufgenommene Imbibitionswasser dagegen verhält sich ganz anders; es kann wenigstens für die Pflanzen nutzbar werden.

### Die Filtration und das Grundwasser.

Von der Niederschlagsmenge (Regenmenge), welche ein Gebiet erhält, kehrt im Durchschnitt ein Drittel durch Verdunstung sofort in die Atmosphäre zurück, ein zweites Drittel läuft von der Erdoberfläche ab, das dritte sinkt in den Boden ein.

Das Hindurchtreten von Flüssigkeit durch den Boden wird Filtration genannt und ist wesentlich abhängig einerseits von dem Filtrationsdrucke, d. h. der Dicke der über dem Boden lastenden Wasserschicht, ferner von der Weite der Poren und der Dicke der zu durchwandernden Bodenschicht.

In manchen Fällen, bei den Ton- und Torfböden schließen sich bei Benetzung mit Wasser die Poren, und diese im trockenen Zustand porösen Böden lassen kein Wasser hindurchtreten. Nachfolgende Tabelle gibt für verschiedene Bodensorten das Porenvolum, die Zahl der kapillaren Wasseraufnahme und die Filtrationsgröße für eine Schicht von 10 cm<sup>2</sup> und 10 cm Dicke für 24 Stunden (Schwarz).

	Porenvolum	Kapillare Sättigungskapazität in Prozenten des Bodenvolums	Filtration in 24 Stunden Kubikzentimeter	Volumen von 100 cm <sup>3</sup> trockenem Boden nach der Imbibition
Moorboden	84	83	1	251
Quarzsand	39	35	5760	100
Lehmboden	45	43	1674	119
Tonboden	53	51	0·7	142

Viele Gesteine lassen Wasser hindurchsickern, z. B. die meisten Sandsteine; dagegen sind Tongesteine im allgemeinen undurchlässig und wasserdicht.

Auch im natürlichen Boden finden Filtrationsvorgänge statt. Überall treffen wir unter der Erdoberfläche in geringerer oder größerer Tiefe eine für Wasser impermeable Schicht aus Gestein, Ton, Letten oder Lehm, auf welcher sich das durchgesickerte und durchfiltrierte Wasser, die Poren des Bodens ausfüllend, ansammelt. Das Wasser wird Grundwasser benannt und findet sich im Boden oft bis zu sehr bedeutender Tiefe (Pettenkofer).

Das Grundwasser zeigt in seinem Höhenstand Schwankungen, welche durch den Regenfall veranlaßt sind, aber zeitlich nicht unmittelbar demselben folgen, weil der Regen in vielen Fällen nur langsam die bedeutende Dicke des Bodens zu durchsetzen vermag, ehe er am Grundwasserspiegel anlangt. Der Größe des Regenfalles entspricht die Grundwasserschwankung aber auch nicht immer, weil die Menge des in den Boden dringenden Wassers noch von mancherlei Umständen, namentlich von der Größe der Verdunstung und der Menge des zum Ablaufe gelangten Wassers abhängt.

Das Grundwasser ist der Regel nach nicht stagnierend, sondern bewegt sich ebenso wie die sichtbaren oberirdischen Bäche und Flüsse, dem Gesetze der Schwere folgend, von höher gelegenen den tieferen Stellen zu. Doch ist die Geschwindigkeit, mit welcher das Grundwasser unterirdisch fließt, von der Durchlässigkeit der wasserführenden Schicht, von der Fallrichtung und Neigung der wasserundurchlässigen Grundwasserohle sowie von der Höhe des Grundwasserstands abhängig und selbstverständlich wegen deren größerer Reibung eine geringe; sie beträgt in grobkörnigem Diluvialsand 20—28 m im Tage. In zerklüftetem Gesteine, grobem Gerölle, wie solches in der Nähe des Gebirges sich findet, kann das Grundwasser viel erheblichere Geschwindigkeiten annehmen. Die wasserführenden Schichten sind meist Kies, Geröll, Sand, mitunter auch Kreide.

In den Flußtälern zieht in der Regel das Untergrundwasser von den Talrändern zum Flusse, der den tiefsten Punkt der Talrinne zu bilden pflegt (Pettenkofer). Hiedurch erklärt es sich, warum manche Flüsse auch ohne sichtbare Zuflüsse an Wassermasse zunehmen können. Die Richtung, welche das Grundwasser bei seinem Fließen zum tiefsten Punkte nimmt, hängt von der Abdachung der wasserdichten Unterlage, auf der es fließt, ab.

Die wasserundurchlässige Schicht, auf welcher das Grundwasser angesammelt ist, zeigt sehr häufig Erhöhungen und Vertiefungen, welche nicht immer der Erdoberfläche parallel gehen (vergleiche z. B. die Verhältnisse von München, Fig. 15). Senkt sich die wasserundurchlässige Schicht weit unter die Erdoberfläche, so wird man erst bei einer tiefen Bohrung auf Grundwasser kommen. Es wird also begreiflich, daß man selbst in dem Falle, daß der Grundwasserspiegel ein vollkommen horizontaler wäre, bei den wechselnden Niveauverhältnissen der Bodenoberfläche nicht in gleicher Tiefe auf Grundwasser stößt.

Profil über die Höhenlage der wasserundurchlässigen tertiären Schicht und den Grundwasserstand Mitte August 1875.

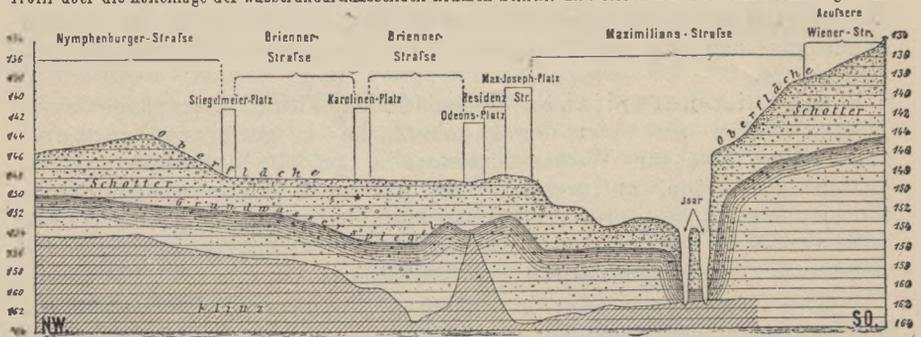


Fig. 15.

Die Faltungen und Erhebungen, welche die wasserdurchlässige Schicht stellenweise bildet, müssen begreiflicherwise auf die Geschwindigkeit, mit der sich das Grundwasser zu dem Flusse oder überhaupt zu dem tiefsten Punkte bewegt, von Einfluß sein. Es kann angenommen werden, daß das Grundwasser durch unterirdische Erhöhungen Aufstauungen erfährt, in muldenförmigen Vertiefungen sich teichartig ansammelt und unter diesen Verhältnissen langsam sich bewegt, während es auf stark geneigten Stellen mit großer Geschwindigkeit weiterströmt. Beim Sinken des Grundwassers werden namentlich die Ränder und viele Erhöhungen des Grundwasserbodens, über welche es bei hohem Stande ungehindert hinwegfließt, trockengelegt, während in muldenförmigen Vertiefungen der Boden noch immer Wasser führt.

Unter gewissen zeitlichen und örtlichen Verhältnissen wird die sonst regelmäßige Strömungsrichtung des Grundwassers nach dem Flusse geändert, nämlich wenn bei Hochwasser der Fluß rascher als das Grundwasser über seinen gewöhnlichen Stand zeigt. Die große Wassermasse des Flusses wirkt stauend auf das Grundwasser, dessen Abfluß in den Fluß dann gehemmt oder gänzlich aufgehoben wird. Sind die Flußufer

flach und wächst der Druck des Flußwassers, so wird der Widerstand, welchen Kies und Grundwasser entgegengesetzten, überwunden und Flußwasser bricht in den Boden und das Grundwasser ein. Bei Gebirgsbächen mit einem aus grobem Schotter oder Kies bestehenden Bette läuft oft ein großer Teil des Baches im Boden sozusagen als Grundwasserstrom. Solche Wasser haben aber hygienisch eine andere Bedeutung als gut filtriertes und dickere Bodenschichten durchsetzendes Grundwasser.

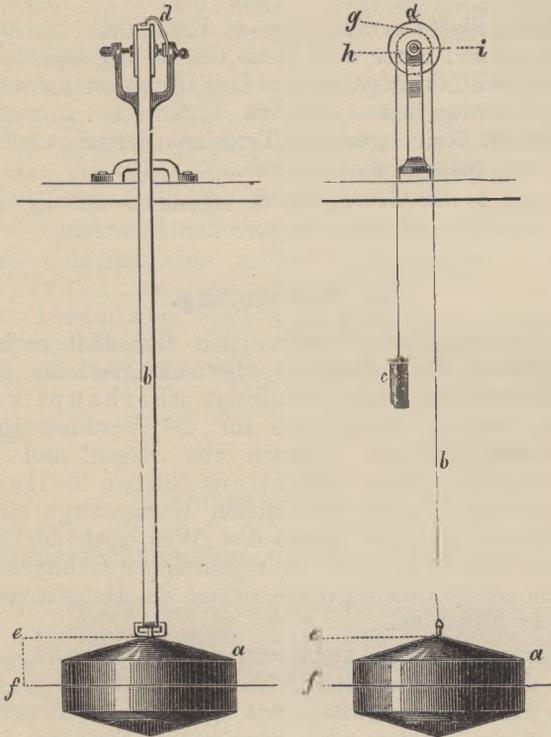


Fig. 16.

Fig. 17.

Auch zwei durch impermeable Bodensorten getrennte Grundwasserschichten können vorhanden sein.

Zum Messen der Höhe des Grundwassers dient der Pettenkofersche Grundwassermesser.

Dieser in Fig. 16 und 17 skizzierte Apparat besteht aus einem Schwimmer (*a*), verbunden mit einem über eine Rolle laufenden gefirnisten Meßbande oder einer Meßkette (*b*), an dessen Ende sich ein Gegengewicht (*c*) befindet. Der Schwimmer ist ein Hohlgefäß aus verzinktem Eisenbleche, welches in der Weise tariert werden muß, daß bei gleichzeitiger Wirkung des Gegengewichtes der Schwimmer bis zur Mitte des zylindrischen Teiles eintaucht. Die Rolle wird von einem eisernen Ständer getragen. Der (bei *d*) angebrachte Zeiger weist auf den Teilstrich des Meßbandes, welcher die Höhe des Grundwassers angibt und abgelesen werden soll. Rolle und Zeiger schützen ein Gehäuse von Eisenblech gegen Beschädigung.

Der Grundwassermesser wird an einer passenden Stelle der Brunnendecke oder bei offenen Brunnen an einem besonderen hölzernen Einbau mit Schrauben befestigt. Bei der Wahl der Ortlichkeit und bei der näheren Bestimmung der Aufstellungsart ist zu be-

rücksichtigen, daß sowohl der Schwimmer als auch das Meßband bei jedem Wasserstand an der gewählten Stelle freies Spiel haben müssen.

Zur Bestimmung des Grundwasserstands darf keine Stelle ausgewählt werden, bei welcher Störungen durch die Stauung vom Flusse aus, oder durch das Abpumpen von Wasser aus Brunnen entstehen können.

Will man keine ständige Grundwasserstation einrichten, so benützt man ein Meßband, welches an seinem unteren Ende einen Metallstab, an welchem eine Reihe in bestimmten Abstand gestellter Schalchen angelötet sind, trägt. Beim Eintauchen in das Wasser füllen sich einige Schälchen mit Wasser; die von den nicht in das Wasser tauchenden Schälchen repräsentierte Länge wird dem Meßband zugezählt (Pettenkofer).

Nicht immer fließt das Grundwasser direkt dem nächsten Flusse zu, sondern strömt oft tief unter dem Bette des nächstgelegenen Flusses hinweg einem anderen Drainagegebiete zu. Der Durchbruch des Grundwassers fällt endlich keineswegs immer mit dem Flußniveau zusammen, sondern dasselbe durchbohrt Steigungen des Terrains, Bergabhänge u. dgl., um als „Quelle“ zum Austritte zu gelangen.

Ist der Abfluß des Grundwassers irgendwo ständig gehemmt, so kann es zur Versumpfung von Landstrecken kommen.

### Die Verdunstung.

Die Verdunstung des Wassers nach Regenfall rechnet man zu rund einem Drittel; doch sind die allermannigfachsten Abweichungen vorhanden. In manchen Gegenden dringt überhaupt kaum Wasser in den Boden, weil die Verhältnisse für die Verdunstung zu günstig sind. Die überaus geringen Mengen von Regen und Tau, welche die Sahara befeuchten, gehen zum allergrößten Teile durch Verdunstung verloren; in dem zerklüfteten Karstgebirge nimmt dagegen eine unverhältnismäßig große Menge den Weg nach der Tiefe, unterirdischen Wasserläufen zu, und in regenreicher Gebirgslandschaft mit stark geneigtem felsigen Untergrunde strömt die Hauptmasse des Regens unmittelbar dem Flusse zu.

Die Verdunstung ist abhängig von den atmosphärischen Verhältnissen, dem Sättigungsdefizit und der Luftbewegung, aber auch von speziellen Bodeneigenschaften, wie der leichten Benetzbarkeit, von der Möglichkeit des leichten oder schwierigen Eintrittes in die Poren und von den Eigenschaften der äußeren Bodenoberfläche. Bei mittlerer Größe der Bodenpartikelchen wird am meisten Feuchtigkeit verdunstet.

Der Belag mit Laub und Nadeln scheint die Wasserabgabe zu vermindern, lebende Pflanzen dagegen vermehren die Wasserabgabe einem unbewachsenen Boden gegenüber sehr bedeutend; die Bäume entziehen den tieferen Bodenschichten, in denen ihre Wurzeln haften, die Feuchtigkeit, und Waldboden wird daher bis zu 1 m Tiefe trockener sein als ein unbebautes Feld (Ebermeyer).

Trotzdem vermehrt die Bewaldung den Wasserreichtum einer Gegend, da die Waldesluft windstillere und feuchtere ist als die Luft im Freien, und ferner vom Waldboden durch den Schutz des Laubes die direkte Sonnenstrahlung abgehalten und die Erwärmung, ein bedeutendes Moment für die Verdunstung, vermindert wird. An hügeligem und bergigem Terrain hemmt die Bepflanzung ein rasches Abströmen des Regenwassers nach den Flüssen zu.

Die oberen Bodenschichten, welche durch die Austrocknung ihr Wasser verloren haben, schützen die tieferen in hohem Grade vor weiterem Wasserverluste. So kann es kommen, daß die von den Verdunstungsmessern angegebenen Wasserverluste in manchen Gegenden viel größer sind als die Regenmengen, welche ein Gebiet überhaupt erhält. Der Regen dringt rasch in den Boden, dessen austrocknende Oberfläche als schützende Decke die Wasserverdampfung hindert.

Tritt Wasser, welches suspendierte Partikelchen mit sich führt, in den Boden, so bleiben diese je nach der Porenweite des Bodens in letzterem zurück. Je dicker die Schicht, je enger die Poren, um so vollendeter die Wirkung.

Das durch den Boden hindurchtretende Wasser nimmt bestimmte Stoffe in Lösung auf; alle natürlich vorkommenden Grundwasser, Quellwasser, Fluß- und Seewasser enthalten namentlich anorganische Stoffe, welche eine Folge der Durchwanderung des Wassers durch den Boden sind. (Siehe später das Kapitel Wasser).

Die Wasserverteilung im Boden ist etwa folgende:

Die oberste Schichte zeigt große Schwankungen, man nennt sie Verdunstungszone, weil sie unter geeigneten Verhältnissen leicht Wasser abgibt. Darauf folgt die Durchgangszzone, welche für gewöhnlich durch das abwärts dringende Wasser durchnäßt wird, dann die Zone kapillaren Wassers, endlich die eigentliche Grundwasserzone.

---

## Zweites Kapitel.

### Absorptionserscheinungen und Zersetzung im Boden.

Die in den Boden eindringenden Flüssigkeiten führen oft allerlei gelöste Verunreinigungen, d. h. Stoffe, welche der normalen Zusammensetzung von Grund- und Quellwasser etc. nicht zugehören, mit sich.

Der Boden, namentlich der Ackerboden und Humus, besitzt die Fähigkeit, gewisse organische wie anorganische Stoffe zu absorbieren; unter den anorganischen Stoffen namentlich gewisse Salze, welche als Pflanzennahrungstoffe angesehen werden müssen.

Die Absorption ist zum Teil durch Flächenattraktion zu erklären, wird also um so besser, je feiner zerkleinert das Bodenmaterial ist, weil dann auch die Oberfläche der Teilchen größer ist, als wenn größere Partikelchen den Boden zusammensetzen; zum Teil hat man die Absorption als Folge chemischer Bindungen anzusehen, wie z. B. durch Zersetzung wasserhaltiger Doppelsilikate (wie kieselsaure Tonerde, Kalk, Natron) durch Kali und Ammoniak, indem die neu zugeführten Basen die früher in den Doppelsilikaten vorhandenen verdängen oder durch direkte Bindung der Phosphorsäure an Eisenoxydhydrat oder Zersetzung von kohlensaurem Kalk.

Bei dem Schütteln des Bodens mit Lösungen werden auch Substanzen absorbiert, aber weniger, als wenn man die Substanzen durch den Boden filtriert. Bei der Filtration kommt jede tiefere Bodenschicht

mit einer zunehmend verdünnteren Lösung der Beimengung in Berührung.

Von gelösten organischen Stoffen werden Körper der Benzolreihe, Eiweißstoffe, Fermente, Alkaloide und Gifte absorbiert und zunächst unverändert im Boden zurückgehalten.

Jeder Boden hat eine bestimmte Absorptionsgrenze, über welche hinaus er keine Stoffe aufzunehmen vermag. Sie gehen dann durch diese Schicht hindurch und wandern einer tieferen zu; der Boden ist für die betreffenden Stoffe gesättigt.

Auch Dämpfe und Gase werden in dem Boden zurückgehalten. Bekannt ist, daß das Leuchtgas beim Strömen durch den Boden seinen charakteristischen Geruch verliert und dadurch dem Menschen sehr gefährlich wird.

Die in dem Boden, sei es durch Absorption, sei es durch Filtrationswirkung, zurückgehaltenen organischen Stoffe unterliegen einer mehr oder minder rasch eingreifenden Zersetzung, die in vielen Fällen mit vollständiger Zerstörung und Mineralisierung der Substanzen endigt. Diesen Vorgang nennt man die Selbstreinigung des Bodens.

Wenn man die in Frage kommenden organischen Verunreinigungen nach ihrer Masse betrachtet, so überwiegen weitaus Reste von Tieren und Pflanzen und die in diesen vorkommenden Gruppen der Eiweißstoffe, Fette, Fettsäuren und Kohlehydrate (Zellulose namentlich) und Abkömmlinge von diesen allen, insoweit Fermente und organisierte Keime bereits eingewirkt haben.

Unter geeigneten Bedingungen — bei Temperaturen von  $+ 5$  bis  $37^{\circ}$  C — und bei einem bestimmten Feuchtigkeitsgehalte des Bodens geht die schleichende Verbrennung der organischen Stoffe unter reichlicher Bildung von Kohlensäure vor sich. Jedenfalls leisten die in dem Boden überall in Masse angesiedelten Bakterien einen reichlichen Teil dieser Zersetzungsarbeit; aber sie sind nicht die alleinige Ursache, und mancherlei andere Prozesse greifen modifizierend ein, wie bei Besprechung des Beerdigungswesens näher dargelegt werden wird.

Die Kohlehydrate zerfallen im allgemeinen leicht und nur die Zellulose und ihr nahestehende Körper, indem ihre Zersetzung mit dem Entstehen humusartiger Substanzen einen gewissen Abschluß findet, widersteht länger; Fette werden alsbald, gleichgültig, ob sie aus hohen oder niederen Fettsäuren bestehen, bei Gegenwart eines ausreichenden Wassergehaltes des Bodens in Fettsäuren und Glycerin gespalten und diese Spaltungsprodukte weiter zur Kohlensäure und Wasser verbrannt (Rubner).

Andere Spaltungsprodukte liefern die stickstoffhaltigen Verbindungen, welche Amidogruppen enthalten, vor allem die Eiweißkörper. Der stickstoffhaltige Anteil der letzteren wird als Ammoniak abgeschieden, eine Arbeit, welche der größte Teil aller Bakterien zu leisten vermag und dieses weiter in Salpetersäure oder salpetrige Säure umgewandelt — „Nitrifikation“.

Nitrifizierend wirken sehr viele von den Mikroorganismen. In Moorboden scheint Nitrifikation nicht einzutreten. Die reichen Salpeter-

lager von Südamerika sind durch die Einwirkung mächtig nitrifizierender Spaltpilze aus Vogelexkrementen (Harnsäure etc.) entstanden.

Winogradsky (Annal. de l'Inst. Pasteur 1890) schreibt die Salpetersäurebildung wie Salpetrigsäurebildung verschiedenen Mikroorganismen zu. Die Nitritbildner greifen Ammoniak an; ist das letztere aufgezehrt, so entwickeln sich die Nitratbildner und oxydieren die Nitrite.

Die bei der Zerstörung der organischen Substanzen erzeugte Kohlensäure entweicht zum Teil aus dem Boden, oder sie wird von der Bodenfeuchtigkeit absorbiert. Das Wasser erlangt dadurch eine bedeutende Vermehrung seines Einflusses auf die Verwitterung und zugleich die Frische und Schmackhaftigkeit, welche Quellwasser vor dem Flußwasser oder Regenwasser auszeichnet.

Mitunter treten Sumpfgas oder andere Kohlenwasserstoffe und Schwefelwasserstoff auf. (Siehe unter Wasserversorgung.)

Die filtrierende und absorbierende Wirkung des Bodens schützt das Grundwasser vor Verunreinigung und hält die Quellen frei von Verpestung und Verschmutzung. Die Selbstreinigung des Bodens schafft Gefahren beiseite, welche für unser Wohlbefinden bei der Übersättigung des Bodens mit Abfallstoffen sich ausbilden, und liefert anderseits Pflanzennährstoffe (Kohlensäure, Ammoniak, Nitrate und Nitrite).

Der einzige, jeder Anforderung entsprechende und von der Natur selbst angewiesene Ort für die Unterbringung aller organischen Abfallstoffe ist die Erde. Alles ist hier dazu angetan, um durch den sich in der Ackererde abspinnenden Prozeß die verschiedenen organischen Stoffe in diejenigen Formen anorganischer Verbindungen überzuführen, in denen sie die unentbehrlichsten, aus dem Boden geschöpften Nahrungsmittel der Pflanzen bilden und sich auf solche Weise dem großen Kreislaufe der Stoffe wieder einfügen. In diesem Sinne kann man dem Ackerboden eine desinfizierende Kraft zuschreiben, ihn als das Medium bezeichnen, in dem die Zersetzung faulnisfähiger Abfallstoffe in der vorteilhaftesten und bis zu einer gewissen Grenze unschädlichsten Weise vor sich geht. Frankland hat gefunden, daß auf einem Sandboden von  $1m^2$  Oberfläche und  $1m$  Mächtigkeit täglich 25—33 l Londoner Kanalwasser gegossen werden können, mit dem Ergebnisse, daß das abfließende Wasser ganz rein bleibt und daß in diesem die aufgegossenen organischen Substanzen in der Gestalt von Oxydsalzen (Nitrate, Karbonate) erscheinen. Die reinigende und desinfizierende Wirkung des Bodens hat Falk in sehr interessanter Weise anschaulich gemacht. Er füllte hohe und schmale Glaszylinder mit Sandboden und übergoß letzteren mit Lösungen verschiedener Fermente und Gifte. Emulsin und andere Fermente übten ihre fermentierende Kraft beim Durchgang völlig ein; Lösungen von Milzbrandblut, von dem septischen Gifte, von fauligem Pferdefleisch verloren den Eiweißgehalt, den Fäulnisgeruch und die früher bewiesene Fähigkeit, durch Einspritzung in das Blut kleiner Säugetiere Giftwirkungen und Erkrankungen hervorzurufen. Erst nach monatelanger Fortsetzung des täglichen Aufgießens verlor der Boden seine desinfizierende Kraft.

### Die Bodenluft.

Durch die lebhaften Zersetzungs Vorgänge in dem Boden erleidet die in den Spalträumen eingeschlossene Bodenluft wesentliche Ver-

änderungen; man lernt die Mächtigkeit der letzteren aber erst recht schätzen, wenn man bedenkt, daß die Bodenluft in der Regel nicht stagniert, sondern in mäßiger Bewegung ist. Luftdruckschwankungen, Winde, das Eindringen des Regens oder Ansteigen und Fallen des Grundwassers geben die natürlichen Triebkräfte hiefür ab, und hiezu käme noch die in den Wintermonaten kräftig aspirierende Wirkung geheizter Häuser. Porenweite und Dicke der zu durchwandernden Schichten steigern oder bestimmen den Erfolg der bewegenden Kräfte.

Zur Untersuchung der Bodenluft verwendet man Gasröhren, an deren unteres Ende eine Spitze angeschraubt wird, und treibt diese Röhren in den Boden ein (Fodor). Seitliche Durchbohrungen am unteren Ende lassen die Luft eintreten. In der Regel leitet man durch eine mit der Gasröhre in Verbindung gesetzte Bleiröhre die Bodenluft in den Raum, in welchem ihre Analyse vorgenommen werden soll.

Bei Untersuchung der Bodenluft wurden als Bestandteile gefunden: Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure, Ammoniak, selten Schwefelwasserstoff.

Die Menge des Ammoniaks in der Bodenluft ist stets eine sehr kleine. Sie wurde von Fodor in 100 l Luft zu 0.048 bis 0.082 mg bestimmt.

Die Untersuchung der Bodengase auf Ammoniak wird in der Weise vorgenommen, daß man ammoniakfreies Wasser mit ammoniakfreier Salzsäure versetzt und durch dieses Gemisch etwa 50 bis 100 l Bodenluft hindurch aspiriert, jedoch auf die Art, daß das salzsäurehaltige Wasser mittels einer engen Glasröhre in die in den Boden eingesenkten eisernen Röhren bis an deren unterstes Ende heruntergelassen wird. Das gebundene Ammoniak wird mit Neßlers Flüssigkeit und Chlorammonlösung kolorimetrisch bestimmt.

Vergleichende Bestimmungen des Gehaltes der Bodengase an Ammoniak sind bis jetzt nur spärlich gemacht. Die Anhäufung von Ammoniak setzt immer voraus, daß die Oxydation der im Boden befindlichen oxydierbaren, stickstoffhaltigen Stoffe gehemmt ist; man betrachtet das Ammoniak als ein Produkt der Faulnis. Doch ist ausnahmsweise in tieferen Bodenschichten auch eine auf rein chemische Prozesse zurückzuführende Ammoniakbildung möglich.

Die Kohlensäurebestimmung in der Bodenluft wird in der Weise vorgenommen, daß mittels Aspiration eine bestimmte Menge Bodenluft durch eine gemessene Menge titrierter Barytlösung geleitet wird (Pettenkofer). Die Menge der Kohlensäure kann nicht als Kriterium benützt werden, um daraus in allen Fällen auf den Grad der Verunreinigung des Bodens oder auf die Lebhaftigkeit der Vorgänge bei den Zersetzungen zu schließen.

Der Rhythmus der Kohlensäurebildung im Boden geht parallel den Schwankungen der Bodentemperatur. Am meisten  $\text{CO}_2$  wird erzeugt bei reichlichem Gehalte des Bodens an organischer Substanz, einem mittleren Feuchtigkeitsgehalte und geeigneter Temperatur und Luftzutritt.

Die Bodenluft enthält weniger Sauerstoff als die atmosphärische Luft und in manchen Fällen sogar beträchtlich weniger. Bei Bodengasanalysen fand man nahezu regelmäßig, daß der Zunahme des Kohlensäuregehaltes eine Abnahme des Sauerstoffgehaltes, im Vergleiche mit der freien Luft, entspricht. Die Bodenluft ist schon in geringer Tiefe so sehr arm an Sauerstoff (7.4%), daß sie absolut unfähig wäre, auf die Dauer das Leben zu erhalten. Bedenkt man, daß die Kellerwohnungen manchmal bis 4 m tief in den Boden hineinragen und die Bodenluft durch die in solchen Lokalitäten befindliche Wärme aspiriert wird, so kann man nicht bezweifeln, daß Kellerwohnungen gelegentlich durch die Bodenluft mit mancherlei gesundheitgefährdenden Momenten verknüpft sind.

Die Bodenluft ist schon in geringer Tiefe mit Feuchtigkeit gesättigt.

### Mikroorganismen in dem Boden.

Der Boden von geeigneter Porenweite ist ein vorzüglicher Filtrationsapparat und selbst sehr mäßige Dicken entziehen sowohl der durchströmenden Luft wie dem durchströmenden Wasser die in denselben vorhandenen Mikroorganismen.

Man findet daher an Stellen, an welchen der Boden unverletzt ist, die Mikroorganismen, und zwar äußerst zahlreich in den oberen Schichten ( $\frac{3}{4}$  bis  $1\frac{1}{5}$  m) und im allgemeinen nur bis zu mäßigen Tiefen eindringend. Sie werden also ihrer Hauptmasse nach da zurückgehalten, wo auch die Filtrationswirkung und Absorption des Bodens suspendierte wie gelöste organische Stoffe und Salze, die Nahrungsstoffe der Mikroorganismen, abgelagert sind.

Jedenfalls ist nicht richtig, daß, wie vielfach behauptet wird, der Boden in 4 m Tiefe bakterienfrei gefunden wird. Die Abnahme der Bakterien nach der Tiefe hängt nicht allein von dieser, sondern auch von der Art des Bodens ab (Davids). Bohrt man den Flußboden an, so findet man denselben reich an Bakterien, aber diese nehmen dann in tieferen, auch permanent von Grundwasser durchtränkten Schichten allmählich ab. Die reinigende Wirkung des Bodens gegenüber letzteren läßt sich keineswegs immer durch die Enge der Porenräume erklären. Die Bakterien haben zweifellos die Eigenschaft, sich an der Wandfläche von Capillaräumen festzusetzen, auch wenn die Weite der Poren ein Weiterwandern gestattet.

Bei überreicher Zufuhr von Schmutzstoffen, bei großer Maschenweite der Poren, oder wenn Spalträume im Boden sich finden, der Boden ausgehoben wird, Kanäle und Senkgruben u. s. w. eingetrieben werden, finden die Keime sich selbstverständlich auch in ganz bedeutenden Tiefen.

Die Mikroorganismen werden von der obersten Bodenschicht leicht weiter verbreitet, sobald die Luft trocken ist und Zerstäubung eintritt. Bei Benetzung des Bodens ist eine solche Ablösung der Bodenpartikelchen kaum möglich, sei es denn, daß wie bei dem Auffallen des Regens, ein Zerstäuben bakterienhaltiger Flüssigkeiten eintritt. Aus tieferen Bodenschichten kann wegen der filtrierenden Wirkung des Bodens ein Transport der Keime nicht erwartet werden. Die aus dem Boden gesaugte Luft ist, wenn Verstäuben vermieden wird, keimfrei. Durch das Aufsteigen kapillaren Wassers kann auf kleineren Strecken selbstverständlich ein Transport von Keimen eintreten. Ratten, Mäuse, Maulwürfe, Regenwürmer u. dgl. können zum Transport von Keimen auch mitunter in wesentlichem Grade beitragen.

Ein großer Teil der Bodenkeime scheint nicht pathogener Natur zu sein. Doch hat man auch mit Sicherheit pathogene Keime gefunden: die Bazillen des malignen Ödems, die Bazillen des Tetanus, welche sehr verbreitet zu sein scheinen. Was die Wachstumsbedingungen, soweit Bodentemperatur und Bodenluft in Betracht kommen, anlangt, so hat man hierüber Laboratoriumsversuche angestellt. Es entwickelten sich Milzbrandbazillen auf geeigneten künstlichen Nährböden in einer Tiefe von 2 m unter der Bodenoberfläche nur ausnahmsweise, in 3 m Tiefe

gar nicht; weniger empfindlich sind die Choleravibrionen, die wenigstens während der Monate August bis Oktober noch in 3 m Tiefe wachsen können. Die Typhusbazillen entwickeln sich bis zu 3 m Tiefe das ganze Jahr hindurch. Insofern viele Krankheitserreger in den Auswurfstoffen der Menschen ausgeschieden werden und in den Leichen von Menschen wie Tieren angehäuft sind, besteht die Möglichkeit, daß man mit besseren Untersuchungsmethoden, als wir sie jetzt besitzen, wohl öfter als bisher pathogene Keime im Boden wird finden müssen. Es wird angegeben, Milzbrandbazillen fanden sich in dem Boden über Milzbrandleichen. Esmarch fand beim Vergraben von Milzbrandleichen nach Wochen keine infektionstüchtigen Bazillen mehr.

Ausgiebige Vermehrung pathogener Keime scheint im Boden nicht einzutreten, es sei denn, daß der Boden verunreinigt wird und die Verunreinigung geradezu den eigentlichen Nährboden darstellt. Typhusbazillen hat man viele Monate nach Düngung des Bodens mit Typhusdejektionen noch aufgefunden. Der Boden konserviert sicher in ausnehmend hohem Grade manche pathogene Keime, welche in denselben gelangen. Milzbrandbazillen gehen im Boden rasch zur Sporenbildung über, Tuberkelbazillen fand Schottelius noch nach  $2\frac{1}{2}$  Jahren lebensfähig. Die einzelnen Bodenarten scheinen in ihrem Einflusse auf die Bakterien sich ungleich zu verhalten.

Wir haben alle Sorgfalt zu verwenden, daß der Boden mit pathogenen Keimen nicht verunreinigt werde, da sonst mancherlei Verschleppungen der Keime vorkommen können und andauernde Gefahren entstehen; namentlich haben wir aber zu verhüten, daß der Boden durch Übersättigung mit Schmutzstoffen die Möglichkeit erhält, zu einem Nährboden für saprophytisch lebende pathogene Keime zu werden. (Näheres siehe unter Cholera, Typhus u. s. w.)

Im Boden finden sich sehr häufig auch Bandwurmeier und eine Reihe niederer Würmer, z. B. Nematoden, welche gelegentlich in den Menschen zur Einwanderung gelangen.

### Gesunder und ungesunder Boden.

Als ein gesunder Boden gilt im allgemeinen entweder Felsgrund oder ein für Luft und Wasser durchgängiger Boden mit tief stehendem Grundwasser; als ungesund namentlich sumpfiger Boden, der Boden von Niederungen, Flußmündungen mit zeitweise brackigem Wasser, Flußniederungen, welche der Überschwemmung ausgesetzt sind; ferner Kulturböden mit einer nahe unter der Oberfläche befindlichen, für Wasser undurchgängigen Schicht.

Die Versumpfung einer Landstrecke kann durch natürliche Ursachen, wie geringes Bodengefälle, Ablagerungen, hervorgerufen oder auch durch menschliche Einflüsse erzeugt sein. Gewerbliche Anlagen bedingen oft ausgedehnte Wasserstauungen, Rieselfelder, Reisfelder, Flußkorrekturen haben nicht selten die unbeabsichtigte Versumpfung größerer Landstrecken herbeigeführt.

Meist spielt neben der Versumpfung, d. h. der Wasseransammlung, auch die Ablagerung von organischen Stoffen bei dem ungesunden Boden eine Rolle, obschon der Begriff des Ungesundseins ohne Wasserstagnation nur durch Bodenverunreinigung gegeben sein kann.

Die Verbesserung der Gesundheitsverhältnisse in einem Sumpfgebiete wird am einfachsten und sichersten durch die Entwässerung erreicht, gleichgültig ob der Reichtum des Bodens an organischen Stoffen mitspielt oder nicht. Große Erfolge hat Holland durch das Trockenlegen von Sumpfgenden erreicht; die pontinischen Sümpfe, die toskanischen Maremmen, Teile Südungarns hat man der Kultur neu erschlossen. Das Landesgebiet in Frankreich zwischen der Gironde und dem Adour, früher dünn bevölkert und fast unbewohnbar, ist nach der Entwässerung zu einem blühenden Landstrich geworden.

Die Entwässerung vollzieht man durch Gräben und durch 1—1½ m tief versenkte Drainageröhren geeigneten Gefälles; außerdem soll das trockengelegte Gebiet am besten zur Pflanzenkultur verwertet werden. Sobald die weitere Verunreinigung eines Bodens durch organisches Material verhindert wird, schafft die Selbstreinigung des Bodens mit der Zeit von selbst Abhilfe durch Zerstörung der Substanzen.

### Die Untersuchung des Bodens.

Die chemische Untersuchung des Bodens führt noch nicht zu allgemein befriedigenden Ergebnissen. Eine genäherte Vorstellung über die Verunreinigung des Bodens erhält man durch Trennung der Bodenbestandteile mittels Wasser. 500—1000 g Boden werden mit destilliertem Wasser tüchtig durchgerührt, dann filtriert und das Filtrat in einer bei Besprechung der Wasseranalyse näher angegebenen Weise untersucht.

Der nicht lösliche Rückstand des Bodens wird getrocknet und auf den Gehalt an organischen Bestandteilen geprüft, indem eine gewogene Menge Bodens (20—30 g) im Platintiegel geglüht wird. Der Rückstand wird nach dem Erkalten mit kohlensaurem Ammoniak befeuchtet, bei 110° C getrocknet und gewogen.

Unter Umständen kann bei Untersuchung des Bodens von Fettschmelzen, Gerbereien, Abdeckereien die Extraktion des Bodens mit Alkohol oder Äther nötig werden. (Man benützt dazu den Soxhlet'schen Extraktionsapparat.) Der reine Boden enthält nur sehr wenig von in Alkohol oder Äther löslichen Stoffen; am meisten noch humusreicher Boden. Die letzteren bestehen nicht aus Fetten, sondern aus einer bräunlichen, harzartigen Masse (Rubner).

Allenfalls kann man auch noch den Stickstoffgehalt des Bodens als ein annäherndes Maß für Verunreinigung desselben ansehen. Hiezu benützt man die Methode von Kjeldahl. (Siehe Jodlbauer, Chem. Zentralblatt 1886.)

Zur Bestimmung der Humuskörper werden 50 g der lufttrockenen Erde einige Stunden lang mit Kalilauge gekocht, verdünnt, ausgewaschen, filtriert, das Filtrat mit Salzsäure schwach sauer gemacht, die sich ausscheidenden braunen Flocken ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Näheres über die Bodenanalyse siehe bei König, Untersuchung landwirtsch. und gewerbl. wicht. Stoffe. Berlin 1891.

Die Untersuchung auf Mikroorganismen hat eine große Bedeutung. Der zu prüfende Boden muß möglichst rasch in Untersuchung genommen werden, weil in den Bodenproben alsbald eine Vermehrung der vorhandenen Keime selbst bei niederen Temperaturen eintreten kann; namentlich die tieferen Schichten entnommenen Bodenproben zeigen dies Verhalten (C. Frankel).

Die gewogene Bodenprobe wird direkt in Nährgelatine gebracht und ordentlich durchgemischt, dann auf Platten ausgegossen. Die Prüfung auf anaerobe Keime siehe später.

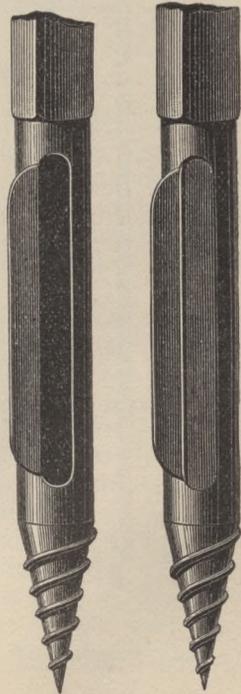


Fig. 18.

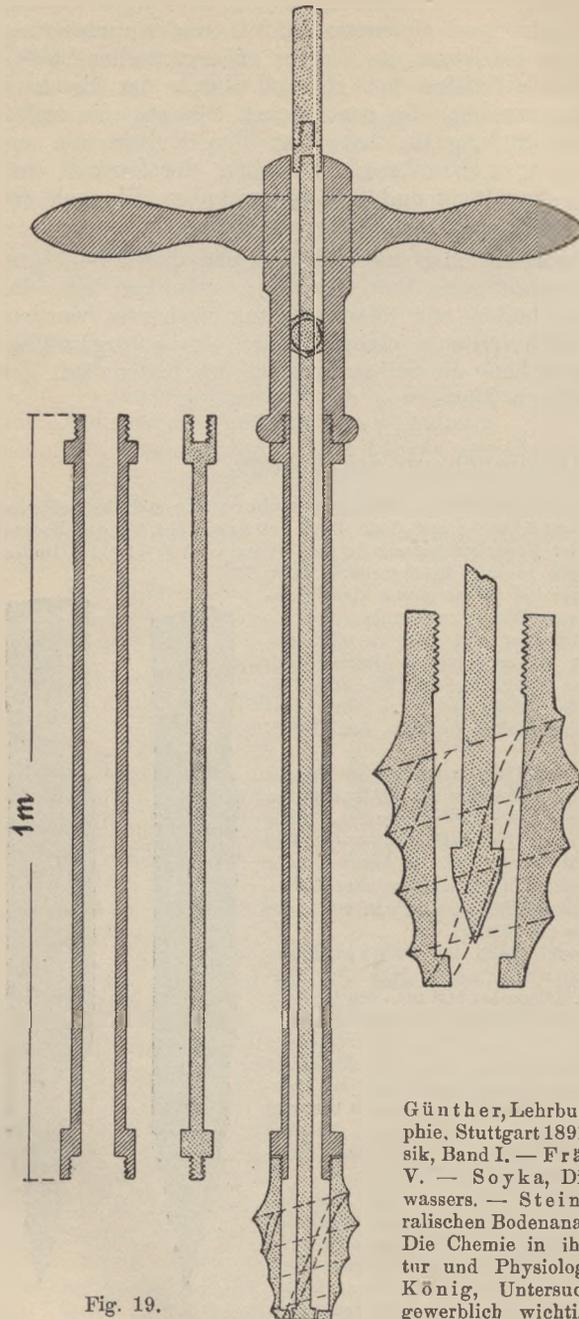


Fig. 19.

Zum Ausheben trockener Erdproben bedient man sich des nebenstehend abgebildeten Erdbohrers (Fig. 18). Oberhalb des Bohrgewindes ist ein löffelförmiger Ausschnitt zur Aufnahme für die Erde, verschließbar durch eine Hülse, an der eine nach außen gebogene Leiste sich findet. Dreht man im Sinne der Windungen des Bohrers, so bleibt das Instrument geschlossen (Figur rechts), dreht man aber den Bohrer entgegengesetzt, so werden der löffelförmige Ausschnitt des Bohrers und die Hülseöffnung übereinander gelagert und die Erde tritt ein. Die entgegengesetzte Drehung schließt den Bohrer und nun kann die Probe gesichert vor weiterer Vermischung mit der übrigen Erde des Bohrloches zu Tage gefördert werden.

Für wasserhaltenden Boden kann nur der Davidische Bodenbohrer Verwendung finden (Fig. 19). Derselbe besteht aus einem aus bestem Stahl hergestellten Bohrstücke, dessen Spitze durch eine besondere Vorrichtung nach innen bewegt werden kann. Dadurch tritt etwas Bodensubstanz in den inneren Bohrerraum. Sodann schließt man durch Drehen an einem Gewinde wieder die Spitze und zieht den Bohrer aus dem Boden heraus.

Literatur: Soyka, Der Boden, Handbuch der Hygiene v. Pettenkofer. — Günther, Lehrbuch der physikalischen Geographie, Stuttgart 1891. — Wollny, Agrikulturphysik, Band I. — Fränkel, Zeitschrift für Hygiene, V. — Soyka, Die Schwankungen des Grundwassers. — Steinriede, Anleitung zur mineralischen Bodenanalyse, Leipzig 1887. — Zoller, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie, Braunschweig 1876. — König, Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe, Berlin 1891. — Fodor, Hygiene des Bodens, Jena 1893.

### Dritter Abschnitt.

---

## Die Wärme.

---

### Erstes Kapitel.

### Allgemeines über die Wärmeökonomie.

#### Wärmezustände durch die Besonnung.

Als Quelle der Wärme kann für die Naturverhältnisse auf der Erdoberfläche nur die Sonnenstrahlung gelten; als Quelle des Wärmeverlustes die Ausstrahlung nach dem Weltenraume. Nur für jene seltenen Fälle, in denen der Mensch nach bedeutenden Tiefen unter die Erdoberfläche dringt (in Bergwerken oder Tunnels, welche unter bedeutenden Gebirgsstöcken hindurch getrieben werden), wird die Erdwärme wirksam.

Die Menge der Sonnenwärme, welche auf 1  $cm^2$  bestrahlte Fläche fällt, beträgt an der Grenze der Atmosphäre 2·83 (kleine) Kalorien für die Minute (Langley) und würde hinreichen, in einem Jahre 29 m dickes Eis zu schmelzen. Von dieser Wärmemenge hält aber die Atmosphäre einen sehr wesentlichen Teil zurück; bei senkrechtem Einfall der Sonnenstrahlung und heiterem Himmel gelangen nur 64% (nach anderer Angabe 75%) auf die Erde (im Niveau des Meeres), 36% werden absorbiert. Diese absorbierende Wirkung entfaltet die Luft aber nur bei der außerordentlichen Mächtigkeit der Atmosphäre, indes sie für kleinere Entfernungen als völlig für die Wärme durchgängig gilt.

Die Absorption in der Atmosphäre ist ganz abhängig von der Stellung der Sonne. Je näher dem Horizont letztere steht, einen um so längeren Weg haben die Sonnenstrahlen zurückzulegen und um so dichtere Luftschichten zu durchsetzen.

Bei einer Sonnenhöhe von	0°	10°	30°	50°	70°	90°
ist die Dicke der Atmosphäre	35·5	5·6	2·0	1·3	1·1	1·0
und die durchgelassene Wärmemenge	0	0·2	0·56	0·60	0·74	0·75
die in die Atmosphäre tretende Wärmemenge = 1 gesetzt.						

An einem wolkenlosen Tage (14. Oktober 1890) betrug die direkt bestimmte Wärmestrahlung der Sonne in Marburg, gemessen mit dem Pyrheliometer:

Zeit	Zenitdistanz	Wärmemenge in cal. p. Min. u. cm <sup>2</sup>
8 45	62°	0·877
9 32	56°	0·900
10 10	53°	0·958
10 49	50°	0·987
11 37	47°	1 085

In ähnlicher Weise findet des Nachmittags der Abfall der Wärmestrahlung statt. Zur Zeit des Sommersolstitiums bei Hochstand der Sonne erreichen die Werte noch bedeutendere Größen.

Die Wärmewirkung ist weiter abhängig von dem Winkel, unter welchem die Strahlen auffallen; sie nimmt mit dem Sinus des Einfallswinkels ab. Die beiden Momente, Absorption und Einfallswinkel, bedingen die tägliche Wärmeschwankung.

Die in der Atmosphäre absorbierten Strahlen sind für uns nicht ganz verloren; denn ihnen verdanken wir die sogenannte „diffuse“ Strahlung des Himmels, welche Licht, Wärme und chemisch wirksame Strahlen liefert. Ja, der Absorption der Atmosphäre verdanken wir geradezu die Möglichkeit der Existenz von Tier- und Pflanzenwelt auf der Erde; indem sie die Bestrahlung mildert und die Ausstrahlung hindert, schafft sie ein gleichmäßiges Klima.

Die Sonnenstrahlen bestehen aus Ätherwellen verschiedener Länge, die wir nach der Art ihrer Wirkung, welche sie beim Auffallen entfalten, als Licht-, Wärme- und chemisch wirksame Strahlen zu bezeichnen pflegen. Die Absorption der Atmosphäre ist selektiv; es wird nicht von allen Strahlen ein gleicher, sondern ein verschiedener Bruchteil absorbiert. Von den leuchtenden Strahlen gehen hindurch 81—88%, und zwar am wenigsten von den „blau“ empfundenen Strahlen, von den dunklen (Wärme-) Strahlen 40%, von den chemisch wirksamen 44%.

Die leuchtenden Strahlen, welche einen großen Teil der gesamten Sonnenstrahlung repräsentieren, werden bei dem Auffallen an der Erdoberfläche in Wärmestrahlen übergeführt. Wären sie leuchtend geblieben, so hätten sie durch Reflektion fast ungehindert den Weg zum Weltraum zurück angetreten; die selektive Absorption hält sie aber in der Atmosphäre zurück, weil letztere für „Wärmestrahlen“ ein großes Absorptionsvermögen besitzt. Ohne dies Verhalten würde selbst während der Bestrahlung durch die Sonne die Ausstrahlung so bedeutend sein, daß keine wesentliche Erwärmung der Objekte eintreten könnte, und bei mangelnder Besonnung müßte die Temperatur des Weltraumes — eine alles Leben erstarrende Kalte — herrschen.

Die Höhenlage eines Ortes bedingt, weil von ihr die Dicke der über einem Orte lagernden Luftschicht abhängt, wesentlich die Intensität der Strahlung. Die Tageslänge, d. h. die Bescheinigungszeit bestimmt außerdem die einem Orte zufließende Wärmemenge (Wechsel mit den Jahreszeiten); die geographische Breite ist in dieser Hinsicht sehr wichtig. Dunstiges Wetter, Bewölkung, vermindern in ungeheurem Grade die Wärmezufuhr, hindern aber in demselben Maße allerdings die Ausstrahlung.

An der Erdoberfläche angelangt, ist schließlich der Effekt, welchen die Sonnenstrahlen durch Erwärmung der betroffenen Gegenstände erzeugen, ein äußerst verschiedener und abhängig von mannigfachen physikalischen Bedingungen. Verschiedenheit der Reflexion der Strahlen und der Absorption durch Farbe, Oberflächenbeschaffenheit und Neigung der Flächen. Verschiedene Wärmeleitung und spezifische Wärme können zur selben Tageszeit und an einem Orte die verschiedenartigsten Temperaturen nebeneinander lagernder Objekte hervorrufen. Besonders groß sind die Unterschiede bei Boden und Wasser in der spezifischen Wärme; jene des Wassers ist doppelt so groß als jene eines gleichen Volumens Boden.

Die Bestimmung der Wärmestrahlung der Sonne führt man mittels eines Pouillet'schen Pyrheliometers oder mit einem Bolometer nach Langley aus. Derartige Messungen sind aber kompliziert.

Am gebräuchlichsten ist die Aufstellung eines in ein Vakuum eingeschlossenen geschwärzten Thermometers (Sonnenthermometers), in dessen Nähe mit einem gewöhnlichen Thermometer die „Schattentemperatur“ bestimmt wird. Die Differenz der beiden Thermometer gilt als direktes Maß der Strahlung, aber mit Unrecht. Die Vakuumthermometer müssen, um brauchbare Zahlen zu liefern, empirisch mit dem Instrument einer anderen Station verglichen oder mittels des Pyrheliometers geeicht sein, da die Strahlung nicht genau proportional der Temperaturdifferenz zwischen Sonnen- und Schattenthermometer ist. Die Art der Aufstellung beeinflusst die Ergebnisse erheblich.

Als ein Beispiel der Angaben eines Luft- und Solarthermometers (Vakuumthermometers) seien folgende von Todd in Adelaide erhaltene Zahlen erwähnt.

	Lufttemp.	Sonnentemp.		Lufttemp.	Sonnentemp.
Dez.	21·9	56·2	Juni	12·4	38·4
Jänn.	23·2	57·3	Juli	10·8	39·8
Febr.	23·2	56·7	Aug.	12·1	43·9
März	21·2	54·5	Sept.	13·8	47·2
April	18·1	49·3	Okt.	16·9	51·1
Mai	14·6	43·2	Nov.	19·2	54·4

Die Messungen der Sonnenstrahlung sind bis jetzt wenig ausgedehnt und wenig verwertbar.

Als ein Folgezustand der Erwärmung der Erdoberfläche ist die Lufttemperatur aufzufassen. Während, wie schon oben gesagt, die Temperatur verschiedener Teile des Bodens recht verschieden sein kann, zeigt die mittlere Lufttemperatur eine große Regelmäßigkeit. Die Wärmestrahlung und Luftwärme zeigen keineswegs an allen Orten gleich große Unterschiede; man hat an hochgelegenen Punkten zwischen bestrahltem und beschattetem Thermometer Differenzen von 60° C auftreten sehen. Boden- und Lufttemperatur können zur Bescheinigungszeit sehr verschieden sich verhalten. Martin fand

	Luft	Boden
auf dem Faulhorn, 2680 m Seehöhe	8·2° C	16·2° C
in Brüssel	21·4° „	20·1° „

Daraus folgt, daß der thermometrische Grad der Erwärmung der Luft keineswegs allein der Ausdruck für den Wärmezustand eines Ortes ist; es muß die strahlende Wärme (und Ausstrahlung) als wesentlicher Faktor mit in Betracht gezogen werden. Denn es wirkt auf uns keineswegs allein die Luft und ihre Temperatur, sondern wir erhalten von allen Gegenständen, welche uns umgeben, entweder Wärme zugesandt oder strahlen gegen dieselben aus.

Literatur: Wüllner, Physik, Bd. III. — Rubner und Cramer, Archiv für Hygiene, Bd. XX.

## Bestimmung der Lufttemperatur.

Unter der Temperatur der Luft versteht man die Angabe eines Thermometers, welches in der Luft frei, aber geschützt gegen die Sonnenstrahlen und Warmereflexe aufgehängt ist.

Die an vielen Orten vorgenommenen Bestimmungen haben ergeben, daß eine passende Kombination von drei- bis viermaligen Aufzeichnungen im Laufe eines Tages ein Mittel gibt, welches dem Mittel aus 24 Stunden hinreichend gleichkommt. Solche günstige Beobachtungsstunden sind 6 Uhr morgens, 2 Uhr nachmittags und 10 Uhr abends. Auch das Mittel aus dem höchsten und tiefsten Stande des Thermometers im Laufe eines Tages läßt sich auf ein wahres Mittel zurückführen.

Zum Zwecke der Bestimmung der Extreme dienen die selbsttätig wirkenden Maximum- und Minimumthermometer, welche den höchsten und tiefsten Stand der Temperatur, der innerhalb einer gewissen Beobachtungsperiode stattgefunden hatte, selbsttätig anzeigen.

Ein solches Instrument von Six (Fig. 20) besteht aus einem Weingeistthermometer, dessen Gefäß oben liegt, dessen Rohr U-förmig gebogen ist, um in eine kleine Erweiterung zu enden. Längs beider Schenkel sind Skalen verzeichnet, eine Skala des Minimums und eine Skala des Maximums.

Der gebogene Teil des Thermometerrohres ist mit Quecksilber gefüllt, welches in beiden Schenkeln so weit reicht, daß bei der angegebenen Temperatur von  $0^{\circ}$  das Ende der Quecksilberfäden auf den beiden Skalen  $0^{\circ}$  erreicht.

Das Quecksilber dient in diesen Instrumenten nicht als thermometrische Substanz, sondern nur zur Bewegung von zwei feinen Stäbchen, welche vom Quecksilberfaden jedesmal, wenn er sich nach aufwärts bewegt, vorwärts getrieben werden, beim Zurückgehen desselben aber an der erreichten Stelle durch angebrachte feine Haarfedern festgehalten werden. Da sich nun der Quecksilberfaden im rechtsliegenden Schenkel erhebt, wenn die Temperatur steigt, so wird jener Teil der Skala, vor welchem man das untere Ende des Indexstäbchens erblickt, die Temperatur anzeigen, bis zu welcher in einem gegebenen Zeitraume das Thermometer gestiegen war (Maximum). Das Quecksilber im linksliegenden Schenkel steigt aber, wenn sich die Luft abkühlt und der Quecksilberfaden durch den Druck der Weingeistdämpfe im Gefäße am rechtsliegenden Ende des Rohres immer mit dem Ende des Weingeistfadens in Berührung erhalten wird.

Um das Instrument wieder so zu adjustieren, daß es für eine folgende Beobachtung tauglich sei, wird mit Hilfe eines kleinen Hufeisenmagnets jedes Indexstäbchen wieder behutsam mit dem Ende des zugehörigen Quecksilberfadens in Berührung gebracht.

Das Mittel aus Maximum und Minimum entspricht nicht dem Tagesmittel, sondern ist etwa  $0.5^{\circ}$  C zu hoch. Betreffs des Aspirationsthermometers siehe Abbildung 5a.

Am wertvollsten sind für hygienische Zwecke die selbstregistrierenden Thermometer. Bei diesen Instrumenten werden die Angaben eines Metallthermometers auf eine rotierende Trommel aufgezeichnet.

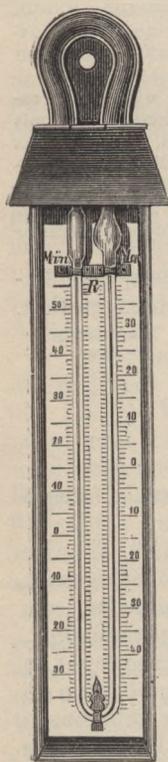


Fig. 20.

## Bewegung der Luft.

Die ungleiche Erwärmung der Erdoberfläche und damit der darüber lagernden Luft erzeugt nicht nur Temperaturänderungen, sondern auch Änderungen der Dichtigkeit der Luft. Die warme Luft ist leichter, die kalte schwerer, dadurch werden sodann Luftbewegungen, Winde, Stürme und Orkane, veranlaßt.

Die Luft im Freien ist immer in Bewegung, aber erst, wenn sie mit größerer Geschwindigkeit als  $0.5 m$  in der Sekunde strömt, fühlen

wir bei trockener Haut die Luftbewegung, bei feuchter Haut, weil die Abkühlung durch Wasserverdampfung bedeutend ist, schon bei geringerer Geschwindigkeit. Es gibt also *insensible Luftströmungen*, namentlich in geschlossenen Räumen kommen oft genug diese Luftbewegungen vor. Auch diese *insensiblen Strömungen* haben einen Einfluß auf unseren Körper und entziehen uns Wärme. Trotz anscheinender Windstille und trotz gleicher Temperatur können Verschiedenheiten der Rückwirkung auf unseren Organismus vorhanden sein. Ein schwacher Wind bewegt die Luft mit einer Geschwindigkeit von 8 bis 10 *m*, ein heftiger mit 10 bis 20 *m* und ein Orkan mit 40 bis 50 *m* per Sekunde. Im Durchschnitt kann man als mittlere Geschwindigkeit der Luft im Freien 3—4 *m* in der Sekunde rechnen.

Sobald an einer Stelle die Temperatur der Luft über die der Umgebung erhöht wird, dehnt sich die erwärmte Luftmasse aus, die warme Luft steigt in die Höhe und kühle Luft wird von allen Seiten dann herangedrückt oder wie man ab und zu in unrichtiger Weise sagt, „angesogen“. An den Orten mit erwärmten Luftschichten herrscht verminderter Luftdruck und niedriger Barometerstand.

Durch solche Wärmedifferenzen entsteht der den Tag über wehende Seewind an den Meeresküsten und Inseln, und zwar durch die Verschiedenheit der Erhitzung zwischen Wasser und Festland als Folge ihrer verschiedenen spezifischen Wärme. Der Boden hat eine geringe spezifische Wärme, erhitzt sich rasch und hoch. Das Wasser dagegen vermag mindestens doppelt so viel Wärme aufzunehmen als der Boden, ehe es um 1° C sich erwärmt. Nachts aber, wenn das Land stärker erkaltet als das Meer, strömt umgekehrt die abgekühlte Luft seewärts. Allüberall treten zwischen beschatteten und nicht beschatteten Stellen solche Luftströmungen ein.

Um den Äquator mit einer geringen Verschiebung nach der nördlichen Hemisphäre findet sich eine Zone der größten mittleren Erwärmung mit niedrigem Luftdrucke, der sogenannte Kalmengürtel. Es findet hier ein fortwährendes Emporsteigen der erwärmten Luftmassen statt und die kühlere Luft der höheren Breitgrade bekommt hiedurch einen Impuls, in diesen verdünnten Raum hineinzuströmen, wodurch die sogenannten Passate entstehen. Auf der nördlichen Hemisphäre ist die Richtung des gegen den Äquator gerichteten Luftstromes eine südliche (ein Nordwind, wie wir sagen), auf der südlichen eine nördliche. Die Passate sind aber nicht immer reine Nord- und Südwinde, sondern der Passat der Nordhalbkugel ist ein Nordostwind, jener der Südhemisphäre ein Südostwind, und dies hat seinen Grund in der Achsenumdrehung der Erde, da durch die Rotation die Richtung der Luftströmung abgelenkt wird.

Die in dem Kalmengürtel emporsteigende Luft strömt in der Höhe über den Passaten den Polen zu. Diese Strömungen, Antipassate genannt, werden ebenfalls durch die Drehung der Erde um ihre Achse abgelenkt, aber nach entgegengesetzter Richtung wie die Passate, weil sie nach Gegenden mit kleiner Drehungsgeschwindigkeit hinstromen. Der Antipassat ist demnach auf der nördlichen Halbkugel ein Südwestwind, auf der südlichen ein Nordwestwind. Je näher die Antipassate den Polen kommen, desto mehr senken sie sich. Jenseit der Wendekreise treffen wir darum in beiden Hemisphären vorherrschend westliche (südwestliche und nordwestliche) Winde an, welche, wie der Zug der Federwolken aus Südwest zeigt, bis zu den größten Höhen der Atmosphäre reichen. Neben den südwestlichen Winden herrschen hier aber auch die von hohen Breiten kommenden nordöstlichen Winde, welche als Zufluß polarer Luft in das Passatgebiet anzusehen sind. Während wir also in der Tropenzone die beiden entgegengesetzten Luftströme übereinander antreffen, fließen sie in den ektropischen Breiten nebeneinander und sind deshalb in stetem Kampfe begriffen. Hier gewinnt bald der Südwest, bald der Nordost die Oberhand, und zu beiden gesellen sich noch Zwischenwinde aus allen Richtungen der Windrose. Doch sind in den hohen Breitegraden der nördlichen Halbkugel der Südwest und Nordost die vorherrschenden Winde.

Die Süd-, Südwest- und Westwinde auf der nördlichen Halbkugel sind warm und feucht und erniedrigen den Luftdruck; die Nord-, Nordost- und Ostwinde sind kalt, trocken und erhöhen den Luftdruck.

Das Klima der gemäßigten und kalten Zone wird also beherrscht von dem Wechsel der entgegengesetzten Windrichtungen und für diesen Wechsel hat man bis jetzt wenigstens keinerlei Regel aufstellen können. Die Witterung der Tropen trägt den Charakter der Beständigkeit, die Witterung der außertropischen Zone den der völligen Regellosigkeit und Veränderlichkeit.

Der regellose Wechsel der verschiedenen Winde erklärt die sogenannten unperiodischen und die unregelmäßigen Änderungen der Wärme. Wehen Nord- und Nordostwinde anhaltend im Winter, so werden wir in ein viel nördlicheres Klimagebiet versetzt, dringen dann aber westliche Winde durch, so erhöht sich die Temperatur wieder ebenso rasch über die mittlere, als sie früher erniedrigt worden ist. Da gegen den Sommer hin die Wärmeunterschiede der Winde geringer werden, so werden auch die Störungen der normalen Temperatur im Sommer kleiner.

Die Luftströmungen sind von äußerst wichtiger Bedeutung für die Gesundheit. Sie unterhalten die gleichmäßige Mischung der Atmosphäre, sorgen also im gewissen Sinne für reine Luft, sie erleichtern die Wasserabgabe von der Haut, ermöglichen das Ertragen hoher Temperaturen. Sie können aber andererseits durch zu intensive Austrocknung der Haut lästig fallen, bei niedriger Lufttemperatur die Gefahr des Erfrierens mehren und vielleicht da und dort zu der Verschleppung von Krankheitskeimen mit dem Staube Veranlassung geben.

Die Luftbewegung ist das naturgemäße Mittel, die Haut als Regulationsorgan der Wärme zu stählen. Ein Mensch, der sich viel im Freien aufhält, hat auch ohne das Hilfsmittel der Bäder und Duschen eine abgehärtete, d. h. gut in Hitze und Kälte funktionierende Haut. Der Wind ist das beste Mittel, bei mittlerer Temperatur die Atemgröße zu mehren, den Stoffumsatz zu erhöhen (Rubner, Wolpert). Wenn die Übung der Hautgefäße diese vor der Arteriosklerose schützt, wie viele erfahrene Ärzte behaupten, so ist die frische Luft ein wichtiger Faktor zur Gesunderhaltung und ein Mittel, frühzeitiges Altern zu verhüten, da letzteres gerade durch die Arteriosklerose sehr fühlbar wird, wie z. B. durch die Unfähigkeit zum Marschieren und anderer Arbeitsleistungen, ferner durch die Neigung zu frieren aus Mangel an Regulationsfähigkeit der Haut.

### Luftfeuchtigkeit vom Standpunkte der Wärmeverhältnisse. Verdunstung und Kondensation.

Die Luftfeuchtigkeit haben wir bereits oben behandelt. Derselben kommt namentlich im Zusammenhange mit den wechselnden Warmezuständen eine wichtige Bedeutung für solche Objekte zu, welche Wasser in verdunstbarer Form, d. h. als fühlbares oder als hygroskopisches enthalten. Durch die Verdunstung von Wasser erfolgt eine bedeutende Wärmebindung; abgerundet kann man annehmen, daß 1 kg verdunstendes Wasser 600 *kcal.* an Wärme notwendig hat.

Das lokale Entstehen niedriger Temperatur durch Verdunstung ist verständlich. Die letztere hängt von der Luftfeuchtigkeit, von der

Luftgeschwindigkeit, von dem Barometerdrucke und der Lufttemperatur ab. Nennt man  $B$  den Barometerdruck,  $f$  die Wasserdampftension der Luft,  $t_1$  Temperatur des feuchten Thermometers,  $w$  die Geschwindigkeit des Windes, so ist der austrocknenden Wirkung einer Witterung der folgende Ausdruck proportional:

$$\lg \frac{B-f}{B-t_1} (1 + \alpha t) \bar{V} w \quad (\text{Schierbeck}).$$

Das Spannungs- und Sättigungsdefizit muß also wie als Maß der Lufttrockenheit für den Menschen, so auch als Maß der Verdampfungs- geschwindigkeit fallen gelassen werden.

Bei Abkühlung feuchter Luft sinkt die Temperatur, sobald die Kondensation begonnen hat, nur langsam. Die feuchte Luft besitzt an dem Dampfe einen erheblichen Wärmevorrat.

### Ermittlung der Geschwindigkeit der Luftströmungen.

Um die Geschwindigkeit und Stärke eines Luftstromes oder Windes zu messen, hat man Druck- und Geschwindigkeitsanemometer.

Folgende Beziehungen bestehen zwischen Winddruck und Windgeschwindigkeit

	Geschwindigkeit der Luft in Metern per Sekunde
Windstille	1·5
Mäßiger Wind	8·0
Ziemlich starker Wind	15·0
Sehr starker Wind	25·0
Orkan	40·0

	Winddruck in Kilogramm (per Quadratmeter Oberfläche in Millimetern Wasserdruck)
Windstille	0·3
Mäßiger Wind	7·8
Ziemlich starker Wind	27·4
Sehr starker Wind	76·0
Orkan	195·0

Wenn  $P$  der Druck und  $v$  die Geschwindigkeit, so ergibt sich als Beziehung zwischen Druck und Geschwindigkeit:

$$P = 0·12 v^2.$$

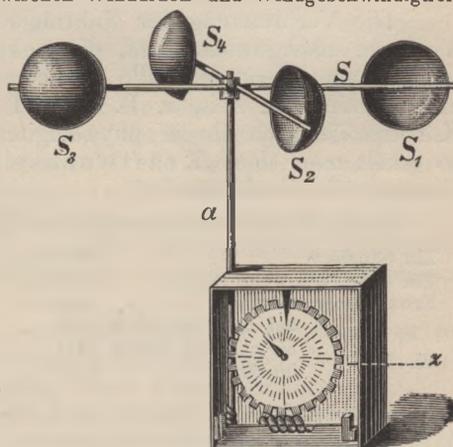


Fig. 21.

Die Druckanemometer bestehen entweder aus Platten, welche um eine horizontale Achse beweglich sind und, Falltüren vergleichbar, von dem Winde je nach seiner Stärke mehr oder weniger hoch gehoben werden, oder aber aus kommunizierenden Röhren, in denen der Wind die Flüssigkeitssäule in einem Schenkel zum Steigen bringt.

Um die mittlere Luftgeschwindigkeit eines Ortes zu finden, bedient man sich des Robinsonschen Schalenkreuzanemometers (Fig. 21). Am oberen Ende einer vertikalen Achse sind zwei horizontale Arme, welche ein Kreuz bilden, angebracht. Jedes der vier Enden trägt eine Halbkugel  $S$ . Bläst der Wind über das Instrument weg, so findet er immer die eine oder die andere der Halbkugeln mit der Hohlseite sich zugewandt und wird auf die Hohlseite kräftiger wirken als auf die übrigen Außenseiten der Halbkugeln. Die Drehungen des Rades werden durch ein Zählwerk aufgeschrieben ( $z$ ).

### Die Wärmeproduktion des Menschen und Wärmeregulation.

Die Wärmezustände der Erdoberfläche, denen der Mensch zu widerstehen vermag, sind äußerst verschieden. Ritschie und Lyon

haben in Murzuck in Afrika wochenlang bei einer Temperatur der Luft im Schatten von 50 bis 56° C (der Boden war bis auf 85° erwärmt) zugebracht, während in Ostsibirien in Werchojansk eine ständige Bevölkerung bei Wintertemperaturen von -63° C lebt; die Bluttemperatur des Polarländers und Tropenbewohners ist trotzdem die gleiche.

Quellen unserer Wärme des Körpers sind unter allen Umständen die Nahrungsmittel oder die Körperstoffe. Ohne die Nahrungszufuhr folgt der Tod, und Wärme allein kann unseren Bedarf nach Nahrung wohl einschränken, nicht aber aufheben. Die hauptsächlichsten Repräsentanten der zur Verbrennung dienenden Nahrungsstoffe liefern folgende Wärmemengen:

1 g Eiweiß 4·1 Kalorien, 1 g Fett 9·3 Kalorien, 1 g Kohlehydrate 4·1 Kalorien (Rubner).

Die von einem Erwachsenen im Durchschnitte produzierte Wärmemenge ist verschieden, nach der Körpergröße, Arbeitsleistung (Arbeit, Ruhe, Schlaf), nach der Nahrungsaufnahme, Bekleidung und dem Wärmezustand der Umgebung.

Die Verbrennung der Nahrungs- oder Körperstoffe deckt, wie der Verfasser nachgewiesen hat, die gesamte Wärmeproduktion der Organismen. Wenn man alle von einem Menschen oder Tiere im Laufe einer bestimmten Zeit, z. B. eines Tages, umgesetzten Nahrungs- oder Körperstoffe nach ihrem physiologischen Verbrennungswerte summiert, so erhält man den „Kraftwechsel“ ausgedrückt in Kalorien (auch Gesamtstoffwechsel genannt).

Nach Rubner verbraucht an Spannkraft bei mittlerer Temperatur

Ein Säugling	368 Kal. per 24 Stunden	= 91·3 Kal. per 1 kg
Ein Kind, 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Jahre alt	966 „ „ 24 „	= 81·5 „ „ 1 „
Erwachsener, ruhend	2303 „ „ 24 „	
„ bei mittlerer Arbeit	2843 „ „ 24 „	= 42·2 „ „ 1 „
„ bei schwerer Arbeit	3361 „ „ 24 „	
„ im Alter	2152 „ „ 24 „	

Nur beim Ruhenden wird eine dem Kraftwechsel entsprechende Wärmemenge nach außen abgegeben. Bei Arbeitsleistung wird eine mehr oder minder große Menge von Kalorien in der Form von mechanischer Arbeit nach außen übertragen.

Auch bei den Ruhenden ist nicht alle verausgabte Wärme thermometrisch nachweisbar. Ein mehr oder minder großer Wärmeverrat ist latent und in dem verdunstenden Wasser gebunden.

Über die Methode der Wärmemessung u. s. w. siehe unter Ernährung.

Die dauernde Erhaltung der Eigenwärme des Menschen unter den so sehr wechselnden Außenbedingungen setzt besondere Einrichtungen des Organismus, die Wärmeregulation voraus. Letztere ist aber nicht eine einheitliche, sondern verläuft in doppelter, durch bestimmte Körperverhältnisse bedingter Weise.

Die chemische Wärmeregulation besteht in der Erregung der die Wärme empfindenden Endorgane in der Haut. Diese Erregung wird dem Zentralorgan übertragen und von dort werden die Muskeln

entweder zu energischer oder schwächerer Zersetzung von Nahrungstoffen veranlaßt, und zwar erzeugt das Sinken der Temperatur vermehrte, das Steigen der Lufttemperatur eine verminderte Verbrennung in den Muskeln.

Die Haut ist bei dieser Art der Wärmeregulierung, was die Wasserverdunstung anlangt, in gewissem Sinne passiv; sie läßt eine den verschiedenen Abkühlungsverhältnissen entsprechende Wärmemenge hindurch. Diese Regulation reicht beim mäßig bekleideten Menschen bis zu mittleren Temperaturgraden (etwa bis 20°) (Rubner).

Sinkt die Lufttemperatur sehr bedeutend, so geht die geordnete Regulation in heftiges Zittern und zu willkürlicher Einleitung von Muskelbewegungen über. Dadurch erhalten wir die Eigentemperatur für einige Zeit. Versagt auch diese gewaltsame Regulation, so erfolgt der Tod durch Erfrieren.

Außer der chemischen Wärmeregulation kommt bei höherer Temperatur, etwa von 20° ab, noch eine zweite Art vor, bei welcher vor allem die Haut, ihre Gefäße und ihr Drüsenapparat eine sehr aktive Rolle spielen — die physikalische Wärmeregulation (Rubner). Die gesamte Wärmeproduktion bleibt dabei innerhalb weiter Temperaturgrenzen dieselbe, ob die Temperatur steigt oder sinkt, die Blutwärme bleibt die gleiche. Nimmt die Eigentemperatur mit Versagen der Regulation zu, so steigt die Wärmeproduktion mit allmählich zunehmender Temperatur. Mittel, bei gleichbleibender Wärmeproduktion beim Steigen der Lufttemperatur die Wärmeabgabe des Körpers günstiger zu machen, beim Sinken der Temperatur die Wärmeverluste einzuschränken, gibt es mehrere: 1. die Vermehrung oder Verminderung der Blutzirkulation der Haut, 2. die wechselnde Wasserverdampfung. Die Temperaturgrenze, welche physikalische und chemische Regulation scheidet, ist verschieden, reichliche Kleidung, reichliche Nahrung, Arbeitsleistung verschiebt sie nach niederen Temperaturgraden.

Im Bereiche der physikalischen Wärmeregulation steigt nahezu in eben demselben Maße, wie die Wärmebehinderung durch Leitung und Strahlung zunimmt, der Wärmeverlust durch Wasserverdampfung.

Die Grenzen der Behaglichkeit werden beim Menschen durch Gefühle bestimmt, die innerhalb der physikalischen Regulation sich geltend machen. Nach den niederen Temperaturen hin entsteht das Gefühl der Kühle, der Kälte, des Frostes, nach der oberen Grenze hin spricht man von Wärme-, Hitzegefühl. Behaglichkeit im engeren Sinne zeigt ein ziemlich eng begrenztes Feld zwischen 16—25°. Doch hängen diese Werte von dem Ernährungszustand, der Ruhe oder Arbeit, der Bekleidung ab.

Die meisten Menschen klagen bereits über Kühle, noch ehe die chemische Regulation in Tätigkeit tritt. Ein eigenartiges Gefühl ist die Bangigkeit, welche namentlich dann entsteht, wenn die Wärmeabgabe durch Steigerung der relativen Feuchtigkeit gehemmt wird. Beim Bekleideten kommt diese Erscheinung auch bei niedriger Temperatur nicht zur Beobachtung, nur bei mittlerer oder höherer Temperatur.

Der normal ernährte und gut bekleidete Mensch befindet sich im allgemeinen im Zustand der physikalischen Wärmeregulation. Bei alten Personen ist die Wärmeregulation mangelhaft, weil die Hautgefäße sklerotisch verändert sind.

### Die Wege der Wärmeabgabe.

Der Mensch verliert, wenn von Luft geeigneter Temperatur umgeben, Wärme durch Ausstrahlung; je höher die Temperatur der umgebenden Luft und Gegenstände wird, um so geringer wird die Ausstrahlung, bis sie schließlich völlig aufgehoben wird. Desgleichen fällt die Ausstrahlung als Quelle des Wärmeverlustes mehr oder minder vollkommen für die Haut weg bei direktem Kontakt mit Gegenständen (Kleidern, im Bade etc.).

Eine zweite Quelle des Wärmeverlustes beruht auf dem Kontakte der Haut mit den Luftteilchen — Wärmeleitung — und, da die erwärmten Teilchen das Bestreben haben, aufzusteigen oder als bewegte Luft und Winde an dem Körper vorüberzuziehen, also Wärme wegtragen — in Wärmetransport. Je größer die Luftgeschwindigkeit der Atmosphäre, desto lebhafter die Abkühlung durch Leitung und Wärmetransport.

Die dritte Quelle des Wärmeverlustes ist die Wasserdampf-abgabe; 1 kg Wasser bindet beim Verdampfen rund 600 Kal. an Wärme. Wenn Strahlung und Leitung aufgehoben sind, vermag eine entsprechende Wasserdampf-abgabe alle abzugebende Wärme zu binden. Die Verdampfung von 4 l Wasser wäre für den Ruhenden völlig ausreichend.

Unwesentlich ist meist die Wärmeabgabe durch Erwärmung eingeführter kühler Speisen und Getränke.

Nach Untersuchungen des Verfassers beträgt die Wärmebildung für einen Erwachsenen:

	Absolut in Kalorien	In Prozenten der Gesamtwärme
Atmung	35	1.29
Arbeit	51	1.88
Erwärmung der Kost	42	1.55
Wasserverdunstung	558	20.66
Leitung	833	30.85
Strahlung	1181	43.74
Summe	2700	

Die einzelnen Faktoren unterliegen mancherlei Wechsel.

Die Wärmeabgabe durch Strahlung wird sehr häufig einseitig gehemmt durch die Bestrahlung durch die Sonne. Die letztere ist so wirksam, daß selbst bei geringem Hochstand der Sonne dem Körper noch reichlichst Wärme zugeführt wird. Für die Beurteilung eines Klimas oder der Wärme im allgemeinen darf man sich nicht allein an die Lufttemperatur (Schattentemperatur) halten. Die Wirkung der Sonnenstrahlung auf Tiere ist durch Ru b n e r und C r a m e r direkt unter Vergleich mit einem Vakuumthermometer gemessen worden. Die Wirkung der Sonnenstrahlung auf den Körper ist sehr kräftig. Man kann dieselbe in der Weise schätzen, daß man den Überschuß an Wärme über die Lufttemperatur, welche das Vakuumthermometer anzeigt, halbiert und zur „Schattentemperatur“ hinzuzählt. Die Wärmewirkung von 10° Schattentemperatur und 30° „Sonnentemperatur“ wird demnach nahezu gleich  $10 + \frac{30}{2} = 25^{\circ}$

Schattentemperatur. Man begreift danach, daß besonders im Höhenklima unbedingt die Angabe des Vakuumthermometers mit berücksichtigt werden muß. Bei Sonnenschein kann namentlich in hoch gelegenen Orten neben einer Verminderung der Abgabe von Wärme durch Ausstrahlung der Mensch doch noch reichlich Wärme durch Leitung an die kühlere Luft abgeben. Umgekehrt findet man bisweilen einen vermehrten Wärmeverlust durch Ausstrahlung bei einem geringen Verluste durch Leitung, wenn man sich in einem rasch angeheizten Zimmer befindet, so die Mauern noch kalt, die Luft aber bereits erwärmt ist.

Der Einfluß der Lufttemperatur (Schattentemperatur) äußert sich beim Menschen in der Weise, daß bei großer Kälte der Stoffumsatz ziemlich groß ist, dann mit steigender Temperatur zunächst bis 20° herabgeht und so etwa sich bis zu der höchsten Körpertemperatur eben noch intakt erhaltend bleibt, oder wegen der unwiderstehlichen Schlagsucht bei sehr hohen Temperaturen etwa absinkt. Die Wasserdampfabgabe hat bei 20° etwa ein Minimum.

Kohlensäure und Wasserdampfproduktion eines Mannes von 58 kg Gew. pro Stunde:

Temp.	CO.	H <sub>2</sub> O
2	29.8	37
10—15	25.1	28
15—20	24.1	19
20—25	25.0	23
25—30	25.3	43
30—35	23.7	84
35—40	21.2	112

Die vulgären Empfindungsgänge, „kalt“, „warm“, sind individuell wegen Kleidung, Ernährung und Fettreichtum sehr ungleich, aber auch die Erziehung — Abhärtung oder Verweichlichung — haben großen Einfluß auf die Begrenzung dieser Wärmestufen.

Wärmeverlust durch Strahlung und Leitung sind wesentlich abhängig von der Luftfeuchtigkeit (Rubner). Je feuchter die Luft, um so mehr Wärme wird auf den genannten Wegen abgegeben, wenn die Luftwärme keine sehr hohe ist. Deswegen erscheint uns auch die feuchte Kälte weit unangenehmer wie trockene. Obschon die Gesamtwärmeproduktion des Organismus durch den verschiedenen Feuchtigkeitsgrad sich gar nicht ändert, empfinden wir den der Haut selbst bei zunehmender Feuchtigkeit in größerer Menge entzogenen Wärmeanteil. Steigt die relative Feuchtigkeit bei niedriger Temperatur um 25%, so hat dies für die Wärmeentziehung durch die Haut dieselbe Bedeutung, als wenn die Lufttemperatur um 2° gefallen wäre. Bei hohen Temperaturen vermehrt die Feuchtigkeit in ähnlicher Weise das Wärmegefühl. Nimmt die Luftwärme aber erheblich zu (auf 26—30° u. s. w.), so verhält sich die Wirkung der Feuchtigkeit der Luft anders. Dann steigt mit zunehmender Feuchtigkeit die Schweißsekretion, und nur mittels der Überschwemmung der ganzen Haut mit Schweiß und der Durchtränkung der Kleider wird mit Gewalt einerseits eine Vermehrung der Verdunstung erzwungen, andererseits eine vermehrte Wärmeabgabe durch Vermehrung des Leitungsvermögens nasser

Kleidung herbeigeführt. Durch Wasserverdunstung kann der gesamte Wärmeverlust kompensatorisch gedeckt werden.

Über die Schwankungen der Wasserdampfabgabe bei Wechsel der Feuchtigkeit haben wir bereits früher Angaben gemacht (siehe unter Wasserdampf, Abschnitt I).

Nach Versuchen, die in dem Laboratorium des Verfassers über Einfluß des Windes (siehe auch Seite 84) am Menschen durch Wolpert ausgeführt sind, läßt sich folgendes sagen:

Die Wasserabgabe im Winde zeigt bei etwa 27° ein Minimum, in stagnierender Luft bei 18—20°. Sie ist bei niedrigen Temperaturen bis etwa 20° unbedeutend gesteigert, aber in ausgesprochener Weise, durchschnittlich um etwa 5% höher als bei Windstille, bei mittleren und hohen Temperaturen von etwa 20—35° bedeutend herabgesetzt, bis auf die Hälfte und unter Umständen ein Drittel des Wertes für Windstille, bei sehr hohen Temperaturen, von etwa 36° ab, bedeutend gesteigert, bis auf das Doppelte und mehr als das Doppelte des Wertes für Windstille.

Luft von Körpertemperatur oder wärmer als der Körper ist leichter und ungefährlicher bei Wind zu ertragen als bei Windstille; unter dem Einflusse der Luftbewegung wird die Gesamtwärmeproduktion durch die Entwärmung aus Wasserverdampfung reichlich gedeckt.

Das Gebiet der chemischen Wärmeregulation wird durch den Aufenthalt in bewegter Luft also um eine Reihe von Graden aufwärts erweitert. Bei Aufenthalt in bewegter Luft setzt die physikalische Wärmeregulation erst eine Reihe von Graden höher ein, und der Bereich, worin sie sich geordnet und erfolgreich, unter Umständen lebensrettend betätigen kann, erstreckt sich eine Reihe von Temperaturgraden höher aufwärts als bei Windstille.

Die Kohlensäureabgabe in Wind ist bei niedrigen Temperaturen bedeutend gesteigert, durchschnittlich um mindestens 15% höher als bei Windstille; bei mittleren und hohen Temperaturen gleich oder etwas herabgesetzt; bei extrem hohen Temperaturen, um 40°, wieder bedeutend gesteigert, bis um fast 15% höher als bei Windstille.

Die Wasserdampf- und Kohlensäurereproduktion steigt oder sinkt in dem angegebenen Sinne mit Zunahme der Windintensität, aber nicht proportional, sondern bei stärkerem Winde wird die Zunahme oder Abnahme geringer. Ein Wind von 8 *m* hat weit mehr als die halbe Wirkung eines Windes von 16 *m*; und schon ein Wind von 1 *m* und weniger, eine kaum wahrnehmbare Luftbewegung, beeinflußt die Wasser- und Kohlensäureabgabe, besonders die Wasserabgabe bereits in deutlicher Weise.

Die einzelnen Wege der Wärmeabgabe können sich unter Umständen gegenseitig vertreten. Ebenso wirken strahlende Wärme, Lufttemperatur, Feuchtigkeit und Luftbewegung in unzählig verschiedenen Kombinationen auf unseren Organismus und seine Wärmeregulation ein.

Literatur: Hann, *Klimatologie*, Wien 1883. — Jelinek, *Anleitung zur Anstellung meteorologischer Beobachtungen*, Wien 1876. — Rosenthal, *Art. Tier. Wärme*, in *Hermanns Handbuch der Physiologie*, IV. a. — Rubner, *Kalorim. Untersuchungen*, *Zeitschrift für Biologie*, Band XXI. *ibidem*. — Die Quelle der tierischen Wärme, *ibid.* Band XXX. *Archiv für Hygiene*, Band XI.

## Zweites Kapitel.

## Die Kleidung.

Die menschliche Bekleidung besteht aus verschiedenen Grundstoffen, aus Wolle, Seide, Leinen, Baumwolle; aus diesem Material werden durch verschiedene Webweisen die Gewebe hergestellt. Alle Kleidungsgewebe enthalten neben der festen Substanz noch Luft, und zwar ganz erhebliche Mengen. Die wesentlichsten Gewebe sind solche nach Flanellart gearbeitete, Trikots, und glatte Gewebe mit einfach gekreuzten Fäden.

Den Aufbau der Kleidungsgewebe kann man sich am besten vorstellen, wenn man mikroskopische Durchschnitte anfertigt, wie sie Fig. 22—26 zeigen.

Das Schneiden mikroskopisch verwertbarer Schnitte unserer Kleidung begegnet manchen Schwierigkeiten. Es gelingt selbstverständlich nur nach Einbettung der Stoffe in eine geeignete Härtungsmasse.

Kleine Stückchen des Stoffes (etwa  $1\text{ cm}^2$  groß) wurden 24 Stunden in eine Mischung von gleichen Teilen Alkohol (absol.) und Äthyläther gebracht, dann mit der Pinzette herausgenommen und in die dicke, zähflüssige Lösung von Zelloidin in Äther und Alkohol eingelegt und 24 Stunden liegen gelassen, dann mittels der Pinzette herausgehoben und auf einen in die Klemmen des Mikrotoms passenden Kork geklebt unter Benützung des Zelloidins als Klebemittel. Nach wenigen Minuten wird das Zelloidin fester, dann kann der Kork in wässrigen Alkohol (60 Alkohol, 40 Wasser) gelegt werden. Hier nimmt das Material bis zum nächsten Tage Schnittkonsistenz an und läßt sich mit dem Mikrotom, falls man nicht unter  $0.05\text{ mm}$  heruntergehen will, schneiden. Die Schnitte werden zunächst in wässrigem Alkohol gehalten, dann mit dem Spatel auf den Objektträger übertragen, mit Fließpapier abgepreßt, mehreremal mit Anilinöl behandelt, unter mehrmaliger Erneuerung desselben, schließlich das Anilinöl mit Xylol ausgewaschen, der Überschuß weggenommen und mit Xylol-Kanadabalsam aufgekittet.

Wollstoff 1 : 20



Fig. 22.

Wolltrikot 1 : 20



Fig. 23.

Die Kleidungsstoffe haben, wie die Abbildungen lehren, außerordentlich viele, allseitig kommunizierende Hohlräume. Die festen Teile stellen geradezu ein Gerüstwerk für die Luft dar. In den Fäden

Leinen 1 : 50



Fig. 24.

Seide 1 : 50

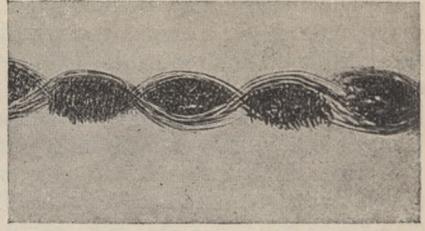


Fig. 25.

selbst sind kleine Hohlräume, deren Durchmesser bis auf  $0.05\text{ mm}$  sinken kann, eingeschlossen — Fadenräume. Zwischen den Fäden finden sich größere Räume, Zwischenfadenräume, und dort wo hervorstehende Fasern und Fäden den Stoff von direkter Berührung mit der Haut fernhalten, entstehen die Kontakträume.

Winterkleidung eines Mannes



Fig. 26.

Der Dicke nach unterscheiden sich die Gewebe außerordentlich. Die glattgewebten Leinen-, Baumwolle- und Seidenstoffe sind dünn, von  $0.16$  bis  $0.4\text{ mm}$  Dicke, dicker sind die Trikotstoffe von  $0.6$  bis  $1.2\text{ mm}$ , noch dicker der Flanell von  $2$  bis  $3\text{ mm}$  Stärke. Die extremsten Verhältnisse weisen die Stoffe der Oberkleidung auf. Überzieherstoffe haben bis  $6$  und  $7\text{ mm}$  Durchmesser. Noch bedeutender ist die von Pelzen, nämlich  $12$ — $40\text{ mm}$ .

Neben der Dicke kommt auch das Flächengewicht der Stoffe in Betracht. Aus beiden läßt sich das spezifische Gewicht durch Rechnung finden.

Das geringste spez. Gewicht haben Flanell	mit $0.09$ — $0.15$
ein mittleres Trikotgewebe	$0.2$ — $0.3$
das höchste glatte Gewebe	$0.4$ — $0.7$
das Mittel für Pelzwaren ist rund	$0.05$ , sie sind

also trotz dem Leder, auf welchem die Haare stehen, der leichteste Bekleidungsstoff. Das spezifische Gewicht der festen Stoffe ist lufttrocken =  $1.3$ , jenes des Wassers =  $1$  gesetzt.

Dividiert man mit dieser Zahl in die spezifischen Gewichte, so erhält man einen Wert, welcher angibt, wieviel Raumteile fester Substanz

und wieviel Luft vorhanden ist. Letztere, in Prozenten des Stoffes ausgedrückt, nennen wir das Porenvolum. Der Luftreichtum ist ein ganz ungeheurer. Die Haarsubstanz der Pelze enthält 98% Luft und 2% feste Substanz, Flanellstoffe bis  $\frac{9}{10}$ , Trikotstoffe und Gewebe für die Oberkleidung  $\frac{3}{4}$ — $\frac{4}{5}$ , und selbst an glatten Geweben wird man mindestens die Hälfte an Luftraum vorfinden. Man begreift daher, daß die Luft wesentlich zu der Eigenschaft der Kleidung mit beitragen muß. Plätten, Stärken, Appretieren macht die Gewebe so gut wie ganz luftfrei.

Von großer Wichtigkeit sind die Beziehungen der Stoffe zu Feuchtigkeit und Wasser. Alle Grundstoffe sind hygroskopisch, d. h. sie nehmen in Abhängigkeit von der relativen Feuchtigkeit der Luft Wasserdampf auf. Diese Bindung erfolgt anfänglich rasch, die volle Sättigung mit Wasserdampf dagegen langsam. Ungemein schnell wird in Dampf von 100° die Sättigung erreicht, auch im luftleeren oder luftverdünnten Raume gewinnt die Absorption an Schnelligkeit. 100 Teile absolut trockener Wolle nehmen bei 100% relativer Feuchtigkeit 25 bis 28 g Wasserdampf auf. Dieses Wasser ist aber nicht als freie fühlbare Feuchtigkeit vorhanden, sondern ist gebunden. 100 Teile Seide absorbieren 16.5 und 100 Teile Baumwolle 11.6 Teile Wasser. Durch die Aufnahme von hygroskopischem Wasser werden manche Gewebe, z. B. Kaschmir, um 12%<sup>0</sup> dicker.

Legt man Gewebe in Wasser, so füllen sich alle ihre Poren damit an. Diesen Zustand nennt man die maximalste Wasserkapazität; je mehr im trockenen Zustand Luft vorhanden, desto mehr findet auch Wasser Platz.

Hebt man die Stoffe aus dem Wasser, so verlieren sofort diejenigen, welche sehr viel Wasser eingeschlossen hatten, den größten Teil desselben. Preßt man kräftig mit der Hand aus, so werden sie noch trockener, und diese nach kräftigem Auspressen zurückbleibende Wassermenge nennt man die minimalste Wasserkapazität. Minimalste und maximalste Wasserkapazität liegen oft weit auseinander.

In 100 kg verbleibt nach Rouget de Lisle an Wasser:

200 kg	100 kg	95 kg	75 kg	Auswinden mit der Hand
100 "	60 "	50 "	40 "	" " " Maschine
60 "	35 "	30 "	25 "	Zentrifugen.

Es hängt dieser Unterschied wesentlich von der Webweise ab.

1000 Teile Stoff halten nach den Versuchen des Verfassers zurück:

Trikot-Seide	1409 g
" Wolle	1400 "
" Baumwolle	1180 "

Die Gewebe zeigen auch ungleiche Aufsaugungsfähigkeit für Wasser; in manchen, z. B. glattgewebter Seide, Leinen, Baumwolle, wird schnell aufgesaugt, in porösen Geweben, wie Trikots, aber langsamer. Das kapillare Aufsaugungsvermögen ist allemal bei Wolle geringer als bei den anderen Geweben. Durch Präparationsmethoden (Wasserdichtmachen) kann das Aufsaugungsvermögen stark beeinflusst werden.

Durch die Aufnahme von Wasser schließen sich bei minimalster Wasserkapazität zum Teil alle Poren eines Stoffes — dann fällt mini-

malste und maximalste Wasserkapazität zusammen — oder sie bleiben zum Teil für die Zirkulation offen.

	Vorhandenes Porenvolum trocken	Vorhandenes Poren- volum nach Benetzung
Wollflanell	923	803
Baumwollflanell	888	723
Trikot-Seide	832	501
„ Wolle	833	612
„ Baumwolle	747	617
„ Leinen	833	318
Glatte Baumwolle	520	0

Die Veränderungen durch Wasser sind also sehr verschieden. Je lockerer der Stoff, desto günstiger verhält er sich auch im benetzten Zustand.

Die nassen Gewebe adhäreren an der Haut; bei maximalster Wasserkapazität legen sich Flanellwolle und Trikotwolle viel weniger fest an als alle übrigen Stoffe; bei minimalster Wasserkapazität adhäreren nur die glattgewebten Stoffe fest an der Haut.

Alle zur Bekleidung brauchbaren Gewebe sind komprimierbar und sollen einen gewissen Grad der Weichheit besitzen. Über den Grad der Komprimierbarkeit gibt an ein paar Beispielen folgende Tabelle Aufschluß; 0 bedeutet unbelastet, I einen Druck von 416 g per 1 cm<sup>2</sup> und II einen Druck von 565 g per 1 cm<sup>2</sup>. Die Dicke des unbelasteten Stoffes wird = 100 gesetzt. Die feuchten Stoffe werden in Wasser getaucht und dann fest ausgedrückt.

S t o f f	Spez. Gew.	Dicke einer Lage	Relative Zahl			Relative Zahl		
			trocken			feucht		
			0	I	II	0	I	II
Kaschmir . . . . .	0·370	0·351	100	60	56	127	67	62
Wolltrikot . . . . .	0·160	1·254	100	44	41	89	40	38
Wollkrepp . . . . .	0·124	1·560	100	31	24	95	31	27
Wollflanell . . . . .	0·105	1·465	100	37	31	70	27	26
Batist . . . . .	0·347	0·150	100	74	71	108	74	68
Lahmann . . . . .	0·218	0·950	100	45	41	91	39	37
Baumwollkrepp . . . . .	0·110	1·445	100	35	33	92	30	28

Die Komprimierbarkeit ist zunächst eine Funktion der Webweise. Die Natur des Grundstoffes kommt erst in zweiter Linie in Betracht; annähernd verhält sich die Komprimierbarkeit wie der Luftgehalt.

Die Kleidungsstoffe weichen also einem einwirkenden Drucke weit mehr aus, als das durch seine elastischen Eigenschaften bekannte Gummi. Für die Beurteilung der Weichheit eines Stoffes kommt neben der Komprimierbarkeit auch die absolute Dicke des Gewebes in Betracht. Die Bekleidungsstoffe haben die Aufgabe, Stöße, die den Körper treffen, aufzufangen, zu mildern und abzuschwächen. Daher ver-

wendet man auch in solchen Fällen, wo die Haut vor einer einwirkenden Kraft einen Schutz erhalten soll, immer dicke Stofflagen. Eine Stelle unseres Körpers, welche beständig sehr starke Stöße auszuhalten hat, ist die Fußsohle; man findet daher auch, daß man bei einem kräftigen Marsch mit elastischem Strumpfmateriale am leistungsfähigsten bleibt.

Man spricht häufig davon, daß die nassen Stoffe nicht mehr elastisch seien, und meint damit, sie legten sich an den Körper an. Die obige Tabelle zeigt, daß die Nasse manche Stoffe, wenn sie nämlich glatt gewebt sind, quellen macht. Leinen kann um 35% im nassen

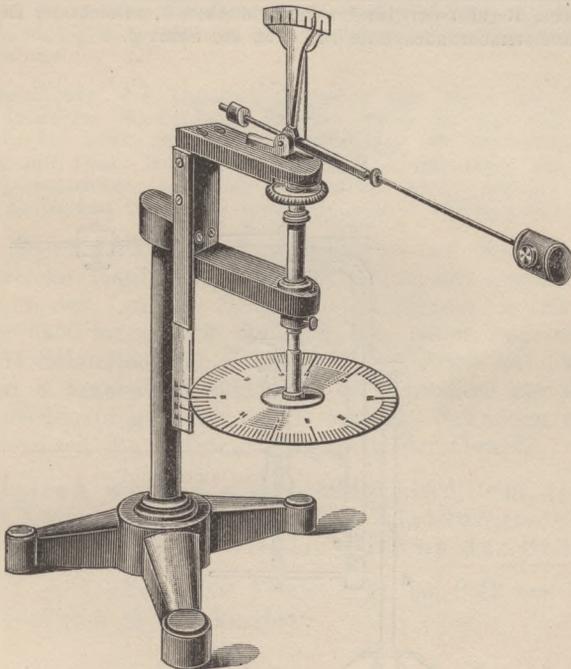


Fig. 27.

Zustand dicker sein als im trockenen. Aber man kann sicher nicht behaupten, daß die nassen Stoffe wirklich wesentlich komprimierbarer seien als trockene. Das Festlegen nasser Stoffe muß auf andere Ursachen zurückgeführt werden.

Die Erscheinungen lassen sich alle recht gut, auch unter anderer Annahme erklären. Wenn ein benetzter Stock sich an den Körper legt, und selbst bei dicken Stoffen die Neigung zum Faltenwurf hervortritt, so bleibt wenigstens vorläufig die Erklärung offen, daß das eingelagerte Wasser durch sein Gewicht eine Durchbiegung der Fasern eines Gewebes erzeugt, während vielleicht die Elementarbestandteile ihre Eigentümlichkeiten wenig oder gar nicht geändert haben.

Die Messung der Stoffdicke und der elastischen Eigenschaften wird mittels des Sphärometers von Rubner vorgenommen.

Die nähere Einrichtung ist folgende: Fig. 27 gibt ein Ansichtsbild, Fig. 28 die näheren Details. Auf einem Stativ *a* (Fig. 28) ist der Horizontalbalken *m* und an diesem die vertikale Hülse *l* befestigt. In deren Gewinde läuft die Mikrometerschraube, welche bei *b* durch eine große, in 100 Teile geteilte Scheibe gedreht werden kann. Je zwei Umdrehungen entsprechen 1 mm, also ein Skalenteil =  $\frac{1}{200}$  mm = 0·005 mm.

Der 0-Punkt läßt sich durch die Lage zu der Skala *g* erkennen, die auf dem vertikalen Stabe *s* eingegraben ist. Die Skala *g* gibt Millimeter an. Die Mikrometerschraube hebt den Tisch *c*, der durch die Schraube *t* an der Drehung gehindert wird. Der Metallbügel *m* trägt an seinem Ende eine kleine Platte von 8 mm und eine solche von 1·5 mm Durchmesser, die auch durch ein feines Schraubchen fixiert wird. Der Stift des Plattchens drückt auf einen Hebel, 4 mm entfernt von dessen Achse. Auf dem Hebel befindet sich der Zeiger *v*, der vor einer kleinen Skala *f* hin und her bewegt werden kann. Berührt der Tisch *c* das Plattchen *d*, so steht der Zeiger auf 0 und ebenso die Mikrometerschraubenplatte auf 0 an der Skala *g*.

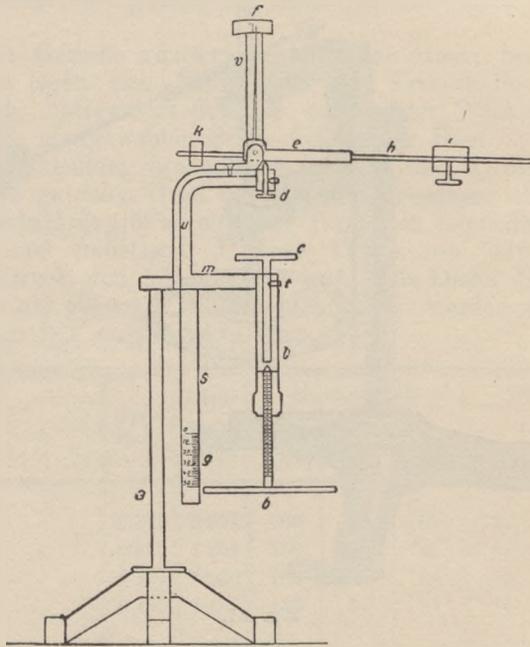


Fig. 28.

Der Hebel hat bei *k* ein Laufgewicht, durch welches das Stück *e* ausbalanciert werden kann; *h* mit dem 10·8 g schweren Laufgewichte *i* läßt sich abschrauben und kann beliebig ausgeschaltet werden. Man senkt zur Messung einer Substanz die Mikrometerschraube *b*, wodurch der Zeiger *v* nach rechts fällt. Dann bringt man den zu messenden Körper dazwischen und stellt durch Höherdrehen auf 0 ein. Mit diesem Instrument können zugleich die Dickenmessungen bei verschiedener Belastung ausgeführt werden.

Zu diesem Zwecke hat man nur die Stange *h* anzubringen und das Laufgewicht *i*. Für diesen Fall hat man aber vorher den 0-Punkt zu bestimmen.

Die Belastung des Stoffes läßt sich außer durch das Laufgewicht noch durch die verschiedene Größe des Plattchens *d* variieren.

Das Sphärometer mit variierbarer Belastung eignet sich speziell zur Prüfung der elastischen Eigenschaften der Kleidungsstoffe, so z. B. der Komprimierbarkeit wie zum Studium der wechselnden Komprimierbarkeit unter verschiedenen Bedingungen.

Die Luft in den Hohlräumen der Gewebe ist beweglich; den Grad ihrer Bewegungsfähigkeit nennt man die Permeabilität.

Zur Bestimmung der Permeabilität müssen die Kleidungsstoffe von bekannter Dicke und Porenvolum angewendet werden. Diese werden auf einen Zylinder bestimmten Querschnittes gebunden. (Siehe Fig. 29.)

In den Messingzylinder führen zwei Röhren *c*, *d*, deren eine mit der Gasuhr und deren zweite mit dem Recknagelschen Differentialmanometer verbunden ist. An dem oberen Rande von *a* ist ein ringförmiger Behälter *b* angelötet, in welchem ein Messingring *e*, der die Kleidungsstoffe aufgebunden trägt, eingesetzt werden kann. Den Zwischenraum gießt man für Bestimmungen bei niedrigem Drucke mit Öl, bei solchem mit hohem Drucke mit Paraffin oder dergleichen aus.

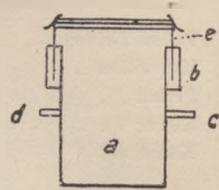


Fig. 29.

Zur Regulierung des Luftstromes schaltet man hinter die Wasserluftpumpe eine dreifach tubulierte Woulffsche Flasche: durch die eine Öffnung wird Luft gesaugt, durch die zweite kommt die Verbindung mit der Gasuhr zu stande; die dritte wird mit einem längeren Gummischlauch verbunden, den man, während das Differentialmanometer sorgfältig beobachtet wird, mittels Quetschhan beliebig für den Lufttritt öffnen oder mehr oder minder schließen kann.

Unter Permeabilitätskoeffizient ist die Sekundenzahl zu verstehen, welche angibt, wie lange es dauert, bis durch  $1\text{ cm}^2$  Fläche,  $1\text{ cm}$  Dicke,  $1\text{ cm}^3$  Luft bei einem bestimmten Drucke gefördert wird. Leder läßt keine Luft hindurch, bei einem appretierten Körper dauert es 301 Sekunden, ehe  $5\text{ l}$  Luft durch  $109\cdot3\text{ cm}^2$  hindurehgehen, bei appretiertem Leinen 197 Sekunden, bei Marcelline nur 61 Sekunden, bei der Oberbekleidung zwischen 70 und 211 Sekunden u. s. w. Mit der Dicke wechselt die Luftdurchgängigkeit der Gewebe.

Die Zeiten welche notwendig sind, um eine gleichbleibende Luftmenge durch die Kleidungsstoffe zu befördern, verhalten sich wie die Dicken der Stoffe.

Durch  $1\text{ cm}$  Dicke,  $1\text{ cm}^2$  Fläche geht bei  $0\cdot42\text{ mm}$  Wasserdruck  $1\text{ cm}^3$  Luft hindurch in *x* Sekunden.

Baumwollstoff, dicht . . . . .	76·3
Militärhosenstoff . . . . .	15·7
Wolltrikot . . . . .	5·7
Waffenrock . . . . .	18·8
Loden . . . . .	2·8
Mantel, grau . . . . .	9·7
Baumwolltrikot . . . . .	1·1
Vodels Gewebe . . . . .	0·3

Manche Gewebe zeigen je nach der Behandlungsweise große Unterschiede in der Permeabilität, so die glatten Baumwoll- und Leinengewebe, die appretiert und durch Walzendruck geglättet in den Handel kommen.

Die folgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung über die Änderung der Permeabilität der neuen Gewebe und der durch Waschen gelockerten Stoffe. Die Unterschiede sind teilweise ganz gewaltig.

Stoff	Koeffizient mit Appretur	Koeffizient ohne Appretur
Feines Leinen . . . . .	171·6	17·2
Marcelline . . . . .	239·8	76·2
Perkal . . . . .	75·8	31 8
Köper I . . . . .	549·3	66 2
Köper A . . . . .	208 9	53·8

Die Permeabilität steht im allgemeinen im Zusammenhange mit dem Porenvolum und dem spezifischen Gewichte. Die glattgewebten dichten Stoffe zeigen eine geringere Permeabilität als die Tuchsorten und Trikotgewebe mit kleinerem spezifischen Gewichte und am luftigsten sind die lockeren Unterkleiderstoffe. Im einzelnen bemerkt man aber manche Ausnahmen, die jedoch leicht erklärbar sind. Das spezifische Gewicht und Porenvolum sind eben nur genaue Anhaltspunkte für die Permeabilität, wenn die Stoffe gleichmäßig gearbeitet sind, d. h. die Fäden von gleicher Herstellung sind.

Hat man Gewebe mit Wasser imprägniert (minimalste Wasserkapazität) und setzt man es der Einwirkung trockener Luft aus, so verdunstet das Wasser. Die Verdunstungsgröße ist abhängig von der Menge des in dem Stoffe enthaltenen Wassers. Je mehr Raumteile Wasser ein Gewebe einschließt, um so mehr Wasser verdunstet in der Zeiteinheit. Die feste Substanz übt auf das Wasser eine gewisse Anziehung. Die Wasserverdunstung steigt mit zunehmenden Werten für die minimalste Wasserkapazität.

Wenn nasse Stoffe ungleiche Temperaturen an ihren Begrenzungsflächen besitzen, so wandert das Wasser immer von der wärmeren Stelle nach der kühleren; die Verdunstung geht von den erwärmten Stellen aus, gleichgültig, ob sie mit der Luft in direktem Kontakt stehen oder nicht.

Ungemein wichtig ist die Kenntnis der thermischen Eigenschaften der Gewebe. Unter Wärmeleitung versteht man, wieviel durch  $1\text{ cm}^2$ ,  $1\text{ cm}$  Dicke, bei  $1^\circ$  Temperaturunterschied in 1 Sekunde an Wärme hindurchgeht.

Bestimmt wird das Wärmeleitungsvermögen am sichersten mit dem Stefanschen Kalorimeter. Es besteht aus zwei ineinander steckenden Kupferzylindern, in deren Zwischenraum die zu untersuchende Substanz gebracht wird, ihre Menge darf nicht sehr beträchtlich sein. Der Abstand der beiden Zylinder wird zu  $2\cdot5\text{--}5\text{ mm}$  genommen. Der innere Zylinder ist mit einer U-förmigen, mit einem langen Schenkel versehenen Steighöhre verbunden, die unten mit Glycerin geschlossen ist. Das Kalorimeter taucht in ein Gefäß, welches mit Wasser oder Eis gefüllt ist.

Vor dem Versuche läßt man den Apparat sich mit Wasser von Stubentemperatur ausgleichen, dann wird das Wasser plötzlich gegen ein Gefäß mit Eiswasser vertauscht und mit Sekundenuhr und Fernrohr die Steighöhe des Glycerins gemessen.

Wenn  $h$ ,  $h_1$ ,  $h'$  die Steighöhe zu den Zeiten  $t'$ ,  $t$  und  $\infty$  sind, so ist die in einer Sekunde erreichte Steighöhe:

$$\beta \cdot \log e = \frac{(\log h_1 - h) - (\log h_1 - h')}{t' - t}$$

Wenn  $P$  das Gewicht des inneren Zylinders  $a$ ,  $C$  dessen spezifische Wärme,  $\Delta$  der Abstand der Zylinder,  $F$  die mittlere Oberfläche,  $W$  der Wasserwert ( $P C$ ) der eingefüllten Stoffe ist, so ist die Leitungs-konstante  $k$

$$k = \frac{P \cdot C \cdot \Delta}{0\cdot4343 F} \beta \cdot \log e \cdot \left(1 + \frac{W}{4 PC}\right)$$

Die Ergebnisse der Untersuchungen des Verfassers sind folgende:

Alle zur Herstellung der Kleidung benützten Grundstoffe sind bessere Wärmeleiter als Luft.

Wenn das Leitungsvermögen der Luft	=	1
ist das der (luftleeren) Wolle	=	6·1
„ „ Seide	=	19·2
„ „ Baumwolle und der Leinwand	=	29·9

Die Gewebe bestehen aber alle aus viel Luft und wenig Stoffen, sie zeigen daher in ihrem Leitungsvermögen vorwiegend den Einfluß des Luftgehaltes.

Wenn man sich einen Raum durch die Fasern und Fäden verschiedener Gewebe gleicher Grundsubstanz und völlig gleicher Substanzmengen ausgefüllt denkt, so stimmt das Wärmeleitungsvermögen trotzdem nicht immer überein, weil die Anordnung der Fäden eine verschiedene sein kann. Je mehr Fäden senkrecht zu den wärmeabgebenden Flächen stehen, desto leichter geht die Wärme hindurch, und je mehr Fasern parallel zur Fläche liegen, desto weniger. Die wirre Verschlingung in einem Flanell läßt mehr Wärme durch als ein Trikot, Tuch oder Loden, und diese mehr als glattgewebte Stoffe. Diesen Vergleich des Wärmeleitungsvermögens der Faserordnung eines Gewebes nennt Verfasser typisches Leitungsvermögen.

Vergleicht man aber das Leitungsvermögen, wie es dem natürlichen spezifischen Gewichte des Gewebes entspricht, also so wie es tatsächlich sich im Gebrauche äußert, so ist dies das reelle Leitungsvermögen. Das Leitungsvermögen ist stets berechnet auf 1 cm Dicke des Stoffes. Für praktische Vergleiche kann es wichtig sein zu wissen, wieviel bei der im Handel üblichen Dicke des Stoffes Wärme durchgelassen wird; dieser Wert läßt sich leicht aus dem Leitungsvermögen ableiten, weil der Wärmedurchtritt umgekehrt proportional der Dicke sich erweist. Diese für praktische Vergleiche manchmal erforderliche Zahl heißt der Wärmedurchgang.

Das reelle Leitungsvermögen der Gewebe ist sehr verschieden, auf dasselbe hat fast viel mehr die lockere Beschaffenheit, d. h. der Luftschluß, als der Grundstoff, aus dem das Gewebe besteht, Einfluß. Einige Beispiele wichtiger Substanzen sind folgende:

	G e w e b e	k (= gcal)
Unter- kleidung	Luft	0·0000532
	Wolltrikot	0·0000676
	Baumwolltrikot	0·0001004
	Leinentrikot	0·0001186
	Bauernleinen	0·0001005
	Feines Leinen, glatt	0·0001333
	Feinste Baumwolle, glatt	0·0000761
Ober- kleidung	Sommerkammgarn	0·0000772
	Winterkammgarn	0·0000733
	Loden	0·0000761

Als Beispiele für den absoluten Wärmedurchgang mögen erwähnt sein:

	Gewebe	Dicke	Wärme- durchgang
Unterkleidung	Wolltrikot	0.46	0.002054
	"	1.12	0.000635
	Baumwolltrikot	1.01	0.000994
	"	2.25	0.000425
	Leinen, glatt	0.28	0.005795
	" Trikot	0.30	0.003953
	Feinst. Baumw.	0.15	0.005913
Oberkleidung	Som.-Kammg.	1.00	0.000772.
	Wint.-Kammg.	2.50	0.000293
	Loden	3.00	0.000253
	Waffenrock	1.62	0.000568
	Hose	1.50	0.000624
	Gr.-Mantel	2.00	0.000402

Die einzelnen im Handel vorkommenden Gewebe sind demnach außerordentlich ungleich wärmehaltend; in erster Linie beruht das Ungleichsein auf ungleicher Dicke, in zweiter Linie auf ungleicher Dichte, in dritter Linie auf dem ungleichen Leitungsvermögen der Grundstoffe.

Das Wärmeleitungsvermögen wird sehr wesentlich beeinflusst von der Feuchtigkeit. Wasser leitet Wärme ebensogut wie die feste vegetabilische Faser. Schon die Aufnahme hygroskopischen Wassers ändert das Leitungsvermögen sehr erheblich, noch mehr die Einlagerung von tropfbarflüssigem Wasser, etwa von der Menge der minimalsten Wasserkapazität.

Bei Wolle nimmt durch hygroskopisches Wasser die Leitung um 109.8% zu, bei Seide um 41, bei Baumwolle um 16%.

Das eingelagerte Wasser ändert bei den einzelnen Stoffen ungleich die Leitungsfähigkeit.

	Wärmeleitungsvermögen		Trocken zu feucht wie 1:
	trocken	naß	
Wollflanell	0.0000723	0.0001136	1.56
Wolltrikot	0.0000656	0.0001425	2.17
Glatt gewebte Baumwolle	0.0000810	0.0002750	3.39
Loden	0.0000735	0.0001896	2.58
Winterkammgarn	0.0000715	0.0001438	2.01

Daraus folgt: Die Wärmeleitung nimmt bei den lockeren Stoffen bei der Durchnetzung weit weniger rasch zu als bei den glattgewebten Stoffen, und auch im nassen Zustand sind die luftreichen Stoffe, zu denen fast immer die Wollstoffe zu rechnen sind, oft noch doppelt so wärmehaltend als die glattgewebten Stoffe, welche wenig Luft einschließen, sich aber trotzdem sehr reichlich durchnassen.

Von den thermischen Eigenschaften ist noch die Wärmestrahlung zu erwähnen. Sie ist bei den einzelnen Geweben ungleich; geglättete zeigen eine geringere Strahlung als solche mit rauher Oberfläche.

Stoffart	Bezogen auf Ruß = 100	Absolute Werte für 1 m. <sup>2</sup> M. 1 Stunde und 1° Temperaturdiff. bei 15°
Glänzender Seidenstoff .	83·3	3·47
Waschleder . . . . .	95·5	3·97
Sommerkammgarn . .	98·7	4·11
Ruß . . . . .	100·0	4·16
Gewaschene Baumwolle	102·2	4·25
Wollflanell . . . . .	108·7	4·51
Trikotseide . . . . .	109·9	4·53
Trikotbaumwolle . . .	109·9	4·53
Trikotwolle . . . . .	109·9	4·58

Gemessen wird sie am besten — relativ — durch Beziehen der einen Fläche eines Leslie'schen Würfels mit den Stoffen; die Ausstrahlung findet nach einer mit Galvanometer verbundenen Thermosäule hin statt. Man befestigt zwei zu vergleichende Stoffe übereinander gelagert und bestimmt die Ausstrahlung, indem man bald den einen, bald den anderen Stoff die Außenseite bilden läßt. Das Strahlungsvermögen der Stoffe ist etwa 24mal so groß, als das von blanken Metallflächen. Werden die Stoffe naßgemacht und bleibt die Oberflächentemperatur die gleiche, so nimmt die Ausstrahlung um 37% zu. Meist sinkt aber sofort bei benetzten Stoffen die Oberflächentemperatur durch die starke Verdunstung.

### Die Bestrahlung.

Wenn Wärmequellen von höherer Temperatur, als unsere Eigen-temperatur ist, uns umgeben, so nehmen wir durch Bestrahlung Wärme auf. Der Wärmezuwachs, den wir erfahren, ist abhängig von dem Umstand, ob es sich um leuchtende oder dunkle Strahlen handelt.

Von den leuchtenden Strahlen, an denen die Sonne (wegen Absorption der Wärmestrahlen in der Atmosphäre) so sehr reich ist, werden, wie Franklin gezeigt hat, je nach der Farbe des Gegenstands, auf welchen sie fallen, verschiedene Mengen absorbiert und reflektiert. Von unbedeckten Stellen der (weißen) Haut wird viel Wärme reflektiert. Bei der Kleidung kommt es wesentlich auf die Farbe und wohl wenig auf die Natur des Stoffes an. Wenn Weiß 100 Wärmeinheiten aufnimmt, absorbiert Hellgelb 102, Hellgrün 152, Dunkelgelb 140, Dunkelgrün 161, Rot 168, Hellbraun 198, Schwarz 208 Wärmeinheiten (Pettenkofer).

Für die dunklen Wärmestrahlen ist der Einfluß der Farbe nicht näher bekannt. Die Wärmeabsorption dunkler Strahlen folgt keineswegs derselben Gesetzmäßigkeit, welcher die leuchtenden gehorchen

(Tyndall). Von dunklen Strahlen absorbiert der weiße Alaun sehr viel, das schwarze Jod dagegen ist nahezu völlig wärmedurchlässig. Die Kleidungsstoffe, besonders ungefarbte, sind für die Sonnenstrahlen durchgängig (Bubnoff).

### Die Funktion der Kleidung vom hygienischen Standpunkte.

Die lebenswichtigste Funktion der Kleidung betrifft ihre wärme-regulatorische Aufgabe. Dieselbe bewegt sich nach zwei Richtungen.

a) Die Kleidung hat in vielen Fällen die Aufgabe, eine übermäßig große Wärmeabgabe des menschlichen Körpers zu verhüten, die Behaglichkeit zu erhöhen und trotz einer kühlen Umgebungstemperatur den Nahrungsbedarf des Menschen einzuschränken. Dieser Schutz ermöglicht dem Menschen die Akklimatisation auch in arktischen Zonen.

Die Fähigkeit, den Wärmeaustausch zwischen Mensch und seiner Umgebung zu fördern oder zu hemmen, verdanken die Kleider den oben auseinandergesetzten thermischen Eigenschaften. Auch die an und für sich geringe Schicht der Kleidung erklärt durchaus eine solche Rolle. Die hohe Wirkung der Kleidung ergibt sich ohne weiteres, wenn man die Temperaturen in Betracht zieht, welche in- und außerhalb der Kleidung sich finden. Die äußere Kleidungsoberfläche ist viel kühler als die an der Haut anliegende Schicht. Es läßt sich nachweisen, daß von der äußeren Kleiderfläche weit weniger Wärme abgegeben wird als von der unbedeckten Haut.

Zunächst betrachte man die Temperaturverhältnisse der Kleidung. In unbedecktem Zustand findet man Lufttemperaturen von  $35^{\circ}$  bis  $37^{\circ}$  noch behaglich,  $25$ — $30^{\circ}$  erscheint eine angemessene Wärme; bei  $15^{\circ}$  fühlt man Kälte und  $10$ — $12^{\circ}$  werden in der Regel nur wenige Minuten ohne intensives Frostgefühl ertragen. Von Reisenden wird berichtet, daß manche Negerstämme unbedeckt selbst sehr niedrigen Temperaturen lange Zeit Widerstand leisten, offenbar eine Akkommodationserscheinung.

Der Mensch hat sich instinktiv gegen die unangenehme Einwirkung der Kälte durch die Kleidung zu schützen gesucht. Die Kleider bedecken in den verschiedenen Klimaten einen sehr verschieden großen Teil der Körperoberfläche; bei uns bei mittleren Temperaturen rund 80% derselben (abgesehen von der Kopfbedeckung). Es bleibt somit bei dem Erwachsenen immerhin ein nicht unbedeutender Teil der Oberfläche frei; bei Kindern läßt aber eine törichte Mode zur Unzeit bisweilen weit mehr, nämlich 30—40% unbedeckt.

Das Verständnis der Bedeutung der Kleidung wird in hohem Maße gefördert, wenn man die Temperaturen unserer bedeckten wie unbedeckten Körperoberfläche kennt. Das beste Mittel hiezu gibt uns die Anwendung von Thermoelementen in die Hand. Sie gestatten mit großer Leichtigkeit und Schnelligkeit die Messung der Temperaturen.

Die unbedeckten Stellen, Gesicht, Hals, Hand, besitzen im allgemeinen eine hohe Temperatur; bei  $12^{\circ}$  Lufttemperatur beträgt diejenige der Nasenwurzel  $27.4^{\circ}$ , der Nasenflügel  $28.0^{\circ}$ ; der Nasenspitze  $25.1^{\circ}$ , der Augen  $29.70^{\circ}$ , der Wangen  $27.2^{\circ}$ , des Kinnes  $27.7^{\circ}$ , des Halses  $29.60^{\circ}$ , der Hohlhand  $27^{\circ}$ — $28.8^{\circ}$ . Je kleinere Bezirke man mit dem Thermoelement abtastet, desto mehr erkennt man den Wechsel der

Temperatur. Je kälter es wird, desto rapider sinkt die Temperatur prominenter Stellen, die ja auch, wie die tägliche Erfahrung lehrt, der Erfrierungsgefahr am meisten ausgesetzt sind.

Die normal bekleideten Stellen haben (mittlere Lufttemperatur vorausgesetzt) durchweg niedrige Temperaturen, aber auch an der Kleideroberfläche zeigen sich wieder die oben genannten Differenzen von Ort zu Ort; bei Männern, welche Winterkleidung trugen, waren bei einer Stubentemperatur von  $15.4^{\circ}$  folgende Temperaturen zu messen: Thorax  $21^{\circ}$ , Bauchgegend von  $20.4$ , Schulterblatt  $21.8^{\circ}$ , Oberschenkel  $21.4^{\circ}$ , Oberarm  $22.1^{\circ}$ , Unterarm  $21.0^{\circ}$ , Fuß  $22.1^{\circ}$ . Als viele solcher Messungen summiert wurden, zeigte sich beim Manne in Winterkleidung bei  $14^{\circ}$  für die nackten Teile das Mittel  $29.2^{\circ}$ , für die bekleidete Oberfläche das Mittel  $21.0^{\circ}$ .

Eine Differenz zwischen bekleideten und unbekleideten Stellen findet sich (unter mittleren Verhältnissen) immer, aber sie ist keine konstante Größe, sondern hängt von der Menge der Kleidung ab, welche man trägt. Je dicker man sich bekleidet, um so größer wird die Differenz.

Bei einem Manne z. B. war die Temperatur bei  $12^{\circ}$  Lufttemperatur  $27.3^{\circ}$ – $27.9^{\circ}$ , als er völlig unbekleidet war. Als er sich mit einem Baumwollhemd (Trikot) bekleidete, sank auf dessen Oberfläche die Temperatur auf  $23.8^{\circ}$ , als er die Weste anzog, auf dieser bis  $21.9^{\circ}$ , und als der Rock angelegt wurde auf diesem bis  $18.3^{\circ}$ , die unbekleideten Hautstellen blieben auf ihrer Temperatur.

Ein zweites Beispiel ist folgendes: Bei  $14.8^{\circ}$  zeigte die Haut eines Unbekleideten  $31.8$ , bei Bekleidung mit einem Wollhemde die Außenseite  $28.5^{\circ}$ , mit einem Leinenhemde  $24.8^{\circ}$ , mit einem Leinenhemde und Weste  $22.9^{\circ}$ , mit einem Leinenhemde, Weste und Rock  $19.4^{\circ}$ . Im ersten Falle hatten die nackten Teile eine Wärmeentziehung von  $27.6^{\circ}$ – $12^{\circ} = 15.6^{\circ}$ , der Temperaturunterschied der Oberfläche und Luft betrug für die bekleideten Teile:

Bei normaler Bekleidung	$6.3^{\circ}$
Mit Hemd und Weste	$9.9^{\circ}$
„ „ allein	$11.8^{\circ}$

Wechseln wir Kleidungsstücke verschiedener Dicke, so prägt sich dies auch immer deutlich in der Änderung der Oberflächentemperatur aus. Bei einem Manne wurde (bei  $12^{\circ}$  Lufttemperatur) gemessen:

Bekleidung mit dünner Turnerjacke	$20.6^{\circ}$	Oberflächentemp.
„ „ leichtem gefütterten Sommerrocke	$19.4^{\circ}$	„
„ „ mittlerem Tuchrocke	$18.7^{\circ}$	„
„ „ starkem Tuchrocke	$18.4^{\circ}$	„

Die Kleidertemperatur erweist sich also stets niedriger als die Temperatur eines Nackten. Indem wir verschiedene Kleidungsstücke anlegen, solche verschiedener Dicke benutzen, sie öffnen oder geschlossen halten, variieren wir in nahezu beliebiger Weise die Temperatur unserer Körperoberfläche. Ähnlich den bekleideten Stellen des Körpers verhalten sich die behaarten; sie sind auch niedrig temperiert. Doch be-

gegnet die Temperaturmessung dabei mannigfachen Schwierigkeiten. Bei 12° Lufttemperatur hatte

die unbehaarte Stirn . 28·4°  
 der behaarte Kopf . 21·4°  
 der Bart . . . . . 20·6°

Aus der ungleichen Temperierung bekleideter wie unbekleideter Partien unserer Körperoberfläche kann man zwar noch nicht sofort schließen, daß die Wärmeabgabe dementsprechend eine ungleiche sein muß. Wenn man zwei Flächen gleicher Form und Temperatur hat, so verlieren diese gleichviel Wärme durch die Erwärmung der mit den Flächen in Berührung stehenden Luft, sie könnten aber doch eine Verschiedenheit der durch Strahlung verlorenen Wärme aufweisen. Wir kommen auf das Verhältnis der Wärmestrahlung bekleideter und unbekleideter Flächen im nächsten Absatz zu sprechen.

Die Lufttemperatur, in welcher wir uns befinden, ist tagtäglich Schwankungen unterworfen; in welcher Weise macht unsere Körperoberfläche diese Schwankungen mit? An gesunden Männern, welche winterliche Bekleidung (ohne Mantel) trugen, fanden sich folgende Temperaturen:

Lufttemperatur	Unbekleidete Stellen	Bekleidete Stellen
10°	29·0	19·3
15°	29·2	21·0
17·5°	30·0	22·9
25·6°	31·2	26·6

Wenn es demnach wärmer wird, so werden die unbekleideten wie bekleideten Teile unseres Körpers auch wärmer, aber in weit geringerem Maße, als die Lufttemperatur steigt.

Der Wärmeverlust, den nackte und bekleidete Teile erleiden, ist von der Temperaturdifferenz dieser Teile und der Lufttemperatur abhängig. Diese sind:

Lufttemperatur	Differenz zwischen Luft und den nackten Teilen	Differenz zwischen der Kleidungsoberfläche und Luft
10°	19·0	9·3
15°	14·2	6·0
17·5°	12·5	5·4
25·6°	5·6	1·0

Die Differenzen werden also immer kleiner; die hier verwendete Art der Bekleidung läßt bei 25·6° kaum Wärme durch, während die nackten Teile noch 5·6° höher temperiert sind als die Luft. Bei kräftiger Arbeit steigt die Temperatur der Kleidung wie der nackten Stellen an, aber nur langsam. Die Kleidung erreicht, daß ein großer Teil unserer äußeren Oberfläche von niedrigerer Temperatur ist, als er sein müßte, wenn wir unbekleidet gingen.

Die Temperatur der Haut bestimmt Behaglichkeits- und Unbehaglichkeitsgefühl. Die Kleidung verschafft uns in den meisten Fällen eine behagliche Hauttemperatur an den unter der Kleidung gelegenen Partien. Diese letzteren besitzen normalerweise eine höhere Tempe-

ratur als die nackten Stellen; doch ist die Größe dieses Unterschiedes von der Höhe der Lufttemperatur abhängig. Es war beim Manne:

bei 16°	Zimmertemperatur die bedeckte Haut wärmer um	3·2°
" 15°	" " " " " " "	2·4°
" 17·5°	" " " " " " "	1·4°
" 25·6°	" " " " " " "	1·0°

Die Hauttemperatur unter der Kleidung ist ihrerseits wenigstens bei großen Abweichungen von mittleren Lufttemperaturen von dieser abhängig. Wird es sehr kalt, so daß wir Gefahr laufen zu erfrieren, so sinkt vorher die Hauttemperatur und sie steigt, wenn wir von der Gefahr des Hitzschlages bedroht sind. Mäßige Temperaturschwankungen und die Variation der Bekleidung scheint aber keinen Einfluß auf die Hauttemperatur bedeckter Stellen zu üben.

Die Temperatur der Kleidung nimmt von der Außenoberfläche bis zur Körperoberfläche zu, so daß man in jeder Schicht eine andere Temperatur findet (Schichttemperatur); der Abfall der Temperatur ist um so größer, je niedriger die uns umgebende Lufttemperatur ist.

Bei einem Manne fand sich bei winterlicher Bekleidung:

	bei 10°	bei 26°
auf dem Rocke . . . . .	21·8°	28·0°
zwischen Rock und Weste . . . . .	23·1°	28·8°
" Weste und Leinenhemd . . . . .	24·4°	29·3°
" Leinen- und Wollhemd . . . . .	25·2°	29·6°
" Wollhemd und Haut. . . . .	32·7°	32·1°

Die durch die Schwankungen der Lufttemperatur hervorgerufenen Schwankungen der Kleidertemperatur betreffen wesentlich nur die äußeren Schichten.

Manche Beobachtungen über die Behaarung der Tiere sind äußerst instruktiv. Man hat beobachtet, daß Merinoschafe, welche man an den Kongo, nach dem Sudan und Tripolis einführte, in diesen heißen Klimaten ihre Wolle vollkommen verlieren und ein windhundartiges Fell erhalten. Umgekehrt gewinnen Kamele und Dromedare von Afrika, nach dem rauhen Tibet verschickt, dort zottige Felle. Solche wesentliche Änderungen in der Haarbedeckung, welche in dem Wechsel des Sommer- und Winterpelzes der Tiere in unseren Klimaten ein Analogon finden, entstehen nur, wenn sie bedeutenden Nutzen für die Erhaltung der Art bieten.

Es gelingt auch, direkt den Wärmeschutz zu zeigen, welchen die Tiere durch ihren Pelz besitzen. Ein Meerschweinchen wurde gegen Ende des Winters, als es einen sehr dichten Pelz hatte, auf seine Wärmeabgabe untersucht und dann, nachdem es geschoren worden war. Die Wärmeabgabe durch Strahlung und Wärmeleitung hatte durch das Scheren um 36% zugenommen. Die gesamte Wärmebildung stieg bei einem Hunde durch das Scheren von 50·0 auf 60·5 Kalorien per 1 kg, also um 21% (Rubner).

Wenn man die Wärmeausstrahlung der nackten Haut und bekleideter Hautstellen mißt, so nimmt die Ausstrahlung ab, je mehr Kleidungsstücke wir übereinander anziehen. Folgende Zahlen wurden bei einem Manne erhalten:

Setzt man die Ausstrahlung der nackten Haut = 100, so sinkt die Ausstrahlung

durch Anziehen eines Wollhemdes . . . . .	auf 73
„ „ „ „ und eines Leinenhemdes . . .	„ 60
„ „ „ „ Leinenhemdes und Weste . . .	„ 46
„ „ „ „ „ Weste und Rock . . .	„ 33

d. i. fast ebenso, wie die Temperaturen der Kleidungsfläche und nackten Stellen und die Lufttemperatur variieren. Damit ist der Beweis für die den Wärmeverlust hemmende Wirkung der Kleidung erbracht.

Wollte man völlig nackt sich dieselbe Behaglichkeit verschaffen wie durch die Kleidung, so würden wir eine Stube in verschiedenem Grade heizen müssen. Solche Versuche, bei denen die Ausstrahlung der nackten Haut bei verschiedenen Temperaturen der Stube gemessen wurde, lehren: Setzt man die Ausstrahlung bei  $25^{\circ} = 100$ , so sinkt sie

bei einer Temperatur von 23 auf $69^{\circ}$	
„ „ „ „ 29 „ $56^{\circ}$	
„ „ „ „ 32 „ $31^{\circ}$	(Rubner).

Gerade wie die Kleidung, so wirkt auch die natürliche Haarbedeckung am Kopfe. An den behaarten Stellen ist bei mäßig langen Haaren wie die Temperatur so auch die Ausstrahlung (auf die Hälfte) herabgesetzt gegenüber nackten Stellen.

Die Wirkung der Kleidung wurde endlich noch durch den direkten kalorimetrischen Versuch am menschlichen Arme erwiesen. In ein Doppelkalorimeter konnten von einer Versuchsperson die beiden Arme eingeführt werden, der eine Arm blieb nackt, der andere wurde in der zu prüfenden Weise bekleidet.

Nach diesen Versuchen wird durch die Bekleidung (Handschuh, Wollhemd, Leinenhemd, Rock) der Wärmeverlust vermindert:

Bei der Lufttemperatur	um $\%$
$6.6^{\circ}$	25
$10.6^{\circ}$	32.7
$15.8^{\circ}$	30.4
$20.8^{\circ}$	28.3
$29.6^{\circ}$	14.1

Von einer gewissen Grenze ab gibt die Kleidung keine weitere Behinderung des Wärmeverlustes dem nackten Arme gegenüber, weil im bekleideten Zustand schon bei relativ niedrigen Temperaturen die Wärme nicht mehr nach außen hin durchtreten kann (Rumpel).

Da man weiß, daß für je  $1^{\circ}$  Änderung der Lufttemperatur die Wärmeabgabe des Armes um  $2.7\%$  sich ändert, so läßt sich auch sagen, welchen Temperaturschutz die Kleidung gewährt.

	Es sinkt die Wärme- produktion um:	Der Temperatur- schutz beträgt:
beim Anziehen eines Wollhemdes und eines Handschuhs	10 $\frac{0}{10}\%$	$3.6^{\circ}$ C
dazu ein zweites Wollhemd . . . . .	17.4 $\frac{0}{10}\%$	$6.3^{\circ}$ „
„ „ Leinenhemd . . . . .	19.0 $\frac{0}{10}\%$	$6.9^{\circ}$ „
„ „ Rock . . . . .	32.5 $\frac{0}{10}\%$	$11.8^{\circ}$ „
„ „ Mantel . . . . .	38.7 $\frac{0}{10}\%$	$14.1^{\circ}$ „

Die Kleidung schützt uns also in mächtiger Weise vor dem Wärmeverluste.

Auch durch die Verschiedenheit der  $\text{CO}_2$ -Ausscheidung läßt sich die wärmende Wirkung der Kleidung zeigen. Bei 11—12° C schied ein Mann im Respirationsapparat per Stunde aus:

in Sommerkleidung . . .	28·4 g $\text{CO}_2$
mit Winterüberzieher . . .	26·9 " "
im Pelzrock . . . . .	23·6 " "

b) Die Kleidung wird aber auch getragen, wenn von einer sparenden Wirkung auf die Stoffersetzung gar keine Rede sein kann. Bei hoher Temperatur gegen 30° ist es bezüglich der Kohlensäureausscheidung so gut wie gleichgültig, ob man nackt oder bekleidet ist. Kleidung trägt der Zivilisierte, auch wenn durch dieselbe im Sinne der chemischen Wärmeregulation nicht der geringste Einfluß zu erwarten ist.

Zweck der Bekleidung ist dann, die direkten Einwirkungen der schwankenden Wärme (Strahlung, Wind, Regen) von der Haut abzuhalten und sie vor beständig wechselnden Reizen zu hüten. Jedes Kleidungsstück gewährt uns vor einem ungewöhnlichen Temperatursturz Schutz. Denn es ist ein Wärmereservoir, welches auf den Wärmestrom von außen und von innen ausgleichend — limitierend — wirkt. Wichtig ist auch der Schutz gegen die zu starke Insolation, welche beim Europäer leicht Erythema solare hervorruft. Wahrscheinlich bietet die Kleidung schon von 25 bis 26° ab ein gewisses Hindernis für die Entwärmung. Allerdings ist von dieser Grenze ab, an und für sich der Strahlungs- und Leitungsverlust im allgemeinen sehr gering. Ob sie dabei überwärmend wirkt, hängt nicht mehr von ihren thermischen Eigenschaften, sondern ganz von ihrer Beziehung zu der Wasserverdunstung ab.

Da sie im allgemeinen warm hält, so folgt daraus noch nicht, daß sie auch die Wasserverdunstung mehren muß. Sicher ist aber erwiesen, daß sie bei höherer Lufttemperatur in der Tat mehrend auf die Wasserabgabe einwirkt. Dies geschieht schon in sehr bemerkenswertem Grade bei gut permeabler Kleidung. Ist sie nicht permeabel, so kann dadurch geradezu eine Überwärmung vorhanden sein, zugleich aber das unangenehme Empfinden drückender Schwüle, weil man den Wasserdampf nicht abzugeben vermag. Die Lüftbarkeit der Kleidung ist eine der fundamental wichtigsten Eigenschaften.

Bei hoher Temperatur entsteht naturgemäß leicht Ablagerung von Schweiß. Die Vorgänge der Wasserabgabe durch die Kleidung erfordern näheres Eingehen. Die Kleidungsluft ist teils feucht, teils trocken wie die Umgebungsluft; ersteres ist dann der Fall, wenn wir uns in sehr trockener Luft befinden, letzteres dann, wenn die umgebende Luft mittlere Feuchtigkeitsgrade aufweist. Da die Kleidung warm ist, setzt in letzterem Falle diese Wärme, wenn nicht gerade stark geschwitzt wird, die relative Feuchtigkeit der Luft herab. Die Wasserdampfabgabe von der Haut geht dann anscheinend spurlos an dem Feuchtigkeitsgehalte der Kleidungsluft vorüber. Unter solchen Umständen verliert die gesamte Kleidung, wenn man sie anzieht, sogar durch Abgabe von hygroskopischem Wasser an Gewicht.

Die Aufnahme hygroskopischen Wassers durch die Kleidung begünstigt durch Änderung der Wärmeleitung die Abgabe der Wärme vom

Körper; sie kann also in sehr zweckmäßiger Weise die Funktion des Körpers unterstützen.

Der Schweiß erzeugt noch bedeutendere Veränderungen. Ablagerung von Schweiß ist fast immer etwas Unzweckmäßiges. Er vermag in hohem Grade das Wärmeleitungsvermögen der Gewebe zu steigern, aber meist geschieht es viel zu plötzlich und in der Regel muß z. B. beim Arbeitenden der Schweiß während der Ruhepausen verdunstet werden, also gerade zu einer Zeit, wo es an einer Überproduktion an Wärme überhaupt gebricht. Am wenigsten unbequem wird der Schweiß in Wollstoffen, weil diese durch ihre Stützhaare vom Körper isoliert bleiben. Je lockerer das Gewebe, um so leichter wandert der Schweiß von der Haut nach außen zu und desto weniger breitet er sich in der Fläche des Gewebes, dagegen mehr in seiner Dicke aus. Um den Schweiß nach außen zu befördern, darf unter keinen Umständen ein Hindernis vorliegen; ein solches bietet z. B. auch nur eine einzige Lage glattgewebten Stoffes. Zu dem Gefühle einer gründlichen Durchnässung der gewöhnlichen Unterkleidung gehört eigentlich recht wenig Wasser, 40—50 g genügen vollauf hierzu. Glattgewebte Stoffe fangen das ausgeschiedene Wasser geradezu ab und halten es an sich fest, daher darf auch unter keinen Umständen die erste Lage von Stoffen, die den Körper deckt, aus glattem Stoffe bestehen, zum mindesten nicht aus dünnen glattgewebten Stoffen.

Die Laienerfahrung, daß man in Wolle leicht schwitzt, hat gar nichts mit einer spezifischen schweißtreibenden Wirkung der Wolle zu tun, sondern erklärt sich einfach aus dem Umstand, daß jeder, der sich mit der üblichen Handelswollware bekleidet, allemal wärmer bekleidet ist als bei der Wahl anderer Stoffe. Schweißsekretion ist ein Zeichen von Überwärmung und von Behinderung der normalen Wasserabgabe, die ja in der Verdunstung beruht. Jede Behinderung der Wärmeabgabe setzt die körperliche Arbeitsleistung herab oder läßt sie nur unter dem Gefühle von Beklemmung oder drückender Ermüdung zu stande kommen. In diesem Sinne muß die Erzeugung von Schweiß aufs energischste durch zweckmäßige äußere Bedingungen bekämpft werden.

Die Lüftung ist aber auch um deswillen hochbedeutsam, weil sie erlaubt, eine rationelle Abhärtung des Körpers zu erreichen; nicht die gelegentliche kalte Abwaschung oder dgl. fördert eine resistente Haut, sondern die stete Gewöhnung an schwach zirkulierende Luft.

Beim Aufenthalte im Freien gewährt uns die Kleidung einen gewissen Windschutz; so wichtig er ist, so soll darauf gehalten werden, daß die Luftströmungen den Weg in die Kleidung finden.

### Praktische Verhältnisse der Kleidung.

Man kann Haus- und Straßenkleidung unterscheiden, erstere ist wenig variabel, letztere aber im beträchtlichen Maße.

	Dicke in mm	Spez. Gewicht	Permeabilitäts- koeffizient
Hochsommerkleidung . . . . .	1.8	0.34	79"
Sommerkleidung . . . . .	3.4	0.26	73"
Frühjahr und Herbst . . . . .	5.9	0.29	74"
Winter . . . . .	12.6	0.20	38"
Sehr kalte Tage . . . . .	26.0	0.13	—

Die Dickenunterschiede sind sehr erheblich, weniger das spezifische Gewicht. Je kälterer Witterung die Kleidung widerstehen soll, desto luftreicher wird sie; sie wird auch immer permeabler genommen. Letzteres kann man trotz weniger schwankender Permeabilitätskoeffizienten (diese sind angegeben für 0.4 mm Wasserdruck) behaupten, weil die Triebkräfte für die Lüftung einer Frühjahrs- und Winterkleidung z. B. weit mächtiger sind als bei einer Hochsommerkleidung.

Im allgemeinen behilft sich der Wohlhabende mit einer Sommer-, Winterkleidung u. s. w. für Temperaturschwankungen, die etwa je 10—13° umfassen.

Unbedingt notwendig ist, daß die Kleidung aus gleichmäßig luftbaren Stoffen hergestellt werde, sie soll homogen sein.

Die mittlere Bekleidung des ganzen Körpers ist 8.6 mm dick, wiegt per 1 cm<sup>2</sup> 0.24 g und hat 0.27 spez. Gewicht. Sie besteht aus 146 festen Teilen und 854 Teilen Luft; beim Tragen der Kleidung bilden sich oft große Lufträume. Die Kleidung wiegt beim Manne:

Sommer	Winter
2.5—3 kg	6—7 kg

die der Frauen ist um weniges schwerer.

Wir tragen im Winter  $\frac{1}{10}$  unseres Gewichtes an Kleidern mit uns herum, ein Hund von 4 bis 5 kg hat nur 70 g Haare als Winterpelz.

Die Kleiderluft hat eine von der umgebenden Zimmerluft verschiedene Zusammensetzung; sie ist kohlenäurereicher (Rubner); die von der Haut abgegebene Kohlensäure wandert langsam durch die Kleidung hindurch (Schierbeck).

Die Kleiderluft erhält ihren Kohlensäuregehalt wesentlich durch die Ausatmung von CO<sub>2</sub> aus der Haut. Die letztere ist von der umgebenden Temperatur abhängig; bis gegen 33° wird von der nackten Haut wenig, darüber hinaus bei Entwicklung von Schweiß aber viel Kohlensäure abgegeben. Ähnlich verhält es sich bei dem Bekleideten. In den verschiedenen Teilen unserer Kleidung findet man Luft von sehr ungleichem Kohlensäuregehalt; das hängt von der Ventilation der Kleidung ab. Je luftdurchgängiger die Kleidung, um so weniger Kohlensäure sammelt sich an, und je mehr Kleidungsstücke übereinander getragen werden, desto höher ist der CO<sub>2</sub>-Gehalt. Unter gewissen Voraussetzungen läßt sich aus dem letzteren die Menge von Luft berechnen, welche unter natürlichen Verhältnissen die Kleidung durchzieht. Durch einen lockeren Sommeranzug ging bei warmem Wetter und bei dem Aufenthalte in der Stube 935 l Luft; nach dem Anziehen eines weniger luftdurchgängigen Leinenhemdes nur 534 l und als ein Sommerpaletot angelegt wurde, traten nur noch 526 l in die Kleidung während einer Stunde ein (Schierbeck). Ursachen der Luftbewegung in der Kleidung sind die Erwärmung der eindringenden Luft, in zweiter Linie die Bewegungen unseres Körpers und endlich, wenn wir uns rasch bewegen oder im Freien aufhalten, der Stoß der unseren Körper treffenden Luft.

Die Luft in der Kleidung ist verhältnismäßig leicht beweglich. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Kleiderluft nimmt bei Arbeitsleistung erheblich zu, so auch beim Marschieren. Wind von 0.28 m per 1 Sekunde vermindert den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Kleiderluft, was das leichte Eindringen der Luft in

die Kleidung beweist. Rücken, Brust, Nabelgegend wies mehr  $\text{CO}_2$  auf als Arm und Regia poplitea (Wolpert).

Die erkältende Wirkung nasser Kleidung ist leicht zu verstehen; wenn man die Menge von Wasser ins Auge faßt, welche in das Gewebe aufgenommen wird und wieder verdunsten muß. Die Kleidung des deutschen Soldaten wiegt trocken 4850 g, durchnaßt 8750 g (Müller), nimmt demnach 3900 g Wasser auf. Um diese Menge zu verdampfen, wären rund 2300 Kalorien notwendig, d. h. ebenso viel, als vom ruhenden Erwachsenen in einem Tage erzeugt wird.

Kleidungsmaterial, welches unbenetzbar ist, wie z. B. Gummituch und ähnliche Präparate, eignet sich, weil es den Wasserdampf durch sich nicht hindurchtreten läßt, nicht als dichte, abschließende Kleidung und nicht, wenn an die Wasserdampfabgabe größere Anforderungen zu stellen sind.

### Bekleidungslehre.

Die praktische Bekleidungslehre muß sich auf die durch Untersuchung erkannten und festgestellten Eigenschaften der Stoffe und auf unsere Kenntnisse von der Rückwirkung dieser auf den Organismus stützen. Mit der Bekleidung hat man sich bisher nur in einer empirischen Weise beschäftigt. Ohne alle nähere Kenntnis der empfohlenen Gewebe und ohne Kenntnisse der physiologischen Eigentümlichkeiten der Menschen sind sogenannte Kleidungssysteme entstanden. Jeder der Grundstoffe: Wolle, Seide, Leinen, Baumwolle hat Anwendung als System gefunden und jedes System behauptet von dem anderen, daß es unzuweckmäßig, schädlich und gefährlich sei.

Manche Systeme machen Vorschriften für die ganze Kleidung, andere befassen sich nur mit der Unterkleidung. Ein Kardinalfehler aller bisherigen Betrachtungen über die Kleidung besteht darin, daß fortwährend von den Grundstoffen, Wolle, Baumwolle u. s. w. gesprochen wird und daß man diesen oft ganz mystische Wirkungen zuschreibt, während für die meisten Eigenschaften nicht die Grundstoffe, sondern die Verarbeitung maßgebend ist. Das Wollensystem müßte folgerichtig, wenn es nur auf die Wolle ankäme, alle Bearbeitungsweisen der Wolle für Bekleidungsstoffe zulassen; das geschieht aber nicht, sondern es wird nur Trikotwolle tatsächlich empfohlen, ähnlich bei Baumwolle; bei Seide empfiehlt man nur Kreppstoffe u. s. w.

Bei Betrachtungen der Kleidungsgewebe muß man unterscheiden zwischen primären Eigenschaften, welche dem Grundstoffe als solchem zukommen, und sekundären Eigenschaften, welche durch die Verarbeitungsweise erzielt werden.

Zu den primären Eigenschaften sind zu rechnen:

Die hygroskopischen Eigenschaften; die Benetzbarkeit, eine gewisse elastische Kraft des einzelnen Haares, der Seide, der Baumwolle- und Leinenelemente. Das Haar überragt an Widerstandskraft die übrigen Grundstoffe; ferner kommt in Betracht die Absorptionskraft für riechende und flüchtige Stoffe, sie ist bei Wolle am entwickeltsten. Ferner das verschiedene Leitungsvermögen der festen Substanz, die Quellung und Veränderung bei Berührung mit Wasser (besonders bei Wolle und Leinen, weniger bei Baumwolle, am wenigsten bei Seide hervortretend). Widerstand gegen die Zersetzung beim Reinigen und Waschen der Gewebe.

Zu den sekundären Eigenschaften rechnen wir den Luftgehalt der Gewebe, die Permeabilität, das reelle Leitungsvermögen, die minimalste und maximalste Wasserkapazität, die Verdunstung, die Strahlung, kapillare Wasserhebung, insoweit die Größe der Porenräume maßgebend ist, und den wesentlichsten Teil der Komprimierbarkeit.

Das sogenannte Wollsystem besteht in der Empfehlung einer Bekleidung, die ausschließlich aus trikotartigen Geweben besteht. Die sogenannten patentierten Stoffe bieten keine Eigentümlichkeiten und keinen Vorteil, der sich nicht auch mit ähnlichen Geweben, die sich sonst im Handel finden, erzielen ließe. Das Charakteristische der sogenannten Reformbekleidung besteht darin, daß die Unterbekleidung wärmehaltender, auch lüftbarer ist als die sonst vielfach getragenen Leinen- und Baumwollhemden; dagegen ist die Oberbekleidung etwas weniger wärmehaltend als andere in Benützung stehende Tuche u. dgl.

Für sehr kalte Wintertage läßt sich mit den Jagerstoffen ebensowenig wie mit anderen Wollgeweben eine rationelle Kleidung zusammenstellen, weil das Kleidungs-gewicht dabei zu groß wird. Für den Hochsommer wird die Wolltrikotbekleidung leicht zu warm, und namentlich steht sie, was Ventilationsfähigkeit anlangt, hinter anderen Geweben zurück.

Ein Vorzug der Wolltrikotgewebe, der sich übrigens auch bei manchen Mischgeweben findet, ist der, daß bei übermäßiger Wärmeproduktion des Menschen durch die hygroscopische Wasseraufnahme die Entwärmung erleichtert wird und bei Schweiß-einlagerung das Wärmeleitungsvermögen der Wollgewebe weniger rasch zunimmt als bei glattem Leinen und bei Baumwolle, ein Ankleben der Stoffe vermieden wird, daß endlich die der Haut zunächst gelegenen Partien am schnellsten wieder trocknen.

Ungünstig ist bei Wollgewebe dessen Veränderung durch warmes und heißes Wasser. Daß Wolle die Unreinlichkeit befördert, ist unrichtig.

Das Leinensystem will auch die ganze Bekleidung des Menschen mit diesem Grundstoffe durchführen; es leidet an völliger Unklarheit über die Art der anzuwendenden Stoffe. Teils will man grobe Bauernleinwand empfehlen, teils besondere Stoffe, die so ziemlich mit Leinentrikot identisch sind. Mit Leinen allein läßt sich weder eine gute Winterbekleidung noch auch eine allen Ansprüchen zusagende Sommerbekleidung herstellen.

Innerhalb eines begrenzten Gebietes kann man ja von diesen Geweben Gebrauch machen, zur Bekleidung im Hochsommer oder unter Verhältnissen, die diesen ähnlich sind; bei Schweißsekretion aber zeigen gerade die Leinenkleidungen sehr unbequeme und ungünstige Eigenschaften.

Reformen der Unterbekleidung sind mehrfach empfohlen worden. Der Verbesserung bedürftig ist in der Tat die gewöhnliche Art der Unterbekleidung sehr. Die Hauptkalamität der Verwendung dünner, glatter Gewebe aus vegetabilischen Fasern liegt nicht nur in den Grundeigenschaften dieser Gewebe, sondern noch mehr in den Präparationsmethoden, denen man sie nach der jedesmaligen Reinigung unterzieht, begründet.

Das Leinenhemd (oder Baumwollhemd) des Mannes ist an der Brust meist durch eine Doppellage verstärkt, soweit es ungefähr wegen des Ausschnittes der Weste frei liegt. Diese sichtbaren Teile des Hemdes werden gebügelt und gestärkt und bis zu einem gewissen Grade kann auch diese Bearbeitung unter dem Gesichtspunkte einer Schutzmaßregel, welche die erkältende Wirkung des Windes lindern soll, aufgefaßt werden. Nach einer anderen wichtigen Seite hin ist sie aber ein Schaden, weil die natürliche Lüftung der Haut zu allen Zeiten gehemmt und aufgehoben ist.

Die Luftundurchgängigkeit aber bedingt die Ansammlung von Feuchtigkeit, die sich bereits bei mäßig hohen Temperaturen zu Schweiß kondensiert, den Stoff weich macht und dessen Zusammenfallen und Anlegen an die Haut bedingt, während unter den gleichen Bedingungen ein luftiger Stoff dem Entweichen des Wasserdampfes keine Schwierigkeiten bereitet.

Es gibt ja freilich Fälle, unter welchen die Hauttätigkeit eine sehr geringe ist, so beim Ruhenden bei mittleren Temperaturen, wo sich die unangenehmen Störungen gestärkter Wäsche weniger offenkundig bemerkbar machen, aber da sind sie eben doch.

Man hat vielfach versucht, an Stelle des gestärkten Hemdes die ungestärkten anzuwenden und erkennt den Vorteil größerer Luftigkeit an. Der ungestärkte Stoff ist auch weicher, zeigt die Tendenz zur Faltenbildung und wird, ohne die Lüftbarkeit dabei einzubüßen, auch wärmer.

Ein Baumwollstoff braucht nicht als weniger gut angesehen zu werden als Leinen, und auch glatte Seide läßt sich verwenden, wenn man diesen Luxus sich erlauben will. Auch das Platten des Hemdes ist eine Ursache, warum es in den gewöhnlichen glattgewebten Hemden so oft zur vollkommenen Durchnässung und zum Anlegen an die Haut kommt.

Die feinen glatten Gewebe sind sämtlich zu wenig permeabel. Diesen Übelstand kann man nie dadurch beseitigen, daß man eine luftigere Oberkleidung trägt, denn auch diese Anordnung würde ein Vordringen der Luft bis an die Haut nicht ermöglichen. Der Träger einer solchen Kleidung wird den geringen Luftwechsel nicht fühlen und an die unzweckmäßige Kleidung, welche bei Bewegungen leicht schwül wird und bei steigender relativer Feuchtigkeit in der Atmosphäre gar bald zu Durchnässungen führt, sich akkommodieren.

Die erste den Körper deckende Schicht soll nicht dünn sein, weil es sonst unbedingt bei geringfügigen Durchnetzungen zum Anlegen des Stoffes kommt. In dieser Hinsicht sind fast alle glatten Gewebe aus Leinen und Baumwolle ungenügend. Wenn man solche glatte Gewebe tragen will, so wähle man die dickeren derselben aus und solche mit starkem Faden.

Alles in allem genommen, zeigt sich die ältere Bekleidungsweise nicht als zweckmäßig.

Die bei glatten, dünnen Leinen- und Baumwollstoffen in den Sommermonaten so häufige Durchnässung des Hemdes, das störende Ankleben, Nässe und Kältegefühl in solcher Kleidung hat dahin geführt, daß man unter dem Hemde Unterhemden getragen hat, die als Isolierschicht dienen und das Gefühl der Nässe und Kälte beseitigen sollen. Besonders sind Netzjacken ziemlich allgemein im Gebrauche, sie gelten als eine für Sommer und Hochsommer besonders geeignete Bekleidungsweise. Ihren Zweck, die Haut vor den nassen Hemden zu schützen, erreichen die Netzjacken nur dann, wenn sie nicht zu weitmaschig sind und wenn das Gewebe der Netzstoffe selbst ein anderes ist als das glatte Gewebe der Hemdes. Dies letztere trifft nach des Verfassers Erfahrung in der Tat immer zu. Einen absolut sicheren Schutz gegen das Gefühl von Kühle und Kälte beim Tragen der durchnäßten Stoffe am Leibe bietet keines dieser Gewebe.

Bei der Konstruktion derselben hat man einen ganz entschiedenen Mißgriff getan. Man wollte etwas schaffen, was die Haut vor Nässe schützt, dabei aber hat man nicht beachtet, daß der Netzstoff doch an sich ein Gewebe ist, das wärmehaltend wirken muß und zur Sommerkleidung hinzugefügt, deren schweißtreibende Wirkung zu vermehren im stande ist.

Der Netzstoff ist an sich schon von nicht unbeträchtlicher Dicke. Der Luftreichtum beträgt nicht weniger als 93·2%. Ein Leinenhemdstoff hat 0·748 spezifisches Gewicht und wiegt per Quadratcentimeter mehr als doppelt so viel wie der Netzstoff, und die Poren machen nur 42·5% des Stoffes aus. Wir müssen aber Hemd und Netzstoff als eine einheitliche Kombination betrachten, dann findet man ein spezifisches Gewicht von 0·206, das ist noch größer, als ein Wolltrikot und Baumwolltrikot aufweisen würden. Die Dicke der Gesamtgewebe ist auf 1·236 mm gestiegen, sie ist also noch bedeutender, als einem einfachen Woll- und Baumwolltrikot zukommt. Wir kommen zu dem Schlusse, daß auch diese Netze wie Netzstoffe zusammen mit glattem Leinen und Baumwolle Kombinationen sind, die an Dicke, spezifischem Gewichte in nichts von den Trikotgeweben sich unterscheiden. Ein wichtiges Moment zur Entscheidung über die Zweckmäßigkeit und Einfluß der Netzjacken bietet die Betrachtung der Ventilationsverhältnisse derselben.

Durch den Netzstoff, welcher unter einem Leinen- oder Baumwollhemd getragen wird, erreichen wir allerdings eine sehr günstige Kombination, was den Luftreichtum anlangt. Aber trotzdem ist diese Einrichtung unzweckmäßig. Man fährt besser, wenn man an Stelle dieser Kombination für Luft permeable Gewebe, z. B. direkt ein Trikotgewebe anlegt. Das Netz und der Netzstoff mildert nur die Unannehmlichkeit der Nässeempfindung; dagegen vermag es die störende Überflutung der Haut mit Schweiß nicht zu hindern.

Durchnetzt ist also die kombinierte Unterkleidung, so schließt Leinen alle Poren und quillt auf. Der Netzstoff selbst kann natürlich nur innerhalb seines Gewebes einen Teil der Poren schließen, während die großen Öffnungen überhaupt für die Luftzirkulation unverändert bleiben.

Der Netzstoff nimmt kapillar ungemein schnell das Wasser auf und die aufgenommene Flüssigkeit wandert rasch in den aufliegenden glattgewebten Leinen- oder Baumwollstoff hinein. Von diesem Moment ab ist für das unten liegende Gewebe jede Ventilation ausgeschlossen und es beginnt die Luft mit Wasser gesättigt zu bleiben. In einer aus Leinen- und Netzstoff bestehenden Kombination findet weniger Wasser Platz als in einer entsprechenden Menge des Trikotgewebes.

Nach dem Gesagten wird man berechnete Zweifel über die Zweckmäßigkeit des Tragens von sogenannten Netzjacken nicht unterdrücken können, wenigstens sind ihre Vorteile gerade für die Sommerzeit, wo sie ihre Dienste leisten sollen, keine so hervorragenden, als es die rasche Aufnahme dieser Sitte erwarten lassen mochte. Natürlich gibt es auch für diese Kombinationen besondere Verhältnisse, unter denen sie verwendbar sein mögen und manchmal verwendet worden sind. Aber man kann in weit rationeller Weise die Unterkleidungsfrage lösen.

Aus Anlaß der nur ungenügenden Wärmewirkung des glatten Hemdes, auch wohl um das Kältegefühl und das Festkleben durchnäster Hemdenstoffe zu verhüten, ist man zur Anwendung der sogenannten Unterhemden gekommen. Sie werden aus allen möglichen Geweben hergestellt; der Wollflanell, der Wolltrikot, Kaschmir, Baumwolltrikot, Kreppstoffe und eine Unzahl anderer Gewebe haben derartige Benützung gefunden.

Die Kombination widerspricht dem Gesetze der Homogenität der Kleidung. Das Hemd über dem Unterhemde ist das gewöhnliche Leinen- und Baumwollhemd, von dem wir gesagt haben, daß es günstigenfalls, d. h. ohne alle weitere Behandlung, wie Plätten, Stärken, in hohem Maße impermeabel ist. Es wird aber tatsächlich, wenn kombinierte Unterkleidung benützt wird, immer gestärkt und geglättet getragen. In der Ventilation stellt sich also auch im trockenen Zustand die kombinierte Unterkleidung als ebenso schlecht dar wie die einfache. Die Stagnation des Wasserdampfes bleibt dieselbe in beiden Fällen.

Gewisse Vorteile liegen nur für den Träger einer solchen Kombination für den Fall des Schwitzens vor. Der Schweiß wird, wenn er in geringer Menge erzeugt wird, zunächst von dem Unterhemde abgefangen und zurückgehalten; erreicht er aber das Oberhemd, so ist auch beim ungestärkten Material jedwede Ventilation ausgeschlossen, bis die Verdunstung im Oberhemde so weit vorgeschritten ist, daß die Poren sich aufs neue öffnen. Die Dauer der Durchnässung ist eine langwährende und in dieser Zeit befindet sich der Träger der Bekleidung wie in einem Schwitzbade. Nimmt man ein Wollunterhemd, so fällt allerdings das lästige Ankleben des Hemdes an der Haut dabei weg.

Für den Winter und sehr kalte Tage und für solche Personen, welche nicht in die Lage kommen, viele Arbeit zu leisten und Schweiß zu sezernieren, machen sich die Nachteile nicht so sehr geltend, aber auch unter günstigsten Verhältnissen ist die Luft unter dem Leinen- oder Baumwollhemde immer feuchter als bei einem der Ventilation zugänglichen Gewebe, und die Grenze, innerhalb welcher körperliche Leistungen ohne Bildung tropfbaren Schweißes möglich sind, wird immer enger, als ohne das Mitbenützen eines Leinen- und Baumwollhemdes.

An Stelle des glattgewebten Leinen- oder Baumwollhemdes werden heutzutage vielfach andere Gewebe als Unterkleider getragen. Ein solches Gewebe ist der Wolltrikot; er bedeutet gegenüber den Halbformen der Unterkleidung einen gewissen Fortschritt. Nur die geringe Haltbarkeit, eine Veränderlichkeit, eine beschränktere Luftdurchgängigkeit und die meist zu beträchtliche Dicke, welche der Benützung im Sommer oder auch im Hochsommer etwas hinderlich sind, könnte zur Beanstandung Veranlassung geben.

Nach mancher Richtung hin wird an Stelle des Wolltrikots der Baumwolltrikot empfohlen. Ein Baumwolltrikot fühlt sich im ersten Moment des Anlegens immer kühler an als ein Woll- oder Seidenhemd, weil der Kontakt der Baumwolle mit der Haut ein verhältnismäßig inniger ist, wodurch eine der spezifischen Wärme des Kleidungsstückes entsprechende Abkühlung erfolgt. Der Baumwolltrikot dehnt sich unter Abnahme seiner Dicke und Erweiterung der Maschenräume durch Gebrauch. Die zu Hemden bestimmten Gewebe erreichen und überschreiten 1 mm Dicke. Im Vergleiche mit den Dicken, die ein gewöhnliches Baumwollhemd aufweist oder ein Leinenhemd, hat man hier also ein starkes Gewebe vor sich.

Hinsichtlich des realen Leitungsvermögens läßt sich sagen, daß der Wolltrikot wesentlich wärmehaltender ist als der Baumwolltrikot ( $K = 0.000711 : 0.0001004$ ).

Die Wärmedurchgängigkeit der verschiedenen Unterkleidungsstoffe ist folgende:

Stoff	Dicke im Handel	Wärmedurch- gang per 1 cm <sup>2</sup> , 1 Sek. und die übliche Dicke
Baumwolltrikot . . . . .	1·01	0·000994
Kneippstoff . . . . .	0·965	0·000836
Grobes Leinen . . . . .	0·442	0·002717
Feines Leinen . . . . .	0·230	0·005795
Jägerwolle . . . . .	1·25	0·000567
Jägerwolle, dünnstes Fabrikat .	0·462	0·002056

Wenn jemand, der bisher ein Leinenhemd getragen hat, die Reformbaumwolle einführt, so nimmt es uns gewiß nicht mehr wunder, wenn ihm die „Baumwolle“ besser erscheint als das „Leinen“. Es ist keine Wirkung der Grundsubstanzen, sondern eine wesentliche Wirkung der ungleichen Dicke und Dichte.

Für eine Unterkleidung liegt der Vorteil bei den Baumwolltrikots darin, daß man solche nicht nur dünner herstellen kann wie die aus Wolle, sondern daß sie selbst, wenn sie dick sind, mehr Wärme durchlassen wie die Wollgewebe. Das sind Vorzüge für eine Sommerkleidung.

Was die Beziehungen zur Feuchtigkeit anlangt, so hat natürlich ein lockeres Gewebe insofern einen wesentlichen Vorteil vor anderen, z. B. den glattgewebten Stoffen voraus, als sich die Poren nie ganz mit Wasser schließen. Die Trikotstoffe aus Baumwolle zeigen bei Wasserbenetzung einen rascheren Zuwachs der Wärmeleitung wie die anderen Gewebe. Die Wanderung des Schweißes ist in dem Lahmannschen Trikotgewebe gerade nicht so günstig wie in der Wolle, aber doch besser wie in anderem Material; es bleibt also der Schweiß mehr in der Nähe der Haut liegen als in einem gleich lockeren Wollgewebe. Die Zersetzung des Schweißes erfolgt im Baumwolltrikot langsamer als in gewöhnlicher Baumwolle und Leinen. Die Verflüchtigung von Ammoniak ist gering.

Die Lüftbarkeit des Gewebes ist eine ungemein große; man darf wohl sagen, oft zu groß, wenn der Stoff direkt mit Luft in Berührung steht.

Die Permeabilitätskoeffizienten bestimmte Verfasser für 0·42 mm Wasserdruck.

bei Baumwolltrikot . . . zu 1·1 Sekunden  
 „ Wolltrikot . . . . . „ 5·7 „

Die Verteilung der Substanz ist im Wolltrikot gleichmäßiger wie in den Baumwolltrikots; dadurch entsteht der größte Widerstand für die Luft. Freilich wird Baumwolle nie, wenn der Schweiß ausbricht und mit Wasserdampf gesättigte Luft die Poren durchzieht, von selbst durch Änderung der hygroskopischen Eigenschaften so wärmedurchgängig wie Wolle, die durch diese Eigentümlichkeit die Funktion der Entwärmung unterstützt. Die Änderungen im Wärmedurchgang sind mehr plötzlich mit schrofferem Übergang, was als unangenehm empfunden werden kann.

Der Baumwolltrikot ist nach den beschriebenen Eigenschaften eine Verbesserung der sonstigen Art der getragenen glatten Baumwoll- und Leinenhemden; für den Sommer kann geltend gemacht werden, daß er wenig am Körper klebt. Allerdings trifft dies in vollstem Maße nur für das neue Gewebe zu. Bei starker Schweißbildung sickert das Wasser allmählich nach abwärts und kann zu starker Durchnässung solcher Hautpartien führen, welche leicht durch die Bewegung beim Gehen oder lebhaftem Marschieren wund zu werden pflegen. Hinsichtlich der Reinigung bei der Wasche verträgt Trikot aus Baumwolle gröbere Eingriffe und höhere Temperaturen wie der Wolltrikot; büßt aber doch allmählich an Weichheit ein und verändert namentlich die Form, zieht sich nach der Länge.

Leinentrikots sind verhältnismäßig dicht und wenig komprimierbar, hart; und namentlich zeigt sich beim Tragen, daß man an stark frottierten Stellen beim Marschieren an der Haut durchgerieben und wund wird.

Seidentrikots sind haltbar, von schönem Aussehen, stehen in Wärmeleitungsvermögen der Wolle sehr nahe. Seidentrikots lassen sich ebenso locker und mit demselben spezifischen Gewichte herstellen wie Wolltrikots. Die Seide steht an Elastizität und Komprimierbarkeit der Wolle nur wenig nach, der Baumwolle und den Leinen entschieden voran. Auch eine gewisse Rauigkeit verschafft dem Seidentrikot eine behagliche Isolierschicht zwischen Haut und Gewebe. Der Seidentrikot wäre also, von seinem hohen Preise abgesehen, wohl ein Gewebe, das durch seine sonstigen Eigenschaften mit Vorteil Verwendung finden könnte und namentlich da versucht werden könnte, wo Wolle des Hautreizis wegen nicht am Platze scheint.

Kleidungsstoffe, welche aus zwei oder mehreren Grundstoffen gewebt sind, gibt es viele; Halbfabrikate sind, gerade bei der Unterkleidung sehr im Handel verbreitet und es bilden namentlich die Woll-Baumwollfabrikate eine wichtige Konkurrenz für Reinwolle.

Durch Mischungen von Grundstoffen erhält man bei sorgfältiger Mengung der Komponenten ein Produkt, was z. B. im Wärmeleitungsvermögen gerade dem Mittelwerte beider Komponenten entspricht. Aber die Mischungen können als fertige Gewebe in ihrem physikalischen Aufbau und den sonstigen Eigentümlichkeiten mehr die Vorzüge des einen oder die Nachteile des anderen Komponenten gewinnen.

Das Mischen von Grundstoffen ist keine Maßregel, die man nur vom Standpunkte der Herstellung einer möglichst billigen Ware auffassen muß, sondern die Beimengung von Leinen, Baumwolle, Seide und Wolle u. s. w. kann den beabsichtigten Zweck erfüllen, das Leitungsvermögen eines zu wärmehaltenden Gewebes zu erniedrigen, um es der Sommerkleidung anzupassen oder aber, es kann ein solcher Zusatz notwendig werden, um Dehnen oder Schrumpfen zu verhüten oder um einem sonst zu weichen und zerreibbaren Stoffe die nötige Festigkeit zu geben. Gewebe aus Stoffmischungen verhalten sich in mancher Hinsicht wie die Legierungen bei den Metallen. Man gibt manchem Edelmetall einen Zusatz, um dasselbe im Gebrauche widerstandsfähiger zu machen.

Ein Mischgewebe dieser Art ist der Vodelsche Stoff, aus Wolle, Leinen, Baumwolle hergestellt. 0.75—1 mm dick, entspricht er den üblichen Trikots. Die Webweise weicht aber von dem Trikot ab. Bei 0.164 spezifischem Gewichte und bei 89% Luftgehalt zeigt er eine sehr große Luftdurchgängigkeit, welche aber nicht in demselben Maße wie beim Baumwolltrikot unangenehm empfunden wird. Die beigewebte Wolle gibt eine genügende Isolierung des Stoffes von der Berührung mit der Haut. Der benetzte Stoff füllt nur wenig Poren mit Wasser. Das Gewebe, wenn es im Sommer schweißbenetzt ist, trocknet ungemein rasch wieder, ohne unangenehme Kälteempfindung an der Haut aufkommen zu lassen.

Die Oberkleidung kann in verschiedenster Weise fehlerhaft zusammengesetzt und geordnet sein. Ich habe schon mehrfach betont, daß die gewöhnlichen Wollstoffe des Handels nicht alle sich zu einer rationellen Oberkleidung eignen. Manche derselben werden in zu großer Dichte hergestellt; dies ist namentlich bei den billigen Stoffarten der Fall, welche ein völlig verfilztes Gewebe aufweisen. Gleichfalls sehr häufig kommen allerlei gemischte Waren in den Handel; Ununterrichtete werden oft genug einer Täuschung unterliegen. Die Futterstoffe aus Leinen und Baumwolle widersprechen dem Grundsätze, daß unsere Kleidung homogen sein soll, sie müssen daher durch andere Gewebe ersetzt werden.

### Bemerkungen betreffs der Wahl einer Kleidung.

Die Bekleidung des Menschen weicht, vom rationellen Standpunkte aus betrachtet, häufig nach zwei Richtungen von dem „Zweckmäßigen“ ab, sie ist bei vielen ungenügend, bei anderen zu reichlich. Aber man darf sagen, daß in ganz überwiegendem Maße gegenwärtig durch ein Zuviel der Kleidung gefehlt wird. Sicher ist aber die Hochsommerkleidung ausnahmslos als überwarm zu bezeichnen. Ein weiterer, allgemein zu beobachtender Fehler der Kleidung moderner Sitte ist die Ventilationslosigkeit derselben. Die überwarme, aber gut ventilierte Kleidung erscheint zwar auch ein Übel, aber doch ein geringeres als dort, wo mit unzweckmäßiger Wahl in thermischer Hinsicht auch noch ein Fehler in der Luftzirkulation sich hinzugesellt. Die überwarme Kleidung drängt zu einer überflüssig großen Wasserverdunstung und läßt unsere Haut unnötig lange in jenem aktiven Zustand, in welchem sie

auf alle Faktoren der Wasserverdampfung besonders stark reagiert. Dieser Zustand kann in mancher Richtung durch die Geneigtheit zu störenden Abkühlungen bedenklich werden. Zu normalen Verhältnissen gehört nicht eine dauernde Treibhaustemperatur und eine fast beständige Gleichartigkeit der Funktion der Haut. Wir sollen zeitweise in die Lage kommen, z. B. bei plötzlichem Sinken der Temperatur, den eigenartigen Hautreiz der Kälte zu ertragen und dem Regulationsmechanismus, der die Zersetzung mehrt, freie Bahn zu lassen. Eine rationelle Kleidung muß unter den verschiedenartigsten Lebensbedingungen den Ausbruch des Schweißes vermindern, und je weiter die Grenzen zwischen Warmehaltung und Schweißausbruch auseinander liegen, um so besser ist es.

Die vorzeitige Ablagerung von Schweiß in der Kleidung ist in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle auf die mangelhafte Lüftbarkeit zurückzuführen. Kleidung, welche zur Unterdrückung oder Hemmung der Wasserdampfabgabe neigt, macht sich, noch lange bevor es zur wirklichen Ablagerung tropfbarflüssigen Schweißes kommt, durch ein Bangigkeitsgefühl bemerkbar. Am besten wird man bezüglich der Luftzirkulation der Kleidung eine so große Lüftbarkeit anstreben, wie sie eben mit der wärmehaltenden Wirkung der Kleidung noch vereinbar ist. Eine Kleidung, deren wärmende Wirkung trotz lebhafter Ventilation bestehen bleibt, ist jeder anderen vorzuziehen.

Auf eine zeitweise Benetzung der Kleidung durch Schweiß wird man sich immer einrichten müssen; am günstigsten verträgt man die Durchnässung, wenn die erste deckende Schicht (Hemd) von lockerer Beschaffenheit ist, wenn sie eine gewisse Dicke besitzt und die Kleidung im allgemeinen nach dem Prinzip der homogenen Schichten angeordnet ist. Beseitigt müssen vor allem die dichten, glattgewebten Stoffe werden sowohl von dem Kontakt mit der Haut auch dort, wo sie als sogenannte Futterstoffe Verwendung finden. Eine gute und rationelle Kleidung muß bei Zug und Druck, Trockenheit und Feuchtigkeit möglichst unverändert und stationär sein. Lufträume, wie sie in der Konstruktion der Gewebe begründet sind, haben einen großen, oftmals hervorgehobenen und gewürdigten Wert.

Wie man die Verteilung der nötigen Dicke der Kleidung auf die einzelnen Lagen vornimmt, ist nicht von großer prinzipieller Bedeutung, sofern die erste deckende Schicht nicht zu dünn wird. Jede Einrichtung des Schnittes, welche die Regulierung der Warmehaltung erleichtert, ist vorzuziehen; nur geschlossene Kleidung zu tragen ist unzweckmäßig.

Die Regulierung der Kleidungsmenge nach den Jahreszeiten kann in zwei Weisen geschehen; einmal so, daß man für den Winter die Oberkleidung, die man auch im Zimmer trägt, etwas dicker und wärmehaltender nimmt, oder so, daß man die Oberkleidung unverändert läßt, aber die Unterkleidung ändert. Für den ersten Fall ist es ohne Belang, wie die Unterkleidung beschaffen ist, richtig zu regulieren und abzugleichen haben dabei die Oberkleider. In der Mehrzahl der Fälle ändert man heutzutage auch die Unterkleidung. Eine Kleidung ist rationell, wenn sie den größtmöglichen Nutzeffekt mit dem kleinsten Aufwand an Material erreicht, also wenn sie leicht ist.

Eine rationelle Kleidung bietet dem Körper nicht nur Behaglichkeit, sondern stellt ein Mittel dar zur Hebung der Gesundheit des Menschen überhaupt.

Zum Begriff einer vollkommenen Gesundheit gehört die harmonische Ausbildung unseres Muskelsystems, welche nur durch eine nicht zu häufig unterbrochene Übung unserer Muskeln erzielt wird. Diese Lust zur Bewegung ist in verschiedenem Lebensalter ungleich und große Leistungsfähigkeit ein Rest der Energie des jugendlichen Zellenlebens. Da die Kleidung in allererster Linie die Verdunstungsmöglichkeit und Verdunstungsgröße bestimmt und regelt, hängt von ihren rationellen Eigenschaften, ihrer Permeabilität, die Lust zu körperlichen Bewegungen ab; jeder Mensch, dessen Bekleidungsweise bald zur Feuchtigkeitsablagerung in der Kleidung Anlaß bietet, wird, um derartige Belästigungen zu meiden, ein Feind von reger Muskeltätigkeit bleiben.

Die Kleidung kann nach einer zweiten Richtung zur Gesundung des Körpers beitragen, indem sie durch günstige Permeabilität die Haut abhärtet. Zur Hautpflege muß man auch die Wirkung der rationellen und gut ventilierten Kleidung rechnen. Der Gebrauch des Wassers kann dahin führen, daß man eine gut gelüftete Kleidung gut verträgt. Aber ebenso häufig ist es, daß die kurz dauernden Waschungen einen sogenannten Abhärtungserfolg nicht erzielen.

Die einzelnen Körperteile sind für die Abkühlung ungleich empfindlich. Man wird also auch zugeben müssen, daß die Kleidung an verschiedenen Stellen eine Verstärkung erleiden darf. Die betreffenden Verstärkungen dürfen aber den allgemeinen Gesetzen homogener und lüftbarer Kleidung nicht widersprechen.

Indem die Kleidung Lust zur Tätigkeit wecken kann und, wenn sie absichtlich unzureichend genommen wird, auf anderen Wegen den Stoffumsatz mehrt, darf man in einer bestimmt geordneten Bekleidungsweise auch ein Mittel der diätetischen Heilmethode sehen. Eine den Bedürfnissen nach Wärmeschutz nicht ganz entsprechende Kleidung wird ähnlich wirken wie ein kühles Bad, und selbst wenn man die Mehrung des Wärmeverlustes nicht allzusehr steigert, wird man mit der Kleidung doch gewisse Erfolge erzielen können, weil sich diese Wirkung auf eine weit längere Zeit ausdehnen läßt als ein kühles Bad, das naturgemäß nur von kurzer Dauer sein kann.

Für die Fettentziehung eventuell auch zur Sparung von Fettverbrauch kann also die Kleidung ebenso verwendet werden wie andere wärmeentziehende und sparende Mittel.

Verhältnismäßig einfach ist die Aufgabe, eine praktische Winterkleidung zusammenzusetzen, wir werden auf die lockeren Wollgewebe wie den Trikot und die Loden- und Kammgarnstoffe hingewiesen.

Schwieriger wird die Konstruktion einer guten Sommerkleidung, weil für diese ganz besondere Umstände berücksichtigt werden.

Es gibt dünne Wollgewebe, welche im Sommer zur Oberkleidung Verwendung finden können, aber für die Unterkleidung ist bei Hochsommertemperatur mit dem Wollgewebe wie Trikot eine brauchbare Einrichtung nicht zu gewinnen, für diese Fälle haben wir in sehr porösen Mischgeweben ein Mittel zur Abhilfe bestehender Übelstände gesehen.

Die reichlichste Auswahl der Stoffe für die Unterkleidung ist uns für den Ruhezustand geboten, oder besser gesagt für jene Fälle, in denen eine starke Schweißsekretion nicht eintritt. Unsere Stuben- und Hauskleidung ist zumeist eine solche Ruhekleidung.

Eine Ruhekleidung ist auch die Nachtbekleidung und das Bett; für diese Fälle werden die glattgewebten Leinen- und Baumwollstoffe nicht so leicht verdrängt werden und erfüllen im allgemeinen auch ihre Zwecke in befriedigender Weise.

Da die glatten und namentlich die Leinengewebe außerordentlich widerstandsfähig sind und die kräftigen Einwirkungen beim Waschen ohne Schaden ertragen, so wird man mit Rücksicht hierauf in vielen Fällen auf sie zurzeit nicht verzichten können. So bei der Krankenwäsche, bei Kindern und unreinlichen Personen (Irren) oder im

Gewerbebetriebe, wo täglich profuser Schweiß in den Hemden und Staub und Schmutz der gewerblichen Betriebe zur Ablagerung kommt und häufig gereinigt werden muß. Ihre weiße Farbe, die die geringste Verunreinigung wahrnehmen läßt, bildet in manchen Fällen einen wichtigen Wächter für die sorgfältige Reinigung der Kleidung.

Ganz andere Gesichtspunkte müssen für die Arbeitskleidung und diejenigen Fälle, in welchen zeitweiser Schweiß abgelagert wird, oder Arbeits- und Ruhepausen wechseln, die äußeren Bedingungen variabel sind, ein Kampf mit Wind und Wetter ausgefochten werden muß, herangezogen werden. Für diese Fälle muß für die Ableitung des Schweißes von der Haut, für eine richtige Verteilung desselben in der Kleidung, für Lüftung der Kleidung im benetzten Zustand, Verhütung des Porenverschlusses, Vermeidung des Anklebens und intensiver Temperaturstürze in erster Linie Sorge getragen werden.

Hier spielt dann die Isolierschicht, Dicke des Stoffes, Luftgehalt, hygroskopisches Verhalten, minimalste Wasserkapazität, homogene Kleidung, Verhalten zur Wasserverdunstung, eine Rolle. In dieser Hinsicht können dann nicht zu dünne Wollgewebe — Trikots oder Krepp — und Mischgewebe, in denen Wolle mitverwendet ist, das gewünschte Ziel erreichen helfen.

Ein Landarbeiter ist viel freier in der Bekleidungsweise als der Fabrikarbeiter; der Aufenthalt im Freien erfordert hinsichtlich der Winddichtigkeit der Gewebe unter Umständen eine andere Lösung der Kleidungsfrage als bei einem Arbeiter, der durch die besonderen Umstände seiner Arbeitsart vor dem Einflusse der Windbewegung ganz geschützt ist. Im allgemeinen sind die Lebensbedingungen für die ländlichen Arbeiter besser und einfacher als für andere Betriebe. Die Art der Arbeitsleistung, der Aufenthalt im Freien, die reichliche Ernährung unterscheidet die ländliche Arbeit zum Vorteil von anderen Berufen.

Der Schnitt der Kleider wird leider von der Mode und nicht von der Hygiene diktiert; man kann daher nur hoffen, es möchten allmählich die gröberen Schäden, die durch zu enge Kleidungsstücke hervorgerufen werden, vermieden werden: Das Tragen zu enger Korsetts bei den Frauen, der stark einengenden Leibriemen bei den Männern, fester, eng anliegender Strumpfbänder. Höchst verderblich kann auf das Wohlbefinden der Frau das starke Schnüren wirken. Störungen der Atmung, Magenleiden sind dessen regelmäßige Folgen, ferner entsteht Druckatrophie der Leber, so daß letztere bisweilen in zwei nur durch bindegewebige Reste verbundene Teile zerlegt werden kann. Infolge gestörten Gallenabflusses kommt es gelegentlich zur Gallensteinbildung und karzinomatöser Entartung der Gallenblase.

Das Korsett kann in vielen Fällen recht wohl durch eine Art Leibchen, das dann zur Befestigung der Rösche, eventuell auch der Strümpfe dient, ersetzt werden.

### Die Kopfbekleidung, Fußbekleidung und das Bett.

Die Ventilation unter einem Filzhute, Zylinder, Helme, einer Pelzmütze ist sehr ungenügend. Die Kopfbedeckung soll im Sommer luftig sein und muß namentlich in den Tropen vor intensiver Bestrahlung schützen. In letzterem Falle muß die weiße Farbe gewählt werden und ein dickes, die Wärme schlecht leitendes Material, am besten Kork. Der Nacken wird durch ein Tuch noch außerdem geschützt.

Für ein rationelles Schuhwerk ist Peter Kamper schon im Jahre 1872 eingetreten; nichtsdestoweniger läßt das Schuhwerk auch heutzutage an der Herstellung viel an Zweckmäßigkeit vermissen.

Schlechtes Schuhwerk erzeugt Nagelkrankheiten, Schwielen, Hühneraugen, Veränderungen des Fußskeletts, Drehen und Übereinanderlegen der Zehen.

Beim Auftreten verflacht sich das Fußgewölbe, der Fuß verlängert sich und verbreitert sich. Der Schuh soll also eine freie Beweglichkeit

gewähren, die Zehen dürfen in ihrer Stellung und Lagerung nicht gehemmt werden.

Für jeden Fuß ist die Sohle besonders zuzuschneiden. Die Sohle ist richtig geformt, wenn eine Linie, welche um die halbe Breite der großen Zehe abstehend von dem vorderen Teile des inneren Sohlen-

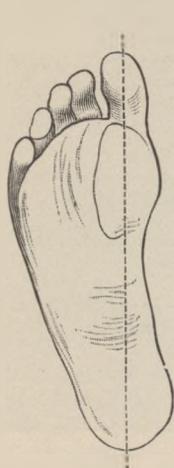


Fig. 30.

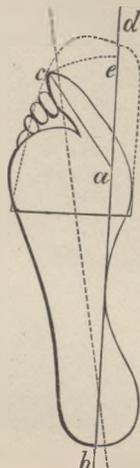


Fig. 31.

randes parallel mit diesem gezogen wird, in ihrer Fortsetzung durch den Mittelpunkt des Absatzes geht.

Fig. 30 gibt uns die normale Stellung der großen Zehe eines Erwachsenen. Wie der Schnitt der Sohle bei abnormaler Stellung auszu- sehen hat, ist weiters in Fig. 31 dargestellt. Bei letzterer muß der großen Zehe Gelegenheit gegeben werden, in die normale Richtung *bd* nach *e* zurückzukehren.

Die Stellung des Fußes am Schuh geben noch folgende nach Röntgenaufnahmen hergestellte Bilder (Fig. 32a und b). Der Hacken darf nicht sehr hoch sein, da sonst der elastische Gang wegfällt und das Fußgewölbe nicht in Aktion treten kann.

Schuhwerk ohne Absätze oder mit sehr niedrigen ist auch unzuweckmäßig (siehe später), es verlangt den Schwerpunkt des Körpers zu weit nach der Ferse zu und gibt leicht zu gebückter Haltung Anlaß und einen plumpen Gang.

Am zweckmäßigsten ist ein mittelhoher Hacken, die Befestigung durch Schnüren jeder anderen vorzuziehen, da nur sie eine gleichmäßige Verteilung des Druckes herbeiführt, das nach Vornegleiten hindert und durch die freie Wahl der Stärke der Schnürung das Schuhwerk dem schwankenden Volum des Fußes anpassen läßt.

Das Schuhwerk hat vor allem den Charakter einer Schutzbekleidung gegen äußere Einflüsse und mechanische Verletzungen.

Das Schuhwerk hat die weitere Aufgabe, unter ungünstigen äußeren Verhältnissen den Fuß vor Wärmeverlust zu schützen. Wenn aber in den Sommermonaten die Hitze des Bodens steigt (und es kommen Fälle

vor, bei denen 50—60° C an der Oberfläche, die wir betreten, erreicht werden kann), dann ist wieder das Schuhwerk ein Mittel, diese schädigende unerträgliche Hitze vom Fuße fernzuhalten.

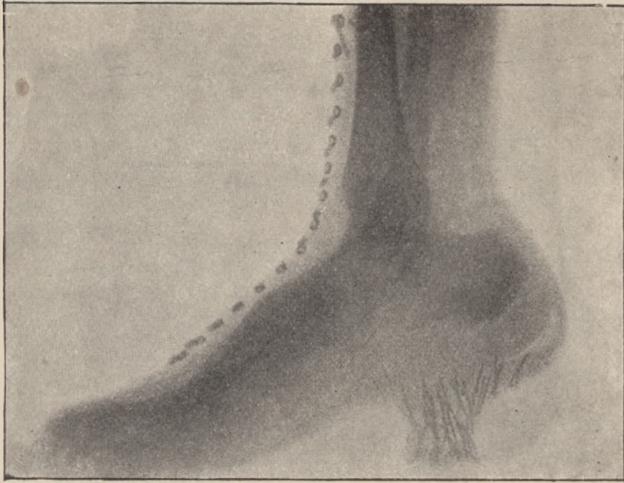


Fig. 32 a.

In den Sommermonaten mit unbedeckten Füßen zu gehen, ist zumeist bei einiger Abhärtung der Sohle durchaus keine so bedenkliche Prozedur; die Bodentemperatur ist meist erheblich höher als die Lufttemperatur. Auch die Nässe, die direkt auf den Fuß wirkt, hat um diese Zeit wenig Bedenkliches. Anders liegt aber die Sache, wenn wegen kühler Witterung Schuhwerk getragen werden muß und eine Durchfeuchtung eintritt. Das Wasser bleibt lange in der Fußbekleidung und ein starker einseitiger Wärmeverlust ist die notwendige Folge; das Eindringen des Wassers von außen muß also vermieden werden. Schutz gegen Feuchtigkeit soll gutes Schuhwerk immer bieten.

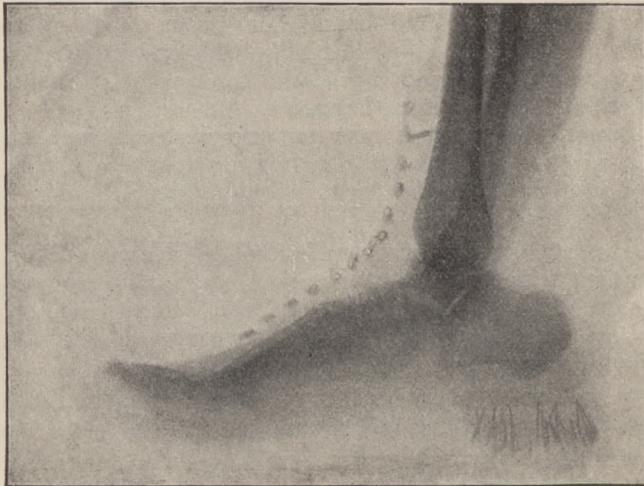


Fig. 32 b.

Ein weiterer Punkt, der für die Tauglichkeit des Schuhwerks und für die Leistungsfähigkeit eines Fußgebers von großer Bedeutung sein kann, betrifft die elastischen Eigenschaften.

Die Fußbekleidung schließt ebenso wie die übrige Bekleidung die Haut vom freien Verkehre mit der Atmosphäre ab und die Produkte der Hautatmung müssen ihren Weg nach außen finden. Das Schuhwerk kann ganz aus Leder bestehen, oder es wird die Sohle aus Leder, das übrige aus Segeltuch und ähnlichem hergestellt, oder die Sohle wird durch Holz ersetzt, aus Leder und Kork, Leder und Pappe kombiniert; Filzschuhe, Gummischuhe sind im Gebrauche. Meist ist Schuhwerk gefüttert, sei es mit alaungarem oder sämischem Leder, mit Leinen, Wolle, Flanell oder Pelzwerk.

Das zur Beschuhung verwendete Leder (Rinds- und Kalbsleder) besteht aus mehreren in ihrer Mischung verschiedenen Bestandteilen; einmal aus der eigentlichen Ledersubstanz, ferner ist das Leder aschehaltig, enthält hygroskopisches Wasser, Luft und namentlich wechselnde Mengen von Fett von 10 bis 50% des Gewichtes. Im getragenen Leder stecken auch Schweißbestandteile von manchmal recht bedeutender Menge.

Alle zur Fußbekleidung verwendeten Stoffe haben schon in einfacher Lage eine ziemlich beträchtliche Dicke. Rindsleder wie Kalbsleder mißt 1·0 mm, die starken Sorten 1·65 mm. Bei der großen Dicke versteht sich von selbst, daß auch das Flächengewicht nicht unerheblich ist.

Das lohgare Leder unterscheidet sich von allen anderen Bekleidungsstoffen durch die große Widerstandsfähigkeit und bietet als Sohle Schutz gegen die Unebenheiten des Pflasters und vor Verletzungen. Dem Wasser gegentber verhält es sich weit indifferenter als die Kleidungsstoffe; austrocknend verliert es ein wenig an Weichheit, welche es aber im Gebrauch wieder gewinnt. Alaungares Leder naßt sich leichter; man findet es als Sohleneinlage in Benützung. Sämischeder, außerordentlich weich, zeigt eine ungemein große Aufnahmefähigkeit für Wasser und klatscht zusammen. Im Schuhwerk findet es als Futter an Stelle von Leinen Anwendung.

Das Leder, so fest es erscheint, schließt bedeutende Mengen Luft ein. Im Sohlenleder können noch 42% Luft, wenigstens solange es nicht durch besondere Präparationsmethoden künstlich luftfrei gemacht wird, vorhanden sein. Erheblich luftreicher als das starke Rindsleder ist alaungares Leder, und so luftreich, wie ein guter Trikotstoff, das ölgegerbte Sämischeder. Absolut luftfrei ist Gummi; die gelegentlich zu Schuhen verwendeten Filze haben wie der Wollfilz einen höheren, der Haarfilz dagegen einen etwas kleineren Luftgehalt.

Das Schuhwerk besteht an der Sohle und dem Absatze aus mehreren Lagen, im Oberleder nur aus einer Lage; letzteres bedeckt von einer Lage Leinen etc.

Die Dicke des Schuhwerks ist erfahrungsgemäß sehr ungleich; für den Mann findet sich etwa folgendes:

Absatz	Sohle	Oberleder
in Millimetern		
20—30	11	1·0

Was das Wärmeleitungsvermögen der eigentlichen Grundsubstanz der Ledersorten anlangt, so leitet Leder bei gleicher Dichte ebenso schlecht wie z. B. ein so wärmehaltender Stoff wie Loden.

Gummi und Wollfilz sowie Haarfilz stehen im typischen Leitungsvermögen den Ledersorten ganz nahe oder stimmen direkt überein. Nicht unbeträchtlich weicht vom Leitungsvermögen des Leders das Material ab, welches gelegentlich als Surrogat für Sohlenleder dienen soll; Kork und die Lederpappe. Sie verleugnen ihre pflanzliche Natur nicht, man kann sie im Leitungsvermögen etwa mit dem groben Leinenstoffe in Parallele stellen.

Das Wärmehaltungsvermögen der untersuchten Stoffe modifiziert sich für die Praxis dadurch, daß sie von verschiedenem Luftgehalte und verschiedener Dichte sind.

Das Leitungsvermögen für die natürliche Dichte zeigt natürliche Unterschiede. Das starke Rindsleder läßt wegen seiner Dichte erheblich mehr Wärme durch als alaugares und Samischleder; die Pappe so viel als Leder, dagegen Kork wieder wesentlich weniger. Die Filze halten besser warm wie das lohgare Leder. Gummi ist trotz des schlechten Leitungsvermögens der Grundsubstanz etwas minderwertig, weil derselbe keine Luft einschließt und aus kompakter Masse besteht. Das Bauernleinen, wie es zur Fütterung des Schuhwerks benützt wird, hat im Leitungsvermögen den Wert von Rindsleder; die Fütterung mit Samischleder ist — abgesehen von der ungleichen Dicke — also besser wärmehaltend.

Für die praktische Bekleidung ist zunächst zu erwägen, daß die Beschuhung zum Teil eine sehr erhebliche Dicke besitzt.

Legt man die Dicke des Schuhwerks zu Grunde, so findet man als Wärmedurchgang für  $1 \text{ cm}^2$ , für  $1^\circ$  Temperaturdifferenz und 1 Sekunde

beim Oberleder . . . . .	0.001161	<i>gcal.</i>
bei der Sohle . . . . .	0.000105	"
beim Absatze . . . . .	0.000039	"
für einen Winterkammgarn .	0.000292	"
" " Winterüberzieher .	0.000185	"

Der Wärmeverlust am Fuße ist weiter abhängig:

a) von den Temperaturdifferenzen an der Innen- und Außenseite des Leders, b) von der Größe der Fläche, welche in Kontakt mit dem Boden steht und welche die Luft berührt. Die Temperaturen sind an den verschiedenen Teilen des Schuhwerks sehr verschieden.

Die Wärme des Oberleders schwankt mit der Lufttemperatur.

Im Mittel fand sich

bei $10^\circ$	19.2	also	+ 9.2 $^\circ$
" $15^\circ$	22.3	"	+ 7.3 $^\circ$
" $17.5^\circ$	23.9	"	+ 6.4 $^\circ$
" $26.0^\circ$	28.2	"	+ 2.2 $^\circ$

Die Sohle richtet sich nach der Bodentemperatur welche an der Stelle herrscht, auf welche der Fuß aufgesetzt wird, und nach dem Leitungsvermögen der Unterlage.

Was die Temperatur im Schuh anlangt, so fand sich im Sommer zwischen Leder und Wollstrumpf

am Ballen . .	24·1°
am Hohlfuße .	24·4°
an der Ferse .	25·2°

wenn das Thermoelement zwischen Fuß und Boden 19·9°, am Absatze 19·7° ergab. Die Differenz zwischen Innen- und Außenfläche der Sohle war rund 3·8°, die Lufttemperatur etwa 20°. In einem anderen Falle bei etwa 24° Lufttemperatur war die Temperatur zwischen Leder und Strumpf am Ballen 25·1, an der Wölbung des Fußes 24·9°, an der äußeren Lederfläche 23·7°, die Differenz im Mittel also 1·3°; am Spanne des Fußes zwischen Leder und Strumpf 27·3° und außen 26·6° = 0·7° Differenz. Als der Fuß auf einer durch Eis gekühlten Kupferplatte lag, sank die Temperatur der Außenseite der Sohle auf 6°, während zwischen Leder und Strumpf ein Absinken innerhalb längerer Zeit nicht eintrat. Die Innentemperatur, namentlich die Hauttemperatur, hält sich auch am Fuße trotz Schwankungen der Außentemperatur innerhalb weiter Grenzen konstant. Ernährungszustand der Personen, Blutreichtum, Blutarmut, nervöse Einflüsse mögen im Einzelfalle eine wichtige Rolle spielen. Die Haut des Fußes selbst war wärmer als die Schicht zwischen Strumpf und Sohle und betrug am Ballen etwa 31°, am Spanne 32·9°.

Die Sohle verliert weniger Wärme als das Oberleder. Bei niederer Temperatur liegt der Hauptwert des Strumpfwerks im Schutze gegen Wärmeverlust durch das Oberleder.

Der Wärmeverlust durch Leitung nach dem Boden hängt ganz von der Kontaktfläche des Schuhwerks mit dem Boden ab und von dem Umstand, wie sich diese Fläche auf Sohle und Absatz verteilt. Das ist bei verschiedenen Schuhschnitte verschieden. Bei dem englischen Schuh schnitte ist die Kontaktfläche die größte, wesentlich bedingt durch den übermäßig breiten Absatz, und der Fuß hebt sich so wenig vom Boden, daß eine geringe Bedeckung des Bodens mit Wasser oder Schmutz hinreicht, die ganze Sohle zu benetzen. Das ist ein entschiedener Nachteil. Man kann auch in der Erniedrigung des Absatzes ein Zuviel tun.

Das Leder ist hygroskopisch; es kann auch absichtlich mit Fetten durchtränkt werden, oder es benetzt sich mit Wasser. Öl wie Wasser vermehrt das Leitungsvermögen des Leders, ersteres weniger, letzteres mehr.

Bei dem Schuhwerk kommt hinsichtlich der Wärmehaltung noch in Betracht, ob dasselbe eng anliegt oder locker ist. Das Miteinschließen von Luft ist natürlich nicht ohne Belang, hält etwas warm, aber nicht in demselben Maße wie die in den Poren enger Gewebe eingeschlossene Luft.

Nur ausnahmsweise bildet Schuhwerk den einzigen Schutz des Fußes; nach allgemein adoptierter Gewohnheit trägt man den Strumpf als eine Art von Unterkleidung. Die Dicke des Strumpfes schwankt zwischen 0·7—3·2 mm, der Luftgehalt zwischen 75—88%. Das spezifische Gewicht schwankt zwischen 0·325 bei Leinen, 0·180 bei

Wolle. Was den Reichtum an Luft anlangt, steht das Wollmaterial dem übrigen voran. Zwischen Leinen, Baumwolle, Vigogne und Wolle erweist sich Leinen am wenigsten luftreich, dann folgt Baumwolle, die Vigogne und endlich die reine Wolle. Die Strümpfe gleichen in ihrer Struktur ganz den Trikotgeweben. Am besten läßt bei gleicher Dicke der Baumwollstrumpf die Wärme hindurch. Bei den großen Unterschieden der Dicke ergibt sich von selbst, daß das praktische Wärmehaltungsvermögen des Strumpfwerkes im wesentlichen von seinem Durchmesser abhängt, indes die übrigen Faktoren, Dichte, Grundmaterial u. s. w., zurtücktreten.

### Wärmedurchgang.\*)

Stoff	Dicke	Wärmedurchgang per 1 cm <sup>2</sup> , 1 Sec. für die natürl. Dicke
Leinenstrumpf . . . . .	0·50	0·0039350
Baumwollstrumpf . . . . .	0·745	0·0012833
Oberleder . . . . .	1·00	0·0011610
Baumwolltrikot . . . . .	1·01	0·0009940
Vigognestrumpf . . . . .	1·065	0·0008347
Wolltrikot . . . . .	1·245	0·0005669
Leinenstrumpf, r. u. l. . . . .	1·417	0·0005554
Wollstrumpf . . . . .	2·700	0·0002507
Wollstrumpf, r. u. l. . . . .	3·210	0·0001950
Sohle des Schuhwerkes . . . . .	11·00	0·0001050

Die Strumpfwaren sind mit Ausnahme von dem dünnsten Leinenstrumpf und einem dünnen Baumwollstrumpf alle wärmehaltender als das Oberleder; ausnahmslos weniger wärmesparend als die Sohle. Der Wärmeverlust nach dem Boden hängt also in allererster Linie von der Beschaffenheit der Sohle ab, während der Verlust durch das Oberleder die Beschaffenheit der Strümpfe wesentlich beeinflußt. Bei sehr kaltem oder sehr heißem Boden kann aber unter Umständen auch dem Strumpfwerk ein wesentlicher Wert für die durch den Kontakt vermittelte Wärmebewegung wohl zukommen.

Beim Gehen, Steigen, Laufen, Springen wird der Körper periodisch gehoben und fällt aus einer größeren oder geringeren Hubhöhe nieder auf den Boden. Die Fußbekleidung wird einen gewissen Grad von Elastizität besitzen müssen, wenn eine maximale Leistung von den Gehwerkzeugen verlangt wird.

In unelastischer Fußbekleidung wirken alle Stöße empfindlich auf den Körper, es entstehen auch Schwielen, Schürfungen, Reizungen der Sohlenhaut. Auch an den Seiten und dem Fußrücken kann eine gewisse Nachgiebigkeit des Materials von guter Wirkung sein.

\*) Wohl zu unterscheiden von dem Leitungsvermögen; der Wärmedurchgang bezieht sich auf die natürliche Dicke.

Die Komprimierbarkeit der in Betracht kommenden Substanzen ist eine ziemlich verschiedene. Auch das starr erscheinende Rindleder weicht dem belastenden Drucke aus. Etwas weicher ist das alaugare Leder und am weichsten das sämische Leder. Die als Surrogat des Leders bei Sohlen mitverwandte Pappe ist zwar auch kompressibel, aber ganz ungenügend. Der Gummi, wie er zu Schuhen verwendet wird, erwies sich als weniger nachgiebig wie die Ledersorten. Man muß bedenken, daß die Komprimierbarkeit des Gummis, des Leders und der Kleidungsstoffe verschiedene Dinge sind. Bei letzteren weichen die Teile dem Drucke aus, soweit die in den Stoffen und Geweben vorhandenen Lücken es gestatten, Gummi ist luftfrei und werden beim Komprimieren die festen Teilchen gegeneinander verschoben. Wollfilz und der dichtere Haarfilz sind gut komprimierbar. Sämtliche Materialien, welche zur Beschuhung Verwendung finden, sind, und zwar in hohem Maße, komprimierbar.

Das Einlegen in Öl hat besondere Veränderungen in der Komprimierbarkeit nicht erkennen lassen; wenn schon die Biegsamkeit des Leders dadurch zunimmt. Die Pappe quillt in Wasser und verliert in diesem Zustand fast alle Elastizität.

Die Strümpfe unterstützen das Lederwerk in seiner Rolle als elastisches Polster. Alle Gewebe sind in stark komprimiertem Zustand noch sehr luftreich, allerdings in verschiedenem Grade.

Wenn man die Bekleidungsstoffe trägt, so entscheidet über ihre stoßdämpfende Wirkung nicht allein ihre in Prozenten ausgedrückte Komprimierbarkeit, sondern die wirkliche Dicke des Stoffes noch außerdem, was leicht zu verstehen ist. Häufig genug wird das Lederwerk und die Strümpfe durch Nässe getroffen; die elastischen Eigenschaften werden davon im allgemeinen nicht erheblich verändert. Die nachfolgende Austrocknung macht aber das Leder hart.

Schutz gegen äußere Nässe gehört zu den wichtigen Aufgaben der Fußbekleidung. Die gewöhnlichen Ledersorten haben die Eigentümlichkeit, daß sie sich nur schwer benetzen. Dies mag sowohl von den Eigenschaften des Leders abhängen, als auch von dem Reichtum an Fett. Alles getragene Leder führt reichlich Fett.

Die Luft im Schuhwerk ist die feuchteste, welche sich in unserer Kleidung findet. Dadurch wird auch hier leicht die Ablagerung flüssigen Schweißes vermehrt.

Die Natur des Strumpfwerks und seine Herstellungsart hat eine große Bedeutung für die Wanderung der Schweißbestandteile; Baumwoll- und Leinenstrümpfe fangen den von der Haut kommenden Schweiß ab, während die Wolle den Schweiß hindurch und nach außen wandern läßt.

Hinsichtlich der Aufnahmefähigkeit für Wasser ist das Strumpfwerk so günstig gestellt wie die Trikotgewebe im allgemeinen.

St o f f	1000 Teile nehmen Wasser auf	% Luft	% Wasser	% Festes
Schwarze Baumwolle . . . . .	1000	47·5	29·7	22·8
Vigogne . . . . .	1227	56·1	27·0	16·9
Weißes Leinen, r. u. l. gestr. . . . .	1321	62·4	25·5	12·1
Wollstrumpf . . . . .	1444	58·2	27·3	14·5

Den geringsten Luftgehalt haben bei Wasserbenetzung Leinen- und Baumwollstrumpfe. Der Wollstrumpf enthält auch im benetzten Zustand die meiste Luft. Das Strumpfwerk bietet im allgemeinen auch im Zustand hochgradiger Benetzung Gelegenheit zur Luftzirkulation, wodurch das Trocknen der an der Haut anliegenden Partien ungemein gefördert wird. Je dünner der Strumpf und je dichter derselbe, um so mehr steigt die Neigung desselben zur Adhäsion und zur Faltenbildung bei der Benetzung. Diese Vorbedingung findet man am häufigsten bei Leinen-, Baumwoll- und Seidenstrümpfen.

Der eingelagerte Schweiß geht in dem Strumpfwerk zum Teil in Zersetzung über. Wolle, Leinen, Reformbaumwolle enthalten weniger zersetzten Schweiß als gewöhnliche Baumwolle, Seide dagegen mehr. Leinen und Baumwolle lassen eine rasche Verdunstung des Ammoniaks zu, die übrigen Stoffe aber nicht.

Die Lüftung des Schuhwerks ist eine ebenso bedeutungsvolle Aufgabe wie die Lüfterneuerung in der übrigen Kleidung.

Die Ventilation und Entlüftung des Schuhwerks muß im wesentlichen nach oben zu durch die Öffnungen desselben erfolgen. Von dem für die Straße bestimmten Schuhwerk lüftet ein Schnürschuh am besten, am schlechtesten ventilieren die Gummizugstiefel, deren dichter Abschluß über den Knöcheln die Ursache ihres wenig rationalen Verhaltens ist.

Die Bestrebungen, das Leder, mit Rücksicht auf seine geringe Luftdurchgängigkeit, durch anderes Material zu ersetzen, sind so ziemlich alle fehlgeschlagen, weil poröseres Material zu weich, zu nachgiebig ist, nur geringen Nasseschutz und Schutz vor Verletzung bietet und eine sehr rasche Luftzirkulation, vielleicht in der kühleren Jahreszeit der Wärmehaltung eher im Wege steht.

Der Fuß soll auf der geneigten Bahn der Sohle nicht nach abwärts gleiten, weil sonst die Zehen einen unnötigen Druck erfahren und gekrümmt werden. Die Konstruktion von Schuhen mit Absätzen ist nichts Unzweckmäßiges und schützt, wie wir oben gezeigt haben, vor unnötiger Erhitzung und Abkühlung des Fußes. Daher muß, wenn das Abwärtsgleiten vermieden werden soll, der Fuß fest fixiert sein. Das trifft in ungenügendem Maße beim Halbschuh und dem Gummistiefel zu. Dagegen erlauben richtig konstruierte Schuhe zum Knöpfen und Schnüren die gewünschte Befestigung.

Das Bett, welches für mindestens ein Drittel des ganzen Lebens als „Bekleidung“ gerechnet werden muß, soll namentlich geräumig genug

sein, um durch beliebige Lageänderung jede Muskelgruppe zum Ausruhen bringen zu können, im übrigen gelten auch für das Bett die oben gemachten allgemeinen Auseinandersetzungen über die Kleidung.

Die Bettluft enthält  $0.3\%$  Kohlensäure mehr als die Stubenluft.

### Giftige Farben und Reinigung der Kleidung.

Zur Färbung mancher Kleidungsstoffe werden giftige Farben verwendet; anorganische sind als Weiß: Bleiweiß, Antimon und Zinkoxyd. Rot: Mennige und Bleichromat, Schwefelarsen. Gelb: Chromsäure, Blei, Zink oder Baryum. Blau: Kupfersalze und arsenhaltige Kupferpräparate. Grün: essig- und kohlen-saures Kupfer. Schwarz: Schwefelblei, Kupferoxyd. Organische schädliche Farben sind schwarz: Kardol. Gelb: Gummigutti und Pikrinsäure.

Von hygienischem Interesse ist die bekannte Erfahrung, daß die Kleidungsstoffe eine gewisse Absorptionsfähigkeit für Gase und Riechstoffe besitzen. Die diesbezüglichen, bisher noch sehr lückenhaften Versuche lehren, daß mit der Hygroskopizität des Kleidungsstoffes die Absorptionsfähigkeit für Riechstoffe steigt, weiter daß Stoffe aus tierischem Gewebe mehr als solche aus Pflanzengewebe, rauhe mehr als glatte absorbieren.

Krankenwärter, Ärzte sollten sich glatter, lichter, baumwollener oder leinener und außerdem leicht waschbarer Kleider bedienen.

Auch unter gewöhnlichen Verhältnissen verlangen die Gesundheitsrücksichten, daß die Kleidungsstücke regelmäßig gründlich gereinigt werden. In Röcken, Beinkleidern, Unterröcken, Strümpfen findet eine fortwährend chemische Veränderung derjenigen Substanzen, welche durch den Schweiß ausgeschieden werden, und der sich ablagern den Staubpartikelchen, insoweit sie zersetzliches Material liefern, statt.

Bei großer Unreinlichkeit erinnert nicht nur der von diesen Gegenständen ausgehende Gestank an faulnisähnliche Prozesse, sondern es sind auch Mikroorganismen mannigfaltiger Art in den Kleidern gefunden worden. Nicht selten vermitteln Wäsche und Kleidungsstücke den Transport von Ansteckungsstoffen, wie z. B. bei Pocken, Cholera; besonders die Keime der letzteren gedeihen vorzüglich auf feuchter Wäsche; ferner werden die Wundinfektionskrankheiten, Diphtherie, Puerperalfieber, Tuberkulose, wenn auch nicht ausschließlich durch Wäsche und Verbandstücke übertragen.

### Flammenschutzmittel.

Die verschiedenen Stoffe sind in verschiedenem Grade entflammbar und brennbar; Stoffe aus pflanzlichen Geweben sind leichter entzündlich und brennbar als tierische. Wolle und Seide ist demnach schwerer entzündlich als Leinwand, Baumwolle und sehr feuergefährlich ist Hanf, Jute, Werg. Auch die Appretur und Färbung der Stoffe ist von Bedeutung. Mit Schwefelquecksilber oder Schwefelblei appretierte Stoffe sind sehr leicht und sehr rasch entflammbar und verbrennbar. Stoffe, welche mit Zinkoxyd, Bleioxyd, Chromgelb, Chromorange, Mennige u. s. w. gefärbt werden, sind überaus feuergefährlich, da sie große Mengen von gebundenem Sauerstoffe enthalten, welcher die Verbrennung lebhaft fördert.

Die Flammenschutzmittel bestehen hauptsächlich aus Stoffen, welche durch die Hitze eine glasige Natur annehmen. Gay-Lussac hat mit einer 7%igen Lösung von schwefelsaurem Ammoniak Gewebe vollkommen unentzündbar gemacht. Doch bewährte sich dies Verfahren nicht, weil das schwefelsaure Ammoniak im Laufe der Zeit sein

Ammoniak teilweise verlorn und die dabei freiwerdende Schwefelsäure zerstörend auf die Gewebe wirkte. Abel imprägnierte Gewebe mit kieselsaurem Bleioxyd, indem er sie mit Bleiessig tränkte und dann in eine Lösung von Wasserglas tauchte und auswusch.

Unter den Flammenschutzmitteln für Gewebe haben sich, soweit bisher die Erfahrungen vorliegen, nur hauptsächlich folgende vier bewährt: 1. phosphorsaures Ammoniak, 2. phosphorsaures Ammoniak mit Salmiak, 3. wolframsaures Natron. Das phosphorsaure Ammoniak ist eines der besten Feuerschutzmittel und greift am wenigsten die Gewebe an.

## Untersuchung der Kleidungsstücke.

Zur Erkennung und Unterscheidung der Gespinnstfaser in einem Gewebe kann man sich sowohl des Mikroskops als auch chemischer Reaktionen bedienen; doch bietet die mikroskopische Untersuchung verlässlichere Anhaltspunkte als das chemische Verfahren.

Behufs der mikroskopischen Untersuchung der Gespinnstfaser in einem Gewebe wird aus diesem vorerst alle Appretur durch Auskochen entfernt, dann die Kettenfäden (Längefäden) und die Fäden des Einschlages (Querfäden) voneinander gesondert und jede Art gepufft.

Die Fasern präpariert man am zweckmäßigsten in der Weise, daß man dieselben mit Wasser befeuchtet und mit einer Nadel zerteilt. Handelt es sich nur um die Feststellung der Unterschiede von Leinwand, Seide, Wolle u. s. w., so reicht eine Vergrößerung von 70 oder 100 aus.

Die Leinwandfaser (Flachsfaser) zeigt unter dem Mikroskop eine walzenförmige, nie glatte, nicht oder nur wenig hin und her gebogene, niemals stark um sich selbst gedrehte Gestalt. Sie ist der Länge nach von einem engen Kanal der Innenhöhle durchzogen. In kleineren oder größeren Zwischenräumen bemerkt man schräg oder schief über die Faser verlaufende Linien, nämlich die Porenkanäle, in Form verdünnter Stellen der Bastzelle. Ihre durchschnittliche Breite wird auf 12—26 Mikren geschätzt (Fig. 33 *L*).

Die Hanffaser unterscheidet sich von der des Flachses bei mikroskopischer Untersuchung zunächst dadurch, daß sie ungleich starrer, daß der Hohlraum in der Regel weiter, die Wände stärker verdickt und daß, was besonders charakteristisch ist die Enden häufig gegabelt erscheinen (Fig. 33 *H*).

Die Chinagrassfaser, Jute, ist mehr bandförmig, hat wie die Leinenfaser schief gestellte Porenkanäle, aber eine breitere Innenhöhle, ist holzig und starr (Fig. 33 *J*),

Die Baumwolle besteht aus einzelnen Fasern von  $2\frac{1}{2}$  bis höchstens 6 *cm*. Länge und 12—42 Mikren Durchmesser und einer Breite, die zwischen 0.017 und 0.05 *mm* wechseln kann. Die Faser ist nicht oder selten und nur stellenweise zylindrisch, sondern platt, bandartig, hohl, schlauchförmig, obschon die Wände des Schlauches nahe aufeinander liegen. Gewöhnlich sind die Enden derselben abgerissen, unregelmäßig; auf der Seite, mit welcher sie auf dem Samen fest saß, ist das immer der Fall. Sie erscheint unter dem Mikroskop im befeuchteten Zustand gewöhnlich gekräuselt und noch häufiger pfropfenzieherartig um sich selbst gedreht. An einzelnen Stellen verbreitet sie sich und diese sind dann nicht selten in schrägen Linien quer über die Achse der Faser gestreift (Fig. 33 *B*).

Die Seidenfaser ist die dünnste aller Fasern (8—24 Mikren Durchmesser), sie erscheint vollkommen rund, glatt, ohne Innenhöhle (Fig. 33 *S*).

Die Wollfaser als Haarbedeckung der Säugetiere stellt einen Zylinder dar, der aus kleinen Zellen gebildet ist, von welchen die nach außen liegenden sich abplatten und schuppenartig mit wenig vorstehenden Randern und festgewordenem Inhalt, das Haar umgeben. Die oberen Ränder der einzelnen Schuppen stehen nach außen, während die unteren gegen die Achse des Haares mit dem inneren, markigen Teile in Berührung stehen. Die Wolle zeigt infolgedessen ein Aussehen, das sich mit der Oberfläche eines Tannenzapfens vergleichen läßt. Die nicht zur Rinde verwendeten Zellen feiner Wollhaare erscheinen, in die Länge gezogen, undeutlich faserig und stellen eine Art Markstrang dar, der in der Mitte der schuppigen Hülle liegt (Fig. 33 *W*). Das Wollenhaar ist von verschiedener Dicke. Die Elektoralwolle (Fig. 33 *E*, Wolle von Schafen vorzüglicher Rassen) ist nur  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{3}$  so dick als grobe Schafwolle. Die Alpakawolle (Fig. 33 *A*) stammt von einer Lamaart (feine Wolle 12—37 Mikren ist dick, gröbere Sorten 79—100 Mikren).

Um Tierfasern von Pflanzenfasern chemisch zu unterscheiden, benützt man verschiedene Reagenzien. Insbesondere empfehlen sich als solche: 10%ige Kalilauge, Pikrinsäure, ammoniakalische Kupferlösung und englische Schwefelsäure.

Wolle und Seide lösen sich in Kalilauge auf, Pflanzenfasern nicht. Taucht man das zu prüfende Gewebe in eine verdünnte Pikrinsäurelösung und wäscht dann sorgfältig aus, so nehmen Wolle und Seide eine echtgelbe Farbe an, während Baumwolle, Leinen, Hanf weiß bleiben.

Eine ammoniakalische Kupferlösung löst oder quillt Baumwolle, Leinwand und Seide auf, läßt aber Wolle ganz unverändert.

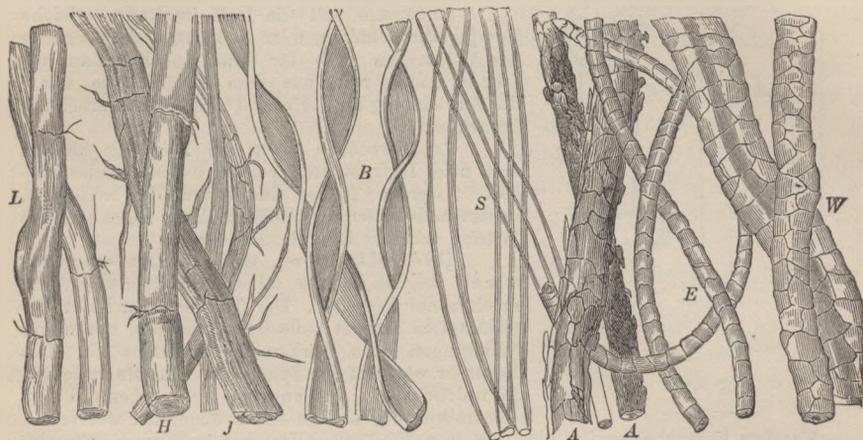


Fig. 33.

Zur Unterscheidung von Leinenfaser und Baumwolle empfiehlt sich das Kindlsche Verfahren. Die von allem Appret durch Kochen mit destilliertem Wasser befreiten und dann getrockneten Stücke werden  $\frac{1}{2}$ —2 Minuten in englische Schwefelsäure getaucht, mit Wasser abgespült und zwischen den Fingern etwas gerieben, dann in eine verdünnte Lösung von Salmiakgeist gelegt, um alle anhängende Schwefelsäure zu entfernen, und getrocknet. Die Baumwollfäden werden durch die Säure gallertartig gelöst und durch das Abspülen und Reiben entfernt. Die Leinenfasern bleiben unverändert oder werden nur wenig angegriffen.

Noch sei erwähnt, daß beim Anzünden einzelner, aus einem Gewebe gezogener Fäden die tierischen Fasern eine aufgeblähte, glänzende, nur schwer vollständig verbrennbare Kohle und nach vollkommener Verbrennung reichliche Asche zeigen, daß die beim Verbrennen aufsteigenden Dämpfe nach verbranntem Horn riechen und darüber gehaltenes Kurkumapapier bräunen, während die Pflanzenfasern unter lebhaftem Brennen eine Kohle von der Form des Fadens und nach vollständiger Verbrennung wenig Asche geben. Die Dämpfe riechen brenzlich säuerlich und röten ein hineingehaltenes feuchtes Lackmuspapier.

Anilinsulfat färbt verholzte, ligninhaltige Zellulose rasch gelb, reine Zellulose bleibt unverändert. Gut gebleichte Fasern geben keine Ligninreaktion.

Wenn man kleine Stücke eines aus Pflanzenfasern hergestellten Gewebes mit 2 cm<sup>3</sup> konzentrierter Schwefelsäure übergießt und zwei Tropfen einer gesättigten wässrigen Thymollösung hinzufügt, färbt sich die Flüssigkeit schön rot (Molisch).

Wollhaltiges Material wird mit metallischem Natrium geschmolzen, dann mit Wasser versetzt, filtriert und mit Nitroprussidnatrium versetzt. Rotfärbung zeigt die Wolle an. Die Färbung der Stoffe bietet kein Hindernis (Rubner).

Zum Nachweis der Wirkung der Kleidungsstücke auf die Behinderung des Wärmeverlustes kann man sich des in Fig. 34 dargestellten Kalorimeters von Rubner bedienen. *A* ist ein doppelwandiger Zylinder, in welchen der zu untersuchende Arm gesteckt wird; *a* ein Kautschukärmel, der luftdicht schließend den Arm umfaßt. Durch den Raum wird Luft von bekannter Geschwindigkeit mittels einer Gasuhr hindurchgeleitet bei *a* eintretend und bei *b* austretend. Die Luft im Mantel *c* ist abgeschlossen und nur mit dem Instrument *B* durch den Schlauch *n* in Verbindung. Sobald *A* erwärmt wird, dehnt sich die Luft aus und geht in das Volumeter *B*; hier treibt sie die Glocke *l*

in die Höhe, der Zeiger bewegt sich und nimmt nach einiger Zeit eine konstante Stellung an. Die Angaben des Volumeters werden in Wärmeeinheiten ausdrückbar, wenn man in den Raum *A* einen Körper bringt, welcher eine bekannte Wärmemenge abgibt, z. B. eine Bleispirale, durch welche warmes Wasser strömt, dessen Ein- und Ausströmungstemperatur gemessen ist; man erfährt dann, wie vielen Kalorien 1° Ausschlag des Volumeters für eine Stunde Zeit entspricht. Solche Versuche müssen mehrere mit verschiedenen Wärmemengen gemacht werden, da die Angaben des Instruments nicht direkt proportional der Wärmemenge sind.

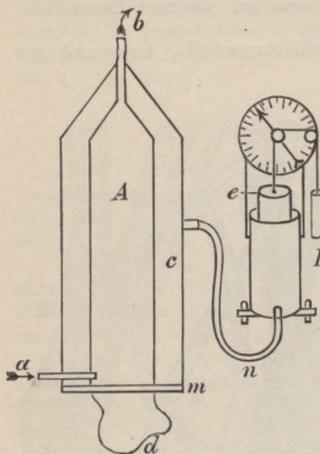


Fig. 34.

Außerdem soll die Luft im Raume gleiche Temperatur behalten, oder es müssen die Angaben des Volumeters auch für diese eine Korrektur erfahren, indem man aus dem Kubikinhalte von *c* die Ausdehnung der Luft für 1° Temperaturerhöhung berechnet.

Zu Versuchen über die Kleidung benützt man zwei Instrumente, welche nebeneinander aufgestellt werden; in das eine kommt der bekleidete, in das andere der unbedeckte, *m* ist eine die Wärme schlecht leitende Schicht.

Die Kleider- und Hauttemperaturen werden mittels feiner Neusilber-Eisenthermo-elemente gemessen. Der Thermostrom lenkt den gedämpften Magnet eines Galvanometers mit wenig Windungen eines starken Kupferdrahtes ab. Das Fernrohr wird auf den Spiegel der Bussole gerichtet, in welchem die Zahlenwerte einer oberhalb dem Fernrohre aufgestellten Skala abgelesen werden.

Vor dem Versuche werden die Lötstellen der Thermo-elemente in Wasser gebracht, das Fadenkreuz auf 0 gestellt, sodann die eine Lötstelle in Wasser von höherer Temperatur als jene der anderen, beide Temperaturen thermometrisch gemessen und der Ausschlag der Skala notiert. 1 Skalenteil hat dann einen bei verschiedener Größe des Ausschlages gleichbleibenden Wert. Näheres siehe in den physik. Handbüchern.

Literatur: v. Pettenkofer, Zeitschrift f. Biologie, Bd. I. — Krieger *ibid.*, Bd. V. — Linroth *ibid.*, Bd. XVII. — Schuster, Archiv f. Hyg., Bd. VIII. — Rumpel *ibid.*, Bd. IX. — Rubner, Archiv f. Hyg., Bd. XV, XVI, XVII, XVIII, XXIV, XXIX, XXXII. — Schierbeck *ibid.*, Bd. XVIII. — E. Cramer, Bd. X. — Pestel, B., Der menschl. Fuß, Glanau 1885. — Neustädter, die Reform der Frauenkleidung auf gesundheitlicher Grundlage. 1903. — Jaeger, Hygiene der Kleidung. 1906.

### Drittes Kapitel.

## Einwirkung exzessiver Temperaturen.

### Abnormer Wärmeverlust.

Wenn eine sehr intensive Wärmeentziehung eintritt, bei niederen Temperaturen und Wind, oder Durchnässung der Kleidung u. s. w., entsteht zunächst das Gefühl eisiger Kälte und Schmerz und wir versuchen, durch lebhaftere Muskelbewegung die Abkühlung zu verhindern. Die Haut ist anfänglich bei Einwirkung hoher Kältegrade blaß durch Kontraktion der Gefäße, später tritt aber unter Lähmung der Gefäßmuskulatur Rötung und vermehrter Wärmeverlust ein. Muskelruhe befördert die Wärmeabgabe. In der Regel gesellt sich bei starker Wärmeentziehung Somnolenz hinzu, der Eintritt des Todes durch Erfrieren wird dadurch beschleunigt.

Gelindere Grade abnormer Abkühlung, bei denen nicht das Leben, wohl aber die Gesundheit gefährdet ist, entstehen am häufigsten bei Ruhenden nach starker Arbeit (vielleicht auch nach reichlichen Mahlzeiten), wenn durch Schweißbildung die Kleider durchnäßt sind und für den Wärmeverlust günstige Verhältnisse bieten, aber auch in anderer Weise. Vielfach bleiben wohl solche Abkühlungen ohne Schaden, in anderen Fällen dagegen treten Schnupfen, Katarrhe, Rheumatismen, Diarrhöen auf und wir sprechen von „Erkältung“. Man faßt diese Erkrankungen, ohne damit das Wesen näher zu erklären, als Wirkungen der sinkenden Körpertemperatur oder auch reflektorischer Vorgänge auf, die von den Hautnerven auf andere sensible Bahnen übergreifen.

Einen speziellen Fall der Abkühlung stellt die Zugluft dar. Als Wirkung bewegter Luft namentlich auf Ruhende, findet man die Zuglufterkältung häufig. Sie ruft weniger ausgedehnte Erscheinungen hervor und ändert unmittelbar oft wenig an dem Allgemeinbefinden, so daß wir oft erst lange, nachdem wir uns der schädigenden Ursache ausgesetzt haben, diese erkennen. Ob nun die zirkumskripten „Neuralgien“ der Zugluft als Erkältung geringen Grades aufgefaßt werden müssen, ist nicht sicher; vielleicht ist die bewegte Luft ein spezifischer Reiz. Sieht man doch bei Tieren durch leichtes Anblasen den Blutdruck steigen, indes gröbere Reize keinen Erfolg haben. Wenn die Gesundheitsschädigung durch Zugluft, durch den eigenartigen Reiz der bewegten Luft hervorgerufen wird, dann würde die Abhärtung unserer Haut durch kalte Waschungen uns nicht gegen die Wirkungen der Zugluft schützen. Die Wirkungen der Zugluft machen sich nicht allein durch Schmerzen in den direkt betroffenen Hautstellen bemerkbar, sondern werden auch noch auf andere Gebiete übertragen. Zahnschmerz, Ohrenschmerz, Störungen im Halse treten auf.

Abnorme Abkühlungen erleiden besonders häufig die Füße, da sie in direkter Leitung mit dem Boden günstige Verhältnisse für den Wärmeverlust haben, außerdem sehr häufig das Schuhwerk durch Nasse wärmedurchgängiger geworden ist oder eng anliegt, und endlich weil die Extremitäten, welche die Wärme vom Rumpfe zugeführt erhalten müssen, überhaupt leicht in ihrer Eigentemperatur gestört werden.

Die Erkältung kann auch Veranlassung für die Infektion durch bakterielle Krankheitserreger werden, wie durch zahlreiche Experimente festgestellt ist, indem bei Erkältungszuständen die oft schon auf den Schleimhäuten lagernden Keime in die Gewebe eindringen.

### Abnorme Behinderung der Wärmeverluste und Wärmezufuhr.

Die Möglichkeit, hohe Temperaturen ohne Schädigung zu ertragen, ist wesentlich von dem Wasserdampfgehalte der Luft abhängig. Ist die Luft mit Wasserdampf gesättigt, so werden Temperaturen von 50 und 56° C kurze Zeit, allerdings mit Erhöhung der Eigentemperatur, kurz ertragen. Um längere Zeit in mit Wasserdampf gesättigten Räumen auszuhalten, muß die Lufttemperatur wesentlich niedriger sein als die Körpertemperatur, damit durch Leitung und Strahlung sowie durch die Atmung der Wärmeabfluß ermöglicht werde. In einer Luft von 30° C und bei Wasserdampfsättigung steigt die Eigenwärme all-

mählich auf 40° C. Die Bewegung der Luft gewährt unter solchen Umständen oft allein noch einigen Wärmeverlust.

Der Mensch kann Wochen hindurch bei Temperaturen, welche wesentlich höher als seine Bluttemperatur liegen, mit vollkommenem Wohlbefinden leben, wenn Gelegenheit zu reichlicher Wasserdampfabgabe gegeben ist (Wüstenklima). Durch die reichliche Entwicklung von Schweißdrüsen nimmt der Mensch eine ganz exzeptionelle Stellung ein. Es wird angegeben (Rohlf's), daß beim Aufenthalte in trockener Wüstenluft bis zu 11 l Wasser täglich getrunken — und wohl zum großen Teile zur Schweißbildung verwendet werden und wir begreifen, wie unter solchen Umständen dann selbst intensive Arbeitsleistungen möglich sind.

Für 10—20 Minuten vermag der Mensch, unter Erhöhung seiner Eigentemperatur, in einem Raume von 107° C von hoher Lufttrockenheit zu verbleiben.

Jede Arbeitsleistung setzt die obere Grenze, bis zu welcher der Mensch die Erhöhung der Lufttemperatur erträgt, herab. Während ein Ruhender in trockener Luft noch bei 53° sich aufhalten kann, wobei allerdings die Eigentemperatur auf 40° steigt, ist die Grenze bei kräftiger Arbeit wesentlich niedriger, da der Arbeitende, um die gleiche Blutwärme mit dem Ruhenden zu bewahren — nur bis 38° C zu ertragen im stande ist (Stapf).

Wenn durch die Behinderung der Wärmeabgabe die Eigentemperatur steigt, so kann sich ein neuer Gleichgewichtszustand, z. B. für die Bluttemperatur 40° oder 41° ausbilden. Man nimmt an, die Eigentemperatur bei Arbeitsleistung dürfte höchstens auf 41° steigen, da dabei die Pulsfrequenz bereits 187 Schläge per Minute beträgt. Nur wenige Stunden des Tages vermag man dann bei vollkommen nacktem Körper unter solchen Verhältnissen zu arbeiten (Tunnelbau).

Eine starke Erhitzung des Körpers erzeugt die Bestrahlung durch die Sonne, namentlich bei bedeutendem Hochstand, wie in den Tropen oder bei geringer Absorption der Sonnenstrahlung, wie auf den Bergen. Aber auch die Quantitäten, welche in unserem Klima den Körper treffen können, sind an heiteren Tagen sehr beträchtlich, zwischen 1.6—0.4 *gcal.* per *cm*<sup>2</sup> und eine Minute, für Flächen mit vertikalem Einfall der Sonnenstrahlen.

Die einzelnen Körperteile sind verschieden gefährdet, weil ihre Lage zur Richtung der Sonnenstrahlen eine verschiedene ist; für lotrechte Flächen dürfte der Wärmezuwachs durch die Bestrahlung bei vollkommener Absorption der Strahlen durch die Haut zu 0.7—0.4 *gcal.* in einer Minute und für 1 *cm*<sup>2</sup> anzunehmen sein. Diese Menge ist noch immer sehr groß, da nach direkten Versuchen an unbedeckten Stellen des Körpers bei Zimmertemperatur von 1 *cm*<sup>2</sup> Haut nur 0.14 *gcal.* in der Minute ausgestrahlt werden und an bedeckten Stellen die Wärmemenge kaum ein Drittel dieses Wertes beträgt. Gemildert wird der Einfluß der strahlenden Wärme dadurch, daß wir zumeist die Schattenseite für die Wärmeabgabe zur Verfügung haben, daß ein Teil der Wärme durch Luftberührung, Ausstrahlung und Wasserverdampfung gebunden, ferner von der Haut und hellen Kleidungsstoffen ein Teil reflektiert wird.

Die Erhitzung der Haut unter der Bestrahlung durch die Sonne erzeugt intensive Rötung (Erythema solare) und allmählich ein Dunkeln der Haut; nicht selten aber Abschuppung der Haut in größerem Umfange. Nur ein Teil der Sonnenstrahlen dringt in die Haut ein, ein großer Teil wird auch bei vertikalem Aufwalle reflektiert.

Wird die Wärmeabgabe so weit gehemmt, daß ein Ansteigen der Eigenwärme die Folge ist, so treten bedrohliche Erscheinungen, die man entweder als Sonnenstich, Hitzschlag oder als Wärmeschlag zu bezeichnen pflegt, schließlich der Tod ein.

Die durch die Überhitzung Gefährdeten klagen zuerst über Durst; die Haut ist trocken, Kopfschmerz und Beklemmung vorhanden. Das Gesicht ist gerötet und gedunsen, die Augen glänzend, der Atem forciert bei offenem Munde, die Stimme klanglos und heiser. Ohrensausen und Flimmern vor den Augen qualen den Betroffenen, die unsicheren Füße versagen den Dienst. Er stürzt zu Boden und es kann unter Umständen nach kurzer Zeit unter mehr oder minder starkem Ansteigen der Eigentemperatur der Tod eintreten.

Aber nicht immer bedarf es zu einer tödlichen Wärmestauung der direkten Bestrahlung, auch bei bedecktem Himmel können solche Unglücksfälle erfolgen (Wärme und Hitzschlag).

Je dichter die Bekleidung, je intensiver die Arbeit, je geringer die Schweißmenge, welche der Mensch produziert oder abgeben kann, desto leichter tritt der Hitzschlag ein. Also z. B. bei schwüler, d. h. wasserdampfreicher Luft, bei Soldaten mit geschlossener Kleidung, oder wenn dieselben geschlossen marschieren und allseitig in ihrer Wärmeabgabe gehemmt werden. Nicht selten ist auch das Verbot des Wassertrinkens mit anzuschuldigen; versiegt die Schweißbildung, dann nimmt die Überwärmung des Körpers rapid zu oder die Eindickung des Blutes an sich wird Veranlassung zur Erkrankung und zum Tode.

Schon bei 19° bis 20° Lufttemperatur kommen ausnahmsweise Hitzschlagfälle zur Beobachtung. In den Tropen werden bei feuchter Luft auch Ruhende vom Hitzschlag betroffen.

Sicherlich ist an den Erscheinungen des Hitzschlages nicht selten auch die Austrocknung des Körpers durch übermäßige Schweißabgabe mitbeteiligt.

---

## Viertes Kapitel.

### Hautpflege.

Es ist bereits erörtert worden, daß die Haut das wichtigste Organ für die Regulierung der Körperwärme unter verschiedenen äußeren Verhältnissen ist. Nur bei sorgsamer Hautpflege kann die Haut ihre wichtigen physiologischen Aufgaben erfüllen.

Den Stoffen, die von den Schweißdrüsen ausgeschieden werden, mischen sich fortwährend Staubteilchen bei und bilden im Verein mit den ersteren einen an Bakterien ungemein reichen Belag auf der Haut, der zu mannigfachen Erkrankungen der Haut, auch wohl, bei Entstehung von Verletzungen, zur Selbstinfektion führen kann und ein Hindernis für die normale Temperaturempfindung werden muß.

Wir entfernen diese Stoffe zunächst durch häufigen Wechsel unserer Leibwäsche, dann aber von der Haut selbst durch das Waschen der Haut des ganzen Körpers. Die Art der Ausführung der Waschung kann sich recht verschieden gestalten, je nach dem Wohlstand des einzelnen; aber nach unter sehr dürftigen Verhältnissen ist sie bei gutem Willen und offenem Verständnis rationell durchzuführen.

Ein weiteres Mittel zur Reinhaltung der Haut ist ein Bad und speziell das warme Bad, dessen Wirkung durch Zusatz von Seife noch verstärkt werden kann. Es ist aber eine notwendige Voraussetzung, daß das Badewasser nicht zu hart sei. Außer der Reinigung wirkt ein warmes Bad noch insofern wohltätig, als es das Blut in vermehrtem Maße nach der Haut strömen läßt, die inneren Organe, besonders die Muskeln entlastet. Nach anstrengender Arbeit oder weiten Märschen ist ein warmes Bad im stande, das Gefühl der Ermüdung sofort zu bannen und neues Kraftgefühl zu wecken.

Um den Körper frisch und kräftig zu erhalten, gibt es außer dem Tragen poröser Kleidung und einer allmählich zu erwerbenden Widerstandskraft gegen bewegte Luft kein mächtigeres Mittel als den regelmäßigen Gebrauch des kalten Wassers, mag dieses als sogenannte kalte Waschung und Abreibung oder als kühles Bad zur Anwendung kommen.

Baden und Schwimmen wirkt noch günstiger. Der starke Nervenreiz, den das kalte Wasser an und für sich auf den Körper ausübt, regt in Verbindung mit den beim Schwimmen nötigen tiefen Atemzügen und kräftigen Muskelaktionen, den Stoffverbrauch mächtig an und steigert die Wirkung des Bades. Schwimmanstalten zum Unterricht und zur Übung sind also ganz besonders der Gesundheit förderlich, wenn man auch von dem Zwecke der Hautreinigung absieht. Sie fügen die Körperbewegung mit ihrem Einflusse auf Muskelkraft und Gewandtheit noch den Wirkungen des Reinigungsbades hinzu. Auch die Mädchen und Frauen sollten an der Wohltat der Schwimmbäder teilnehmen.

Die Pflege der Haut durch die Anlage öffentlicher Bäder zu fördern, betrachtete man im Altertum als eine wichtige Aufgabe des Staates; im besonderen war Alt-Rom reich an Bädern. Die riesenhaften Thermen des Karakalla boten 1600 Plätze für Badende, die Thermen des Diokletian die doppelte Zahl. Wohin die Pioniere römischer Kultur vordrangen, überallhin läßt sich ihr Drang, die Leibesreinlichkeit zu pflegen, verfolgen. In Deutschland sank namentlich durch den 30jährigen Krieg der Sinn für jede wahre Gesundheitspflege; erst seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts begegnen wir wieder größeren Bauten von öffentlichen Bädern, wie jener des Dianabades in Wien, dem bescheidenere in anderen Städten folgten. Eine große moderne Anlage ist das Volksbad zu München und jenes in Köln.

Die Eröffnung von Volksbädern, die Anweisung von Badeplätzen für die Jugend sind Forderungen, denen sich kein Gemeinwesen entziehen sollte.

Noch nötiger erscheint aber die Errichtung öffentlicher Badeanstalten, in denen auch der armen Bevölkerung die Wohltat eines warmen Bades um einen sehr geringen Preis zugänglich ist. Nachahmenswert ist in dieser Hinsicht das Beispiel Kölns.

Fabrikleute und Arbeiter, welche den ganzen Tag in einer verdorbenen oder mit Staubteilchen erfüllten Luft atmen müssen, bekommen durch kein anderes uns bekanntes Mittel eine so gute Auffrischung als durch zeitweisen Badegebrauch. Auch alle jene Arbeiter, welche jähe Temperatursprünge auszuhalten, Schweiß hervorrufende Arbeiten vorzunehmen haben, finden im Bade Erholung und Abhilfe.

„Die Reinlichkeit des Leibes“, sagt Lehmann, „führt zu Reinlichkeit der Bekleidung, der Nahrung, des Lagers und der Wohnstätten. Sie befördert die Behaglichkeit des Hauses und dadurch die Häuslichkeit. Die Häuslichkeit ist wiederum Stütze der Sparsamkeit, des Familienfriedens und der Erziehung der Kinder und nebenher wächst durch Erhaltung und Sparsamkeit der Besitz der Familie. Die reinliche Persönlichkeit wird anständiger, zur Sittlichkeit leichter geeignet und von manchen Roheiten abgehalten.“ „Der Trieb der Reinlichkeit“, meint Lotze, „bezeichnet überall den Anfang der Kultur oder doch ein glückliches Naturell, das ihrer Gründung günstig zu sein verspricht; unerträglich wird der Schmutz nur den Kulturvölkern, welche an ihrem Körper dieselbe Sauberkeit und formelle Strenge lieben, die sie ihren Unternehmungen und Lebensumgebungen mitteilen.“

Es könnte nach dieser Richtung weit mehr geschehen, als man bisher zu tun pflegte, denn die wenigsten Städte dürften sich rühmen können, Badeanstalten zu besitzen, die an Zahl, Lage und Einrichtung dem Bedürfnisse der Bevölkerung entsprechen.

Die Wassermenge, die man zu einem bequemen Wannebade für Erwachsene braucht, wird durchschnittlich mit 300 l angenommen. Beim Baden in Bassins rechnet man für jeden Erwachsenen mindestens 1 m<sup>2</sup> Flächenraum.

Eine ganz besonders schwierige Aufgabe ist es, Badezellen für warme Bäder trocken und geruchfrei zu halten. Der Wasserdampf schlägt sich an allen Wänden nieder; von diesen fällt etwa vorhandener Kalkmörtelverputz leicht ab, Holzwerk fault und wird riechend. Starke Ventilation außerhalb der Badezeit, Zementierung der Wände, Pflasterung des Bodens mit wasserundurchlässigem Material sind die Vorbauungsmittel in dieser Beziehung.

Als Material für die Wannen hat sich wohl am besten glasierter Ton bewährt. Vielfache Verwendung finden auch Wannen aus weiß glasiertem Gußeisen, aus dickem Zinkblech, Kupfer, Zement und Holz. Doch ist namentlich letzteres Material nicht so reinlich im Aussehen zu erhalten, wie Wannen aus Metall, Ton oder Zement. Außer Wannebädern sollten die Volks- und städtischen Badeanstalten mit Schwimmhallen ausgestattet sein, die so eingerichtet sind, daß sie Sommer und Winter, überhaupt jeden Tag des Jahres benützt werden können. Das Bassinwasser muß während der Badestunden kräftig und kontinuierlich zufließen, gleichmäßig (22° C) temperiert sein und möglichst oft erneuert werden, was leider in vielen Fällen unterbleibt. Die Halle muß entsprechende Temperatur und Ventilation haben.

Der Badende hat manche Vorsichten zu beachten. Es ist gefährlich, ein Bad zu nehmen unmittelbar nach Arbeitsanstrengungen bei erhitztem Körper und wichtig ist weiter, daß jeder Badende mit der Wirkung verschiedener BADEFORMEN genügend vertraut ist.

Kalte Vollbäder unter einer Temperatur von 16° C kühlen zu sehr ab; letztere sollten wegen ihrer niedrigen Temperatur nur kurze Zeit (4—5 Minuten) angewendet werden. Ein Wasserbad kann man als kühl bezeichnen, wenn es eine Temperatur von 22 bis 24° C aufweist, als lau, wenn es 24 bis 30°, als sehr warm, wenn es 35° zeigt.

Das kalte Bad empfiehlt sich für Gesunde und Erwachsene, das laue für Kinder und zarte Frauen, das warme für ältere Leute. Die Wirkung des Wassers auf die Atmung wird erhöht durch die Dusche, wobei das Wasser in Form von Regen herabfällt. Ebenso steigert sich der Reiz der Haut im Wellenbade, aber es ist wohl zu beachten, daß der mechanische Reiz der Haut das Sinken der Körpertemperatur befördert. Die Anwendung der kalten Brause muß auf geeignete Fälle beschränkt oder doch auf kurze Zeit herabgesetzt werden.

Der Verein für Volksbäder gibt in Berlin ein Wannenbad für 25 Pf. ab. Noch weit billiger sind die Bäder in Köln. Um aber noch größeren Kreisen der Bevölkerung eine bessere Reinigung zu verschaffen, als

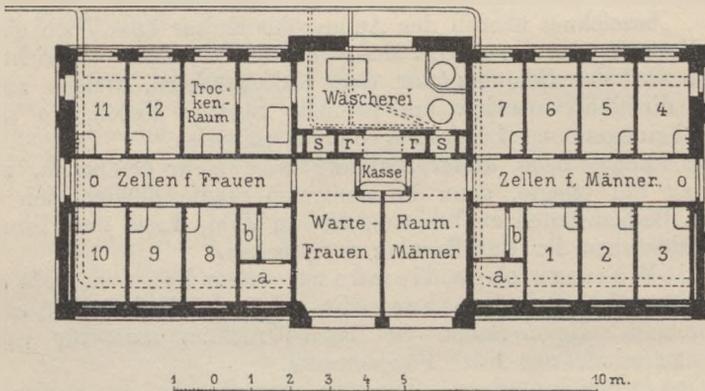


Fig. 35.

die tägliche Waschung sie darstellt, bemüht man sich Brausebäder einzuführen. Sie konsumieren wenig Wasser, haben, weil keine Wanne vorhanden, geringe Anschaffungskosten, sind daher sehr billig abzugeben (10 Pf.).

Jeder Zellenraum besteht aus zwei Abteilungen, dem Ankleide- und dem Baderaume. Die Menge des zu verwendenden warmen Wassers ist auf etwa 40 l beschränkt. Mit ersterem wird das Kaltwasser durch einen Mischhahn gemengt. Die Bäder werden leider vorwiegend in allen Städten nur von Männern besucht.

Einen Überblick einer sehr einfachen Brausebadanlage mit ihren Nebenräumen gibt Fig. 35.

Auch in Schulen haben diese Bäder vielfach Eingang gefunden.

Bei der schottischen Dusche trifft den Badenden abwechselnd ein heißer und kalter Wasserstrahl.

Beim russischen Dampfbade befindet sich der Badende zuerst in einem Raume, dessen Atmosphäre aus heißem (bis 60°) Wasserdampfe besteht und in dem er sich 5—10 Minuten, horizontal auf dem Boden liegend, aufhält, um gleich darauf ein kaltes Bad zu nehmen.

Von der russischen Badeform unterscheidet sich die römische (irische) dadurch, das heiße trockene Luft den Wasserdampf ersetzt und mehrere Badeeinrichtungen (Frigidarium, Calidarium, Sudatorium, Cella media, Lavacrum) zur Benützung kommen; außerdem besteht ein wesentlicher Teil derselben noch in einer methodischen Massage. Die russischen Dampfbäder oder die irischen Luftbäder bewirken eine noch stärkere

Reinigung und Rötung der Haut und eine intensivere Badewirkung als die gewöhnlichen Fluß- und Wannebäder, allein nicht jeder verträgt das russische oder irische Bad ohne Folgen. Es ist wiederholt vorgekommen, daß Herzleidende, Emphysematiker und Personen mit apoplektischem Habitus im Dampf- oder Luftbade plötzlichen Todes starben oder Verschlimmerung ihres Leidens davotrugen.

Die Seebäder wirken durch die beständige Bewegung der Wogen und den Anprall des Wassers, endlich durch die Temperatur des Bades im Vereine mit den darin vorgenommenen Schwimmbewegungen und Leibesübungen im allgemeinen wie ein kühles Bad. Das Bad soll stets nur in tadelloso reinem Wasser vorgenommen werden. Sehr ungünstige Zustände findet man bei vielen Bassin- und Flußbädern.

Eine besondere Wichtigkeit kommt den Bädern in heißen Klimaten zu. Die Haut ist übermäßig in Anspruch genommen und erkrankt leicht, der Reinlichkeit der Haut wird daher in den Tropen auch von dem Ärmsten mehr Interesse zugewendet als bei uns.

Aber nicht nur als Hautpflegemittel ist das Bad zu betrachten, sondern namentlich als Kühlmittel. Wasser von einer Temperatur, die wenige Grade unter der Bluttemperatur bleibt, kann, namentlich wenn es in Bewegung ist, immer noch reichlich Wärme aufnehmen. Man darf schätzungsweise annehmen, ein Bad entziehe ungefähr das Vierfache an Wärme, wie die Luft bei der nämlichen Temperatur. Im kühlen Bade oder in kühler Dusche nimmt das Atemvolum fast um das Doppelte zu und sehr erheblich auch der Sauerstoffkonsum. Bäder von 30<sup>o</sup> zeigen nur mehr geringe Wirkungen in dieser Hinsicht (Rubner).

Literatur: Pécelet, *Traité de la chaleur*, Paris 1861. — Braun, *Balneo-therapie*. — Winternitz, *Hydrotherapie*, Wien 1877. — Obernier, *Der Hitzschlag* 1867. — Hiller, *Zentralblatt für öffentliche Gesundheitspflege* 1886.

---

## Vierter Abschnitt.

# Das Klima.

### Erstes Kapitel.

#### Aufgaben der Klimatologie.

Unter Klima versteht man alle durch die Lage eines Ortes bedingten Einflüsse auf die Gesundheit. Zu einer erschöpfenden Beurteilung gehören keineswegs, wie so häufig angenommen wird, nur die Besprechung der Wärme- und Regenverhältnisse, sondern einerseits die Bekanntschaft mit allen meteorologischen Faktoren, welche auf die Gesundheit wirken, anderseits die Kenntnis aller Gefährdungen der letzteren, insoweit sie durch Anwesenheit der einer Örtlichkeit zugehörigen (endemischen) Krankheitserreger bedingt sind.

Die Klimatologie ist, auch wenn wir von dem zweiten Teile ihrer Aufgabe, der meist der „medizinischen Geographie“ zugewiesen wird, absehen, keineswegs identisch mit der Meteorologie; letztere beschäftigt sich mit vielen Dingen, z. B. den magnetischen Verhältnissen, Sternschnuppenfällen, Nebensonnen etc., welche für das Wohlbefinden des Menschen ohne Interesse sind.

Die klimatologischen Verhältnisse eines einzigen Tages u. s. w. pflegt man die „Witterung oder das Wetter“ zu nennen. Die Aufgabe, eine ausreichende Darstellung des Klimas eines Ortes zu geben, ist eine sehr schwierige, in mancher Beziehung oft kaum lösbar. Mit Rücksicht auf die Wärmeverhältnisse dürfen sich die Angaben nicht nur auf die Lufttemperatur beschränken, sondern müssen ein Bild der gesamten thermischen Verhältnisse, wie sie durch die Luftbewegung, die Wärmestrahlung, die Luftfeuchtigkeit und die räumliche Anordnung eines Ortes (Berglage, Stadt, Land) bedingt sind, geben.

Man nennt ein Klima mit 0–50% relativer Feuchtigkeit ein übermäßig trockenes, ein solches mit 51–70% ein mäßig trockenes, mit 71–85% ein mäßig feuchtes, mit 86–100% ein übermäßig feuchtes (Vivenot). Diese Systematisierung kann als berechtigt nicht mehr angesehen werden. Die Wirkung der Feuchtigkeit hängt, wie früher erörtert, wesentlich von der Temperatur eines Klimas ab.

Hinsichtlich der Temperatur unterscheidet Roehard heißes Klima zwischen den Isothermen 25°, warmes Klima zwischen den Isothermen + 25° bis + 15°, gemäßigttes Klima zwischen + 15° bis + 5°, kaltes Klima zwischen + 5° bis 5°, und polares Klima zwischen – 5° bis – 15°. Diese Einteilung hat gleichfalls sehr wenig Bedeutung, weil die Wirkung des Klimas auf den Menschen gar nicht allein von der Lufttemperatur abhängig ist.

Da die Windströmungen die Einflüsse der Temperatur teils zu mildern, teils zu verschärfen imstande sind, so wird Häufigkeit, Richtung und Temperatur derselben in ihrer Wirkung abzuwägen sein.

Das Wasser greift in so mannigfacher Art im allgemeinen in die Lebensprozesse und speziell in das Tun und Treiben und das gesundheitliche Verhalten des Menschen ein, daß den Niederschlagsverhältnissen (Regenfall, Schneefall u. s. w.) neben den Wärmeverhältnissen eine große Bedeutung zukommt. Von dem Regenfalle hängt nicht nur zum Teil der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ab, sondern derselbe bedingt und erhält die Vegetation, er ist die Quelle des Wasserreichtums einer Gegend und spielt durch die Beeinflussung der Bodenfeuchtigkeit als Hilfsmoment bei der epidemischen Verbreitung gewisser Volkskrankheiten eine Rolle.

Die Regenmengen werden in Millimetern ausgedrückt und geben die Höhe an, bis zu welcher das atmosphärische Wasser den Boden bedecken würde, wenn kein Abfluß und keine Verdunstung stattfänden. Die Menge des Niederschlages wird mit dem Regenschirm gemessen. Derselbe besteht aus dem Auffanggefäße und dem Meßglase. Das Auffanggefäß ist von zylindrischer Form und hat eine Fläche von  $\frac{1}{20} m^2$ . Am unteren Ende des Auffanggefäßes befindet sich ein Hahn. Das Auffanggefäß ist an einem Orte aufzustellen, wo der Niederschlag von allen Seiten Zutritt hat, und welcher in der Regel starkem Winde nicht ausgesetzt ist, also in einem Garten an einer baumfreien Stelle oder in der Mitte eines größeren Hofes, entfernt von Bäumen oder Mauern, keineswegs aber auf dem Dache eines Hauses. Behufs Aufstellung des Instrumentes wird ein Pfahl,  $\frac{1}{2} m$  tief, möglichst vertikal in den Boden eingegraben und am obersten Teile desselben, der schmiedeeiserne Bügel mittels Schrauben derart befestigt, daß die Auffangfläche genau horizontal steht. Der Regen sammelt sich im unteren Teile des Auffanggefäßes. Das Meßglas trägt an der Seite eine Einteilung, auf welcher man ohneweiters ablesen kann, wie groß die Regenhöhe ist. Zum Auffangen des Schnees dient ein eigenes Auffanggefäß, welches, aus Blech konstruiert, gleichfalls eine Auffangfläche von  $\frac{1}{20} m^2$  hat und dessen Höhe mit Rücksicht auf den zeitweise starken Schneefall 25 cm beträgt. Nach einem Schneefalle nimmt der Beobachter das Auffanggefäß ins Haus, läßt den Schnee in der Zimmerwärme schmelzen und erhebt dann die Menge dieses Niederschlages wie beim Regen.

Die Bewölkung des Himmels steht zwar in einem gewissen Zusammenhang mit dem Regenfalle, aber doch nur in einem lockeren, die Kenntnis derselben ist aber nicht sowohl in Beziehung auf letzteren, als vielmehr zur Bestimmung des Grades der Heiterkeit eines Klimas nötig.

Die bisher häufig geübte Auszählung trüber und heller Tage kann kaum als eine befriedigende Bestimmung des Witterungscharakters dienen, besser genügt die Bezeichnung der Größe des von den Wolken eingenommenen Teiles der Himmelsfläche oder die Zählung der Sonnenscheinstunden, die man neuerdiags mit selbst registrierenden Instrumenten (sunshine recorder) vornimmt. Messungen der Helligkeit des Lichtes sind in allgemeiner Anwendung bis jetzt nicht ausgeführt worden.

Zur Messung der Sonnenscheinstunden dient der von Campbell angegebene sunshine recorder, Fig. 36. Durch eine Glaskugel wird ein Sonnenbild auf einen halbkreisförmig gebogenen, mit Zeiteinteilung versehenen Papierstreifen geworfen. Durch eine bestimmte Präparationsmethode des Papiers brennt sich das Sonnenbildchen in letzteres ein.

Für manche der vorstehend ausgeführten klimatologischen Faktoren besitzen wir ziemlich vollständige und genaue Angaben besonders über die Lufttemperaturen, die Feuchtigkeits- und Niederschlagsverhältnisse; nach anderen Richtungen, wie z. B. bezüglich der Warmestrahlung, aber mangeln verwendbare Werte. Aber selbst bei Betrachtung der ersteren

gehen die Zwecke der Meteorologie und der Klimatologie auseinander. Während erstere zur Aufdeckung zu Grunde liegender Gesetze das Gewicht auf die Gewinnung der Mittelwerte legen muß, haben letztere für ihre Beurteilung in hygienischer Hinsicht eine beschränktere Bedeutung. Gerade die Zergliederung der Erscheinungen, der naturgemäße Ablauf und Wechsel der klimatologischen Faktoren, die Verteilung auf die Tages- und Jahreszeiten sind hier

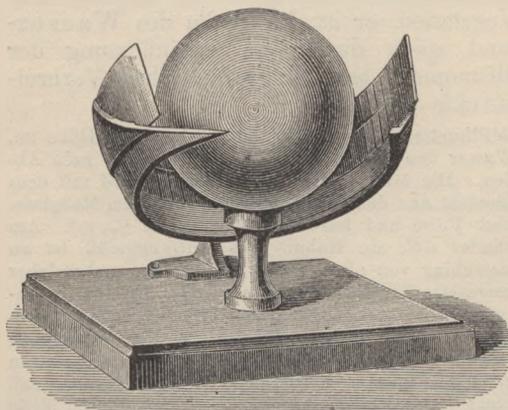


Fig. 36.

das Wesentliche. Ein und derselbe Mittelwert einer Temperatur kann sowohl einem Klima von wirklich gleichmäßiger Wärme oder einem Klima mit großen Temperatursprüngen entsprechen. Beide sind aber in hygienischer Beziehung grundverschieden. Der jährliche Regenfall zweier Orte kann die gleiche Anzahl von Millimetern Wasser betragen und doch die Verteilung auf die einzelnen Monate eine ganz differente sein, ja selbst in der Art des Regenfalles

— je nachdem kurzdauernde oder langdauernde, weniger intensive „Landregen“ eintreten — können wieder Verschiedenheiten vorliegen, welche unter Umständen hygienische Bedeutung erlangen. In äußerst komplizierter Weise greifen namentlich die Windströmungen in die Witterung ein; Richtung, Häufigkeit, Schwankung derselben mit der Tageszeit ist von großer Wichtigkeit.

Eine erschöpfende Darstellung der klimatischen Verhältnisse auch selbst für ein beschränktes Gebiet von Deutschland kann nach dem eben Erörterten nicht Aufgabe der nachfolgenden Betrachtungen sein, vielmehr sollen nur die wichtigsten klimatischen Charaktere in kurzen Zügen hervorgehoben werden.

### Land- und Seeklima.

Wesentliche Gegensätze zeigen das Land- oder Kontinentalklima einerseits, das Seeklima andererseits; die Verschiedenheit erstreckt sich nicht nur auf die Temperaturverhältnisse im weitesten Sinne, sondern auch auf die Feuchtigkeitsverhältnisse der Atmosphäre.

Wenn die Sonnenstrahlen auf die Meeresfläche fallen, so vermag bei der hohen spezifischen Wärme, welche dem Wasser eigen ist, dasselbe eine große Wassermenge aufzunehmen, ehe die Erwärmung im thermometrischen Sinne wesentlich zunimmt. Weiters haben wir aber auch in der Wärmeabsorption, welche durch die Wasserverdunstung zu stande kommt, ein Moment, welches der Erhitzung der Luft hinder-

lich ist. Nahezu die Hälfte der von den Sonnenstrahlen gelieferten Wärme wird durch die Wasserverdampfung gebunden.

Mit der lebhaften Wasserdampferzeugung hängt dann weiters die Häufigkeit und Massenhaftigkeit der Wolkenbildung zusammen. Diese letztere trägt ihrerseits als drittes Moment, indem sie die Sonnenstrahlung abhält, dazu bei, die Lufttemperatur herabzudrücken und zu mäßigen, mindert also auch die Sonnenscheinstunden. Die Stärke der Sonnenstrahlung wird vermindert.

So sehen wir also, solange die Bescheinungszeit dauert, Kräfte tätig, welche einer exzessiven Erhitzung der Luft hinderlich sind; dieselben Kräfte erweisen sich dann des Nachts im entgegengesetzten Sinne wohlthätig.

Das Wasser, welches den Tag über Wärme absorbiert, stellt ein Reservoir, aus welchem lange Zeit Wärme an die Luft abgegeben werden kann, dar, desgleichen der Wasserdampf, welcher mit allmählicher Abkühlung sich kondensiert. Die Bewölkung hindert, wie früher die Einstrahlung, so jetzt die Ausstrahlung der Wärme. So kommt als Gesamtwirkung der drei Momente demnach eine geringere Abkühlung der Luft während der Nacht zu stande, als es ohne diese Momente der Fall sein müßte.

Bei einem im Binnenlande gelegenen Orte herrschen aber wesentlich verschiedene Verhältnisse; die Erhitzung des Bodens wird mit beginnender Bescheinung des Bodens durch die Sonne rasch ansteigen und jene Wärme, welche durch Verdampfung von Wasser, welches sich etwa in den oberen Bodenschichten abgelagert findet, gebunden werden kann, ist nur eine verschwindend geringe. Der Charakter des Kontinentalklimas wird also zur Zeit der Wärmezufuhr in einer exzessiven Erhitzung sich ausdrücken.

Zur Zeit der Ausstrahlung — des Nachts — wird kein Mittel zur Verfügung stehen, den raschen Wärmeverlust zu hemmen, und der Boden wird bei seiner geringen spezifischen Wärme ein bald sich erschöpfendes Wärmereservoir bilden. Die Nächte sind kalt.

Diese Anschauungen des Kontinental- und Seeklimas lassen sich nach dem Bilde, das wir von dem Gange der Temperatur eines einzelnen Tages entworfen, direkt auf die Charakteristik der Jahreszeiten anwenden. Der Sommer des Seeklimas entbehrt der oft übermäßigen Erhitzung des Kontinentalklimas und der Winter des Seeklimas ist um vieles milder als im Binnenlande. Alles zusammengenommen, nennt man daher häufig auch das Seeklima ein „limitiertes“, im Gegensatz zu dem als „exzessiv“ bezeichneten Kontinentalklima. Die Schwankungen der täglichen wie der monatlichen Extreme sind im Binnenlande mächtig, an den Küsten gering. Ein Beispiel, der pyrenäischen Halbinsel entlehnt, mag hier gegeben sein: In Lissabon (Seeklima) betragen im Sommer die täglichen Temperaturschwankungen  $6.6^{\circ}$ , im Innern des Landes in Madrid aber  $14.5^{\circ}$ ; auf dem Atlantischen Ozean schwanken die Temperaturen um  $1.6^{\circ}$  während des Tages, während eines Monats nur um  $6.5^{\circ}$  C (Hann).

Verbindet man die Orte mit gleicher mittlerer Sommertemperatur durch Linien, so nennt man die letzteren Isotheren; verfolgt man

sie in das Innere eines Kontinents (siehe Fig. 37), so weichen sie etwas nach Norden ab, also etwa dem entsprechend, was wir schon früher ausgesprochen haben: Die Wärme des Kontinentalsommers ist bedeutender wie jene des Sommers an der Küste. Jene Linien, welche die Orte gleicher Wintertemperatur verbinden, die *Isochimenen*, bringen noch schärfer das entgegengesetzte Verhalten zum Ausdruck; indem



Fig. 37.

Die ausgezogenen Linien entsprechen den Isochimenen, die punktierten den Isothermen.

sie auf unserem Kontinent stark nach dem Süden abweichen, zeigen sie die Steigerung der Abkühlung im Innern eines Kontinents (siehe besonders die Isochimenen —  $4^{\circ}$  oder  $0^{\circ}$  in Fig. 37). Diese niederen Wintertemperaturen sind aber in ihrem Einflusse so überwiegend, daß sie die hohen Sommertemperaturen überkompensieren und die mittleren Jahrestemperaturen mit dem Fortschreiten auf demselben Breitengrade in das Innere eines Kontinents immer mehr und mehr abfallen. Die Linien gleicher mittleren Jahreswärmen, welche in Fig. 38 eingetragen sind (*Isothermen*), zeigen ausnahmslos diese Wirkung des Kontinentalwinters und weichen in dem Innern des Festlandes stark nach Süden aus.

Zur Beurteilung der Milde oder der Härte des Klimas können namentlich Beobachtungen über die mittlere Häufigkeit von Temperaturänderungen, ausgedrückt in Tagen, dienen. Folgende Beispiele können als Anhaltspunkte dienen. (Änderung, ausgedrückt in Tagen.)

Temperaturänderung von mindestens	Helgoland				Berlin				München			
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
2°	22.2	13.2	18.3	13.3	33.0	29.6	26.0	26.3	42.0	37.9	42.0	32.0
4	2.0	1.1	1.7	1.5	8.9	5.5	5.1	3.4	17.7	10.6	11.0	8.5
6	0.2	0.1	0.1	0.1	2.7	0.5	0.2	0.3	6.2	2.4	2.5	1.1
8	0.1	—	—	—	0.5	—	0.1	—	2.7	0.7	0.5	0.6
10	0.1	—	—	—	0.2	—	—	—	1.3	0.4	—	0.1
12	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	0.1	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	—	—	—

Im Seeklima (Helgoland) sind also die Tage mit großen Temperaturschwankungen sehr selten, sie werden wesentlich häufiger im Landklima (Tiefeland, Berlin) und erreichen in der Nähe der Gebirge und auf der Hochebene (München) eine freilich in den einzelnen Jahreszeiten ungleiche, aber immer bedeutende Zahl.

Land- und Seeklima unterscheiden sich wesentlich auch im Feuchtigkeitsgehalte der Luft, in der Bewölkung und dem Regenfälle. Nimmt man nur die Verhältnisse von Europa zum Ausgangspunkte, so sieht man von Westen nach Osten innerhalb des Kontinents die absolute Feuchtigkeit der Luft abnehmen und ebenso nimmt die mittlere relative Feuchtigkeit während der Sommermonate ab, nicht aber während des Winters, weil die Abkühlung der Luft (von der die relative Feuchtigkeit mit abhängt), wie die Isochimenen dartun, überwiegt.

Mit den Feuchtigkeitsverhältnissen ändert sich auch die Regenmenge; während das westliche England 1170 mm Regenfall im Jahre hat, ist der Mittelwert in Deutschland etwa 710 mm, jener von Rußland nur 580 mm.\*) Für das norddeutsche Tiefland treffen 610 mm, für die mitteldeutschen Berglandschaften 590 mm, für Süddeutschland 820 mm Niederschlag (v. Bebbler).

In folgender Tabelle sind die Regenmengen verschiedener Orte zusammengestellt.

Ort	Millim.	Ort	Millim.
Wien . . . . .	574	Gotha . . . . .	620
Prag . . . . .	390	München . . . . .	809
Ofen . . . . .	452	Straßburg . . . . .	672
Triest . . . . .	1093	Paris . . . . .	579
Mailand . . . . .	966	Bordeaux . . . . .	660
Rom . . . . .	800	Lyon . . . . .	777
Palermo . . . . .	581	Madrid . . . . .	407
Hannover . . . . .	520	Lissabon . . . . .	783

\*) Westsibirien 370.

Von noch wesentlichem Interesse ist die Verteilung des Regens (der Niederschläge) auf die einzelnen Monate; in folgender Tabelle bezieht sich Stab 1 auf das südliche Hannover, Oldenburg, West-

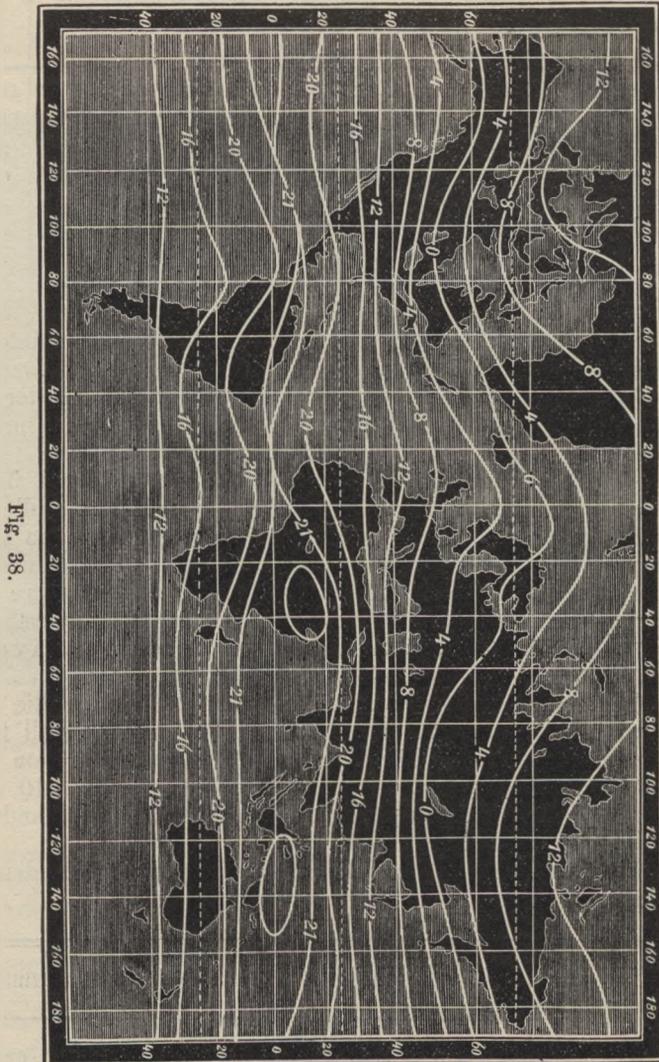


Fig. 38.

falen, Niederrhein; Stab 2 auf die südliche Rheinprovinz, Hessen, Provinz Sachsen, Thüringen und Königreich Sachsen; Stab 3 auf Rheinpfalz, Elsaß, Baden, Württemberg und Bayern, Stab 4 auf Mecklenburg, Pommern, West- und Ostpreußen, Stab 5 auf Posen, Brandenburg und die schlesische Ebene; Stab 6 auf Böhmen, Mähren, Schlesien und Westgalizien; Stab 7 auf Ostgalizien, Bukowina und Siebenbürgen, Stab 8 auf die ungarische Ebene.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Dezember . . .	9	8	7	8	7	7	6	8
Jänner . . .	7	6	6	6	6	5	4	6
Februar . . .	7	6	6	5	6	6	5	5
März . . . . .	7	7	7	6	6	7	7	7
April . . . . .	7	7	7	6	7	7	7	7
Mai . . . . .	8	9	10	8	9	10	12	11
Juni . . . . .	10	11	11	11	12	13	15	12
Juli . . . . .	11	12	11	13	13	12	14	11
August . . . .	10	11	11	12	12	12	11	10
September . .	8	7	8	9	8	8	7	6
Oktober . . .	8	8	8	8	7	6	6	8
November . .	8	8	8	8	7	7	6	9

Die Niederschläge sind in Zentimetern angegeben.\*)

Ähnlich dem Regenfalle verhält sich aus naheliegenden Gründen die Bewölkung des Himmels. Das Landklima ist trocken und heiter,



Fig. 39.

das Küstenklima teucht und trüb. Ein Blick auf Fig. 39, in welcher die Orte gleicher Bewölkung (nach Renou) durch die Isonephennlinien verbunden sind, lehrt, wie die Heiterkeit des Kontinentalklimas in Europa ihren Ausdruck findet.

\*) Über den Gang der relativen Feuchtigkeit und den Wechsel des Sättigungsdefizits sind schon früher Mitteilungen gemacht worden.

Wichtiger noch sind die Angaben über die Sonnenscheinstunden, für welche die nachstehende Tabelle einige wichtige Notizen enthält.

Sonnenscheinstunden.

	Hamburg	Wien	Lugano	Rom
Jänner . . . . .	30	67	130	116
Februar . . . . .	60	85	142	141
März . . . . .	91	130	184	155
April . . . . .	150	165	179	187
Mai . . . . .	<b>195</b>	241	205	234
Juni . . . . .	164	232	262	287
Juli . . . . .	136	<b>269</b>	<b>285</b>	<b>343</b>
August . . . . .	157	243	276	322
September . . . . .	133	175	206	228
Oktober . . . . .	64	99	142	177
November . . . . .	37	62	<b>99</b>	134
Dezember . . . . .	21	<b>49</b>	122	<b>109</b>

Für das Klima eines bestimmten Ortes ist es nicht gleichgültig, ob es sich um eine große Stadt oder ein Dorf handelt, ferner kommt viel auch auf die Bedeckung des Bodens an. Je größer die Stadt, um so unreiner die Luft. Staub, fremde riechende Stoffe, Dämpfe, Gase, Bakterien finden sich in der Stadtluft reichlich vor. Der Sommer ist heißer als in der Umgebung, die Luft stagnierend, die Atmosphäre dunstig, die Sonnenscheinstunden vermindert, die Nebel häufig.

Eine wichtige hygienische Bedeutung übt der Wald besonders im Kontinentalklima aus. Wald limitiert gewissermaßen die Schwankungen eines Klimas. Im Frühjahr, Herbst, Sommer ist die Temperatur des Waldbodens und der Luft niedriger als im Freien. Der Wald erhöht in geringem Maße den Feuchtigkeitsgrad der Luft seiner Umgebung; die relative Feuchtigkeit ist im Walde größer als im Freien, die absolute kaum verschieden. Die Größe des Niederschlages ist im Waldbestande größer als auf freien Flächen. Waldränder und Waldblößen neigen zu Tau- und Reifniederschlägen. Die Waldluft ist staubfrei, Wald wirkt gewissermaßen filtrierend auf unreine Luft, die Windstärke wird gemäßigt, Waldboden hat weniger schroffe Übergänge von Nässe zur Trockenheit. Die saure Beschaffenheit des Humus hindert Fäulnisvorgänge, der Wald wirkt drainierend, indem die Wurzeln das Wasser nach der Tiefe leiten.

Große Wasserflächen in der Form von Binnenseen drücken im Frühling die Temperatur herab, während sich im Herbst die Wärme etwas höher hält als in Orten, die von den Seen weiter abliegen.

Moore wirken erniedrigend auf die Temperatur im Frühjahr und machen sich durch Erhöhung der Luftfeuchtigkeit unangenehm bemerkbar

Ost- und Westküsten sind in ihren Temperaturverhältnissen meist ungleich. Durch die Temperaturoegensätze zwischen Meer und Land entstehen an den Küsten während des Morgens die sogenannten

Seewinde und nach Sonnenuntergang die nach der See wehenden Landwinde. Diese im Laufe des Tages eintretenden Schwankungen prägen sich in typischer Weise auch in dem Verhalten der einzelnen Jahreszeiten wieder aus. Im Sommer steigt die Temperatur der über einem Kontinent lagernden Luft, ein barometrisches Minimum erzeugend. Nun strömt diesem Minimum (kältere) Luft von allen Seiten zu, die Strömungseinrichtung aber erleidet durch Erdrotation eine Drehung; auf der nördlichen Halbkugel strömen die Winde wirbelförmig entgegen dem Sinne des Zeigers einer Uhr nach dem barometrischen Minimum (Zyklonen). Im Winter lagert über dem Kontinent ein barometrisches

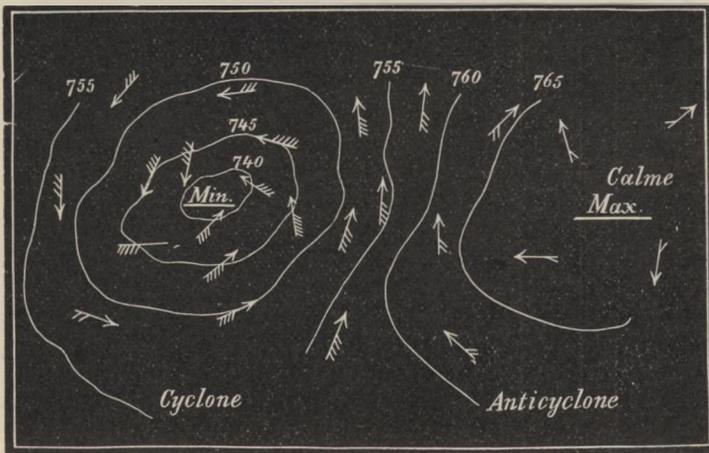


Fig. 40.

Maximum mit entgegengesetzter Windrichtung, Druckverteilung und Drehung der Winde (Antizyklone). Auf der südlichen Hemisphäre liegen die Verhältnisse umgekehrt. Fig. 40 zeigt die Windrichtung im Bereich der Zyklone und Antizyklone und die Verteilung des Luftdruckes auf der nördlichen Hemisphäre.

Durch diese besonderen Verhältnisse der Luftbewegung folgt, daß auf der nördlichen Halbkugel die westlichen Küsten während des Winters, da ein barometrisches Maximum über dem Kontinent lagert, südwestliche Winde, also Wärmezufuhr erhalten, während die Ostküsten von nordöstlichen Winden bestrichen und sonach abgekühlt werden. Im Sommer dagegen unter dem Einflusse des barometrischen Minimums, erhalten die Westküsten die kühleren, die Ostküsten die wärmeren Windströmungen. Das Klima der Westküsten ist sonach limitierter wie jenes der Ostküsten. Das Kärtchen in Fig. 38 läßt diese Beziehungen uns schwer erkennen; ebenso der Vergleich von Neapel und New-York, welche unter demselben Breitengrade (40°) liegen.

	Jahresmittel	Kältester Monat	Heißtester Monat
New-York (Ostküste) . . . . .	10·6	-1·7	24·7
Neapel (Westküste) . . . . .	16·5	9·0	26·1

### Das Höhenklima.

Obschon das Höhenklima im allgemeinen durch die niedrigere mittlere Jahrestemperatur charakterisiert ist, zeigt doch ein Höhenklima von gleicher mittlerer Jahrestemperatur mit einem Orte in nördlicherer Lage im Vergleiche mit letzterem sich so mannigfach verschieden, daß die Eigentümlichkeiten des Hochlandklimas besondere Besprechung erheischen.

Ansiedlungen der Menschen treffen wir bis zu sehr beträchtlichen Höhen und mögen von diesen folgende, ständig bewohnte Plätze genannt sein:

Ort	Breite	Seehöhe in Metern	Luftdruck in Millimetern Hg	Mittlere Jahrestemperatur
St. Bernhard . . . . .	45° 52'	2478	564	— 1.3° C
Quito . . . . .	0° 14'	2850	549	+ 13.2° "
Kloster Hanle (Tibet) . . . . .	32° 48'	4610	433	+ 2.0° "

Die Luftverdünnung erreicht an manchen Orten einen sehr bedeutenden Grad und übt zweifellos einen Einfluß auf die Gesundheit.

Man hat zu unterscheiden zwischen den Wirkungen, welche beim Besteigen von Bergen sich geltend machen, und jenen, welche bei längerem Aufenthalte auf bedeutenden Höhen zu beobachten sind.

Es treten bei vielen Menschen beim Besteigen von Höhen, die noch unter 3000 *m* liegen, Beschwerden auf, die man als Bergkrankheit bezeichnet hat; die Atemzüge sind stark vermehrt, die Hautvenen bis zur cyanotischen Färbung strotzend gefüllt; Schläfrigkeit, Kopfschmerz, Kältegefühl, Erbrechen, Gefühl der Ohnmacht und Unfähigkeit zum Weitersteigen stellen sich ein. Diese Symptome sind aber nur voll ausgeprägt, solange man Muskelarbeit leistet; sie verschwinden allmählich, oft geradezu plötzlich, während der Ruhepausen, um sofort wiederzukehren, wenn man aufs neue eine Anstrengung macht. Lebhafter Wind und starke Kälte begünstigt das Eintreten der Erkrankung.

Die Entstehung der Bergkrankheit führt man auf den Mangel an Sauerstoff zurück, und dieser tritt schon bei relativ geringen Seehöhen auf, weil der Bergsteigende eine starke Arbeit zu leisten hat, zumal gar nicht selten durch die Belastung mit Gepäck die Kräfte in erhöhtem Maße aufgebracht werden. In anderen Fällen mag wohl auch die kühle Lufttemperatur auf den Bergen nebst der lebhaften Bewegung der Luft auf regulatorischem Wege die Verbrennung im Körper anfachen; die Regel ist es jedenfalls nicht, da ja die bei der Muskelarbeit erzeugte Wärmeproduktion mehr als ausreichend ist, den Wärmeverlust zu decken. Mosso will den Grund für die Bergkrankheit in einem zu geringen Kohlensäuregehalte des Blutes (sogen. Akapnie) finden, wodurch es an einem Reize für das Atemzentrum mangle. Es darf nicht in Erstaunen setzen, wenn die Bergkrankheit bei Bergsteigern sich bereits in Seehöhen fühlbar macht, bei welchen die Luftschiffer, welche emporgetragen werden, noch nicht im geringsten durch Sauerstoffmangel belastigt werden.

So verliert sich denn auch das Symptom der Bergkrankheit sofort beim Ruhenden oder dann, wenn reines Sauerstoffgas geatmet wird; die Symptome verlieren sich auch bei längerem Aufenthalt in bedeutenden Höhen durch Akklimatisation. Die Ursache des Sauer-

stoffmangels beruht, wie man annehmen muß, auf einer Ermüdung der in lebhaftere Atmung nicht geübten Atemmuskeln. Stärken sich diese, so fallen die Symptome der Bergkrankheit — wenigstens innerhalb gewisser Seehöhen, innerhalb deren eine Gewöhnung möglich ist — aus. Auch die größere Gewandtheit im Bergsteigen, womit ein Aufwand unnötiger Mitbewegungen, wie sie beim Anfänger vorkommen, beseitigt wird, spielt bei der Akklimatisation eine Rolle.

Wie weit manchmal die Akklimatisation in dieser Richtung gehen kann, beweisen die Bergbesteigungen von Schlagintweit, welcher Höhen von 6780 *m* (Druck 339·4 *mm* Hg, Partiärdruck 67·8 *mm* Hg), und jene von Whympfer, der den Gipfel des Chimborazzo (6253 *m*) erreicht hat.

Bei jahrelangem Aufenthalte in bedeutenden Höhen scheinen — abgesehen von einer emphysemartigen Erweiterung der Lunge — wesentliche chronische Schädigungen sich nicht einzustellen.

Mit der Seehöhe nimmt die Lufttemperatur ab, und zwar ziemlich regelmäßig für je 100 *m* Höhererhebung um 0·57° C. Die Begünstigung der Wärmeausstrahlung wird mit der Höhenlage eben immer mächtiger.

Der Umstand, daß die Lufttemperaturen mit der Höhe abnehmen, ist von großer Bedeutung. Man kann aus den Ergebnissen der mechanischen Wärmetheorie entnehmen, daß die Luft, wenn sie 100 *m* gehoben wird, durch ihre zunehmende Ausdehnung eine Wärmemenge verbraucht, welche die Temperatur der ganzen gehobenen Luftmasse um 1° C erniedrigt. In gleicher Weise erwärmt sich Luft, welche um 100 *m* tiefer transportiert wird, um 1° C, weil sie ihr Volum verkleinert. Daraus folgt, daß einerseits erhitze Luft nicht etwa bis zur Grenze der Atmosphäre aufsteigen kann, weil ihre Temperatur durch die Ausdehnung für 100 *m* Höhendifferenz um 1° sinkt, während die Temperatur der umgebenden Luft nur um 0·57° für 100 *m* abnimmt, und es folgt weiters, daß keine kalte Luft aus den Höhen herabstürzen kann, weil sie sich im Falle rasch erwärmend, in diesem gehemmt wird. So können also kalte Luftschichten über den tiefer gelegenen warmen Schichten lagern, ohne daß eine Mischung in großem Umfange eintrate.

Zwischen dem 40. bis 50. Grade nördlicher Breite nimmt die mittlere Jahrestemperatur eines Ortes für je 1° nördlicher Lage um 0·78° C ab; diese Wärmedifferenz entspräche ca. 140 *m* Seehöhendifferenz.

Aber wer die thermischen Zustände nur nach den Lufttemperaturen bemessen wollte, würde ganz irrige Vorstellungen von dem Höhenklima gewinnen.

Die Faulhornspitze liegt, wie die Magdalenenbai auf Spitzbergen, etwas unterhalb der Schneegrenze; ihr Klima ist aber trotzdem nicht zu vergleichen. Auf der Spitze des Faulhorns finden sich auf engem Raume zusammengedrängt 121 phanerogame Pflanzenarten, indes der ganze Archipel von Spitzbergen nur 93 aufweist.

Das Hochlandklima zeigt seine Eigenart in thermischer Hinsicht in der äußerst beträchtlichen Wärmestrahlung, die selbst bei kühlen Lufttemperaturen in energischer Weise sich geltend macht, die Kühle der Luft behaglich erscheinen läßt und durch die Erzeugung hoher Bodentemperaturen selbst für kräftigere Pflanzenentwicklung genügend erscheint.

Die Umkehr der Verhältnisse bei Nacht, die rasche intensive Erkaltung des Bodens unter dem Einflusse der mächtigen Ausstrahlung bei relativ bedeutender Wärme der Luft pflegt für den Menschen, weil er sich ja um diese Zeit in den Gebäuden aufhält, wenig von Bedeutung zu sein.

Die Ursache der vermehrten Strahlung muß einerseits in der geringeren Tiefe der einen hochgelegenen Ort bedeckenden Schicht der

Atmosphäre und weiters in der später noch zu besprechenden Abnahme des Wasserdampfgehaltes der Luft mit der Höhe gesucht werden; auf dem Montblanc (4810 *m* Seehöhe) werden bei Zenitstand der Sonne nur mehr 6% der Wärmestrahlen durch die Atmosphäre absorbiert. Zur Zeit der Bestrahlung sind also charakteristisch hohe Bodentemperaturen und niedrige Lufttemperaturen. So fand Ch. Martins am 10. bis 18. August 1842, 9 Uhr morgens:

Ort	Seehöhe	Luft	Bodenoberfläche
Auf dem Faulhorn . . . . .	2680 <i>m</i>	8·2°	16·2°
indes in Brüssel gemessen wurde .	50 "	21·4°	28·1°

Während der Nacht sank nach Martins auf dem Grand Plateau des Montblanc die Temperatur des Schnees auf  $-19\cdot2^{\circ}$ , indes die Lufttemperatur noch  $-6\cdot5^{\circ}$  C zeigte.

Für die Intensität der Wärmestrahlung auf den Bergen gewinnen wir bei Betrachtung der Sonnen- und Schattentemperaturen noch einen überzeugenderen Ausdruck; bei einem Hochstand der Sonne von  $60^{\circ}$  wurde gemessen:

Ort	Seehöhe	Schattentemperatur	Sonnentemperatur*)
Whitby . . . . .	20 <i>m</i>	32·2° C	37·8° C
Pontresina . . . . .	1800 "	26·5° "	44·0° "
Diavolezza . . . . .	2980 "	6·0° "	59·5° "

Interessant sind die sogenannten Anomalien der Temperaturverteilung. Wohnsitze auf Abhängen und Hügelkuppen haben immer etwas mildere Temperaturen wie im Tale gelegene. Die mittleren Lagen sind die wärmsten. Die Tiefe eines Tales hat größere Temperaturschwankungen wie die Talseiten.

Der Wärmegang auf großen Höhen Abhängen, Gipfeln, ist ein gleichmäßiger und nähert sich in seinen Verhältnissen dem Küstenklima, ohne dessen unangenehme Wirkung der hohen Feuchtigkeitsgrade der Luft aufzuweisen. Die tägliche Wärmeschwankung im Juli und August beträgt:

Gent 407 <i>m</i>	10·6°
St. Bernhard 1470 "	4·4°
Montblanc 4810 "	3·5°.

Auf hohen Bergen in Mitteleuropa ist der Winter die trockenste und heiterste Jahreszeit; Frühling und Sommer dagegen die feuchtesten und trübsten Zeiten.

Die Sonne erzeugt durch die Exposition, d. h. Neigung der Bergflächen zu den Sonnenstrahlen, oft überraschend günstige Wirkungen und engbegrenzte Stellen mit milderem Klima. In ähnlichem Sinne wohlthätig wirken Bergwände oder auch Gebirgszüge dadurch, daß sie kalte Luftströmungen abhalten. Hochgelegene Orte erfreuen sich wegen verminderter Absorption der Lichtstrahlen größerer Lichtfülle und sind hinsichtlich der Zeit des Sonnenscheines beziehungsweise der Tageslänge mit den tiefer gelegenen Orten gleicher geographischer Breite übereinstimmend.\*\*\*) Bei gleicher mittlerer Jahrestemperatur haben wir in dem Höhenklima gegenüber dem Klima von Orten höherer Breite

\*) Temperatur des Vakuumthermometers.

\*\*) Orte höherer Breite dagegen haben die kurzen Wintertage und langen Nächte, welche ungünstig auf den Menschen zu wirken pflegen.

sonnenreiche und helle Tage. Die starke Strahlung der Sonne erzeugt eine mächtige Wirkung auf die Haut, auch die reflektierte Strahlung ist ein nicht gering anzuschlagender Faktor. Die Haut bräunt sich rasch, wird aber bei zu intensiver Strahlung schmerzhaft und stößt sich dann in Fetzen ab. Auf die Augen wirkt die starke Reflexion von weißen Felsflächen oder von Schneefeldern störend ein, weshalb Schutz durch lichtdämpfende Brillen angezeigt sein kann. Die Luft auf hohen Bergen ist von großer Reinheit, was Staub- und namentlich Bakteriengehalt anlangt. Die absolute Feuchtigkeit nimmt rascher mit der Höhe ab, als der Luftverdünnung entspricht. Die relative Feuchtigkeit zeigt aber keine Gesetzmäßigkeit mit der Erhebung über dem Meere. Die Luft kann vielmehr dieselben Sättigungsgrade wie in tiefer gelegenen Orten aufweisen. Doch ist überall auf den Bergen die Verdunstung von Wasserflächen wegen des niedrigen Luftdruckes eine gesteigerte. Auf die Wasserdampfabgabe von Tieren wirkt die Luftdruckerniedrigung nicht erheblich ein, d. h. es wird nicht erheblich mehr abgegeben. Aber wenn der Körper mehr Wasser aus inneren Gründen ausscheiden muß, verdunstet das aus den Schweißdrüsen ausgetretene Wasser sehr schnell. Wir sehen also, daß zur Beurteilung der Feuchtigkeitsverhältnisse eines Höhenklimas, wegen des kaum in Rechnung gezogenen Faktors der vermehrten Verdunstung, Unsicherheiten vorhanden sind, wie wir sie bei der Beurteilung der Temperatur durch die eigentümliche Verschiedenheit der Luftwärme und strahlender Wärme auch schon kennen gelernt haben.

Bezüglich des Regenfalles und der Bewölkung hat man vielfach zwischen Regenseite und Trockenseite eines Gebirges zu unterscheiden; die Regenmenge ist in den Bergen immer reichlicher als in tiefer gelegenen Orten, weil beim Anprallen an die Berge die Windströmungen nach oben abgelenkt werden, die feuchteren Luftmassen mit den kühleren Luftschichten sich mengen, durch die Hebung sich kühlen und den Wasserdampf kondensieren. Die Regenmenge im Gebirge nimmt übrigens nur bis zu einer mittleren Höhe zu, dann wieder ab.

Bei längerem Aufenthalte auf bedeutenden Höhen machen sich ganz unzweifelhaft kurative Wirkungen des Höhenklimas geltend.

Die Staubfreiheit der Luft, die bessere Beschaffenheit derselben im allgemeinen, der Bakterienmangel, der durch die Bewegung angeregte Appetit, sind an sich schon Momente von Wichtigkeit. Dazu kommt eine allmähliche Verlangsamung des Pulses. Der Atemrhythmus nimmt den Charakter der periodischen, von Ruhepausen unterbrochenen Atmung an.

Das Höhenklima hat einen bedeutenden Einfluß auf die Blutbeschaffenheit. Beim Menschen wie bei Tieren ist erwiesen, daß in Höhen, welche mindestens 700 *m* in unseren Breiten überschreiten, die Zahl der Blutkörperchen und die Menge des Hämoglobins zunimmt; es finden sich namentlich viele kleine Blutkörperchen. Man glaubt, daß die Luftverdünnung einen Reiz auf den hämopoetischen Apparat ausübt. Bei Rückkehr in das Tiefland geht auch die Blutveränderung zurück.

Die Arbeitsleistungen werden wegen der niederen Luft- (Schatten-) Temperaturen leicht, ohne Erregung von Schweiß ertragen, was die Lust zum Marschieren hebt, die Kleidung hält sich trocken. Die wütrige Luft hebt die Lust zur Atmung und zum Steigen; die umgebenden Natur-

schönheiten können als wesentliche psychische Anregungen für Gesunde und Kranke von Bedeutung sein.

Literatur: Tyndall, In den Alpen, 1899. — Zuntz, Loewy, Müller, Caspari, Höhenklima und Bergwanderungen in ihrer Wirkung auf den Menschen, 1906. — Schweizerische Bergbahnen, 1901.

### Zeitlicher Einfluß des Klimas auf Krankheiten.

Das Klima bedingt durch seine Eigenart entweder unmittelbar eine Reihe von Erkrankungen, wie z. B. durch rasche Schwankungen der Temperatur, große Hitze, übermäßige Wärmestrahlung, übergroße Feuchtigkeit u. s. w., oder diese Momente erzeugen eine die Erkrankung begünstigende Disposition. Aber klimatische Verhältnisse vermögen auch auf einem mehr indirekten Wege einen Einfluß auf die Gesundheit zu üben, durch Begünstigung der Ausbreitung gewisser Infektionskrankheiten.

Diese zeitliche Beeinflussung der Krankheiten drückt sich durch einen unzweifelhaften Rhythmus der Sterblichkeit aus; geht man von einer durchschnittlichen Mortalität von 100 Fällen für jeden Tag des Jahres aus, so treffen im Deutschen Reiche für jeden Tag der einzelnen

Monate: Jänner . . . . .	105	Juli . . . . .	96
Februar . . . . .	111	August . . . . .	108
März . . . . .	112	September . . . . .	104
April . . . . .	104	Oktober . . . . .	92
März . . . . .	98	November . . . . .	91
Juni . . . . .	91	Dezember . . . . .	94

Februar und März liefern die meisten, Juni, Oktober, November die wenigsten Todesfälle. In Fig. 41 und 42 ist die Verteilung der

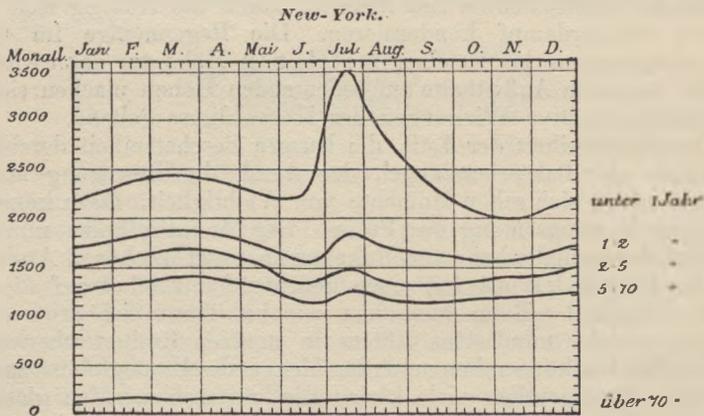


Fig. 41.

Todesfälle für New-York nach Monats-, für London nach Wochenwerten graphisch dargestellt.

Der Einfluß der klimatologischen Faktoren trifft die einzelnen Altersklassen verschieden. Das Kindesalter wird zu einer anderen

Zeit als das Greisenalter gefährdet; ersteres erleidet während der Sommermonate August und September, letzteres im Jänner und Februar die größeren Verluste.

Indem man weiter spezialisiert, kann man sodann auch den Einfluß der klimatologischen Faktoren auf bestimmte Krankheiten studieren. Dies wird ausführlicher später bei Besprechung der Infektionskrankheiten geschehen; nur sei hier nach den Angaben von Baginsky

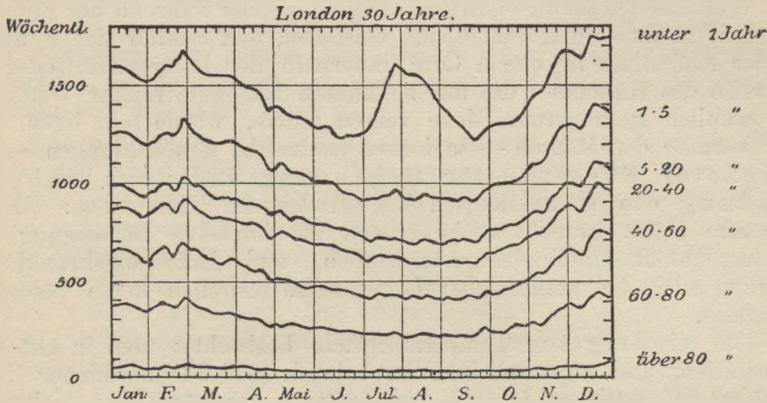


Fig. 42.

für die in Berlin während des ersten Lebensjahres an Darmkrankheiten sterbenden Kindern die graphische Darstellung gegeben. Die kleinste Zahl der Mortalität wurde gleich 1 gesetzt (Fig. 43). Der Monat Juli liefert also zweiundzwanzigmal so viel Erkrankungen als der Februar.

Cholera, Typhus, Malaria, Gelbfieber werden in ihrem Auftreten von Temperatur und Feuchtigkeit beeinflusst; Influenza, Blattern, katarrhalische Erkrankungen treten mehr zur kalten Jahreszeit, das Denguefieber, das Heufieber, die Darmaffektionen der Kinder

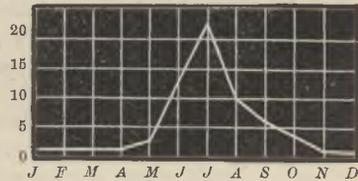


Fig. 43.

aber während des Sommers auf. Wenig hervortretend ist bei Krupp, Diphtherie, Pneumonien das Überwiegen während des Winters, und für Rückfallfieber und Keuchhusten ist wohl kaum eine scharf ausgeprägte Beziehung zu den einzelnen Monaten in der Ausbreitung der Krankheiten zu finden.

Über Tropenkrankheiten s. S. 157.

## Zweites Kapitel.

## Exzessive Klimate und Akklimatisation.

## Das Klima des Kältepoles.

Wer aus den häufigen Erkrankungen, welche während der rauheren Jahreszeit in unseren Klimaten sich einstellen, den Schluß ziehen wollte, daß der Aufenthalt in einem Orte innerhalb der Polargrenze oder im Umkreise des Kältepoles die uns bekannten Nachteile rauher Witterung in wesentlich gesteigertem Maße zeigen müßte, würde sehr irren, vielmehr vermag der Mensch — so lehren zahlreiche Beobachtungen — bei geeigneter Fürsorge für Behausung und noch mehr für Kleidung den erstaunlichsten Kältegraden zu widerstehen. Ja die abnormste Kälte braucht nicht einmal als intensive Belästigung und Unbehaglichkeit empfunden zu werden, und Erkältungskrankheiten erreichen selbst bei nomadischer Lebensweise bisweilen keine besondere Häufigkeit.

Die niedrigsten Temperaturgrade beobachtet man in Ost- und Westsibirien, und zwar scheint Werchojansk ( $67^{\circ} 34'$  nördlicher Breite und  $133^{\circ} 51'$  östlicher Länge) das Zentrum des nördlichen Kältepoles (der ja nicht mit dem Erdpol zusammentrifft) zu sein. Die Mitteltemperaturen dortselbst betragen:

Janner	April	Juli	Oktober	Jahr
— 49	— 14	+ 15·4	— 13·9	— 16·7

Die Schwankungen der Temperatur innerhalb eines Jahres sind ungemein groß; innerhalb weniger Jahre können Minimum und Maximum um  $100^{\circ} \text{C}$  verschieden sein. Das beobachtete Minimum für Werchojansk beträgt  $-63^{\circ} \text{C}$ .

Aber trotz alledem — je trockener die Luft und windstillere die Atmosphäre, um so leichter werden die abnormen Temperaturen ertragen. Gerade die Heiterkeit des Kontinentalklimas macht sich bei diesen niedrigen Temperaturgraden als wesentlicher Vorzug des Klimas geltend. Nach allen genaueren Angaben pflegt also der Aufenthalt in sibirischen Kältegraden keineswegs dem Körper Schaden zu bringen. Für die kältesten Winter auf dem Erdballe, den der Sibirier zu durchkämpfen hat, entschädigt ihn auf anderer Seite wieder eine nicht allzu kurze warme Jahreszeit. In den Sommermonaten entfaltet sich eine reichliche Fauna wie Flora; der Baumwuchs ist schöner, die Vegetation mannigfaltiger und tüppiger in Ostsibirien als unter gleichen Breiten in Deutschland (Adolf Erman).

## Das Polarklima.

Ein wesentlich anderes Bild tritt uns aber bei dem Aufenthalte des Menschen in der Polarregion entgegen. Zwar sind die absoluten Kältegrade keineswegs so bedeutend wie in Sibirien; im Polarklima fehlt aber vor allem der warme Sommer, der mit einem Zauberschlage

die schlummernde Natur erweckt und mit den üppigsten Farben die kurz vorher von Eis und Schnee starrende Fläche schmückt; es fehlt dem Polarklima der klare Himmel und die Trockenheit der sibirischen Winterluft.

Dazu kommt noch die lange Abwesenheit jedweden Sonnenstrahles während der monatelangen Polarnacht.

Was uns an nachteiligen Einflüssen über die Wirkung des Polar Klimas bekannt wird, betrifft ebensowenig wie in Sibirien die Kälte. Die intensivsten Kältegrade werden bei ruhiger Luft ohne Beschwerden ertragen (Peyer) und selbst der rasche Temperaturwechsel, wie er beim Verlassen der Hütten oder des Schiffes eintritt, der mitunter  $40^{\circ}$ — $60^{\circ}$  C beträgt, bleibt bei den ausgewählt kräftigen Leuten ohne Wirkung auf die Lunge (Pavy).

Erst mit Beginn der Polarnacht wankt die Gesundheit. Schläfrigkeit und Abneigung gegen Bewegungen befallen die einen, Schlaflosigkeit, Gemütsdepressionen die anderen. Alle zusammen aber leiden oft an anämischen Zuständen, blaß grünlichgelbe Verfärbung der Haut wurde beobachtet. Keine Beobachtung könnte deutlicher wie jene an den Polarreisenden den Anteil, den das Sonnenlicht an unserem Wohlergehen nimmt, erweisen. Die frische, reine Luft, an der es wahrlich den Nordpolfahrern nicht zu fehlen pflegt, reicht allein zur Erhaltung der Gesundheit nicht aus.

Die Akklimatisation, welche nur allenfalls für das sibirische Klima in Frage kommen kann, bietet, wenn man die Sommerzeit zur Einwanderung benützt, keine Schwierigkeiten.

### Das Tropenklima.

Die Tropenzone, welche etwa 40% der gesamten Erdoberfläche in sich begreift, trägt, wenige Fälle ausgenommen, den Stempel der Beständigkeit; die Temperaturschwankungen sind äußerst gering. So kommt es, daß von der Einteilung des Jahres nach Jahreszeiten ganz abgesehen wird und nur gewisse zeitliche Trennungen durch den Regenfall gegeben sind — Regen- und Trockenzeit.

Die mittlere Jahrestemperatur der tropischen Zone bewegt sich zwischen  $22^{\circ}$ — $28^{\circ}$  C, und obschon die Temperaturen höchst selten auf  $15^{\circ}$ — $20^{\circ}$  sinken, leidet der Tropenbewohner sehr leicht unter Frostgefühl, wobei allerdings die leichte Bekleidung neben einer gewissen Verwöhnung der Haut mit Schuld trägt. Die Pulloneger in Gombe heizen bei  $22^{\circ}$  ihre Nachtlager (Rohlf's).

Lichtfülle und Strahlung ist in den Tropen wegen des Hochstands der Sonne sehr groß; in extremen Fällen werden dabei Bodentemperaturen von  $75^{\circ}$  bis  $85^{\circ}$  C (Loangküste) beobachtet, noch in bedeutender Tiefe besitzt der Boden allenthalben  $22$ — $27^{\circ}$  C (die mittlere Jahrestemperatur). In Massaua mißt das Brunnenwasser in 4—5 m Tiefe noch  $34$ — $35^{\circ}$  C, die Oberflächentemperaturen des Ozeans sind im Mittel  $22$ — $28^{\circ}$  C.

Die Regenzeit folgt in der Regel dem Eintritte des Hochstands der Sonne, zwei Regenzeiten sind selten.

Über die Temperaturverhältnisse gibt folgende Tabelle Aufschluß:

Ort	Breite	Jahrestemp.	Kältester Monat	Wärmster Monat
Batavia . . . . .	6° 11' N	25·9°	25·5°	26·4°
Massana . . . . .	25° 36' N	31·4°	25·5°	36·9°
Sansibar . . . . .	6° 10' S	26·7°	25·2°	28·1°
Kalkutta . . . . .	22° 32' N	24·8°	18·1°	28·4°
Sierra Leone (Westafrika) . . . . .	8° 29' N	26·8°	24·8°	28·4°

Die extremsten Hitzegrade der Luft können aber noch viel höher sein; im Pandschab (Indien) sind Schattentemperaturen von 50° keineswegs selten. Die höchsten Hitzegrade lassen sich ohne Schaden ertragen, wenn die Luft trocken ist, so daß die Verdunstung ausgiebig von statten geht. Dabei ist entsprechend der Wasserverdunstung von der Haut die Wasseraufnahme in den Getränken gesteigert und kann für den Tag bis 1 l oder darüber steigen (Rohlf's).

Da die Lufttemperatur in den Tropen oft nahe der Bluttemperatur, je selbst darüber liegt, hat die Wasserverdampfung für den unbedingt notwendigen Wärmeverlust zu sorgen. In trockener Hitze und bei Luftbewegung befindet sich der Europäer wohl und ist selbst zu Arbeitsleistungen bereit; je höher aber der Feuchtigkeitsgrad steigt, desto mehr wird jede Bewegung zur Last und schließlich bedeckt auch den Körper des Ruhenden profuser Schweiß. Aber diese dem Körper aufgezwungene Ruhe bringt ihm weder Schlaf noch Erquickung; der Hitzschlag kann unter Umständen sogar bei Ruhenden eintreten. Die durch die Nahrungsaufnahme erzeugte Mehrproduktion an Wärme kann gelegentlich in den Tropen zur Überwärmung und zu Hitzschlag führen. Trotz der für den Hitzschlag oder Sonnenstich günstigen Bedingung wird derselbe aber nicht so häufig in den Tropen beobachtet, als man etwa meinen sollte.

Als ein wesentliches Mittel zur Abkühlung und Erfrischung ist in den Tropen das Bad anzusehen, da ja das Wasser, selbst wenn es auf 22–27° temperiert ist, dem Menschen noch reichlich Wärme zu entziehen im stande ist. Die Bäder erfüllen allerdings noch einen anderen bei der gewaltigen Inanspruchnahme der Leistungen der Haut durch die Schweißsekretion nicht minder wichtigen Zweck — den der Hautreinigung. Die Schweißsekretion ist so sehr in manchen Fällen gesteigert, daß bei trockener Luft die Haut nach Verdunstung des Wassers mit den kristallisierten und festen Bestandteilen des Schweißes überzogen ist. Auch die Talgdrüsen des Ohres zeigen eine lebhaftere Vermehrung ihrer Sekretion, ebenso jene an dem Penis; Haare und Nägel wachsen rasch.

Die Gefahren der Tropen werden vielfach überschätzt und ungerecht beurteilt; ein Teil derselben, insoweit damit Störungen der Wärmeökonomie zusammenhängen, läßt sich bei geeigneter Bekleidung (durch Schutz des Kopfes und Nackens gegen die Bestrahlung, helle, weite, poröse Kleidung), maßvoller Nahrungszufuhr, richtiger Einteilung der Ruhepausen während des Hochstands der Sonne u. dgl. und geeigneter Hauptpflege mit Sicherheit vermeiden.

Andere Gefahren dagegen entspringen aus dem Umstand, daß der Einwanderer häufig unter ganz ungünstigen Verhältnissen zu leben gezwungen ist. Der einwandernde Europäer nimmt vielfach eine

andere soziale Stellung ein wie in seinem Heimatland; die ersten Wohnungen sind schlechte und dürftige Hütten, die bei der Unbekanntheit mit dem Lande nicht selten an ungesunden Stellen errichtet werden, die Nahrungsmittel sind ungewohnt, ihre Zubereitung oft nur mangelhaft und die Speisen bei der hohen Lufttemperatur leicht der Verderbnis ausgesetzt, die Versorgung mit Trinkwasser ist häufig kümmerlich, ja bedenklich. Niemand wird bezweifeln können, daß wenn man in unserem Klima in ähnlicher Weise alle hygienischen Rücksichtnahmen außer acht lassen wollte, der Gesundheitszustand ein schlechter sein müßte; es bleibt zu hoffen, daß mit dem Fortschreiten der Kultur und dem Entstehen von sanitär angelegten Ortschaften eine wesentliche Verminderung der derzeitigen Gefahren erreicht werde.

In vielen tropischen (Flachland-) Gegenden beobachtet man in größter Ausdehnung Malaria; auch die eingeborene Bevölkerung wird nicht verschont. Im Ostsudan liegt zu Ende der Sommerzeit ein Viertel der eingeborenen Bevölkerung an Fieber danieder, wenn auch an leichteren Erscheinungen. Außerdem sind Dysenterie und Blattern im Innern Afrikas weit verbreitet. Unter den Fiebern werden auch solche beobachtet, bei denen die gleich bei Beginn der Erkrankung auftretende Gelbsucht ein auffälliges Symptom bildet. In Niederländisch-Indien erzeugen die Fieber die meisten Krankheitsfälle, neben Dysenterie, Leberkrankheiten und der in den letzten Jahren sich außerordentlich verbreitenden Beri-Beri-Krankheit. Letztere ist charakterisiert durch allgemeine Mattigkeit, Herzangst und bisweilen rapid verlaufende Wassersucht, Muskelschwund, Sensibilitäts- und Motilitätsstörungen. Komplikationen von Seite der Leber, Milz oder Nieren beschleunigen den Verlauf. Oft tritt in wenigen Tagen der Tod ein. Auch in dem tropischen Amerika scheinen — soweit es sich nicht etwa um einen hochgelegenen Ort mit charakteristischem Höhenklima handelt — die gleichen Feinde, die wir schon genannt, die Gesundheit zu bedrohen und außerdem kommt in dem gelben Fieber eine wichtige Volkskrankheit hinzu.

Übersieht man alle diese Erkrankungsmöglichkeiten, so sind es im wesentlichen die Fieber, leichte Intermittensformen, wie schwere, welche das Hauptkontingent der Erkrankungen ausmachen. Es sind übrigens Verschiedenheiten zwischen Küstenklima und jenem im Innern des Landes beobachtet; nach den Berichten über Niederländisch-Indien ist die Gesundheit an der Küste weit mehr gefährdet. Ob aber hier nicht etwa auch die verschiedene Höhenlage der Küsten- und Binnenlandsorte mit in Rechnung gezogen werden müßte, mag dahingestellt bleiben.

Statistische Erhebungen über den Einfluß des Tropenklimas auf die Sterblichkeit der Europäer sind aus naheliegenden Gründen nur in beschränktem Umfange vorhanden. Für die niederländisch-indischen Truppen (soweit es sich um Europäer handelt) ist sichergestellt, daß dieselben eine weit höhere, vielleicht die doppelte Sterblichkeitsziffer haben als die gleiche Altersklasse in Europa, und eine Krankheitsziffer, welche für jeden Mann eine mehrmalige ärztliche Behandlung innerhalb eines Jahres berechnen läßt. Schlimmer als die Europäer sind die Afrikaner betroffen, wesentlich gestünder aber erhalten sich die Eingeborenen.

Aber auch bei Überlegung dieser Zahlen möge man beherzigen, daß man es hier mit den Krankheits- und Sterblichkeitsverhältnissen der Mannschaften zu tun hat, die sozial besser situierten Offiziere haben auch andere Gesundheitsverhältnisse. Der Beruf des Soldaten ist übrigens, nach seiner körperlichen Leistung bemessen, der eines Arbeiters, und mögen wir also nur so viel aus dem Gesagten entnehmen, daß ein mit körperlichen Anstrengungen verbundener Beruf dem Europäer in den Tropen der Gesundheit mehr Gefahren bringt als in unseren Breiten.

Anders aber liegt die Sache für den Kolonisten, der in seinen Gewohnheiten dem Klima sich besser zu akkommodieren in der Lage ist, keine schwere Arbeit verrichtet, in der Einteilung seiner Arbeitszeit frei ist und der Pflege des Körpers genügend Aufmerksamkeit widmet. Für ihn ist jedenfalls die Gefährdung der Gesundheit nur wenig größer als in der gemäßigten Zone. Auch der geistigen Anstrengung ist das Tropenklima nicht feindlich, wie häufig angenommen wird.

Die Frauen sind, vorausgesetzt, wie im vorhergehenden Falle, daß ihre soziale Stellung eine gewisse Schonung ihrer Kräfte zuläßt, wenigstens nach den Angaben für Niederländisch-Indien nur insofern mehr gefährdet als die Männer, als sie bald welken und an Störungen des Genitalapparats, verbunden mit anämischen Zuständen, zu leiden haben.

Was die Sterblichkeitsziffer der europäischen Kinder in Niederländisch-Indien anlangt, so ist dieselbe kleiner als in Europa; Kinder ertragen, wenn sie mehr als fünf Jahre alt sind, die Einwanderung gut. Für andere Gegenden des Tropenklimas lauten die Angaben weniger günstig und manche bezweifeln, daß sich allerorts das asiatische und afrikanische Tropenflachland zur unvermischten Fortpflanzung der weißen Rasse eigne.

Eine häufig aufgeworfene Frage ist jene, ob eine Akklimation an das Tropenklima stattfände. In gewissem Sinne wird dieselbe bejaht, insofern nämlich der Eingewanderte lernt, mit den ungewohnten Verhältnissen zu rechnen und viele Schädlichkeiten zu vermeiden.

Weiter aber scheint sich die Wirkung nicht zu erstrecken, wenigstens nicht in einer Generation. Eine vollkommene Immunität gegen Malaria wird nicht erworben; sie hat, wo sie beobachtet wird, meist von Anfang an bestanden. Etwas anders liegen die Verhältnisse für die Eingeborenen. Zwar haben wir berichtet, daß im Ostsudan ein Viertel der einheimischen Bevölkerung zu gewissen Zeiten an Fieber daniederliegt. Unzweifelhaft wird durch die Akklimation bei den Einheimischen die Heftigkeit der Anfälle gemildert. Ebensowenig wie bei Malaria soll bei Eingewanderten sich bei anderen endemischen Krankheiten eine Akklimationswirkung zeigen.

Die zweite wesentliche Aufgabe der Klimatologie, die wir als „medizinische Geographie“ bezeichnet haben, ist für die Tropen in kurzem Umriss miteingeflochten worden, im übrigen muß aber auf die spezielle Betrachtung der einzelnen Infektionskrankheiten (siehe später) verwiesen werden.

In neuerer Zeit sucht man die Einflüsse des Klimas auch zur Heilung der verschiedenartigsten Krankheiten zu verwenden; mehrfach hat die medizinische Geographie Anstoß zu derartigen Versuchen gegeben. Näheres über diese Bestrebungen findet sich in den Handbüchern über Balneologie und Klimatherapie.

Literatur: Lommel, Wind und Wetter, München 1873. — Hann, Klimatologie Wien 1883 und 1897. — Renk, Die Luft, Handbuch der Hygiene, 1885. — Brückner, Klimaschwankungen, Wien 1890. — Hirsch, Handbuch der hist.-geog. Pathologie, Stuttgart 1881 bis 1887. — Das Leben in der Tropenzone, nach Dr. vander Burg, bearbeitet von Dr. Diemer, Hamburg 1887. — Magelssen, Die Abhängigkeit der Krankheiten von der Witterung, Leipzig 1890. — Krieger, Aetiolog. Studien, Straßburg 1880. — Günther, Lehrbuch der physikalischen Geographie, Stuttgart 1891. — Rubner, Klimatologisches und Physiologisches der Klimatherapie, Handbuch der physical. Therapie, Leipzig (Thieme) 1901. — Hann, Lehrbuch der Meteorologie, 1901. — Courmont et Lesieur, Atmosphère et Climats, 1906.

---

## Fünfter Abschnitt.

---

# Das Wohnhaus.

---

### Erstes Kapitel.

#### Zweck des Wohnhauses.

Die hauptsächlichste Aufgabe der menschlichen Wohnung besteht in dem Schutze, gegen Unbilden und Gefahren der Witterung; in ihrem Innern muß ein von der Außenwelt unabhängiges, unser Wohlbefinden beförderndes künstliches Klima geschaffen werden. Wir wollen Schutz erhalten gegen Regen wie Feuchtigkeit, gegen Wind und Sturm, die Räume durch Heizung auf eine uns behagliche Temperatur erwärmen, oder in der Sommerzeit der glühenden Sonne uns entziehen; wir wünschen Licht und Luft in unseren Wohnungen, und nur im Besitze all dieser Wohltaten und künstlichen Lebensbedingungen können wir ungestört und frei von der Sorge der das Wohlbefinden bedrohenden Gefahren der eigentlichen Lebensaufgabe uns widmen.

Aber keineswegs immer glückt es, in dem Wohnhause, das wir als ein Kampfmittel gegen die feindliche Einwirkung des Klimas errichten, jederzeit auch einen Hort unserer Gesundheit zu finden. Nur zu häufig schließen wir nicht nur die Unbilden der Witterung, sondern auch Luft, Licht und Wärme aus dem Hause aus und erzeugen in dem Bollwerk gegen Krankheiten eine Quelle selbstgeschaffener Gefahren. Die Beheizung und künstliche Beleuchtung ersetzen uns wohl, was ein rauhes Klima an Licht und Wärme uns versagt, werden aber doch selbst bisweilen bei unrichtiger Anlage die Quelle neuer Übel.

Mit dem Witterungsschutze allein ist übrigens die Aufgabe des Hauses nicht erfüllt. In einem den sanitären Anforderungen entsprechenden Gebäude müssen genügende Räume für die Forderungen des täglichen Lebens, Schlaf-, Wohn- und Küchenräume, in zweckmäßiger Verteilung vorhanden sein. Der Gewinnung derartiger Einrichtungen für den Minderbemittelten stehen freilich zahllose Hindernisse in dem Wege; aber es gibt kaum eine wichtigere Aufgabe als

die Erreichung dieses Zieles. Eine Wohnung muß nach der Tagesarbeit einen behaglichen Aufenthalt bieten, dann äußern sich auch nach anderen Richtungen hin wohltätige Folgen. Das Familienleben wird gehoben und damit die Moralität, und kein Mittel vermag in wohlthuerender Weise das Wirtshausleben und den Hang zum Trunke einzuschränken als die Behaglichkeit der eigenen Behausung; mit dem Sinne für die Entwicklung des Familienlebens im Hause hebt sich der Trieb zur Reinlichkeit und damit wird indirekt der Verbreitung von Krankheiten entgegengetreten.

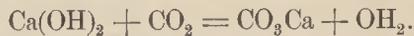
### Feuchte Wohnungen.

Soweit der Regenfall eine Durchnässung des Hauses erzeugen könnte, ist derselben durch wasserdichte Bedachung, durch ein über das Mauerwerk vorspringendes Dach und die Dachtraufe, allenfalls auch durch Verschalung der dem Winde und Regen am meisten ausgesetzten Seitenwände mit Holz, Schiefer usw. (Wettermantel) leicht zu begegnen.

Die Durchfeuchtung des Hauses beziehungsweise seiner Wandungen tritt auch von unten, vom Boden aus ein, verursacht durch kapillare Aufsaugung von Wasser bei feuchtem Untergrunde. Zur Verhütung dieses Übelstands ist auf eine gehörige Auswahl des Baugrundes Bedacht zu nehmen, indem Stellen, an welchen die Mauern zeitweise oder immer im Grundwasser stehen, vermieden werden. Je nach der Bodenart muß die Sohle des Hauses verschieden weit vom höchsten Grundwasserstand entfernt liegen (0·5 m, 1 m und darüber). Bisweilen läßt sich durch Drainage des Bodens, d. h. Einlegen von Tonröhren mit durchbrochenen Wandungen und Ableitung des Wassers, ein Austrocknen des Untergrunds erreichen. Hilfsmittel gegen Nässe der Mauern sind das Einfügen von Asphalt zwischen die Steinlagen oder das Verputzen mit Asphaltmörtel (an der Außenseite), endlich die Errichtung von Isoliermauern, welche 0·5 m von den Hausmauern entfernt bis an die Oberfläche des Bodens geführt werden. Zwischen Hauswand und feuchtem Erdreich entsteht dann gewissermaßen ein Graben, welcher durch die Atmosphäre beständig ventiliert und ausgetrocknet wird.

Eine ganz gewaltige Durchfeuchtung des Hauses findet bei jedem Neubau statt. Die Baumaterialien, Kalk wie Bausteine, verbinden sich nur im wasserdurchtränkten Zustand und die Menge des aufzunehmenden Wassers ist keine geringe. Der gebrannte Kalk bedarf zur Bildung von Kalkbrei allermindestens die dreifache Menge von Wasser, obschon zur Erzeugung von Kalkhydrat  $\text{CaO} + \text{OH}_2 = \text{Ca}(\text{OH})_2$  für einen Teil nur 0·32 Teil Wasser nötig wären, und die Baumaterialien nehmen in ihre Poren gleichfalls reichliche Mengen Wassers bei der Benetzung, welche dem Einfügen der Steine vorausgeht, auf. Zur Herstellung eines steifen Kalkbreies wird meist sogar das 11fache Gewicht des angewandten Kalkes benützt, von diesem Wasser versickert ein Teil in der Kalkgrube. Die Feuchtigkeit soll, ehe ein Haus als trocken gelten kann, durch Verdunstung entfernt und das Haus lufttrocken geworden sein. Für ein Backsteinhaus mit drei Stockwerken à 5 Zimmer berechnet Pettenkofer 85·000 l Wasser in dem Mauerwerk eingelagert.

Nur ein verschwindend kleiner Teil des abgelagerten Wassers wird nicht durch die Austrocknung allein, sondern durch die Kohlensäure der Luft frei gemacht — nämlich das an Kalk als Hydratwasser gebundene:



Es macht kaum mehr als 5% der Gesamtfuchtigkeit aus; das Aufstellen von Kohlen- oder Koksöfen trägt durch die Kohlensäureerzeugung also nur wenig zur Entfernung des Wassers aus den Gebäuden bei.

Wie schon oben gesagt, müssen letztere, ehe sie bewohnt werden, lufttrocken geworden sein; die Austrocknung erfolgt im allgemeinen nur langsam und sind bei mittleren Klimaten mindestens vier Sommer- und etwa sechs Wintermonate (beziehungsweise Herbstmonate) notwendig. Die künstliche Austrocknung bewerkstelligt man durch kräftiges Heizen der Räume bei gleichzeitiger Ventilation, damit die mit Wasserdampf beladene Luft entweiche und durch trockene ersetzt werden kann.

Gut ausgetrocknete Mauern enthalten nicht mehr als 0.4—0.6% freies Wasser. Neubauten sind als trocken anzusehen, wenn der Gesamtmörtel nicht mehr als 1% Wasser enthält. 4—5% Feuchtigkeit machen sich für das Gefühl bereits deutlich bemerkbar (Lehmann und Nußbaum).

Sind die Räume nicht völlig ausgetrocknet und die Poren des Materials eben erst für Luft durchgängig geworden, so können beim Beziehen solcher Räume „feuchte Flecken“ an den Wandungen wegen Schließung der Poren durch Kondensation von Wasserdampf wahrgenommen werden (Pettenkofer).

Eine weitere, häufige und sehr ausgiebige Quelle, welche die Wohnräume feucht macht, ist die Verwendung von ungeeignetem Bauwasser bei Herstellung des Hauses. Wenn das beim Bau zum Mörtelmachen verwendete Wasser viel salpetersaure Salze und Chlorverbindungen enthält, verbindet sich der Kalk mit dem Chlor der Chlorverbindungen des Wassers zu Chlorkalzium. Dieses sowohl, sowie die salpetersauren Salze sind Körper, welche die Fähigkeit besitzen, beträchtliche Mengen von Kristallwasser zu binden. So vermögen 56 Gewichtsteile vollkommen wasserfreien Chlorkalziums 108 Teile Wasser anzuziehen und zurückzuhalten. Wenn aber über wasserhaltiges Chlorkalzium trockene Luft strömt, so gibt ersteres an letztere einen Teil des Wassers wieder ab. Gerade so verhält sich auch jenes Chlorkalzium und die salpetersauren Salze, welche nach dem Verdampfen des Mörtelwassers in den Mauern des Gebäudes zurückbleiben. Sie wirken wasseranziehend bei feuchter Witterung oder bei stärkerem Wassergehalt der Luft und geben das Wasser wieder ab, sobald die das Mauerwerk umgebende Luft einen gewissen Grad von Trockenheit erreicht. Wände, zu deren Mörtel solches Wasser benützt wurde, sind bald trocken, bald naß. Durch diesen ununterbrochen ablaufenden Wechsel bröckelt das Mauerwerk ab, zerfällt, und der Mauerfraß macht immer größere Fortschritte; die eingetrockneten, hygroskopisch wirkenden Salze des Mauerwerks können nicht beseitigt oder in ihrer Wirkung unschädlich

gemacht werden, außer durch gänzliche Entfernung des sie enthaltenden Baumaterials.

Das ungeeignete Bauwasser ist nicht die einzige Ursache dieser Art von Mauerfeuchtigkeit. Auch mit gutem Wasser gebaute und selbst längere Zeit nach dem Baue ganz trocken gewordene Mauern können chlorkalzium- und salpetersalzhaltig und demnach im oben besprochenen Sinne feucht werden, wenn durch Unwissenheit, Unzweckmäßigkeit der Bauweise oder Unreinlichkeit der Bewohner die Mauern nachträglich mit den erwähnten wasseranziehenden Substanzen infiltriert werden. Es ist das häufig der Fall. Wenn die Abortschläuche undicht geworden sind und deshalb jene Massen, welche durch sie abfließen sollten, die Mauern beschmutzen, so werden die stickstoffhaltigen Substanzen, welche mit der Wand in Berührung kommen und zum Teil von derselben aufgesaugt werden, innerhalb des porösen Mauerwerks zu salpetersauren Salzen umgewandelt, die obenerwähnte Übelstände verursachen.

Am häufigsten werden die Wohnräume feucht durch ein unzweckmäßiges Gebaren der Bewohner selbst. Wird ein zu kleiner Wohnraum von mehreren Personen benützt, so sammeln sich in kurzer Zeit sehr beträchtliche Quantitäten von Wasserdampf durch die Ausatmung in der Luft an. Ein größerer oder kleinerer Teil dieses vom Stoffwechsel herstammenden und aus dem Organismus ausgeschiedenen Wassers schlägt sich an die kälteren Wandungen nieder und macht sie feucht. Diese Erscheinungen werden um so früher und um so intensiver eintreten, je dichter ein Wohnraum besetzt ist, je leichter seine Wandungen abgekühlt werden können und je weniger er gelüftet wird. Dicke Mauern kühlen sich beim Fallen der äußeren Temperatur bedeutend langsamer und weniger ab als dünne. Unter sonst gleichen Umständen werden demnach dicke Mauern weniger feucht als dünne. Das beste Hilfsmittel gegen diese Art der Durchfeuchtung der Wände ist und bleibt Reinlichkeit, möglichst geringer Belag mit Insassen, häufige und ausreichende Lüftung insbesondere zu Zeiten, wenn die Außenluft trockener ist, und die Abhaltung anderweitiger Wasserdünste. So einfach diese Abhilfe erscheint, so schwierig ist sie in den meisten Fällen durchführbar. Der Arme lüftet nicht, weil er dadurch die teuer erkaufte Wärme zu verlieren befürchtet; er wohnt eng zusammengedrängt mit seiner Familie.

Viele Inwohner unterlassen es, die Küche fleißig zu lüften. Die Folge davon ist, daß die anstoßenden Wände durch die massenhaften Dünste, welche sich in der Küche entwickeln, in kurzer Zeit gänzlich durchnäßt werden. Zudem wird auch häufig die Küche als Waschklokal für Wäsche benützt, sogar in Häusern, welche eigene Waschküchen haben, weil die Hausfrauen es ökonomischer und bequemer finden, neben den Speisen gleichzeitig auch die schmutzige Wäsche auszukochen.

Eine Ursache der Feuchtigkeit im Hause ist in dem zu frühen Verstreichen der Fugen, zu frühzeitigem Tapezieren, Herstellen von Ölanstrich und Parkettieren des Bodens zu suchen.

In Räumen mit feuchten Wandungen ist der Feuchtigkeitsgehalt der Luft erhöht, und in allerdings exzessiven Fällen kann es so weit kommen, daß schon mäßige Temperaturgrade ein lästiges Wärmegefühl erzeugen. Der Wasserdampf der Luft schlägt sich bei Abkühlung solcher Räume an den kühleren Stellen der Wandungen, in den Ecken, hinter Möbeln u. s. w. nieder und gibt (namentlich in tapezierten Räumen) zu

intensiver Schimmelbildung oder — wenn der Wassergehalt genügend wird — auch zur Entwicklung anderer Keime, zur Faulnis, Veranlassung. Die Schimmelentwicklung ist eine regelmäßige Beigabe feuchter Wohnungen. Diese Wucherungen zerstören Leinenwaren, Wäsche, Kleider völlig, da sie deren Bestandteile aufzehren.

Regelmäßig findet man in Kellerwohnungen Klagen über Feuchtigkeit; hier liegt entweder vom Boden aufsteigende Feuchtigkeit vor oder das Einströmen der Luft, die über den nassen Straßenboden hinwegstreift. Besonders bedenklich sind Schimmelpilzwucherungen an Tapeten mit einem geringen Arsengehalte. Es können dabei flüchtige organische Arsenverbindungen entstehen (Gosio).

Feuchte Wandungen sind namentlich während der kälteren Jahreszeit kühler als trockene und es kann die direkte Berührung der Wand beim Schlafen Belästigung wie Schaden bringen, die Ausstrahlung gegen feuchte Mauern ist erhöht und, was wohl das Wichtigste ist, der Luftaustausch, d. h. die Ventilation des Raumes, solange die Poren des Baumaterials mit Wasser gefüllt sind, unmöglich. Dieser Umstand trägt dann weiter dazu bei, solche Räume unwohnlich zu machen. Die Luft verschlechtert sich rasch, der Wasserdampf des Beleuchtungsmaterials, wie derjenige der Atemluft erhöhen die relative Feuchtigkeit der Luft und geben der Atmosphäre etwas unangenehm Schwüles und Beklemmendes. Dies hindert manchmal nicht, daß jene, welche den Mauern nahe sich befinden, keineswegs das Gefühl behaglicher Wärme haben.

Die Unbehaglichkeit und der Nachteil feuchter Wohnungen tritt übrigens wesentlich nur bei der ärmeren Bevölkerung hervor. Sind die Räume nicht zu dicht bewohnt und verfügt man über ausgiebige Heizung und sieht auf fleißiges Lüften der Wohnung, so wird selbst bei nicht völlig befriedigender Austrocknung ein belästigender oder gar gesundheitsnachteiliger Feuchtigkeitsgrad der Luft u. s. w. wohl kaum beobachtet; die Schimmelbildung dagegen läßt sich nicht völlig vermeiden. Sie kann durch fleißiges Entfernen des Pilzbelages und die allmähliche Austrocknung bekämpft werden.

Nach Lehmann und Nußbaum verfährt man zur Prüfung der Baufeuchtigkeit so, daß man 20—100 g Mörtel der Mauer entnimmt, wiegt, die groben Steinchen entfernt (und wiegt). Der Feinmörtel wird 1—1½ Stunden im kohlenstofffreien Luftstrom getrocknet bei 100°. Hierbei erhält man das freie Wasser.

Man glüht und treibt das Hydratwasser in einen mit konzentrierter Schwefelsäure gefüllten gewogenen Apparat; die Gewichtszunahme entspricht dem Hydratwasser. Wieviel Kalk im ganzen vorhanden war, erfährt man, wenn man den geglühten Kalk titriert. Hierzu kann man ebenso wie bei der Bestimmung des noch nicht in kohlenstoffreichen Kalk umgewandelten Kalkanteiles wie folgt verfahren:

100 cm<sup>3</sup> Wasser werden in einem Kölbchen durch Kochen von Kohlensäure befreit; dann der zu untersuchende Mörtel (1—10 g) in das Kölbchen gebracht und unter zeitweiligem Schütteln 24—48 Stunden stehen gelassen. Von der Flüssigkeit wird alsdann ein Teil mit  $\frac{1}{10}$  Normalschwefelsäure unter Zusatz von Rosolsäure als Indikator titriert, 1 cm<sup>3</sup> der Säure entspricht 3·69 mg Ca(OH)<sub>2</sub>.

Nach Lehmann ist ein Haus bewohnbar, wenn die durchschnittliche Feuchtigkeit des Gesamtmörtels (Feinmörtel und Steinchen) nicht mehr als 1% beträgt. Die Forderung von Gläßgen mit 1% des Feinmörtels entspricht etwa 0·5% Feuchtigkeit des Gesamtmörtels (Archiv f. Hyg. IX, p. 252).

### Der Hausschwamm.

Durch zu frühzeitiges Legen des Fußbodens, namentlich von Parkett, wird nicht selten sehr viel Feuchtigkeit im Zwischenboden zurück-

gehalten und dadurch unter geeigneten Umständen die Ursache zur Entwicklung von Pilzen gelegt, welche die Holzteile zerstören, nicht selten aber auch auf die Gesteinsmasse übergreifen und die Baufestigkeit eines Hauses in Frage stellen. Von den verschiedenen im Holzwerk vorkommenden Pilzen kommen wesentlich nur *Polyporus vaporarius* und *mollis* sowie *Merulius lacrymans* (Hausschwamm) in Frage.

Der erstere findet sich an lebenden Fichten und Kiefern; der letztere an gefällttem Holze. Das Mycel (Fasergeflecht) von *Merulius lacrymans* überzieht Balken und Dielen und bildet später meterlange derbe Stränge. Bleibt das Bauholz feucht, so entwickelt er sich im Hause, besonders in Kellerräumen. Auch an sich gesundes Holz kann durch Lagern mit infiziertem angesteckt werden.

*Merulius lacrymans* bedarf als Hauptnahrung Nadelholz, weniger gut nährt Eichenholz. Er findet sich auf totem Holze im Walde namentlich an alten Fichtenstöcken. Seine Hyphen dringen in die Pflanzenzelle, nehmen Eiweiß auf, lösen Koniferin und die Zellulose und es hinterbleibt eine aus Holzgummi, Gerbstoff und oxalsaurem Kalk bestehende schwarzbraune Masse, welche beim Trocknen stark schwindet; letztere quillt wie ein Badeschwamm und ist sehr geeignet, kapillar Wasser zu heben.

*Merulius lacrymans* wächst auf dem Holze, aber unter Umständen wächst er über nicht ernährendes Material hinweg in Mauerwerk, den Boden und Steinplatten hinein. Das Mycel verdickt sich zu fingerdicken Strängen, welche gefäßartige Organe, in denen Nährmaterial weiter transportiert wird, enthalten. Beim Hinklettern an Mauern entzieht er Kalk; auch auf trockenes Holz kann er überwuchern, wenn durch die Stränge reichlich Wasser von anderen Stellen angesaugt wird.

In dampfen, feuchten Räumen tritt Wasser aus, was ihm den Namen *lacrymans* gegeben hat. Wo der Pilz recht gut gedeiht, bildet er den Fruchtkörper mit den rostfarbenen Sporen; jede Spore hat eine Keimöffnung, welche durch ein Zäpfchen, das sich in alkalischen Flüssigkeiten löst, verschlossen ist. Wo also Urin, Humus, Asche u. s. w. sich finden, löst sich das Zäpfchen und das Auskeimen beginnt. Der frische Hausschwamm riecht nicht schlecht, wohl aber der faulende.

Das Bauholz kann sich schon im Walde infizieren; wichtig ist aber die Beschmutzung mit Harn (auf den Zimmerplätzen, im Fehlboden beim Baue) bei Gegenwart von Feuchtigkeit. Die Sporen von *Merulius lacrymans* sollen, eingeatmet, beim Menschen Müdigkeit, Schläfrigkeit, Brechneigung, Abspannung der Kräfte hervorrufen und finden sich im Auswurfe (Eulenburg, Öffentliches Gesundheitswesen, I, p. 747). Es wird aber neuerdings diese Einwirkung in Frage gestellt.

Als Prophylaxe gegen Hausschwamm hat zu dienen: Gutes Austrocknen des Rohbaues, Ausschluß von Koks, Asche, Steinkohlenlöschel von dem Fehlboden; der Fehlboden wird am besten durch kleine Spalten, welche an den Fußleisten anzubringen sind, ventilierbar gemacht.

Literatur: Zopf, Die Pilze, p. 344. — Hartig, Lehrbuch der Baumkrankheiten. — Wagner, Technologie, p. 697. — Hartig, Der echte Hausschwamm und andere das Bauholz zerstörende Pilze. 1902.

## Zweites Kapitel.

### Die Wärmeökonomie des Wohnhauses.

#### Die natürliche Wärmeökonomie.

Das Haus ist unbeheizt in seiner Temperatur von den klimatischen Einflüssen abhängig. Die Wärmezufuhr besteht entweder direkt in der Bestrahlung durch die Sonne, bei bewölktem Himmel in diffuser Wärmestrahlung des Himmels, ferner der Bestrahlung durch benachbarte terrestrische Gegenstände (reflektierte Wärme), oder sie besteht

in der Wärmeleitung durch die erwärmte Luft und aus dem erwärmten Boden. In reziproker Weise findet der Wärmeverlust durch Ausstrahlung, durch Übertragung der Wärme an die Luft und Ableitung von Wärme in den Boden statt. Die Erwärmung oder Abkühlung durch Kontakt mit der Luft ist wesentlich (neben der Temperaturverschiedenheit) von der Windgeschwindigkeit abhängig. Da während eines Regens die Hauswandungen oft intensiv durchnäßt werden, so ist zeitweise, wenn man von der unmittelbaren Wirkung der Durchfeuchtung durch kühleres oder wärmeres Regenwasser absieht, eine Abkühlung des Hauses durch verdunstendes Wasser nicht ausgeschlossen.

Die Warmewirkung, welche ein Haus trifft, macht sich nicht sofort auch in den Wohnräumen geltend, da die Wände des Hauses im allgemeinen aus schlechten Wärmeleitern zusammengesetzt sind, wie Holz, Stein, Mörtel, und die Wandungsdicken durchwegs nicht unbedeutend zu sein pflegen. Dann aber gibt das Baumaterial bei seiner großen Masse trotz der wesentlich kleineren Wärmekapazität als Wasser (1 Volum Holz hat eine spezifische Wärme von 0·32, Marmor von 0·506), zur Wärmeaufspeicherung günstige Gelegenheit.

Dies tritt besonders hervor, wenn man die Verhältnisse der Wärmeübertragung durch die Luft ins Auge faßt. Um 1 m<sup>3</sup> weichen Holzes zu erwärmen, müßten nicht weniger als 1083 m<sup>3</sup>, und um 1 m<sup>3</sup> Marmor 1<sup>0</sup> zu erwärmen, nicht weniger als 1988 m<sup>3</sup> Luft sich um 1<sup>0</sup> abkühlen. \*)

Umgekehrt vermögen die Baumaterialien, wenn sie einmal erwärmt sind, ungeheure Mengen von Luft zu erhitzen, ehe die Abkühlung vollendet ist.

Die Hauswandungen sind also Speicher für die Wärme, welche das Eindringen der Wärme hindern, aber eben auch in manchen Fällen noch Hitze abgeben, wenn die Erwärmung des Hauses längst aufgehört hat.

In den Sommermonaten kann die steigende Erwärmung der Zimmerluft durch die durchwärmten Wandungen bis tief in die Nacht hinein anhalten. Die intensivste, die verschiedenen Teile des Hauses höchst ungleich erwärmende Quelle ist die Bestrahlung durch die Sonne. Der Auffallswinkel modifiziert wesentlich den Erfolg der Bestrahlung.

Die vertikalen Wandungen bieten, solange die Sonne tief steht (also in der Frühstunde und am Spätnachmittag), die günstigsten Bedingungen zur Warmewirkung, doch ist die letztere freilich durch die bedeutende Wärmeabsorption der Atmosphäre bei Tiefstand der Sonne etwas geschwächt. Der Boden und flache Dächer empfangen wegen der schiefen Inzidenz um diese Zeit nur wenig Wärme.

Je höher die Sonne um die Mittagszeit sich hebt, desto mehr fallen die Strahlen in schieferm Winkel auf die Hauswandung, ja sie würden dieselben bei Zenitstand der Sonne gar nicht mehr treffen; der Boden und das horizontal gelagerte Dach dagegen (bei Giebeldächern mit 45<sup>0</sup> Steigerung u. dgl. verhält es sich anders) zeigen nun das

\*) Weiches Holz hat ein spezifisches Gewicht von 0·5; 1 m<sup>3</sup> = 500 kg; also bei der spezifischen Wärme von 0·65 ist der Wasserwert von 1 m<sup>3</sup> 325 l Wasser, und da zur Erwärmung von 1 m<sup>3</sup> Luft um 1<sup>0</sup> rund 0·3 Kal. erforderlich sind, so sind zur Erwärmung von 325 l Wasser  $\frac{325}{0·3} = 1083$  m<sup>3</sup> Luft notwendig. 1 m<sup>3</sup> Marmor wiegt 2840 kg; bei einer spezifischen Wärme von 0·21 ist der Wasserwert = 596·4 l, also zur Erwärmung  $\frac{596·4}{0·3} = 1988$  m<sup>3</sup> Luft nötig.

Maximum ihrer Erwärmung, zumal bei Hochstand der Sonne der Wärmeverlust der Sonnenstrahlen beim Durchgang durch die Atmosphäre am geringsten ist.

Neben der Strahlung der Sonne und dem Auffallswinkel müßte offenbar noch weiter die Zeit der Bescheinung der einzelnen Gebäudeteile bekannt sein, sowie der Grad der Wärmeabsorption, wenn man sich durch Rechnung eine Vorstellung von dem Gange der Wärmeverhältnisse eines Hauses machen wollte.

Knauff und Valentiner haben die Wärmemenge, welche durch die direkte Einwirkung der Sonnenstrahlen den vier genau nach Nord, Ost u. s. w. orientierten Seitenflächen eines in 49° nördlicher Breite stehenden Würfels von 1 m Seitenlänge bei klaren Tagen zugeführt wird, berechnet; für die wichtigsten Tage des Jahres wurde an Kal. gefunden:

	Ost- und Westseite	Südseite	Nordseite
	je		
Sommersolstitium . . . . .	2600	1904	467
Äquinoktium . . . . .	1534	3375	0
Wintersolstitium . . . . .	358	1965	0

Zur Zeit des Sommersolstitiums erhält O + W 5200 Kal. im Tage und S + N nur 2371; Süd allein 1904; am kürzesten Tag im Winter O + W nur 716, S + N 1965. Die von Vogt im Sommer ausgeführten Messungen, nach denen die von der Wand aufgenommene Wärme O : W : S wie 100 : 81 : 77 sich erhalten soll, stehen nicht ganz im Einklang mit der Rechnung, beweisen aber auch, daß die Südwand im Sommer nicht die meiste Wärme empfängt.

Die einzelnen Wände haben infolge der verschieden intensiven Bescheinung (an einem Sonnenscheintage) ganz verschiedene Temperatur, und zwar erreichen sie das Maximum ihrer Wärme an der dem Wohnraume zugekehrten Seite, weil die Wärme nur allmählich durchtritt und die Tagesstunden der Erwärmung bei Ost-, Süd- und Westwand verschieden sind, zu sehr verschiedenen Zeiten, Nord- und Südwand ändern nur wenig ihre Temperatur. Ost- und Westwand zeigen dagegen größere Schwankungen; erstere zeigt vor Mitternacht, letztere nach Mitternacht ihr Maximum (Flügge).

An trüben Tagen, wenn die direkte Bestrahlung nicht vorhanden ist, fallen selbstverständlich die von der letzteren bedingten und oben besprochenen Einflüsse weg und es erfolgt die Zunahme der Temperatur aller Wandungen mehr gleichmäßig.

Die einzelnen Stockwerke eines Hauses weisen Verschiedenheiten in ihren Wärmeverhältnissen auf, einerseits weil die Mauerdicke wechselt und damit die Durchgangsmöglichkeit für die Wärme; das Erdgeschoß, welches die Last des übrigen Hauses zu tragen hat, hat dicke Mauern, und diese Dicke nimmt in den Obergeschossen mehr und mehr ab. Dann aber steht das Erdgeschoß vielfach in unmittelbarer Berührung mit dem Boden, kann sonach während vieler Monate an diesen Wärme durch Leitung verlieren. Die Dachwohnungen andererseits erhalten wegen der intensiven Erhitzung der Bedachung bei der Bestrahlung Wärme von oben zugeleitet. Die hochgelegenen Wohnungen werden meist sofort nach Sonnenaufgang und bis zum Sonnenuntergang von den Strahlen getroffen, indes die dem Boden näheren Stockwerke viel später (zumal wegen der Beschattung durch benachbarte Häuser u. s. w.) den Sonnenstrahlen zugänglich und auch früher aus demselben Grunde wieder verlassen werden. Endlich hat man eine von den tiefer gelegenen Stockwerken nach den höher gelegenen ziehende Luftbewegung beobachtet (E. Voit und Forster). Man kann daher in den höheren Stockwerken

relativ größere Schwankungen der Temperatur innerhalb eines Tages wahrnehmen als im Erdgeschoße; am lebhaftesten pflegen die Schwankungen im Dachgeschoße zu sein. Monatelange Beobachtungen in unbewohnten Räumen, die Verfasser schon 1886 ausgeführt hat, zeigten, daß die Temperaturschwankungen innerhalb eines Hauses immer geringer sind als im Freien; das Haus mildert also auch in ungeheiztem Zustand das „Klima“; besonders gering sind die Schwankungen im Kellergeschoße.

Die Tagesmittel der Temperatur (jene des Kellers ausgenommen) liegen auch bei Räumen, deren Wandung nur wenig von Sonnenstrahlen getroffen wird, höher als die Tagesmittel im Freien. Die letzteren werden im wesentlichen durch die Erhitzung des Bodens, die ersteren durch die Wandtemperatur bestimmt, aber keineswegs ausschließlich. Bei Bescheinung durch die Sonne findet man die Stubentemperatur vielfach höher als die Wandtemperatur. Es rührt dies davon her, daß die leuchtenden Strahlen nahezu ohne Verlust durch die Fenster treten und bei dem Auffallen auf die Gegenstände in dunkle (Wärme-) Strahlen übergeführt werden, für welche aber das Fensterglas nur wenig durchgängig ist. Das Glas wirkt also selektiv auf die Strahlen, ähnlich der Atmosphäre.

In Kellerwohnungen halten sich die Temperaturen während der Nichtheizperiode immer etwas niedriger als die Lufttemperaturen im Freien und man kann sagen, daß die Temperaturen in unserem Klima stets für einen gesunden und behaglichen Aufenthalt des Menschen zu niedrig sind. Der Aufenthalt in den Wohnräumen ist, abgesehen von der Abhaltung der Sonnenstrahlen, in Hinsicht auf die Wärmeverhältnisse und besonders wegen der Ruhe der Luft und wegen des Windschutzes förderlich.

Übermäßige Erhitzung des Hauses kann durch Abschluß der Sonnenstrahlen durch Vorhänge, Jalousien u. dgl. bei gleichzeitiger Ventilation des Raumes vermieden werden. In den heißen Klimaten wird die Bauweise geändert, hohe luftige Räume geschaffen, die Straßen enge gehalten, um das Eindringen der sengenden Sonnenhitze zu vermeiden. In unserem Klima bedarf es weit mehr des Aufsuchens der Sonnenwärme, als der Vorrichtungen, um die letztere fernzuhalten. Nur während eines kleinen Teiles des Jahres ist die natürliche Wärmeökonomie ausreichend, um eine behagliche Existenz zu gewähren, weitaus den größeren Teil des Jahres bedarf es der künstlichen Wärmeversorgung — der Beheizung.

### Die Heizung.

#### Das Wärmebedürfnis der Räume.

Zweck und Ziel der Heizung ist, in bewohnten Räumen jenen Wärmegrad herzustellen, der erfahrungsgemäß für die Inwohner am behaglichsten und zuträglichsten ist. Kame betreffs der Heizung bloß der hygienische Gesichtspunkt in Betracht, so würde von einer Heizung nur zu fordern sein, daß sie den für die Gesundheit der Bewohner erforderlichen Wärmegrad erzeugt, diese Wärme dem Raume und der Zeit nach gleichmäßig verteilt und daß durch den Heizbetrieb keinerlei sonstige Nachteile entstehen.

Erklärlicherweise muß aber betreffs der Heizung zugleich auch der ökonomische Standpunkt in Betracht gezogen werden und dadurch macht sich weiter die Forderung geltend, Brennmaterialien und Heizvorrichtungen zu wählen, durch welche die entwickelte Wärme in sparsamer Weise erzeugt werden kann.

Mit Rücksicht auf die hygienische Forderung tritt zuerst die Frage hervor, bis zu welchem Wärmegrade unsere Wohnungen gebracht werden sollen. Diese Größe ist je nach den Körperzuständen des Menschen sehr verschieden. Bei Muskelruhe und leichter Bekleidung sind hohe Temperaturgrade notwendig; für den Arbeitenden oder einen Menschen mit dichter Bekleidung niedere Temperaturen ausreichend. Der Hungernde und schlecht Genährte fröstelt leicht, wo es dem gut Genährten mit entwickeltem Fettpolster behaglich ist. Frost- und Wärmegefühl sind veränderlich; man kann sich an höhere oder niedrigere Lufttemperaturen gewöhnen. Das bloße Behaglichkeitsgefühl beweist aber nicht die Zweckmäßigkeit einer vorhandenen Temperatur.

Bei der in unseren Breiten üblichen (mittleren) Bekleidung sowie bei einer relativen Feuchtigkeit von 40 bis 50% nehme man für Wohnzimmer und Schulsäle 17—19° C, für Kinderzimmer 18—20°, für Schlafzimmer 14—16°, Krankenzimmer 16—20°, Werkstätten und Fabriken je nach der Art der Beschäftigung 10—17°, in Turnsälen 13—16°, Theater-, Konzert- und Ballsälen 19—20°.

Die Abschätzung der zulässigen Temperaturen wird immer Schwierigkeiten bieten, da auf die richtige Auswahl der Kleidung nur selten geachtet wird und die für den Laien oder den minder scharfen Beobachter anscheinend geringfügigen Differenzen in der Bekleidung meist vollkommen zur Erklärung der verschiedenartigen Beurteilung der Behaglichkeit der Temperatur geheizter Räume ausreichen. Feuchte Luft wird ferner mit mittleren und hohen Temperaturen als wärmer empfunden als trockene Luft.

Es ist aus dem oben Besprochenen auch wohl einzusehen, daß bei ungleicher Beschäftigung der in einem Raume sich aufhaltenden Personen, z. B. bei absoluter Ruhe der einen und bei Arbeitsleistungen der anderen schwer, ja gar nicht ein alle befriedigender Temperaturgrad aufzufinden ist; wenn in einer Schule für die Schüler eine diesen zusagende Temperatur erreicht ist, wird für den Lehrer, der beim Gehen und Stehen Muskelanstrengung zu machen hat, die Grenze der lästigen Wärme erreicht sein.

In Arbeitsräumen unter 10° herabzugehen, wird wegen der Verminderung des Tastgefühles der Hände und wegen der mächtigen Wärmeentziehung durch die Wärmeleitung, z. B. metallischem Arbeitswerkzeug, nicht zu befürworten sein. Die vielfach verbreitete Sitte, Schlafzimmer möglichst kalt zu halten, ist eine Unsitte ohne jedwede Berechtigung. Der Schlaf pflegt tatsächlich in kühlen Räumen erquickender zu sein als in sehr warmen, was offenbar wesentlich auf die Atmung der kühlen Luft zu beziehen ist, da ja von den meisten Personen die Einwirkung der Kälte auf den übrigen Körper durch sorgfältige Bedeckung mit Bettzeug ausgeschlossen wird. Unter Temperaturen von 12 bis 14° C sollte man aber nicht heruntergehen, es bietet dabei der Schlaf ausreichende Erquickung und doch bleiben die Erkältungsmöglichkeiten beim An- und Auskleiden, bei dem allenfallsigen Abdecken des

Nachts vermieden. Auch die Reinlichkeit leidet, wenn es zu kalt in den Räumen wird; das kalte Wasser löst nur ungenügend die Schmutzbestandteile von der Haut und das Waschen wird möglichst rasch beendet. In einem sehr kalt gehaltenen Raume wird der ausgeatmete Wasserdampf niedergeschlagen, die Luft nimmt einen unangenehmen Geruch an, die Ventilation solcher Räume ist ganz ungenügend und die Luftverschlechterung eine bedeutende. Allerdings erhalten dieselben bei offenem Fenster frische Luft zugeführt und werden ventiliert. Während des Schlafes aber ist bei geschlossenen Fenstern, wenn nicht Temperaturdifferenzen zwischen Stubenluft und Luft im Freien vorhanden sind, die Ventilation gleich Null.

Die gewünschte Temperatur soll möglichst gleichmäßig im Raume verteilt sein, doch ist dieser Forderung im allgemeinen gar nicht leicht zu genügen. Bei der üblichen Beheizungsart ist die Temperatur an der Decke wesentlich höher als in den dem Fußboden benachbarten Luftschichten; die Unterschiede sind sehr bedeutend, oft 8—10° in Lokalen von nur 3·5 m Höhe und steigern sich mit der Höhe des Raumes und je größer das Wärmebedürfnis eines Raumes wird.

Denken wir uns in einem kubischen Raume eine Wärmequelle angebracht, so wird von dieser ausgehend, ein Wärmekreislauf beginnen, indem die erwähnte Luft aufsteigt, der Decke entlang zieht und mit der Abkühlung dann zu Boden sinkt und zu der Wärmequelle zurückkehrt. Zwischen dem Boden und der Decke muß also ein bestimmter Temperaturunterschied bestehen bleiben. Werden die Wände des Raumes stärker abgekühlt, so muß, um die gleiche behagliche Temperatur, wie sie früher bestand, herzustellen, mehr geheizt werden. Die heißere Luft wird rascher aufsteigen und mit höherem Wärmeverrat die Decke berühren, aber schließlich den Boden mit einer den früheren Verhältnissen entsprechenden Temperatur erreichen. In dem zweiten Falle muß also unter allen Umständen die Temperaturdifferenz zwischen Deckenschicht und Bodenschicht größer geworden zu sein.

Auch die Luftmenge, welche einen Raum durchzieht, bleibt von Einfluß; die Heizung könnte mit einer geringen, aber hochtemperierten Luft vorgenommen werden. In einem solchen Falle würde der Temperaturabfall von der Decke bis zu dem Boden ein sehr großer sein, weil allmählich die Luft sich bis auf die Bodentemperatur abkühlen muß. In einem zweiten Falle könnte man die Heizung auch so einrichten, daß viel Luft von mäßiger Temperatur in einer Stube zirkuliert; dann wäre die Differenz zwischen Decke und Boden geringer und der Aufenthalt behaglicher.

Im allgemeinen wird daher weniger eine kleine und recht intensive Wärmequelle, als vielmehr eine mäßige Erhitzung der Luft mit guter Zirkulation erwünscht sein.

Eine behagliche Wärme entsteht, wenn alle Teile eines Wohnraumes gleichmäßig durchwärmt sind — die Mauern, die Decke, die Möbel u. s. w. Dazu ist in der Regel ein längeres Beheizen notwendig. Hat nur die Luft eine höhere Temperatur angenommen, die Wand aber noch nicht, so fröstelt man, wegen vermehrter Ausstrahlung nach den kalten Wänden, bei Lufttemperaturen, welche uns sonst vollauf behaglich sind. Im Sommer, wenn die Erwärmung der Wohnräume zum großen Teile durch die Wandtemperaturen beherrscht wird und im allgemeinen ein vorzüglicher Ausgleich der Temperaturen vorhanden ist, scheinen uns die Wohnräume bei Temperaturen schon behaglich, bei welchen im Winter (wegen der stets ungenügenden Durchwärmung der

Wände und ungleicheren Verteilung der Wärme) thermisches Wohlbefinden nicht besteht. Doch spielt dabei auch die Verschiedenheit der relativen Feuchtigkeit im Sommer und im Winter eine Rolle.

Vielfach sind bei der künstlichen Beheizung die Wärmequellen: Öfen, Heizkörper, Dampfspiralen u. s. w. in dem Raume, in welchem der Mensch sich aufhalten soll, aufgestellt. Die Wärmeausstrahlung erlangt, ohne weitere Vorsichtsmaßregeln, nicht selten eine die Anwesenheit belästigende Größe; die Mittel der Behinderung intensiver Bestrahlung sind jedoch so einfache (Ofenschirm, Ummantelung des Ofens, Auswahl des Materials), daß dieselbe durchaus vermeidbar bleibt.

Rasche Schwankungen in der Temperatur der Wohnräume treten bei manchen unzuweckmäßigen Einrichtungen mit der geringsten Veränderung in der Zufuhr von Brennmaterial in der Feuerung ein; dies wird sehr unangenehm empfunden. Obschon die Einrichtung der Wärmeregulation unseres Körpers gestattet, uns den umgebenden Bedingungen rasch anzupassen, so machen wir doch von derselben nur ungern Gebrauch und suchen unsere Heizeinrichtungen so zu treffen, daß eine möglichst gleichheitliche Temperatur resultiert, oder doch ein allmähliches Ansteigen oder Abklingen der Wärme erreicht wird.

Nicht unwesentlich für die Temperatur beheizter Räume ist der Umstand, an welcher Stelle die Temperatur des Wohnraumes gemessen wird. Im allgemeinen begnügt man sich, die strahlende Wärme von den Thermometern fernzuhalten und dieselben an der Wand anzubringen. Man wird aber dabei einen gewissen Einfluß der Wandungstemperaturen, die unter Umständen wesentlich von der Lufttemperatur verschieden sein können, nicht hindern können.

Aber selbst, wenn die Thermometer frei in der Luft und vor Strahlung geschützt hängen, sind ihre Angaben verschieden, je nach der Höhe, in welcher sie sich über dem Boden befinden. Die früher gemachten Angaben gelten für die Lufttemperaturen, wie sie in etwa 1·5 m Höhe über dem Fußboden gemessen werden. Personen, welche sich in einem Raume, aber in verschiedenen Höhen über dem Boden befinden, werden nie gleichheitlich durch die Heizung zufriedenzustellen sein.

### Die Brennmaterialien.

Zur Beheizung eines Raumes könnten die verschiedenartigsten Einrichtungen benützt werden, da sich verschiedene Kräfte in Wärme überführen lassen: die mechanische Bewegung, Elektrizität u. s. w. Die gebräuchlichste Art der Beheizung besteht jedoch in der Überführung von Spannkraft, welche in organischen Stoffen aufgespeichert ist, in Wärme.

Alle verwendeten Brennmaterialien sind ursprünglich pflanzlicher Herkunft, Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle, Holzkohle, Koks, Petroleum, Leuchtgas, Brennöl u. dgl. Die bis jetzt genannten Produkte führen auch den Namen „natürliche Brennstoffe“.

Aus diesen werden dann ab und zu künstliche Brennstoffe bereitet, wie aus Holz die Holzkohle und durch Destillation der Steinkohle in Retorten Koks und Steinkohlengas.

Die Verbrennungswärmen der einzelnen Elemente und Verbindungen sind äußerst verschieden. Als Maßstab dienen die Wärme-

einheiten, von denen man große (Kal.), welche die zur Erwärmung eines Liters Wasser um 1° C nötige Wärmemenge und kleine (kal.), welche die zur Erwärmung eines Gramm Wasser um 1° nötige Wärmemenge liefern, unterscheidet.

1 g Substanz liefert	Kal.
Wasserstoff . . . . .	34·462
Kohlenstoff . . . . .	8·080
Kohlenoxyd. . . . .	2·431
Alkohol . . . . .	7·183
Fette . . . . .	9·480
Sumpfgas . . . . .	13·063
Elaylgas . . . . .	11·875

Je reicher die Verbindungen an C und H sind, je mehr der Wasserstoff überwiegt und je weniger Sauerstoff und Stickstoff (und andere Beimengungen wie Wasser, Aschebestandteile) sich finden, um so größer ist die Verbrennungswärme.

Betreffs der totalen Verbrennungswärme der Heizmaterialien u. s. w. siehe später. Die Verbrennungswärme einer Substanz läßt sich nicht aus dem C- und H-Gehalt einfach durch Rechnung finden, sondern muß durch einen direkten Verbrennungsversuch im Kalorimeter experimentell festgesetzt werden.

Die Verbrennungswärme der käuflichen Brennstoffe ist wegen des sehr wechselnden Wasser- und Aschegehaltes variabel. Diese unverbrennlichen Substanzen vermindern die Verbrennungswärme, besonders das Wasser, weil letzteres bei dem Verbrennungsprozesse verdampft und dabei viel Wärme bindet.

Die Verbrennung erfolgt, indem durch Erhitzung zunächst aus den Brennmaterialien sich Dämpfe und Gase entwickeln. Die Mischungen der letzteren mit der atmosphärischen Luft entzünden sich bei einer genügend hohen Temperatur, welche man Anzündungstemperatur nennt. Nicht der Sauerstoff ist die nähere Ursache der Verbrennung, sondern die Wärme, welche die Verbindungen so weit lockert, daß dann der Sauerstoff leicht seine Oxydationswirkung entfalten kann. Die dabei auftretende starke Erhitzung der Teilchen überträgt die Wärme wieder an benachbarte, unzersetzte Verbindungen und erzeugt hier die zur Verbrennung notwendige Lockerung der Verbindungen. So schreitet der Verbrennungsprozeß weiter, bis die Zerstörung der organischen Substanz beendet ist.

Während der Verbrennung verhalten sich die verschiedenen Brennmaterialien bezüglich der Brennbarkeit, der Flammbarkeit, des Wärmeeffekts und der bei Verbrennung entstehenden Verbrennungsprodukte verschieden.

Unter Brennbarkeit der Brennmaterialien versteht man die größere und geringere Leichtigkeit, mit der dieselben entzündet werden können und sodann zu verbrennen fortfahren. Petroleum ist leicht, Koks schwer verbrennbar.

Mit dem Namen Flammbarkeit bezeichnet man die Eigenschaft gewisser Stoffe, mit Flamme zu verbrennen. Da nur brennende Gase Flammen bilden können, so erklärt es sich, warum die wasserstoffreichen Brennmaterialien die flammbarsten sind. Beim Verbrennen reiner Kohle entsteht fast keine Flamme, sondern das Kohlenstück verglüht.

Bezüglich des Wärmeeffekts, den ein Brennmaterial liefert, kommt zweierlei in Betracht: die Quantität der Wärme und der

Temperaturgrad, der erreicht wird. Mißt man die Wärme nur ihrer Quantität nach, so erhält man die Brennkraft; bestimmt man den Höhegrad der Wärme, so wird die Heizkraft ermittelt. Brennkraft (spezifischer oder absoluter kalorimetrischer Effekt, Verbrennungswärme) und Heizkraft (pyrometrischer Wärmeeffekt) zusammengenommen, bestimmen den Wert des Brennmaterials.

Lassen wir die Vor- und Nachteile der Verwendung der verschiedenen Brennmaterialien ganz beiseite und vergleichen wir diese nur in bezug auf die Wärmemenge, welche je 1 kg beim Verbrennen entwickelt, sowie in bezug auf die bei vollkommener Verbrennung erreichbare höchste Temperatur, so erhalten wir für lufttrockene Substanzen, die aber immerhin noch erhebliche Quantitäten von Feuchtigkeit einschließen, nachfolgende Zusammenstellung.

Brennmaterial 1 kg*)	Wärmemenge in Kal	Pyrometrischer Effekt in Graden C
Holz . . . . .	2990	1950
Torf . . . . .	2743 — 3900	2110
Braunkohle . . . . .	4180	2250
Steinkohle . . . . .	5014 — 8042	—
Preßkohle . . . . .	4700 — 4900	—
Holzkohle . . . . .	7440	2480
Koks . . . . .	6800	2480
Anthrazit . . . . .	8000	2510
Petroleum . . . . .	10000	—
Alkohol . . . . .	7180	—
Leuchtgas . . . . .	10113	—

Die Verschiedenheit des Wärmewertes einzelner Brennmaterialien ist zum wesentlichen Teile auf die Verschiedenheiten des Feuchtigkeits- und Wassergehaltes zu beziehen, wie oben schon angegeben wurde. Der pyrometrische Effekt liegt höher als die Zersetzungs- (Dissoziations-) Temperatur der Kohlensäure, da letztere bereits bei 1300° C in CO und O zerfällt und höher als die Dissoziationstemperatur von Wasser, die zwischen 1000° bis 1100° C angenommen wird. Sonach befinden sich in der höchsten Glut der Flamme die Verbrennungsprodukte teilweise in Dissoziation, d. h. sie beteiligen sich unmittelbar nicht an der Wärmeezeugung. Ein Verlust im Verbrennungswerte tritt aber nicht ein, weil bei dem allmählichen Abkühlen der Verbrennungsgase unter die Dissoziationsgrenze nachträglich die Vereinigung (Verbrennung) der in Dissoziation befindlichen Gase stattfindet.

Literatur: v. Jüptner, Lehrbuch der chemischen Technologie der Energien, 1905. Fischer, Die chemische Technologie der Brennstoffe, 1901.

### Die Verbrennungsprodukte.

Was die Verbrennungsprodukte anlangt, so hängt deren Zusammensetzung einerseits von der Natur der Brennmaterialien, andererseits von der Art der Verbrennung ab.

Für Wasser und Aschengehalt mögen folgende Mittelwerte dienen. Es enthält in Prozenten:

	Wasser	Asche
Lufttrockenes Holz . . . . .	19·5	1·5
„ Torf . . . . .	25·0	10·5
Lufttrockene Braunkohle . . . . .	20·0	8·0
„ Steinkohle . . . . .	3·0	4·0
„ Koks . . . . .	5·0	6·0
„ Holzkohle . . . . .	6·0	5·0

\*) 1 Ster hartes Holz liefert 1,424.000 Kal.

1 „ weiches „ „ 1,100.000 „

Durch viele Versuche weiß man, daß im Durchschnitt die Luftzufuhr normal ist, wenn die Rauchgase zwischen 8 und 10 Prozent Kohlensäure enthalten.

Soll die Verbrennung des Heizmaterials rationell sein, so darf bei richtig bemessener Luftzufuhr nur so viel Wärme durch den Kamin mit den Rauchgasen entweichen, als zur Herstellung eines genügenden Luftzuges unbedingt nötig ist. Die Menge der mit den trockenen Rauchgasen bei vollkommener Verbrennung entweichenden Wärme läßt sich durch Beobachtung der Temperatur derselben genügend genau angeben. Nennt man  $Q$  das durch die Kohlensäurebestimmung gefundene Volum Luft,  $d$  die Dichtigkeit der Luft bei der Temperatur der Rauchgase,  $T$  die Temperatur des Rauches,  $t$  jene des Zimmers, so ist der Verlust an Wärme ( $\omega$ )

$$\omega = Q \cdot d \cdot (T - t) \cdot 0.237.$$

Bei jedweder Beheizungsart, auch bei der vollkommensten, wird nie die totale Verbrennungswärme des Brennmaterials, wie wir dieselbe mit dem Kalorimeter bestimmen, für die Heizzwecke nutzbar gemacht; abgesehen von unvollkommener Verbrennung geht, durch das Abziehen hoch temperierter Rauchgase, durch das verdampfte, wie auch bei der Verbrennung des Wasserstoffes entstandene Wasser, durch Rückstände und Verluste im Aschenfalle ein wesentlicher Teil der Wärme verloren. Bei guten Heizanlagen werden etwa zwei Drittel der totalen Verbrennungswärme nutzbar gemacht (siehe oben).

Die Verbrennungsprodukte bestehen bei einer vollkommenen Verbrennung stets aus Kohlensäure und Wasserdampf neben salpetriger Säure, Salpetersäure, Ammoniak (Stickgas) und, wenn es sich um schwefelhaltiges Material handelt, aus schwefliger Säure; bei einer unvollkommenen Verbrennung aber entstehen dann auch Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffe, brenzliche Stoffe, Teerdämpfe, unverbrennbare Kohlenstoffpartikelchen, welches Gemenge zusammen den Ruß und den Rauch bildet.

Soll ein Brennmaterial vollständig verbrennen, so muß eine genügende Luftzufuhr die Verbrennung unterhalten, und zwar darf man nicht etwa nur so viel Luft zuführen, daß der Sauerstoff derselben gerade zur Oxydation des Brennmaterials ausreichen würde (theoretische Luftmenge), sondern man muß weit mehr, nämlich bis zu dem Zwei- bis Dreifachen der berechneten Luftmenge zuführen. Man bedarf etwa für 1 *kg* Holz 5.2, bei Koks 7.3, bei Steinkohlen des Ruhrgebietes 16 bis 17, bei oberbayrischen Kohlen nur 7.15, Braunkohlen 5.9, Torf 3.9 *m*<sup>3</sup> Luft.

Bei manchen Brennmaterialien entziehen sich, selbst wenn genügend Luft zugeführt wird, einzelne Partikelchen der vollständigen Verbrennung und liefern eine Menge verschiedener schlechtriechender Produkte, welche ihrer Verwendung zu mancherlei Heizungsarten sehr hinderlich sind. Solche Brennmaterialien sind namentlich der Torf, die Braunkohle; Holz liefert hingegen die wenigst schädlichen Gase. Unter den Verbrennungsprodukten der fossilen Kohle ist sehr häufig auch eine beträchtliche Menge von schwefliger und arseniger Säure, mitunter auch Ammoniak nachzuweisen, erstere aus den auflagernden Schwefelkiesen, letzteres aus den Stickstoffverbindungen in der Kohle entstanden.

Ein Urteil, ob eine gegebene Feuerung richtig unterhalten, d. h. ob die Luftzufuhr richtig reguliert wird, gibt die Untersuchung der Verbrennungsgase (Rauchgase). Wird zu wenig Luft zugeführt, so ver-

brennt das Material nicht vollkommen, Wasserstoff, Kohlenoxyd und andere unvollständige Verbrennungsprodukte treten auf; ist die Luftzufuhr zu reichlich, so findet man allerdings keine Produkte unvollkommener Verbrennung, aber ein großer Teil der Wärme geht ungenutzt durch den Kamin ab. Eine rationelle Verbrennung, welche die Wärme möglichst auszunutzen bestrebt ist, erfordert genaue Kenntnis dieser Verhältnisse.

Als ein Beispiel der schwankenden Zusammensetzung der Rauchgase seien folgende Versuche erwähnt. In 100 Teilen Rauchgase waren bei Verbrennung von Steinkohle vorhanden:

	Bei reichlicher Luftzufuhr	Bei normaler Luftzufuhr	Bei ungenügender Luftzufuhr
CO <sub>2</sub> . . . . .	3 95	8 73	16 45
CO . . . . .	0 06	0 10	1 94
H . . . . .	—	—	1 45
O . . . . .	16 41	11 85	1 52
N . . . . .	79 58	79 32	78 64

Als normale Luftmenge wird jene kleinste Zufuhr bezeichnet, bei der die Verbrennung, ohne das Auftreten wesentlicher Mengen unvollkommener Verbrennungsprodukte, vor sich geht.

Zur Analyse der Rauchgase verwendet man dieselben Methoden und Apparate, die schon früher bei der Luftanalyse ausführlich besprochen wurden.

Wieviel Luft zum Brennmaterial zugetreten ist, läßt sich meist aus der Bestimmung der CO<sub>2</sub> (und des Kohlenoxyds) in den Rauchgasen äußerst einfach berechnen. 1 m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> oder CO enthalten 0 536 kg Kohlenstoff, woraus also, wenn man die Gasanalyse ausgeführt hat, berechnet werden kann, wieviel Kohlenstoff für 100 cm<sup>3</sup> oder Kubikmeter u. s. w. Rauchgase verbrannt sind. Wenn 100 m<sup>3</sup> Rauchgase z. B. 8 m<sup>3</sup> (8%) CO<sub>2</sub> enthalten, so sind  $8 \times 0 536 = 4 5$  kg Kohlenstoff in 100 m<sup>3</sup> Luft verteilt, demnach für 1 kg Kohlenstoff 22 2 m<sup>3</sup> Luft eingetreten. Da man den Kohlenstoff der verbrannten Kohle oder des Holzes u. s. w. kennt, so ergibt sich dann leicht, wieviel Luft für 1 kg Kohle oder Holz u. s. w. zugeführt wurde.

Muck gibt folgende Durchschnittszahlen für die Zusammensetzung der organischen Substanzen der Brennmaterialien:

100 Teile enthalten	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff
Holzfasér . . . . .	50	6	43	1
Torf . . . . .	49	6	43	2
Braunkohle . . . . .	69	5 5	25	0 8
Steinkohle . . . . .	82	5	13	0 8
Anthrazit . . . . .	95	2	2 5	Spur

### Gefahren durch Rauch und Rauchgase.

Alle Einrichtungen von Heizanlagen sollen, mit Rücksicht auf die Gesundheit und im ökonomischen Interesse, eine rauchfreie Verbrennung erzielen. Es ist aber irrig, die nicht mit Rauch durchsetzten Rauchgase für indifferent zu halten. Sie können Schwefelsäure, schweflige Säure, Salpetersäure und salpetrige Säure in großer Menge der Atmosphäre zuführen. Besonders die schweflige Säure, ein Verbrennungsprodukt schwefelhaltiger Stein- und Braunkohlensorten, schädigt in hohem Grade den Pflanzenwuchs (hauptsächlich die Obstkulturen) und bereitet auch dem Menschen Gefahren.

Aus den Rauchgasen müßten daher die genannten Säuren erst entfernt sein, ehe sie als für die Gesundheit indifferent bezeichnet werden können. Die Absorption ist in der Tat durchführbar, wenn man (mit Hilfe von Geblasen) den Rauch durch einen (Glover-) Absorptionsturm, in welchem die Säuren an Wasser abgegeben werden, hindurchtreibt.

Wenn man die Beschaffenheit des Rauches in Betracht zieht, wie er in den Wohnungen nicht selten auftritt, so unterliegt es keinem Zweifel, daß er nicht nur lästig, sondern auch gesundheitsschädlich ist; er besteht aus einer Mischung von bei weitem überwiegender Kohlensäure und von Kohlenoxyd mit einer kleinen Menge Wasserstoff. Doch spielen dabei auch die brenzlichen Substanzen eine hervorragende Rolle, da diese Dämpfe teils giftig, teils unatembare sind.

Der Rauch und besonders der Kohlendunst ist tatsächlich ein Feind, der sehr gefährlich werden kann, besonders weil er nicht selten heimtückisch seine Opfer befällt. Wiederholt ist es vorgekommen, daß Kohlendampf, der im Parterre zur Entwicklung kam, durch die Poren der Zwischengeschosswände in die oberen Etagen und Zimmer drang und dort Personen vergiftete, ohne daß diese geheizt hatten. Der Kohlendunst verrät sich auch nicht immer durch einen starken oder unangenehmen oder auffälligen Geruch, ja im Gegenteil; die Krankheitserscheinungen, die durch Kohlendunst verursacht werden, wie Kopfweh, Schwindel, Schläfrigkeit, Schwierigkeit zu denken, Mattigkeit, Müdigkeit machen den Betroffenen apathisch, unachtsam, schlaff, so daß er oft die Gefahr nicht merkt und so schwachen Willen hat, daß er sich gar nicht zu retten versucht.

Die Wirkung des Kohlendunstes liefert ein Krankheitsbild, welches in seinen einzelnen Stadien die kombinierte Wirkung der Kohlensäure, des Kohlenoxyds und der brenzlichen Substanzen deutlich erkennen läßt. Im ersten Stadium tritt heftiges Zittern, Schwindel, Kopfschmerz, Mattigkeit ein, darauf folgt als zweites Stadium Übelkeit und Erbrechen, hierauf tritt Atemnot und schließlich klonischer Krampf und Lähmung ein (siehe auch unter Leuchtgasvergiftung).

Das Kohlenoxyd wirkt äußerst intensiv schädigend auf alle Organismen ein. Schon bei einem Gehalt der Atemluft von 0·07 bis 0·08% stellen sich Zeichen beginnender Atemnot bei den Tieren ein, bei 0·1—0·2% sind die Symptome ganz ausgeprägt, über 0·4% Kohlenoxyd führt in 30—60 Minuten zum Tode; der Mensch vermag jedoch Luft mit 0·02% Kohlenoxyd stundenlang ohne Schaden zu atmen. Die wahrscheinliche Grenze der akuten Schädlichkeit liegt etwa bei 0·05% Kohlenoxyd (Gruber). Die chronischen Wirkungen der Einatmung kleinster Mengen Kohlenoxyds sind noch nicht näher studiert.

Die akute Vergiftung durch Kohlenoxyd verläuft um so langsamer, je mehr atmosphärische Luft gleichzeitig auf den Vergifteten einwirkt.

Es wird angegeben, daß namentlich bei Schlossern, Schmieden, Köchinnen, Büglerinnen eine gewisse Gewöhnung an den Kohlendunst eintrete. Es kann sich dabei nur um eine Überwindung der leichteren Symptome der Einwirkung des Kohlenoxydes handeln.

### Heizanlagen.

Die Heizanlagen bestehen meist aus drei Teilen, dem Feuerherde, indem die Verbrennung stattfindet, dem Heizraume, dessen Wärme für die Erwärmung der Aufenthaltsräume zu dienen hat, und dem Schornsteine, der den Abzug der Verbrennungsprodukte bewirkt. Der

Rost hat den Zweck, die einzelnen Stücke des Brennstoffes von der durch ihn strömenden Luft umspülen zu lassen. Der Aschenfall ist bestimmt, die Rückstände der Verbrennung aufzunehmen und ist zugleich meist der Kanal für die durch den Rost erfolgende Luftzufuhr.

Die möglichst vollständige Verbrennung und die hiedurch allein erreichbare größtmögliche Verwertung des Brennmaterials wird durch eine zweckmäßige Zerkleinerung des Brennmaterials, gute Konstruktion des Herdes und des Zugkamins zu erreichen gesucht. Besonders muß dafür gesorgt sein, daß eine zur vollständigen Oxydation ausreichende Luftmenge dem Feuerherde zugeführt wird. Sieht man von den Gebläsen für Schmelz- und Hüttenöfen u. s. w. ab, so ist es der Schornstein, der nebst der Abführung der Verbrennungsprodukte auch die Zuführung der Luft, durch Herstellung des Zuges bewirkt. Die Zimmerluft wird infolge der Saugwirkung des Schornsteines durch den Aschenfall und Rost in den Heizraum nachgedrückt. Diese Art der Luftströmung können wir durch Vergrößerung oder Verringerung des Feuers, durch Öffnen oder Schließen des Aschenfalltüchchens, durch Erhöhung des Rauchfanges, regulieren. Die Widerstände gegen den Zug im Schornstein liegen in der Reibung der Luft an den Schornsteinwänden, der Abkühlung der Luft durch diese Wände sowie in den zufälligen Windstößen und Gegenströmungen der Luft von oben nach unten und seitwärts durch die Wände, endlich in den Sonnenstrahlen. Die beiden ersteren Widerstände sind natürlich nicht zu vermeiden, aber sie können doch auf möglichst geringes Maß durch glatte Wandungen zurückgeführt werden und indem man dem Schornsteine einen kreisförmigen Querschnitt gibt, der für alle Flächen bei gleichem Quadrat-inhalte die kleinste Umgrenzung hat und deshalb die Reibung auf das möglichst geringste Maß reduziert.

Die Abkühlung an den Schornsteinwänden verringert den Zug der Verbrennungsgase, deshalb ist es nicht gut, Schornsteine in undichten Außenwänden (namentlich in dünnen Giebeln) hinauf zu führen, wo der Wind obendrein durch das poröse Mauerwerk wagrecht hineinblasen und den Zug hemmen kann, oder wo der Regen die Wände feucht macht und dadurch Wasserdampf und Abkühlung der Luft im Schornsteine veranlaßt. Windstöße treten namentlich heftig auf, wenn andere Gebäudeteile oder Nachbarhäuser höher hinaufragen als der Schornsteinkopf; der Wind fängt sich daran, erhält eine andere, oft von oben nach unten gehende Richtung, so daß er den Rauch mit Gewalt in den Ofen zurück und schließlich ins Zimmer treibt.

Über die hindernde Einwirkung der Sonnenstrahlen auf den Zug ist man sich in Fachkreisen noch nicht klar. v. Pettenkofer meint, daß die Sonne diese Wirkung nur auf Rauchsäulen von gewisser Beschaffenheit und Geschwindigkeit habe und daß das im Kamine zu sichtbarem Nebel verdichtete Wasser dabei die Hauptrolle spiele; Wolpert erklärt die Erscheinung daraus, daß bei warmer Witterung der Zug im Schornsteine überhaupt geringer ist als bei kalter, und daß, da die Mauermassen der Häuser kälter sind als die äußere Luft, im Schornsteine, wenn nicht gefeuert wird, beständig eine kalte Luftsäule hinabsinkt, so daß es oft kaum möglich ist, auf dem Herde Feuer anzumachen; ferner wird nach ihm durch die Sonne eine einseitige Erwärmung hervorgerufen, wodurch sich im Schornsteine zwei Störungen, eine nach oben und eine nach unten, bilden; letztere kann daher Rauch wenigstens teilweise mit sich hinabreißen.

Die Größe des Querschnittes eines Schornsteines hängt von der Zahl der Rauchröhren oder Ofenpfеifen ab, welche in ihm münden sollen, und man kann unter Berücksichtigung der Reibung an den Schornsteinwänden den Querschnitt einer Ofenpfeife doppelt in Rechnung ziehen. Erfahrungsgemäß ist für unsere Ofenfeuerungen

und gewöhnlichen Küchenherde ein Durchmesser von 10 cm der Ofenpfeife, also ein Querschnitt von rund 77 cm<sup>2</sup> genügend. Demnach würde für einen Ofen ein runder Schornstein von 14 cm Weite genügen, für zwei Ofen von 20 cm, für drei von 24 cm u. s. w. Jedes Stockwerk soll am besten mit gesonderten Kaminen versehen sein.

Der Zug wird gehemmt, wenn infolge von Wand-, Fußboden und Plafondfeuchtigkeit oder überhaupt wegen Luftdichtigkeit der Wohnungswände der Zutritt von Luft zum Feuer erschwert und wenn wegen starken Rußansatzes der Schornstein verengert ist. Im ersteren Falle schafft das Öffnen eines Fensters oder der Tür oder das Anlegen eines Luftzuführungskanals von außen zur Feuerung, im letzteren Falle die Reinigung des Schornsteines Abhilfe.

Die Heizung von Wohnungen und öffentlichen Gebäuden kann auf verschiedene Weise vor sich gehen.

Die Heizungsarten lassen sich klassifizieren in Lokalheizungen und Zentralheizungen und für die letzteren könnte man als Unterabteilungen noch Zentralheizungen mit Lokalheizkörpern und eigentliche Zentralheizungen annehmen.

Die Lokalheizungen erwärmen jedes einzelne Zimmer für sich mit einem Ofen oder Kamin. Die Zentralheizungen beheizen von einem oder von nur wenigen Punkten aus eine Gruppe von Räumen, wobei die Feuerung gewöhnlich in dem tiefsten Teile des Gebäudes, im Keller, angebracht wird.

Eigentliche Zentralheizung ist nur die Luftheizung, denn sie bedarf für eine Gruppe von Räumen nur eines Heizkörpers; die übrigen, Wasser- und Dampfheizungen, haben zwar auch nur eine Feuerstelle, bedürfen aber zur Erwärmung der einzelnen Räume noch besonderer Heizkörper, welche in den zu erwärmenden Gemächern aufgestellt werden müssen. Es ist daher für diese Heizeinrichtungen die Benennung „Zentralheizungen mit Lokalheizkörpern“ zutreffend.

## A. Lokalheizung.

### Direkte Heizung.

Eine direkte Heizung von Räumen durch Verbrennen von Brennstoffen auf offenen Herden, in Kohlenbecken oder kleinen Öfen ohne Schornstein etc. ist die älteste primitivste Heizmethode und nur noch in einzelnen Gegenden Frankreichs, Italiens und Spaniens gebräuchlich. Sie ist unökonomisch und ungesund, weil hiebei nur die Wärmeabgabe durch Strahlung in Betracht kommt, weil die Wärme nicht gleichmäßig verteilt wird und die Verbrennungsprodukte beim Übertritte in die Zimmerluft dieselbe hochgradig verderben.

### Kaminheizung.

Die Kaminheizung ist in England und Frankreich noch vielfach in Gebrauch, obwohl sie auch zu den unvollkommensten Heizungsarten gezählt werden muß.

Beim Kamine der alten Konstruktion (Fig. 44) wird in einer Mauerische ein offenes Feuer erhalten und die Verbrennungsprodukte desselben durch eine weite, an ihrem unteren Ende verengte, mit dem

Feuerherde unter einem stumpfen Winkel in Verbindung stehende Schornsteinröhre abgeführt. Nur ein geringer Teil der im Kamine erzeugten Wärme (etwa  $\frac{1}{10}$ ) kommt dem zu beheizenden Raume zu gute, und zwar findet die Erwärmung des Raumes nur durch unmittelbare Ausstrahlung eines Teiles der Wärme des Feuers im Kamine statt; Wärme

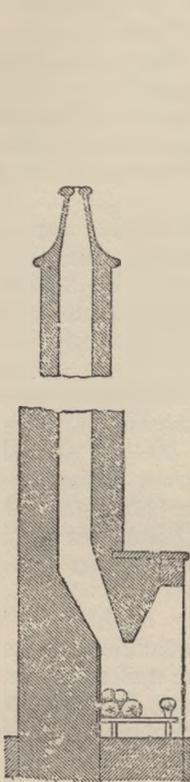


Fig. 44.

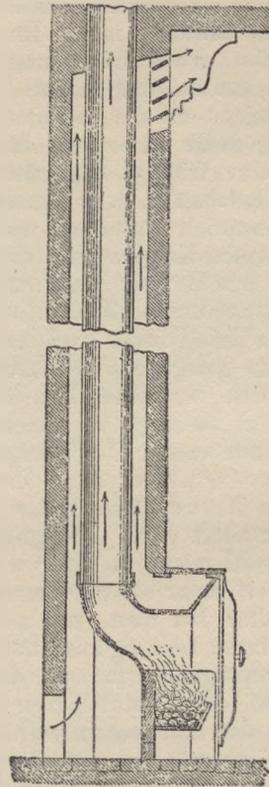


Fig. 45.

wird durch Leitung gar nicht verbreitet, da ja keine Luft zirkuliert, sondern dem Kamine zugesaugt wird. Da die strahlende Wärme in ihrer Wirkung mit der Entfernung von der Wärmequelle, und zwar im Quadrat dieser Entfernung, abnimmt, so erklärt sich, daß ein großes Zimmer im strengen Winter durch einen Kamin nur schwer erheizt und eine gleichmäßige Wärmeverteilung im Zimmer niemals erzielt werden kann. In der Nähe des Kamines kann die Hitze so bedeutend sein, daß sie unangenehm empfunden wird, entfernt von ihm leidet man durch Kälte.

Bei der Kaminheizung findet ein außerordentlich großer Luftwechsel statt, indem in den Kamin nicht allein die zur Unterhaltung des Feuers erforderliche Luftmenge einströmt, sondern auch über die Flamme hinweg viel erwärmte Luft in den Schornstein geht, wodurch eine hermetische Abschließung des Zimmers zur Vermeidung der Ab-

kühlung nicht möglich wird, denn sobald die große Quantität der in den Schornstein einströmenden Luft nicht durch neue, durch Fenster, Türen oder sonstige Undichten eindringende Luft ersetzt wird, entsteht ein niederwärts gehender Zug im Schornsteine und der Kamin fängt an zu rauchen.

Es ist deshalb begreiflich, daß der Kamin als Heizanlage sehr mangelhaft und unökonomisch ist, indem er bei gleicher Leistung wenigstens fünfmal mehr Brennmaterial bedarf als ein gewöhnlicher Zimmerofen; als Ventilationsapparat leistet er dagegen Hervorragendes, da durch ihn in einer Stunde bis  $1500\text{ m}^3$  Luft abgeführt werden können. Mit Rücksicht auf die bedeutende Aspirationswirkung des Kamines ist es notwendig dafür zu sorgen, daß in Zimmern, die durch Kamine geheizt werden, nur frische, unverdorbene Luft, nicht aber Luft aus Aborten, Gängen, Küchen u. s. w. eintrete.

Wesentlich verbessert wurde der Kamin durch Galton. Bei dem Galtonschen Kamine geht die Luft aus dem Zimmer zum Brennraume, während frische Luft von außen durch einen mit der äußeren Atmosphäre kommunizierenden Kanal in einen das Rauchrohr umgebenden Hohlraum dringt und, nachdem sie daselbst erwärmt wurde, durch nahe der Decke gelegene und durch Jalousien verschließbare Öffnungen im Zimmer sich verbreitet (Fig. 45). Durch diese Einrichtung werden Ventilation und Heizung in zweckmäßiger Weise kombiniert. Die an der Decke einströmende Luft zeigt durchschnittlich  $30\text{--}35^\circ\text{C}$  und beträgt mindestens  $80\%$  des durch den Kamin abgeführten Luftquantums, wodurch das Nachströmen kalter Luft durch andere Öffnungen sehr erheblich vermindert wird. Bezüglich des Heizeffekts leistet der Galtonsche Kamin wohl nicht so viel wie ein gewöhnlicher, guter Zimmerofen, jedoch weit mehr als der gewöhnliche Kamin.

Weiter hat man, um neben der Strahlung auch einen Teil der Wärme durch Leitung auszunützen, ohne der Annehmlichkeit der Kaminheizung entsagen zu müssen, das Feuer beobachten und selbst unterhalten zu können, den unmittelbaren Abzug der erwärmten Luft aus der Feuerstätte in den Schornstein verhindert und eine Zirkulation der erwärmten Luft, ähnlich wie bei den Zimmeröfen, hergestellt. Diese durch Kombination von Ofen mit Kamin entstandenen Feuerungen heißen auch Ofenkamine.

#### Ofenheizung.

Jeder Ofen besteht im wesentlichen aus zwei Teilen, und zwar aus dem durch eine gemauerte oder metallene Umhüllung umschlossenen Feuerraume, der die Wärme des brennenden Heizmaterials durch die Umhüllung (Heizfläche) an die Zimmerluft abgibt, und aus der Ofenpfeife, welche den Rauch in den Schornstein abführt.

Der Ofen ist in ökonomischer Beziehung eine weit bessere Heizanlage als der Kamin, vorausgesetzt, daß er mit einem gut ziehenden Schornsteine in Verbindung steht. In einem gut konstruierten Ofen läßt sich eine ausreichende Verbrennung des Brennmaterials erzielen. Die Wärme teilt sich dem zu erwärmenden Raume nicht allein durch Strahlung, sondern auch durch Leitung an die Luft mit.

Die Anlage ist eine rationelle, wenn die Rauchgase nicht mit höherer Temperatur in den Kamin treten, als zur Herstellung des normalen

Luftzuges notwendig ist. Dies hängt wesentlich von der Kaminanlage mit ab.

Die Öfen sind je nach dem Material, aus welchem sie bestehen, äußerst verschieden in hygienischer Hinsicht. Die aus Metall hergestellten Öfen haben im allgemeinen eine geringe Masse: sie erwärmen sich rasch, haben aber kein nennenswertes Wärmereservationsvermögen. Die Temperatur steigt rasch nach dem Anheizen und fällt sofort mit dem Erlöschen des Feuers.

Die Kachel- und Tonöfen haben eine große Masse, erwärmen sich langsam, lassen aber nach dem Abbrennen des Heizmaterials die Wärme langsam abklingen.

Ein Ofen gibt seine Wärme durch Strahlung und Lufterwärmung (Leitung) ab. Das Verhältnis zwischen den beiden ist je nach dem Material, aus welchem der Ofen besteht, je nach Konstruktion und Form desselben ein sehr verschiedenes.

Die Ausstrahlung ist abhängig von der Oberfläche und der absoluten Temperatur des ausstrahlenden und bestrahlten Körpers. Der Wärmeverlust durch die Berührung mit Luft hängt ganz von der Form und Größe eines Körpers und von dem Temperaturüberschusse der wärmeabgehenden Fläche über die Umgebungstemperatur ab. Er ist bei einer horizontalen Fläche anders als bei einer vertikalen, bei hohen Flächen geringer wie bei niedrigen, weil alsdann die oberen Teile eines Körpers bereits von einem aufsteigenden warmen Luftstrom umspült werden u. s. w., bei dem Würfel anders als bei Zylinder und Kugel.

Man nimmt zur Vereinfachung der Berechnungen meist an, der Wärmeverlust bei Strahlung wie Luftberührung sei der Temperaturdifferenz zwischen den erwärmten Flächen und der Umgebung proportional. (Gesetz von Newton.) Eine solche Annahme erscheint aber selbst als Annäherung zu ungenau.

Bei den in Frage kommenden Differenzen und für die Wärmestrahlung kann man die Formel Dulong's anwenden. Wenn T die Temperatur des warmen Körpers, t die Temperatur der Umgebung und K<sub>1</sub> eine von der Art der Oberfläche abhängige Konstante, für welche wir später die näheren Werte geben werden, genannt wird, so ist die abgegebene Wärme

$$W = 124 \cdot 72 \cdot K_1 \cdot 1 \cdot 0077^t (1 \cdot 007^{T-t} - 1)$$

Auch das Dulong'sche Gesetz ist nicht allgemein gültig; dagegen scheint das Stefansche Gesetz der Strahlung bei allen bis jetzt angewendeten Temperaturen zu genügen. Stefan findet, daß die Wärmestrahlung den 4. Potenzen der absoluten Temperatur proportional ist. Sei W die gesuchte Wärme, C eine Konstante  $\theta_1$  und  $\theta_2$  die absoluten Temperaturen des Körpers und der Umgebung, so hätte man

$$W = C \cdot (\theta_2^4 - \theta_1^4)$$

Die absolute Temperatur findet man, indem man zu den nach Celsius gegebenen Werten über Null 273° addiert.

Der Leitungsverlust an die Luft ist nicht von der Natur und Oberflächenbeschaffenheit der Gegenstände abhängig, sondern von der Form und Größe sowie von dem Temperaturüberschusse über die Umgebung, nicht von der absoluten Temperatur. Die Formel Dulong's ist:

$$W_1 = 0 \cdot 552 \cdot K_2 \cdot (T - t)^{1 \cdot 233}$$

worin T und t die Temperaturen, K<sub>2</sub> eine Konstante bedeutet.

Für liegende Zylinderflächen ist  $K_2 = 2 \cdot 058 + \frac{0 \cdot 0382}{r}$ ; für vertikale ist auch die Höhe h in Rechnung zu ziehen.

$$K_3 = \left( 0 \cdot 726 + \frac{0 \cdot 0345}{\sqrt{r}} \right) \cdot \left( 2 \cdot 43 + \frac{0 \cdot 8758}{\sqrt{h}} \right), \text{ z. B. erhält man für } K_3$$

Radius in Metern	Höhe des Zylinders in Metern		
	0·5	2·0	4·0
0·012	3·5	2·9	2·8
0·10	2·9	2·4	2·3
0·25	2·8	2·4	2·2

Für vertikale ebene Flächen, da  $r = \infty$ , wird  $K_3 = 1.764 + \frac{0.636}{V_h}$ , z. B. bei

	der Höhe in Metern			
	0.1	1.0	2.0	4.0
ist $K_3$	3.8	2.4	2.2	2.1

$K_2$  u.  $K_3$  stellt die per  $1 m^2$  Oberfläche u. per 1 Stunde abgegebene Wärmemenge dar.

Für je  $1 m^2$  Oberfläche wird bei einer Temperaturdifferenz von  $1^\circ$  in einer Stunde an Wärme (Kalorien) ausgestrahlt ( $K_1$ ).

von Kupfer . . . . .	0.16
„ Messing poliert . . . . .	0.26
„ Gußeisen blank . . . . .	3.17
„ „ rostig . . . . .	3.36
„ Eisenblech . . . . .	2.77
„ „ rostig . . . . .	3.36
„ Bausteinen . . . . .	3.6

(Péclet).

Gußeisen und Bausteine, welche zur Herstellung von Öfen verwendet werden, zeigen keine wesentliche Verschiedenheit im Strahlungsvermögen.

Die Beobachtung lehrt trotzdem, daß gerade zwischen Ton- und Eisenöfen ein wesentlicher Unterschied in der tatsächlichen Wärmeausstrahlung besteht. Die starke Wärmestrahlung eiserner Öfen beruht auf zu starker Überhitzung des Eisens. Gußeisen ist dem Tone gegenüber ein vorzüglicher Wärmeleiter, ferner hat der Eisenofen nur geringe Wandungsdicke, der Tonofen aber bedeutende Dicken-dimensionen, und so erklärt sich die Verschiedenheit der Temperatur der Außenwand genügend.

Bezüglich des (inneren) Wärmeleitungsvermögens sind folgende Werte von Interesse; durch eine Fläche von  $1 m^2$  geht in 1 Stunde bei  $1^\circ$  Temperaturdifferenz zwischen den Begrenzungsflächen und bei  $1 m$  Dicke hindurch in Kalorien:

bei Kupfer . . . . .	69
„ Eisen . . . . .	28
„ gebranntem Tone . . . . .	0.5 bis 0.7.

Gemischte Öfen, bei welchen der Heizkasten aus Eisen und der Aufsatz aus Kacheln besteht, oder bei welchen der aus Kacheln hergestellte Ofen von einer oder mehreren horizontal denselben durchsetzenden Blechröhren (Durchsichten) durchzogen ist, vereinigen in gewisser Hinsicht die Vorteile der eisernen und der Tonöfen, indem durch den eisernen Feuerraum oder die Durchsicht die Heizung des Zimmers beschleunigt wird, der obere Ofenteil aber zum Aufspeichern und zum Verteilen der Wärme dient.

Da die eisernen Öfen die im Feuerungsraume entwickelte Wärme sehr schnell durch sich hindurchleiten und an die Zimmerluft abgeben, so werden sie häufig ohne vertikale Züge konstruiert und bestehen, wie z. B. die sogenannten Kanonenöfen, aus einem hohlen gußeisernen Zylinder, der am oberen Ende mit einem Blechrohre, am unteren mit einer Heiztür versehen ist. Immerhin ist bei dieser einfachen Konstruktion trotz der raschen Wärmeabgabe von Seite des Eisens der Wärmeverlust durch die abgehenden Gase ein erheblicher und man sucht demselben zu steuern, indem man ein langes Rauchrohr anlegt.

Bei den Öfen, welche aus gebranntem Tone bestehen, einem Material, das die Wärme nur langsam aufnimmt, aber auch langsam abgibt, sind dagegen stets zahlreiche Züge vorhanden, so z. B. bei den russischen und schwedischen Öfen. Die Anlage der Züge kann senkrecht abwechselnd steigend und fallend, wie bei den russischen Öfen, oder bloß horizontal und steigend, wie bei den schwedischen Öfen, sein. Die Schnelligkeit, mit der sich ein Ofen beim Erhitzen erwärmt und mit der er beim Löschen des Feuers auskühlt, hängt weiter auch von der Dicke der Ofenwandungen, von der Größe des Ofens und namentlich von der Größe der Heizfläche ab. Die Erfahrung lehrt, daß man mit möglichst großen Heizflächen den besten Effekt bei verhältnismäßig geringerem Kostenaufwand erzielt. Es ist immer besser, große Heizflächen schwach zu erwärmen, als mittels kleiner einen stärkeren Wärmegrad hervorzurufen, weil im letzteren Falle eine Überhitzung der Heizfläche nur zu leicht möglich ist.

Es hat sich gezeigt, daß die durch einen Ofen sich verbreitende Wärme am angenehmsten ist, wenn die Temperatur der Außenflächen  $50-60^{\circ}\text{C}$  nicht übersteigt. Werden sie heißer, wie dies häufig der Fall, so nimmt die Wärmestrahlung ungemein rasch zu, was gesundheitlich von Nachteil ist. Eiserne Öfen haben nicht selten  $120-130^{\circ}$  an der Außenfläche. Alle jene Öfen sind hygienisch vorteilhafter, deren Wirkung vorwiegend in Wärmeleitung besteht. Hohe, schlanke und große Tonöfen, deren Wände eine bedeutende Fläche bieten und deren Material, seiner Natur und Dicke wegen, Wärme langsam aufnimmt und abgibt, sind deshalb, wenn es sich um eine gleichmäßige, behagliche Zimmerheizung handelt, den kleinen, dünnen, Wärme rasch leitenden eisernen Öfen, die mehr für schnell zu erwärmende Geschäftslokalitäten sich eignen, unbedingt vorzuziehen.

Weiter belästigt der auf glühenden Ofenflächen versengende Staub durch den hierbei entstehenden brenzlichen Geruch, darauf hat schon Rumford hingewiesen. Bei einer Erwärmung der Ofenfläche bis zu  $100^{\circ}\text{C}$  ist eine trockene Destillation des Staubes kaum zu befürchten.

Wichtig ist die bei jeder Heizungsart eintretende Veränderung der relativen Feuchtigkeit (und des Sättigungsdefizits) der Luft.

Strömt z. B. mit Wasserdampf gesättigte feuchte Luft von  $-20^{\circ}\text{C}$ , welche im Kubikmeter  $1.57\text{ g}$  Wasserdampf enthält, in die Stube und wird durch eine Heizung nun auf  $+20^{\circ}\text{C}$  erwärmt, so müßte, wenn Sättigung vorhanden sein sollte, diese Luft  $17.53\text{ g}$  Wasserdampf per  $1\text{ m}^3$  enthalten. Diese Luft von  $+20^{\circ}$  enthält aber nur  $1.57\text{ g}$ , also nur  $\frac{1.57}{17.53} = 0.089$  der bei  $+20^{\circ}\text{C}$  möglichen maximalen Feuchtigkeit, das wäre also rund  $9\%$ , und ihr Sättigungsdefizit betrüge  $17.53 - 1.57 = 15.96\text{ g}$ . Zieht man noch die Ausdehnung, welche die Luft bei einer Temperaturerhöhung von  $40^{\circ}$  erfährt, in Rechnung, so resultieren nur  $8\%$  relative Feuchtigkeit.

Durch jede Art von Heizung, sei sie Ofen-, Kamin-, Luft- oder Wasserheizung, wird also eine Reduktion der relativen Feuchtigkeit und Erhöhung des Sättigungsdefizits bewirkt. Der Feuchtigkeitsgehalt ist aber immer höher, als hier berechnet wurde, da namentlich von den Mauern Wasserdampf abgegeben wird und die sich in dem Raume aufhaltenden Menschen Wasserdampf aushauchen, somit der Luft Feuchtigkeit zuführen. In dem vorhin als Beispiel gewählten Falle fanden sich in einem durch Ofenheizung erwärmten Raume bei  $20^{\circ}\text{C}$   $20\%$  relativer Feuchtigkeit.

Es wurde in früherer Zeit auch behauptet, daß die gußeisernen Öfen, wenn sie zum Rotglühen erhitzt werden, Kohlenoxyd austreten lassen. Die Versuche von Fodor und Gruber beweisen auf das bestimmteste, daß das Kohlenoxyd unter den im täglichen Leben gegebenen Bedingungen durch die Wandung eiserner Öfen nicht hindurch diffundiert. Es muß darauf hingewiesen werden, daß vom physikalischen Standpunkte ein Austritt des im Ofen gebildeten Kohlenoxyds durch das Gußeisen um so weniger möglich ist, als im Ofen ein kräftiges Saugen stattfindet, und daß demnach das Kohlenoxydgas, das sich beim kräftigen Zuge ohnehin nur in Spuren bildet, viel bequemer zum Schornsteine hinaus mit den übrigen Gasen entweichen kann, als nach dem Wohnraume zu.

Wenn aber auch nicht durch Diffusion Kohlenoxyd austritt, so können doch mancherlei Umstände bei der Heizung das Auftreten von Kohlenoxyd bewirken. So bildet sich Kohlenoxydgas entweder durch Staub, der an den glühenden Ofenwänden versengt wird, oder aber es treten die Verbrennungsgase wegen Undichtigkeit im Ofen und den Ofenröhren nach Schließung der Ofenklappe am Rauchrohre, endlich bei mangelhaftem Zuge im Kamine als Rauch in das Zimmer und bringen so das Kohlenoxyd mit. Das Eindringen von Kohlenoxyd aus der Heizvorrichtung ist demnach nicht nur möglich, sondern sogar nicht selten. Man hat mit aller Strenge zu verlangen, daß keine Ofenheizung gestattet werde, welche mit einer Ofenrohrklappe versehen ist. Die Regulierung der Luftzufuhr läßt sich in jeder gewünschter Weise am Ofentürchen ausführen.

Bekanntlich werden in vielen Ländern, namentlich in Italien und Spanien, aber auch im südlichen Frankreich, die sogenannten Kohlenbecken als Zimmerheizung verwendet. Aber auch bei uns werden Kohlenbecken und Karbonnatronöfen und auch die mit Kohle geheizten Selbstkocher zu mancherlei Zwecken, so z. B. zum Wärmen des Samowar, zum Löten, beim Bügeln zur Heizung benützt. Derartige Apparate sind selbstverständlich nur in freier Luft oder bei offenem Fenster oder bei Ableitung der Verbrennungsgase am Platze. Stehen sie dagegen in einer Wohnung und ist das Zimmer klein und der Abzug der Verbrennungsgase gehemmt oder nicht reichlich genug, so können die Bewohner durch Kohlendampf vergiftet werden. Fälle dieser Art sind nicht selten, und namentlich ist es die unter der Asche glimmende Kohle, welche den giftigen Dunst entwickelt. Die Gefahr ist am größten, wenn mit Torfkohle geheizt wird.

Den Nachteilen, welche durch Überhitzung der Öfen entstehen, sucht man verschiedentlich vorzubeugen. Das wichtigste bleibt, Ofen und Ofenwände so zu konstruieren, daß die Heizflächen nicht zu heiß werden. Gegen die fast unvermeidliche lästige Wärmestrahlung eiserner Öfen schützt man sich durch Ummantelung, gegen die Luftaustrocknung in freilich meist ganz ungenügender Weise dadurch, daß man flache Wassergefäße auf den Ofen stellt oder benetzte Tücher in die Nähe des Ofens aufhängt. (Siehe bei Luftheizung.)

Während in früherer Zeit die sogenannten Schüröfen, bei welchen ein fortwährendes Nachlegen von Brennmaterial durch die unten am Ofen angebrachte Heiztür stattfindet, einzig und allein in Gebrauch waren, sind gegenwärtig die Füllöfen zu häufiger Verwendung gelangt. Dieselben werden auf einmal mit dem Brennmaterial gefüllt; das Brennmaterial, das sie fassen, reicht für einen halben oder ganzen Tag aus.

Der Meidingersche Ofen (Fig. 46), der hier als Beispiel genannt sein mag, besteht aus einem gußeisernen Füllzylinder ohne Rost und ist von einem doppelten Blechmantel umgeben; der Füllzylinder, aus

einzelnen Ringen, die man auswechseln kann, zusammengesetzt, hat unten statt der Rostöffnung einen Hals mit einer hermetisch schließenden Tür versehen, die durch seitliche Verschiebung den Luftzutritt auf das genaueste regulieren läßt. Beschiekt wird der Ofen mit Kohle oder Koks, die bis zu einem gewissen Grade zerkleinert werden müssen, damit das Feuer weiter brennt. Die Verbrennung in diesem Ofen ist

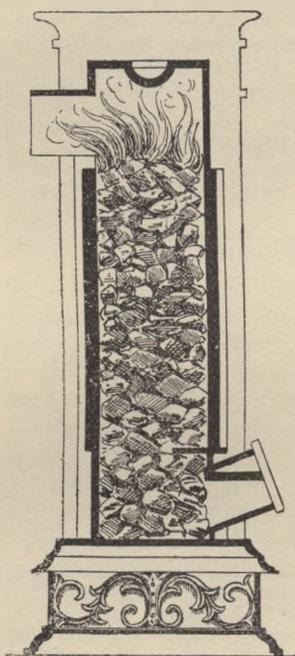


Fig. 46.

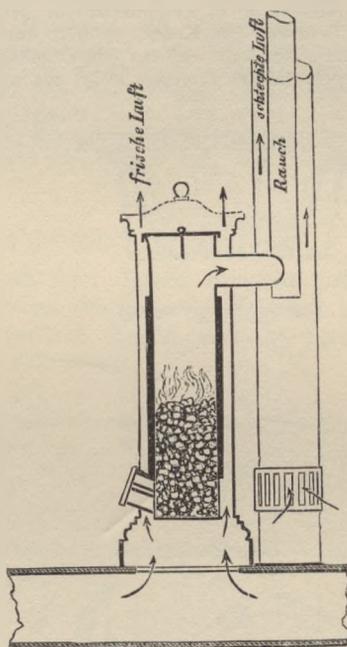


Fig. 47.

rationell und ökonomisch; die Wärme wird rasch an die Ofenwände abgegeben, der Brennstoff wird vollständig zu Kohlensäure verbrannt. Durch den doppelten Blechmantel ist die lästige strahlende Hitze vermieden, so daß man den äußeren Mantel stets mit der Hand anfassen kann, die außergewöhnliche Stärke der Ofenwandungen hält die Hitze länger zurück und schützt vor dem raschen Verbrennen des Eisens.

Der Hauptvorteil der Mantelöfen besteht darin, daß sich mit denselben kräftig wirkende Ventilationseinrichtungen verbinden lassen, was bei den gewöhnlich konstruierten Öfen nicht oder weniger gut möglich ist.

Die gewöhnlichen, vom Zimmer aus heizbaren Schüröfen sind nicht ganz ohne ventilatorische Wirkung, allein diese Wirkung ist mit Rücksicht auf den Ventilationsbedarf eine viel zu geringe. Wenn man hingegen den Raum zwischen dem Ofen und dem Mantel eines Mantelofens oben durch Öffnungen mit der Zimmerluft und unten seitlich durch einen nach außen mündenden Saugkanal mit der Atmosphäre kommunizieren läßt, so wirkt während der Heizperiode der Mantelinnenraum als Lockkamin und fördert so eine sehr beträchtliche Menge einer reinen und

nach dem Durchgang durch den Mantelinnenraum entsprechend vorgewärmten Luft ins Zimmer (Fig. 47). Diese Ventilationsmantelöfen werden zu diesem Zwecke noch mit Einrichtungen versehen, durch welche man die Zufuhr frischer Luft von außen nach Belieben regeln und auch gänzlich abschließen kann.

Der Kanal, der die Außenluft in den Mantelraum zuführt, wird mit einem Schieber versehen. Ferner kann durch eine am unteren Teil des Mantels angebrachte Öffnung durch Zu- oder Aufmachen derselben mittels eines Türchens die Zimmerluft mit dem Mantelinnenraum in Kommunikation gesetzt oder abgesperrt werden. Schließt man mittelst Schieber den Kanal, so tritt durch das offene Türchen die Zimmerluft in den Mantelraum, erwärmt sich an den Ofenflächen und geht an dem oberen offenen Ende des Mantels in das Zimmer, steigt als warme Luft gegen die Decke, kühlt sich hier

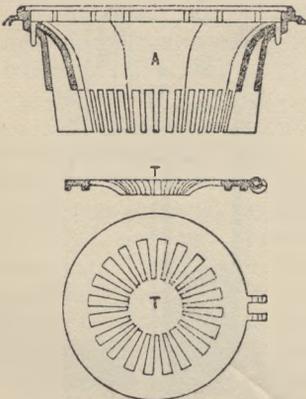


Fig. 48.

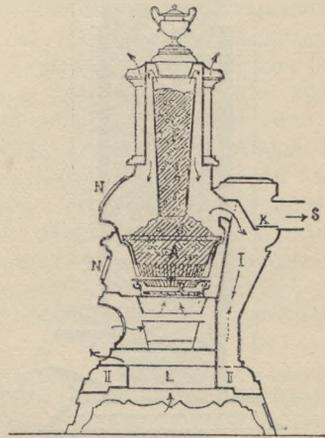


Fig. 50.

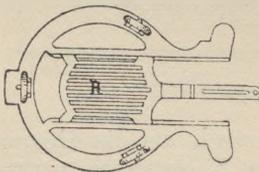
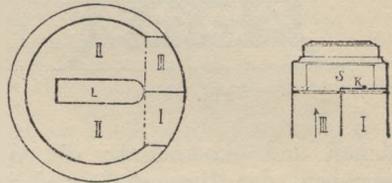


Fig. 49.



ab, sinkt infolgedessen zu Boden und tritt dann wieder in den Mantelraum ein, um so fortwährend zu zirkulieren. Durch diese Zirkulationsheizung wird das Zimmer zunächst angeheizt, die Wände werden erwärmt und das Zimmer ohne größeren Wärmeverlust auf den gewünschten Grad temperiert.

Will man dann ventilieren, so schließt man das Türchen nach dem Zimmer und stellt den Schieber des Suktionskanals derart, daß frische Luft je nach Bedarf mehr oder weniger eintritt. Die frische Luft erwärmt sich im Mantelraum und steigt im Zimmer gegen die Decke auf. Für den Abzug der Luft, welche nach Abkühlung und Veratmung heruntersinkt, läßt man in den Zimmerwänden, nahe am Fußboden, einen Abzugskanal nach dem Kamin münden. Der Querschnitt der Abzugsöffnung muß der Größe nach jenem der Zutrittsöffnung entsprechen. Die Abfuhr der verdorbenen Zimmerluft kann man auch durch eine Ummantelung des Rauchrohres bewirken (Fig. 47) oder endlich durch geeignete Ventilationsklappen an den Oberscheiben der Fenster herbeiführen.

Vollkommener in der Konstruktion betreffs gleichmäßiger Regulierbarkeit des Brandes sind gewisse in Nordamerika gebräuchliche, bei uns kurzweg als „amerikanische“ bezeichnete Öfen.

Das Charakteristische derselben liegt in dem Korbrost. Derselbe besteht (Fig. 48) aus dem Feuerraum *A*, aus faßdaubenartig aneinander gesetzten, leicht auszuwechselnden Gußplatten.

Dieser Feuerraum ist nach unten durch den von außen mittels einer Stange drehbaren Roststeller *T* und einem ebenfalls von außen verschiebbaren Planrost *R* abgeschlossen (Fig. 49). Indem man Rost und Roststeller aneinander verschiebt, reitert man die Asche in das Aschengefäß.

Das Brennmaterial, am besten Anthrazit oder Koks, kommt in den Fülltrichter *F* (Fig. 50), die Rauchgase läßt man anfänglich direkt nach dem Kamin abziehen; wenn das Feuer aber bereits im Gange ist, stellt man die Klappe *K* um und läßt die Rauchgase in der Richtung der Pfeile erst im Ofen zirkulieren, ehe sie austreten. Dadurch wird eine vermehrte Ausnützung des Brennmaterials erreicht. Dem durch einige Glimmerplatten, welche an der Tür oder der Wandung sich befinden (*N*), sichtbaren Feuer der amerikanischen Ofen kann außer dem dadurch gewährten Behaglichkeitsgefühl keine Bedeutung zugemessen werden. Den Ofen durchzieht frische Luft wie in den früher genannten Mantelöfen. Die Vernickelung der Wand vermindert die Wärmestrahlung. Ähnlicher Konstruktion und den amerikanischen Ofen gleichwertig sind die deutschen Fabrikate von Löhnholdt, Witte u. s. w.

### Heiz- und Kochzwecke.

Bei der armen Bevölkerung muß man darauf Bedacht nehmen, daß der Heizofen zugleich für Kochzwecke dienen soll; die auch in den bemittelten Familien gebrauchten Kochöfen haben den Nachteil, im Sommer die Wohnräume zu stark zu erwärmen.

Die Aufgabe, dem Heiz- und Kochzwecke zugleich oder nur dem letzteren gerecht zu werden, löst der Ofen des Eisenwerkes Kaiserslautern (Fig. 51).

Das Feuer liegt auf dem Rost; die Wärme kann durch die Klappe *K* entweder direkt nach dem Kamin gelangen, wobei nur die Kochplatte warm wird, oder sie zirkuliert wie der Pfeil um den Bratherd. Die Dünste entweichen nach dem Schornstein. Der Ofen hat einen Mantel *V*, durch welchen man einen Luftstrom leiten kann mittels Öffnung des Schiebers *S*. Dadurch wird die Wärmeabgabe des Ofens für Heizzwecke vermehrt, wenn sie bei *i* in das Zimmer tritt, oder die warme Luft geht direkt nach dem Schornstein bei *K*<sub>1</sub>, dann wird die Wärmeabgabe nach dem Zimmer zu kleiner.

Die beste Lösung der Heizfrage für Kochzwecke ist durch die Gasheizung zu erwarten (siehe später).

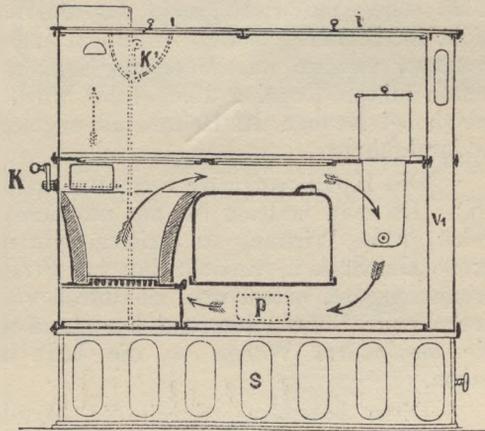


Fig. 51.

### B. Zentralheizung.

Die Vorteile der Zentral- vor den Lokalheizungen bestehen in einer sehr bequemen Bedienung, da der Transport der Brennmaterialien aus dem Keller nach den Heizstellen, nach den einzelnen Räumen fortfällt, ferner wird die Reinlichkeit befördert, da keine Asche aus den Zimmeröfen zu entfernen ist. Das Betreten der zu erwärmenden Räume

durch das Heizpersonal ist ausgeschlossen und können Korridore und Treppenhäuser auf leichte Weise mitbeheizt werden, wodurch der lästige Zug beim Aufgehen von Türen oder auch durch die Türritzen vermieden wird. Man erspart Raum durch Wegfall der großen Heizöfen, vielleicht mit Ausnahme der Warmwasserheizung. Die Brennmaterialersparnis ist, weil durch Anlage genügend großer Heizflächen die erzeugte Warmemenge vollständiger ausgenützt werden kann, eine wesentliche, trotzdem durch die langen Leitungen viel Wärme ungenützt verloren geht.

Andererseits ist freilich mit den Zentralheizungen das Unangenehme verknüpft, daß bei gelegentlichen Beschädigungen, die nie ganz zu vermeiden sind, einzelne Wohnungen oder Stockwerke, selbst das ganze Haus unwohnlich gemacht werden können. Auch ist das Einfügen neuer Teile eines Gebäudes in ein Zentralheizungssystem fast immer mit Schwierigkeiten verbunden. Da man die Wärme in allen Teilen des Hauses zur Verfügung hat, ist auch ein Mehrverbrauch an Wärme sehr naheliegend und wohl die Regel.

### Zentralluftheizung.

Bei der Zentralluftheizung, welche von Meißner in Wien 1823 angegeben wurde, steht der die Wärme erzeugende Ofen (Fig. 52) nicht im Zimmer, sondern in einem anderen Raume (*H*) Heizkammer genannt, von wo aus die warme Luft in die zu beheizenden Räumlichkeiten mittels Kanälen übergeführt wird. Eine Luftheizungsanlage muß gleich bei Neubau des Hauses mit angelegt werden, sie ist späterhin fast undurchführbar.

Die Heizkammer liegt unterhalb aller zu heizenden Lokalitäten (*N*). Da man bestrebt ist, mit möglichst wenig Brennmaterial die möglichst größte Wirkung zu erzielen, gibt man dem Heizkörper *O* sehr große Heizflächen, versieht ihn mit Strahlungsrippen und hält die Verbrennungsgase, indem man sie durch vielfach gewundene, im Heizraume verlaufende Röhren hin und her strömen läßt, so lange zurück, bis sie die maximalste Wärme an die Luft in der Heizkammer abgegeben haben.

Diese besondere, durch die ökonomischen Rücksichten bedingte Konstruktionsart der zur Luftheizung dienenden Öfen macht es in hygienischer Hinsicht notwendig, zu verlangen, daß der Feuerraum und alle von den Flammen direkt zu erreichenden Eisenteile mit feuerfesten Steinen und Schamotte ausgekleidet seien, um nicht glühend zu werden, und daß die Verbindung der Wärmestrahlungskörper und der Rauchröhren eine durchaus dichte sei, damit bei etwaigen Stößen und Rückströmungen im Schornsteine der Rauch nicht durch offene Fugen in die Heizkammer dringt und schließlich den Zimmern mitgeteilt wird. Die Rostflächen dürfen ja nicht zu klein gewählt werden, damit Überheizungen des Apparats vermieden bleiben.

Weiter ist als wesentlich zu beachten, daß die Röhren, durch welche die Verbrennungsgase streichen, für den Fall, als sich darin Ruß und Flugasche ansetzt, der Reinigung leicht zugänglich seien. Für die ganze Brauchbarkeit der Luftheizung ist es eine wesentliche Bedingung,

den Heizapparat so einzurichten, daß die Feuerung und die Reinigung des Ofens von außen geschieht. Zur besseren Zusammenhaltung und Ausnützung der Wärme ist es gut, die Heizkammer aus möglichst schlechten Wärmeleitern, etwa aus Hohlziegeln herzustellen.

Die Heizkammer steht durch den Zuleitungskanal für frische Luft (*K*) mit der Atmosphäre und durch mehrere Röhren (*WW*) für Ableitung der erwärmten Luft mit den zu beheizenden Räumlichkeiten in Zusammenhang.

Es wäre wünschenswert als Hauptregel festzuhalten, daß die ins Zimmer strömende Heizluft im Mittel nie wesentlich mehr als  $50^{\circ}$  habe und die Einströmungsgeschwindigkeit sollte ein  $1\text{ m}$  per Sekunde nicht überschreiten. Die Erhitzung der Luft wird aber sehr häufig eine höhere

sein. Um etwa übermäßig erhitzte Luft auf eine angemessene Temperatur zu bringen, leitet man gewöhnlich die heiße Heizkammerluft in die sogenannte Mischkammer, in welcher die Luft nach Bedarf in ihrer Temperatur durch Einlassen kalter Luft von außen erniedrigt wird (siehe Fig. 52 bei *M*).

Der Zuleitungskanal für kalte Luft ist in der Regel ein gemauerter, horizontal liegender Kanal, welcher unterhalb der Kellersohle von außerhalb des Gebäudes her geführt wird und am besten auf einem freien Gartenplatze beginnt. Um von der Heizkammer Staub und andere Störungen abzuhalten, empfiehlt es sich, die Öffnung des Zuleitungskanals durch einen Pavillon zu überbauen und die Fenster des letzteren zu vergittern (Fig. 53).

Die Kanäle zur Ableitung der erwärmten Luft öffnen sich an der Decke oder den Seitenwänden der Heizkammer (Fig. 52. Siehe auch

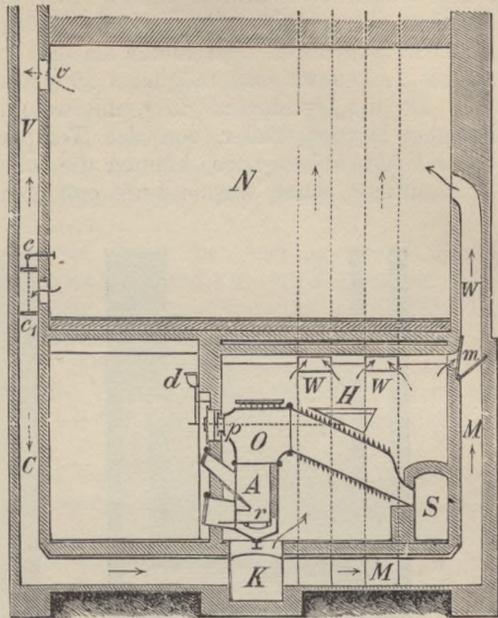


Fig. 52.

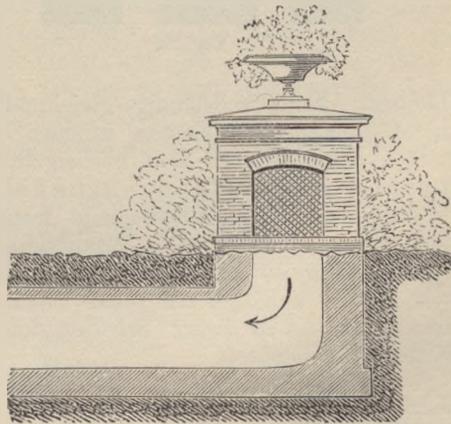


Fig. 53.

Fig. 54, 55, 56, 57). Von den Zuführungs- und Ableitungskanälen gilt im allgemeinen dasselbe, was von den Schornsteinen gesagt wurde, sie sollen möglichst senkrecht hinauf- oder hinabgehen, glatte Wände, kreisförmiger Querschnitt, keine scharfen Knicke und keine Vorsprünge haben; glasierte Tonröhren sind hierfür ein sehr empfehlenswertes Material. Horizontale Leitungen sind möglichst zu vermeiden.

Da die Geschwindigkeit, mit welcher sich die warme Luft in den Kanälen bewegt, außer von der Temperatur von der lotrechten Höhe der Kanäle abhängt, so können die oberen Zimmer eines Hauses der Heizkammer mehr warme Luft entziehen als die unteren, welche kalt

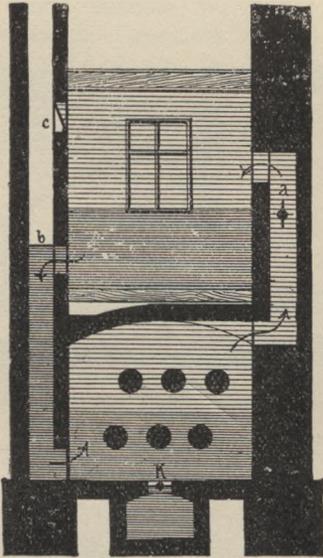


Fig. 54.

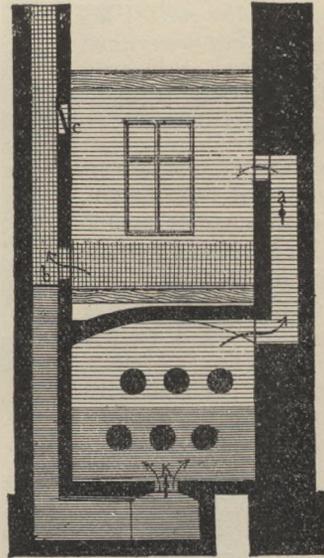


Fig. 55.

bleiben. Eine vollständig gleichmäßige Verteilung der Wärmemenge nicht bloß in allen Etagen, sondern auch in den einzelnen Räumen derselben kann dadurch aber herbeigeführt werden, daß jeder Raum einen besonderen Zuführungskanal enthält, dessen Dimensionen dem Wärmebedürfnisse entsprechend festgestellt sind. Wenn man auch für jede Etage einen eigenen Zufuhrskanal herstellt, so wird doch, weil die Geschwindigkeit, mit der sich die warme Luft bewegt, von der Höhe der Kanäle abhängt, das obere Stockwerk rascher und stärker warm als das untere. Um dieser Schwierigkeit zu begegnen, werden mancherlei Kunstgriffe benützt.

Es wird vorgeschlagen, die Einstromöffnungen der Kanäle in der Heizkammer, durch welche man die erwärmte Luft erreicht, für das obere Stockwerk etwas niedriger anzubringen. Man erreicht dadurch einerseits eine größere lotrechte Höhe der Kanäle und andererseits für dieses Stockwerk eine weniger hohe Temperatur der ausströmenden Luft, weil die tieferen Luftschichten, aus welchen in der Heizkammer diese Kanäle schöpfen, eine niedrigere Temperatur besitzen.

Ein fernerer Behelf zur besseren Erwärmung der unteren Stockwerke besteht darin, daß man die Weite der Kanäle für die oberen Stockwerke beschränkt. Diese Einschränkung der Kanäle für die oberen Etagen kann entweder dadurch geschehen,

daß man ihnen von Haus aus eine geringe Weite gibt oder durch angebrachte Schieber. Je weniger stark die Luftheizungsluft erwärmt wird, desto geringer wird der Unterschied der Temperatur in den verschiedenen Lokalitäten, indem die Temperaturverschiedenheit der verschiedenen Höhenlagen abhängt von dem Gesamtunterschiede der warmen und der am Fußboden ankommenden Luft.

Die Austrittsöffnungen, durch welche die warme Luft in die Räume einströmt, sollen stets in den vertikalen Wänden, aber nie unmittelbar unter der Decke angebracht werden, sondern bei mittleren Räumen etwa 2·5 *m* oder noch weniger hoch über dem Fußboden.

Eine Luftheizungsanlage heizt im Gegensatze zu allen übrigen zentralen Beheizungsarten in der Regel nicht mit Zirkulation der Wärme, sondern mit Ventilation.

Da die Luft in einem Raume durch die Atmung der Menschen und die Beleuchtung u. s. w. verdorben wird, so wird man sie meist nicht, nachdem sie sich auf normale Stubentemperatur abgekühlt hat, wieder in den Heizraum zurückfließen lassen, wie das Wasser bei der Warmwasserheizung oder der Dampf bei der Dampfheizung zum Kessel zurückkehrt, um dort wieder Wärme zu empfangen, sondern man pflegt die Luft durch die Abführungskanäle (Abluftkanäle) entweichen zu lassen.

Jede derartige Luftheizungsanlage ist also eine Ventilationsanlage, ein nicht gering zu schätzender Vorteil, den sie vor den übrigen Heizeinrichtungen voraus hat. Allerdings ist damit ein gewisser ökonomischer Nachteil verknüpft, denn bei Zirkulationsheizung hatte man nur jedesmal die auf Stubentemperatur abgekühlte Luft wieder auf etwa 50° zu erwärmen, bei der Ventilationsheizung muß jedoch, weil stets frische Luft in den Kaloriferenraum tritt, die Erwärmung der Temperatur im Freien bis zu 50° gebracht werden. Besonders an sehr kalten Tagen ist das ein Übelstand. Wenn mehr Wärme benötigt wird, so läßt sich eine solche vermehrte Wärmezufuhr nur auf zwei Wegen bewerkstelligen: entweder man läßt die Luft mit höherer Temperatur in den zu beheizenden Raum treten, oder man vermehrt die Menge der zugeführten Luft. Da es aus mancherlei Gründen nicht tunlich ist, die Luft sehr stark zu erhitzen, so bleibt nur der zweite Weg übrig: damit wird aber auch mehr Wärme, welche zu dem Anheizen der Luft aus dem Freien notwendig ist, verbraucht. Doch ist dieser ökonomische Nachteil nicht so gewichtig, zumal trotzdem die Luftheizung die billigste aller Zentralheizanlagen ist.

Nur unter gewissen Umständen ist es zweckmäßig, die Luftheizung als Zirkulationsheizung zu benutzen (s. Fig. 52 *CC* u. Fig. 54), nämlich um das erste Anwärmen der zu beheizenden Räume zu beschleunigen. Man kann die Heizluft in die Heizkammer zurückführen und zirkulieren lassen, bis das Bedürfnis nach Luftwechsel eintritt, so z. B. in Schulgebäuden vor Beginn des Frühunterrichts. Die Kanäle der Luftheizung lassen sich ohne bedeutende Mehrauslagen für die Zwecke der Sommerventilation anpassen (siehe Fig. 57).

Nachfolgende Abbildungen werden das Wesen der ventilierenden Luftheizung deutlich machen.

Es liegt unten im Keller ein Heizkörper, eine Art Ofen, welcher die Luft erwärmt. Die erwärmte Luft steigt durch einen Kanal *a*, den Heizkanal, in die Höhe, tritt in das Zimmer ein und wird auf der anderen Seite in verschiedener Weise abgezogen. Ist der Luftzuführungskanal *k* in der Heizkammer und die Klappe *c* im Zimmer geschlossen, ist auch zugleich die Klappe *b* so gestellt, daß der obere Teil des Kanals,

*b c*, Ventilationskanal genannt, von der Kommunikation mit dem Zimmer abgesperrt ist, so wird die Luft zwischen Heizkammer und Zimmer fortwährend zirkulieren (Fig. 54).

Wird die Klappe *k* im Luftzufuhrkanal der Heizkammer geöffnet, die Klappe *b* so gestellt, daß die Kommunikation zwischen Zimmerluft und Ventilationskanal hergestellt ist, und bleibt die Klappe *c* zu, so tritt frische Luft durch die Heizungskammer ein, erwärmt sich, tritt durch den Kanal *a* ins Zimmer und geht, nachdem sie hier verbraucht ist, durch den Ventilationskanal ab (Fig. 55).

Im Sommer ventiliert man in der Art, daß man die frische Luft durch *k* in die nunmehr kalte Heizkammer und aus dieser durch *a* ins Zimmer eintreten und durch die Öffnungen *c* und *b*, wobei letztere Klappe die in Fig. 56 angedeutete Stellung hat, nach ihrer Ausnützung in den Ventilationsschlauch abgehen läßt.

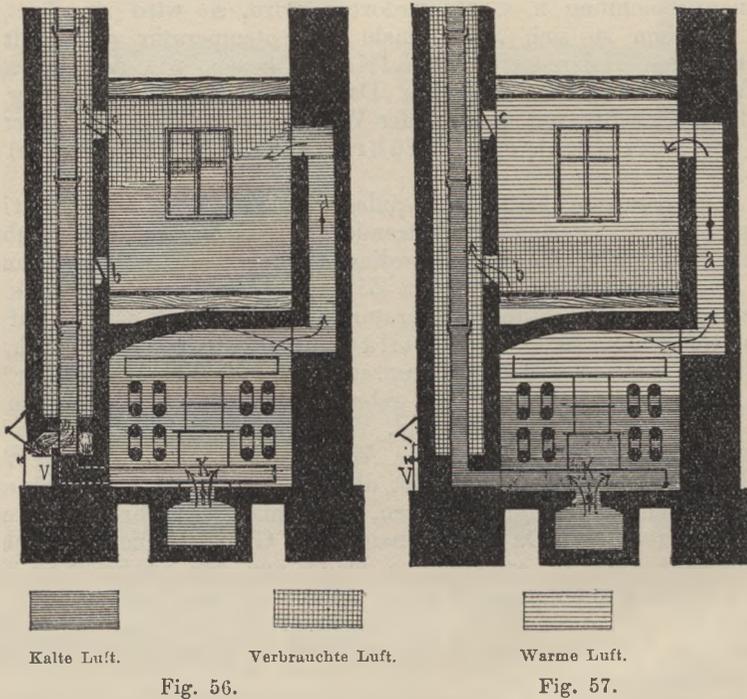


Fig. 56.

Fig. 57.

Man kann den Ventilationseffekt der Luftheizung sehr bedeutend steigern und Unregelmäßigkeiten durch Windpressungen vorbeugen, wenn man das Abzugsrohr durch eine Feuerung stets warm erhält.

Die Art der Anlage dieser Feuerung ist aus Fig. 56 und 57 ersichtlich. Bei der Winterventilation (Fig. 57) wird der Heizkörper geheizt, die Klappe *c* ist zu, *b* offen, *k* offen. Im Sommer wird selbstverständlich nicht geheizt, und da hiebei die Erwärmung durch das Rauchrohr entfällt, so steht dann die Anfeuerung *V*, der Lockkamin, im Betriebe. Dabei ist *c* offen, *b* zu, *k* offen (Fig. 56).

Aus den obigen Erörterungen wird ersichtlich, daß die Luftheizung mancherlei Vorteile bietet, von denen hauptsächlich der ventilatorische Effekt, die Billigkeit und Einfachheit der Anlage und des Betriebes hervorzuheben sind. Es drängt sich aber die Frage auf, ob nicht die Luftheizung auch Schattenseiten aufweist. Es wird der Luftheizung „vorge-

worfen, daß sie häufig eine verunreinigte Luft infolge von Versengung zuführe, daß die zugeführte Luft meist sehr trocken sei, daß die Wärme im Zimmer sehr ungleichmäßig verteilt werde und daß die Leitung der warmen Luft in mehrere entfernt voneinander gelegene Zimmer sehr viel Schwierigkeiten bereite und man die erwärmte Luft nicht weiter als höchstens 13—14 m in horizontaler Richtung leiten könne.

Es muß bemerkt werden, daß diese Bedenken zum Teil und nur dann berechtigt erscheinen, wenn die Anlage eine unvollkommene und die Bedienung eine nachlässige ist. Soll die Einrichtung sich bewähren, so muß die zu erwärmende, in die Zimmer einführende Luft einer reinen Quelle entnommen, allenfalls durch Filter von Staub gereinigt werden: damit sie durch den Heizprozeß keine neue Verunreinigung, etwa durch Rauch oder durch Brennpunkte erfahre, muß der Ofen der Heizkammer in allen seinen Teilen dicht hergestellt und vor Glühendwerden seiner Flächen durch Tonausfütterung u. s. w. bewahrt sein.

Fig. 58 stellt ein solches Luftfilter im Querschnitt vor. Es besteht aus Streifen von Baumwollfilz, die kulissenartig gespannt sind. Die Luft drängt sich wie die Pfeile hindurch, meist bleiben die Filter trocken, bisweilen spült man sie mit Wasser, wodurch dann zugleich eine Befeuchtung der Luft eintritt.

Bespülte eng maschige Drahtnetze haben sich nicht bewährt. Sie werden auch wohl bald durch den Sauerstoff der Luft angegriffen, so daß grobe Löcher entstehen.

Da die Luft Staub pflanzlichen und tierischen Ursprunges enthält, so wird derselbe bei verschiedenen Temperaturen mehr oder weniger rasch angesengt. Man kann dementsprechend schließen, daß bei denjenigen Heizungen, deren Heizfläche sehr heiß ist, eine raschere Zersetzung dieser organischen Stoffe eintritt, als bei denjenigen, deren Heizfläche eine niedrigere Temperatur besitzt. Man nimmt im allgemeinen an, daß bei Temperaturen, die über 150° liegen, ein starkes Versengen der organischen Staubteilchen eintritt, wenn die Staubteilchen längere Zeit mit der betreffenden Heizfläche in Berührung bleiben. Aber auch unter dieser Grenze bis gegen 100° nimmt die staubige Luft meist einen ungewöhnlichen und unangenehmen Geruch an.

Weiter wird der Luftheizung vorgeworfen, daß die zugeführte Luft meist sehr trocken sei. Das Gefühl der Trockenheit der Luft hat nicht allein nur in dem Mangel an Feuchtigkeit seinen Grund, sondern es kann wie längst bekannt auch in anderer Weise entstehen. Es ist bekannt, daß die sogenannte „Austrocknung der Luft“ nicht nur bei der Luftheizung, sondern mehr oder weniger bei jeder Beheizungsart sich geltend macht. Bei der Luftheizung spricht allerdings noch ein anderer Umstand mit, welcher die geringe relative Feuchtigkeit mehr empfinden läßt als bei anderen Heizungen; das ist der rasche Luftwechsel und die Luftbewegung durch die Ventilation, wodurch eine Ansammlung von Feuchtigkeit durch Menschen, durch Beleuchtungsmaterial u. s. w. vermieden wird.



Fig. 58.

Gefühle der Trockenheit, Reizung der Augen, Kratzen im Halse, erzeugen auch die Destillationsprodukte, welche durch Versengen des Staubes an der Kaloriferenoberfläche entstehen.

Man kann die Luft bei Luftheizung durch künstliche Befeuchtung stets auf einen ausreichenden Feuchtigkeitsgrad bringen. Für Luftheizungen benützt man zu diesem Zwecke teils die sogenannten Luftbefeuchtungsrädchen, teils flache Wassergefäße, über welche in den Kanälen die Heizluft streicht.

Weitaus am zweckmäßigsten wird schon im Heizraume selbst die Befeuchtung durch brauseähnliche Einrichtungen oder durch große Wasserschalen, welche von außen bedient werden können, vorgenommen (siehe Fig. 52 *d*); die Figur zeigt bei *d* den Zulauf für Wasser nach einem bei *H* auf dem Heizkörper liegenden Blechgefäße, in letzteren kann der Wasserstand von *d* aus konstant erhalten werden. Die Notwendigkeit einer besonderen Luftbefeuchtung wird ohne Zweifel oft sehr übertrieben; es darf dieselbe aber keine willkürliche sein, sondern es muß die Luft mittels Hygrometers auf ihren Feuchtigkeitsgrad untersucht werden. Beobachtungen haben dargetan, daß der Trockenheitsgrad der Luft bei zweckmäßig bedienten Luftheizungen nicht größer ist als bei den übrigen Beheizungsarten (Reinhard).

Die Verteilung der Wärme in hohen Räumen, deren obere Luftschichten meist sehr warm sind, während die dem Boden anliegenden kalt bleiben, läßt bei der Luftheizung, vielleicht etwas mehr als bei anderer künstlicher Heizung zu wünschen übrig. Dem Übelstand wird im wesentlichen abgeholfen, wenn die Luft mit nicht zu hoher Temperatur und nicht direkt unter der Decke, sondern tiefer einströmt. Durch die Wandungen des Heizkörpers geht, wie oben schon für die eisernen Öfen mitgeteilt wurde, Kohlenoxyd bei normalem Betriebe nicht hindurch. Bei der Luftheizung ist es schwierig, je nach Belieben die Temperaturen für einzelne Räume zu ändern. Das Fehlen der Heizkörper in den Stuben hat, so angenehm die Raumersparnis empfunden wird, doch den Nachteil, daß die fehlende Wärmestrahlung ungünstig für die Anwärmung der Wand- und Bodenflächen ist. Der Ausgleich der Temperatur ist etwas langsamer und manchen Teilen des Zimmers fehlt dort Wärme, wo wir sie bei der sonstigen Beheizung zu erwarten pflegen. Weitaus die meisten Klagen entstehen bei der Luftheizung durch die schlechte, ungeübte Bedienung derselben. In vielen Fällen wird der Heizer zu allerlei Besorgungen verwendet und schürt daher, ehe er den Heizkörper verläßt, reichlich nach, um das Ausgehen des Feuers zu verhüten; die Überheizung der Räume ist die Folge und damit eine Belästigung der Anwesenden gegeben.

Die Luftheizung ist trotz einiger kleiner Mängel und Bedenken eine heutzutage vollkommen befriedigende Heizanlage, welche namentlich da, wo zugleich eine lebhaftere Ventilation benötigt wird, ihr besonderes Feld der Tätigkeit findet.

### Dampfheizung.

Eine Dampfheizungsanlage besteht meist aus einem Kessel mit der nötigen Feuerung, in welchem Wasser verdampft wird, aus den Verteilungsröhren, welche den Dampf je nach Bedürfnis in

die verschiedenen Stockwerke und Zimmer führen, aus den Kondensationsgefäßen, in welchen sich der Dampf wieder zu Wasser verdichtet und dabei seine freigewordene Wärme an die Gefäßwände abgibt, endlich aus den Abflußröhren für das aus dem Dampfe verdichtete Wasser; doch gibt es auch einfachere Systeme.

Es ist nicht gerade nötig, daß der Dampfkessel im Keller oder im Erdgeschoße des zu heizenden Gebäudes selbst stehe, sondern der Dampf kann auch anderen, in der Nähe befindlichen Dampfkesseln entnommen werden, weshalb diese Art der Heizung vielfach bei gewerblichen Anlagen Verwendung findet.

Der Dampf ist außerordentlich geeignet, als Träger der Wärme aufzutreten; je größer die Spannung desselben, um so dichter wird er und um so mehr Wärme vermag  $1 \text{ m}^3$  zu übertragen, wie folgende Ziffern ergeben.

Druck des Dampfes	Temperatur in $0^{\circ} \text{ C}$	Gewicht von $1 \text{ m}^3$ Dampf	$1 \text{ kg}$ Dampf nimmt Wärme auf in Kal.	$1 \text{ m}^3$ Dampf nimmt Wärme auf in Kal.
1 Atmosphäre	100·0	0·589 <i>kg</i>	637	375
2 "	120·6	1·134 "	643	729
3 "	133·9	1·658 "	647	1073
4 "	144·0	2·173 "	650	1412
5 "	152·2	2·680 "	653	1750

Strömt aus dem Kessel der Dampf mit  $100^{\circ}$ , so hat  $1 \text{ m}^3$  Dampf bei der Erwärmung von  $0^{\circ}$  an 375 Kal. aufgenommen; läßt man aber in dem Rohrsystem den Dampf sich kondensieren und als Wasser von  $100^{\circ}$  in den Kessel zurückfließen, so liefert  $1 \text{ m}^3$  Dampf 0·589 *kg* Kondenswasser, in welchem noch rund 58·9 Kal. aufgespeichert sind.  $1 \text{ m}^3$  Dampf hat demnach in den Dampfheizungsrohren 375 (siehe oben) — 58·9 = 316 Kal. an Wärme abgegeben; und in ähnlicher Weise erhält man bei 5 Atmosphären-Druck als Wärmeübertragung für  $1 \text{ m}^3$  Dampf (unter Annahme der gleichen Verhältnisse  $1750 - 269·0 = 1482$  Kal. Es sind dies ganz enorme Wärmemengen, die sich durch Abkühlung des Kondenswassers noch vergrößern ließen; bei der Luftheizung überträgt man mit  $1 \text{ m}^3$  Heizluft kaum mehr als 12 Kal. an Wärme. Daher bedarf man, ganz abgesehen von dem bei der Dampfheizung zur Überwindung von Reibungswiderständen reichlich verfügbaren Druck, eines relativ nur engen Röhrensystems zur Leitung der Wärme.

Die Dampfheizung erforderte eine sehr sorgfältige Ausführung, namentlich der Dichtung und in Auswahl der Kompensatoren, welche die durch die Verlängerung der Leitung beim Anwärmen und bei Verkürzung derselben durch das Abkühlen erzeugten Längenveränderungen meist durch Einfügung sich biegender, elastischer, bogenförmig gekrümmter Kupferröhren auszugleichen haben.

Die Anlage der Röhren muß so gerichtet sein, daß bei dem Einlassen von Dampf die Luft leicht verdrängt werde. Leitungen, welche mit Luft gefüllt sind, hindern das Eindringen des Dampfes und bleiben kalt. Die Leitungen müssen so hergestellt sein, daß die Luft als spezifisch schwerer wie Dampf nach unten entweichen kann. Der kontinuierliche Betrieb ist dem intermittierenden vorzuziehen.

Die neueren Dampfheizungsanlagen rechtfertigen die früheren vielfach erhobenen Klagen nicht mehr; man bringt an Stelle der „Dampf-

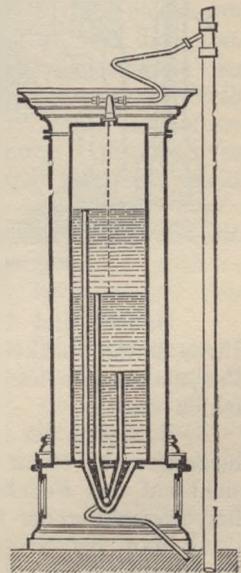


Fig. 59.

spiralen“, die früher benützt wurden, in den Wohnräumen die „Dampfwasseröfen“ an. Fig. 59 stellt einen der gebräuchlicheren dar (Käuffer). Es ist ein Mantelofen, in dessen inneren Zylinder der Dampf mündet und unten austritt; in diesem Zustand hat er freilich wenig vor den Spiralen voraus. Aber der Dampfwasserofen erlaubt das Kondenswasser im inneren Zylinder aufzuspeichern. Die drei in Fig. 61 angegebenen Röhren können beliebig durch Hähne reguliert werden, daß der Ofen entweder zu  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  oder  $\frac{3}{4}$  mit Wasser gefüllt bleibt. Wir haben es also beliebig in der Hand, das Wärmereservationsvermögen zu steigern oder zu verkleinern und den Ofen jedem Bedürfnisse anzupassen.

Die Dampfheizung hat den Vorzug unbegrenzter horizontaler Ausdehnung und ist leicht in Gebäuden auch nachträglich einzurichten und bietet für manche größere Anlagen den Vorteil, den Abdampf noch weiter zu verwenden.

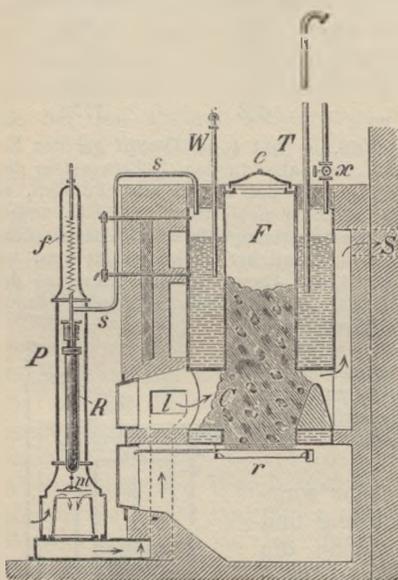


Fig. 60.

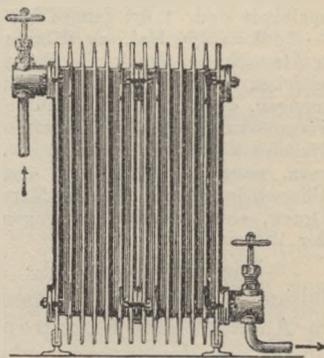


Fig. 61.

Mängel sind die teure Anlage und die Gefahr der Kesselexplosionen. Ihre Anwendbarkeit wird namentlich für große Gebäudekomplexe, Parlamente, Hochschulen, Theater, Krankenhäuser, Gefängnisse zu empfehlen sein.

Bezüglich der Luftverbesserung (Ventilation) leistet die Dampfheizung noch etwas weniger als die Stubenofenheizung; auch mit Rücksicht auf den Feuchtigkeitsgrad der Luft kommt ihr keine Verschiedenheit gegenüber der Stubenofenheizung zu.

Man hat vorgeschlagen durch geeignete Ventile einen Teil des Dampfes in die Zimmer behufs Befeuchtung der Luft treten zu lassen. Abgesehen davon, daß die bei Dampf- oder Ofenheizung vorkommende Lufttrockenheit wenig schadet und jedenfalls gestinder ist als eine hochwarme und feuchte Luft, empfiehlt sich die Dampf- befeuch-

tung deswegen nicht, weil der Dampf nicht rein ist, sondern riechende Bestandteile aller Art beigemischt enthalten kann.

In neuerer Zeit haben die Dampfheizungen mannigfache Veränderungen erfahren; hochgespannte Dämpfe werden vermieden und die Niederdruckdampfkessel mit Sicherheitsvorrichtungen versehen, welche permanente Speisung des Kessels gewährleisten und jede zu hohe Spannung des Kessels durch Auswerfen des Wassers und durch die Notpfeife kundgeben. Die Feuerung wird durch eine selbsttätige Regulierung im Gang erhalten, welche den Luftzutritt zum Rost bei wachsendem Wärmebedarf mehrt, bei abnehmendem mindert; die Bedienung des Kessels ist auf ein Minimum reduziert und erfordert keinen geschulten Heizer. Der Kessel bedarf der Konzessionierung nicht; er kann selbst unter bewohnten Räumen Aufstellung finden.

Fig. 60 stellt einen solchen Kessel vor. *F* ist der Füllschacht, umgeben von dem Wasserkessel. Der Deckel *e* ist luftdicht geschlossen.

Fällt das Wasser unter die Mündung des Rohres *W*, so strömt Dampf durch die Dampfpfeife bis *W* und alarmiert den Heizer. Steigt der Dampfdruck zu stark, so wird alles Wasser durch das Rohr *T* aus dem Kessel geworfen. Dies kann nur eintreten, wenn die Regulationseinrichtung *P R* in Unordnung geraten sein sollte.

Der Kessel kommuniziert mittels der Röhre *s* mit einem Rohr, welches zum Teil mit Quecksilber gefüllt ist und an einer Feder hängt. An dem unteren Ende des Rohres *R* hängt ein Deckel *m*, welcher den Luftzuführungs kanal zur Feuerung mehr oder minder schließt. Preßt der Dampf viel Quecksilber in die Röhre *R*, so wird diese schwerer, dehnt die Feder und schließt die Luftzufuhr; sinkt der Dampfdruck, so saugt der Kessel Quecksilber nach *s*, *R* hebt sich und läßt neue Luft nach der Feuerung treten. Die Kessel verlangen im Tag nur eine Füllung.

Von dem Kessel durchzieht ein einziges Röhrensystem das Haus; eine besondere Rückleitung für das Kondenswasser fehlt. Es strömt an den Wandungen der Dampfleitung dem Kessel zu.

Durch Rippenheizkörper wird die Wärme den bewohnten Räumen zugeteilt (siehe Fig. 61). Sie sind hier anwendbar, weil die selbstregulierende Feuerung ein besonderes Wärmereservationsvermögen der Heizkörper nicht verlangt. Die Heizkörper sind manchmal an Stelle von Hähnen, die den Zustrom regulieren, von einem Mantel aus einem für Wärme undurchlässigen Material umgeben, durch Öffnung von Klappen strömt die Wärme dem Zimmer zu. Eventuell läßt eine zweite Klappe Luft aus den Luftkanälen, dem Korridor oder dem Freien über die Heizkörper wegstreichen und bietet die Möglichkeit einer Ventilation. Bei geschlossenen Klappen der Umhüllung des Rippenheizkörpers tritt keine Wärme in die Stube. (Systeme Bechem und Post und andere.)

In neuester Zeit hat man die Regelung der Wärmeabgabe der Heizkörper auch noch in einer anderen Weise versucht, indem man in den letzteren eine Mischung von Dampf oder Luft, die wechselnd ist, beläßt. Die Funktion einer solchen Beheizungsweise, die von Käuffer & Co., und von Körting hauptsächlich eingeführt werden, sei nach dem von ersteren gewählten Schema Fig. 62 beschrieben.

Der Dampf aus Kessel *A* geht durch *a* nach dem Heizkörper *B*, *e* ist die Regulierung des Dampfstroms. Das Kondenswasser fließt durch *b* und *c* nach dem Kessel. Das Rohr *c* steht durch eine mit Wasser gefüllte Schleife mit dem Dampfrohre *a* in Verbindung. Die im System enthaltene Luft geht um so vollkommener, je mehr Dampf strömt nach *C*, einer schwimmenden Aluminiumglocke, die also als „Gasometer“ fungiert.

Sinkt der Dampfstrom, so geht die Luft mehr oder minder vollständig in den Heizkörper zurück. Man nennt dieses Regulationssystem das Luftumwälzungsverfahren.

Bei der Dampfheizung legt man Rippenheizkörper meist unterhalb der Fensterbrüstung an oder an die Wandungen der Säle. Die Rippenheizkörper lassen sich schwer von Staub befreien; in neuerer Zeit ist man daher vielfach wieder zu glatten Röhren zurückgekehrt.

Die behufs Ventilation den Räumen zugeführte Luft wird durch Rippenheizröhre schon in den Kanälen vorgewärmt; bei milder Kälte genügt wohl eine solche „Dampf Lufttheizung“ allein zur Erwärmung selbst großer Säle.

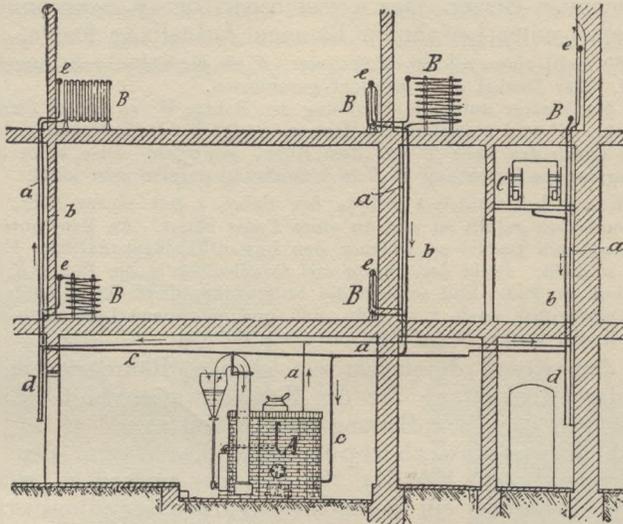


Fig. 62.

Zur Hebung der Ventilation im Sommer kann man die Luft in den Abstromkanälen erwärmen, alsdann gelangt frische kühle Luft in den Wohnraum (siehe III. Kapitel).

Eine eigenartige Beheizungsform ist zugleich mit Niederdruckdampfheizung im Hamburg-Eppendorfer Krankenhause zur Durchführung gekommen: die Fußbodenheizung. Unter dem Boden liegen in Kanälen die Dampfrohre; die Temperatur des Bodens geht auf etwa  $25^{\circ}$ . Die Heizung läßt sich nur für eingeschossige Räume anwenden; bedarf aber noch außerdem der Beihilfe von Rippenheizkörpern an den Wandungen, um bei strenger Kälte zu genügen. Die Temperaturen der Luft sind sehr gleichmäßig und um etwa  $5^{\circ}$  niedriger als die des Bodens. Die Beheizungskosten scheinen zurzeit nicht unerheblich.

### Wasserheizungen.

In ähnlicher Weise, wie man bei der Lufttheizung, die in einem besonderen Raume, der Heizkammer, erwärmte Luft in die zu beheizenden Gemächer bringt und dadurch die letzteren erwärmt, ebenso kann man jene Wärme, welche das Wasser beim Erhitzen aufnimmt, durch Leitung dieses Wassers in bestimmte Räumlichkeiten übertragen.

Da die spezifische Wärme oder die Wärmekapazität des Wassers für gleiche Gewichtsmengen in runder Zahl fast fünfmal so groß ist als die der Luft, so kann das Wasser fast fünfmal so viel Wärme aufnehmen als die gleiche Gewichtsmenge Luft, wenn es denselben Temperaturgrad aufweist wie diese; Wasser kann daher aus einer Zentralheizung schon in einem sehr geringen Volumen weit größere Wärmemengen in die einzelnen Räume eines Gebäudes transportieren und dort wieder abgeben als die Luft. Zur Erwärmung von  $1\text{ m}^3$  Wasser um  $1^\circ\text{C}$  sind  $1000\text{Kal.}$ , zur Erwärmung von  $1\text{ m}^3$  Luft nur  $0.3\text{ Kal.}$  notwendig. Auch gibt das Wasser durch leitende oder strahlende Körper, etwa durch eiserne Röhrenwandungen, seine Wärme nur sehr langsam und allmählich an die umgebende Luft ab, wodurch die Beheizung der Räume zu einer sehr gleichmäßigen und andauernden sich gestaltet.

Man unterscheidet Warmwasser- und Heißwasserheizungen. Das Prinzip beider Wasserheizungssysteme beruht darauf, daß Wasser, welches ein in sich zurückkehrendes Rohrsystem ausfüllt, in die Höhe gehoben wird, wenn es unten in einem Kessel erwärmt wird. Das warme Wasser wird infolge seines geringeren spezifischen Gewichtes in dem System durch das kältere emporgehoben und auf letzterem zu schwimmen suchen. Er gelangt also zu dem höchsten Punkte der Leitung, wird dort durch das immerwährend nachströmende Wasser weiter gedrängt, kühlt sich auf dem langen Wege infolge der Wärmeabgabe an die Rohrleitung und umgebende Luft ab und kehrt, in seiner Temperatur erniedrigt, wieder nach dem Kessel zurück, um von hier aus den Kreislauf von neuem zu beginnen.

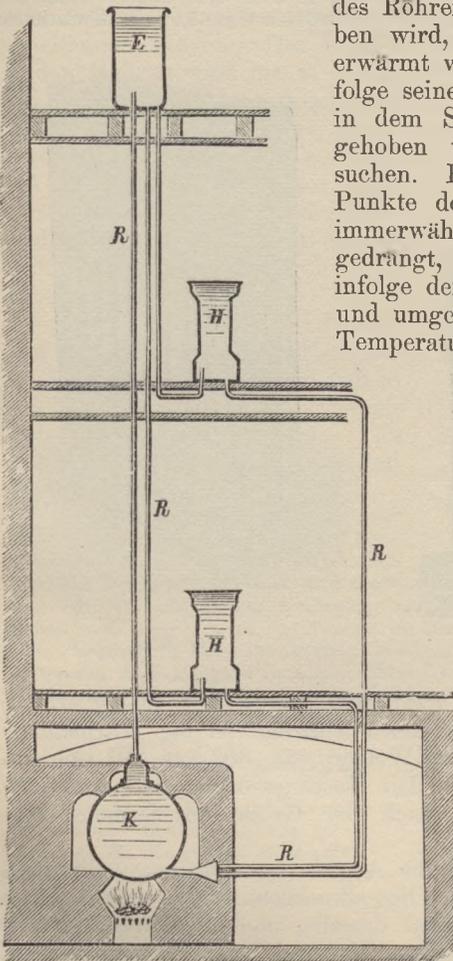


Fig. 63.

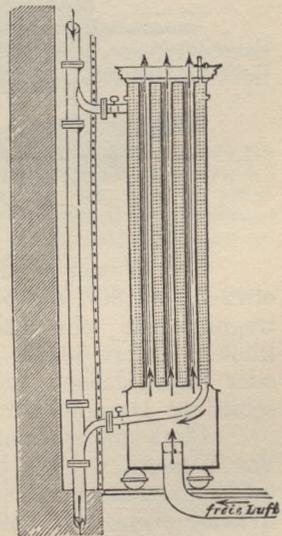


Fig. 64.

Eine Neuerung betrifft auch bei den Wasserheizungen die Hebung der Umlaufgeschwindigkeit (Brückner-Heizung), die dadurch erzielt

wird, daß zum Expansionsgefäß eine mit Dampfblasen durchsetzte Wassersäule aufsteigt, wodurch also der Gewichtsunterschied zwischen aufsteigendem Schenkel der Leitung und dem zum Heizkörper zurückströmenden Wasser größer, somit die Anheizungsperiode offenbar gekürzt wird.

Die wesentlichsten Elemente der Warmwasserheizung sind (Fig. 63) ein Feuerherd im Keller; ein durch denselben erwärmter bis auf zwei Öffnungen geschlossener Wasserkessel *K*; eine von dem Dom des Kessels bis unter das Dach aufsteigende Metallröhre *R*, die hier in ein größeres, offenes Expansionsgefäß *E* gelangt; eine Anzahl von Fallröhren, welche von dem Reservoir in die einzelnen Etagen führen; horizontale Abzweigungen derselben in die zu beheizenden Räume, Vergrößerung der strahlenden und wärmeabgebenden Flächen dieser Abzweigungen durch Windungen der Röhren oder durch Heizkörper *H*; und Sammlung aller Fallröhren zu einer gemeinschaftlichen, wieder in den Wasserkessel führenden Röhre.

In manchen Fällen wird für die Wasserheizung auch eine andere Form des Kessels gewählt. Die Heizung erfolgt durch einen Schachtofen Fig. 65, dessen Füllschacht *R*) innerhalb des mantelartigen Wasserraumes liegt.

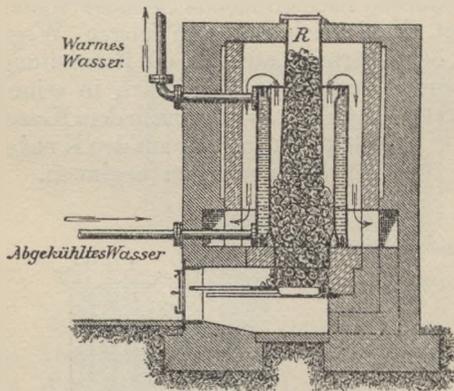


Fig. 65.

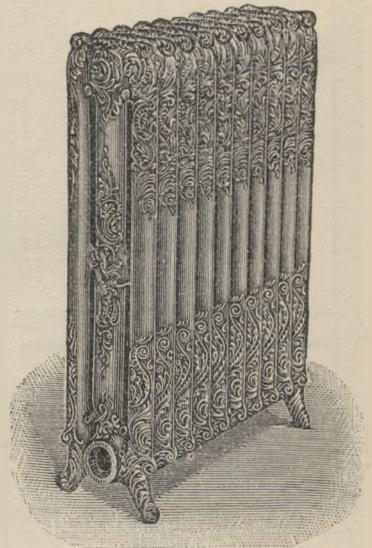


Fig. 65a.

Das Wasser wird bei der Warmwasserheizung nur mäßig erhitzt, etwa bis zu  $80^{\circ}$ , nie bis zum Siedepunkt, trotzdem ist die Wärmeübertragung eine sehr mächtige.  $1\text{ m}^3$  Wasser von  $80^{\circ}$  auf  $20^{\circ}$  sich abkühlend liefert 60.000 Kal. Wärme. Die Leitungsröhren sind von Guß- oder Schmiedeeisen und haben je nach der Größe des Systems verschiedene Durchmesser.

Ganz unbrauchbar würde sich die Anordnung erweisen, wollte man das Wasser, welches bereits einen Ofen durchflossen hat, noch durch einen anderen Ofen leiten, denn es hat dasselbe in dem ersteren so viel Wärme abgegeben, daß seine Temperatur unzureichend für eine fernere Wärmeabgabe ist.

Die Heizkörper sind meistens zylindrische Öfen (Fig. 64) von 40 bis 60 cm Durchmesser. Zwischen Boden und Decke dieser Öfen sind 6—12 Stück Röhren von ca. 8 bis 10 cm lichtigem Querschnitt eingeschaltet,

durch welche die Luft von unten eintritt, sich innerhalb derselben erwärmt und oben aus dem Ofen hinaus ins Zimmer strömt.

Man kann daher mit dem Ofen sehr leicht eine Ventilation verbinden nach Art der Mantelöfen, wenn man ihn auf einen hohlen Fuß aufstellt und den Fuß mittels einer Rohrleitung mit der Außenluft kommunizieren läßt. Es wird alsdann im Ofen nur frische Außenluft erwärmt, die dem Zimmer durch die Ofendecke zugeführt wird. Eine Drosselklappe in dem Luftzuführungsrohre ermöglicht eine Regulierung oder vollständige Abschließung des Luftstromes.

Die Warmwasserheizung hat im allgemeinen den Vorteil einer angenehmen, konstanten, auch nach Schluß der Feuerung lange anhaltenden Wärme. Der Druck in den Röhren wird nie so groß, daß bei guter Konstruktion ein Platzen zu besorgen wäre, auch werden die Röhren nie so heiß, daß sich daran angesetzter Staub versengen und dadurch die Luft verderben könnte. Die Betriebskosten sind mäßig. Dagegen ist die Anlage kostspielig.

Auch sogenannte Radiatoren Fig. 65 a finden als Heizkörper Anwendung, sie eignen sich in gleicher Weise und Ausrüstung auch für Dampfheizungen. Es sind leicht zu reinigende vertikal angeordnete Elemente.

Die Heißwasserheizung oder auch Perkinsheizung beruht auf demselben Prinzip wie die Warmwasserheizung, nur ist die Leitung auch im Expansionsgefäße gegen außen verschlossen, jedoch mit einer Ventilvorrichtung zur Verhütung von bei allzu großem Drucke etwa entstehenden Explosionen. Ferner wird das Wasser bis auf  $170^{\circ}$  erwärmt, und zwar nicht in einem Kessel, sondern in dem spiralförmig gebogenen Rohre, von welchem etwa ein Sechstel der ganzen Leitungslänge in einem Ofen direkt vom Feuer erhitzt wird. Die Zirkulationsröhren sind von Schmiedeeisen und müssen einen Druck von 200 Atmosphären aushalten.

Bei der Heißwasserheizung kommen in der Regel keine eigentlichen Öfen in Anwendung; für eine ausreichende Erwärmung der zu beheizenden Räume genügt es, die Heizröhren in spiralförmigen Windungen in den zu erwärmenden Räumen verlaufen zu lassen (Fig. 66).

Die Heizröhren sind während des Heizbetriebes so heiß, daß sie die anfassende Hand verbrennen. Es ist deshalb der Vorsicht wegen nötig, die Heizröhren durch Gitter oder durchbrochene Ummantelung so zu

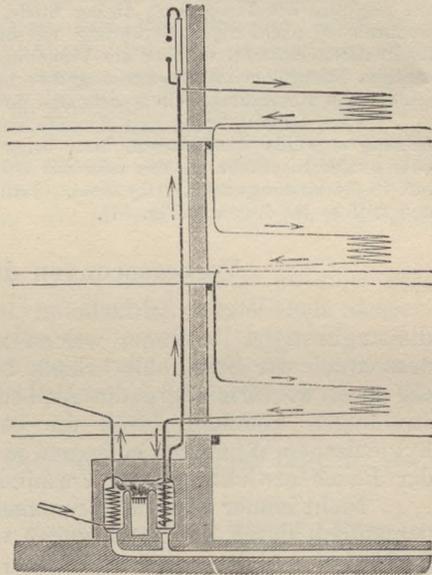


Fig. 66.

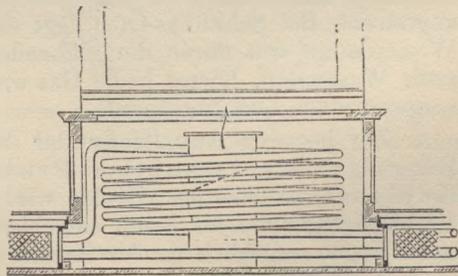


Fig. 67.

bergen, daß eine Berührung derselben nicht möglich ist.

Die Vorteile des Systems sind, daß es verhältnismäßig wenig Wasser braucht, weil dasselbe infolge der hohen Erhitzung sehr viel Wärme in einer Gewichtseinheit aufgespeichert enthält und rasch zirkuliert, daß eine rasche Anheizung möglich ist und daß die Anlagekosten im Vergleiche zur Warmwasserheizung wesentlich geringer sind.

Nachteile der Heißwasserheizung sind: Möglichkeit heftiger, zerstörender Explosionen, rasche Abkühlung nach dem Aufhören der Heizung, große Wärmestrahlung in der Nähe der Heizröhren, Versengen von Staubteilchen an den sehr heißen Röhren.

Explosionen entstehen meist, wenn bei strenger Kälte das Wasser in einzelnen Röhrenteilen einfriert und man mit der Heizung beginnt, ohne zuvor durch gelinde Feuerung die zugefrorenen Stellen eisfrei gemacht zu haben. Die Gefahr der Explosion tritt ferner ein, wenn zu wenig Wasser im System ist und wenn alsdann Luft durch den Rücklauf des Wassers bis in die Ofenspirale mitgerissen wird. Es kann dann leicht ein Erglühen des Eisenrohres an der Stelle, wo sich die Luft festgesetzt hat, eintreten, wodurch bei nachheriger Berührung mit dem Wasser eine erheblich höhere Spannung im letzteren entsteht, welcher die Wandungsstärke nicht mehr gewachsen ist. Ein zeitweiliges Nachfüllen im Expansionsgefäße ist deshalb sehr notwendig, da trotz des verschlossenen Rohrsystems ein Verdunsten doch nicht zu vermeiden ist.

Eine Luftzuführung zum Zwecke einer Ventilation läßt sich mit der Heißwasserheizung ebenfalls kombinieren. Man bringt innerhalb der Zimmerspiralen ein rundes oder ovales Blechrohr an, das man mit einer Drosselklappe versieht und mit der Außenluft in Verbindung setzt. Die frische Luft wird dann durch die Heizspirale erwärmt und tritt so ins Zimmer (Fig. 67).

### Verbesserungen des Heizverfahrens.

In den letzten Jahrzehnten ist man fortgesetzt bestrebt gewesen, die ungünstigen Resultate, welche man bei der üblichen Verbrennung, namentlich der Steinkohle erhielt, zu beseitigen. Rußentwicklung, Aschenfall u. s. w. vermindern die Ausbeute an Wärme ungemein. Diese Bestrebungen kommen durch die ökonomischen Ersparungen auch den hygienischen Wünschen entgegen, noch mehr aber durch die Herabsetzung der Rauchentwicklung und Verminderung der Rauchplage.

Nicht immer wird das Brennmaterial direkt auf dem Roste verbrannt; namentlich durch die Erfahrungen von Siemens hat man sich der Generativ- und Regenerativfeuerung zugewandt. Für beide Fälle wird das Brennmaterial in einem besonderen Ofen vergast und die Gase dann den Orten zugeführt, wo die Verbrennung eintreten soll. Die Verbrennungsgase werden durch eigenartige Konstruktion der Öfen vorgewärmt. Diese Feuerung heißt Generativfeuerung; wird auch die zur Verbrennung notwendige Luft vorgewärmt, so erzielt man noch bedeutendere Hitzegrade. Letztere Einrichtung bezeichnet man als Regenerativfeuerung. Manchmal wird auch eine bessere Vergasung des Heizmaterials angestrebt. Bei Schillings-Öfen liegt eine Wasserpfanne unter dem Roste. Wasserdampf tritt durch die glühenden Kohlen und bildet Kohlenoxyd, auch Wasserstoff. Dieses heiße Gas wird dann mit der in der Heizanlage vorgewärmten Luft verbrannt.

Zur besseren Ausnützung der Wärme bedient man sich auch der Feuerung mit verstäubtem Brennstoffe. Angewendet wird die Kohlenstaubfeuerung; Kohle wird sehr fein zermahlen und in den Verbrennungsraum als Staub eingeblasen. Bedenken bestehen gegen dieselbe wegen angeblich großer Kosten für die Pulverisierung der Kohle.

Außerdem findet Anwendung die Verstäubung flüssiger Brennstoffe von Teer, oder besser von Petroleumrückständen. Ein Injektor, aus welchem gespannter Dampf austritt, verstäubt den ölartigen Brennstoff und reißt zu gleicher Zeit so viel Luft mit, daß eine glatte, ruß-

freie Verbrennung zu stande kommt. Die Ölfuehrung ist in Rußland und Pennsylvanien wegen des niedrigen Petroleumpreises verbreitet.

Die beste Ausnützung, namentlich der festen Brennstoffe, wird erreicht, wenn man dieselben zuerst in geeigneter Weise vergast und diese Gase zur Wärmegehung benützt. Die Gasheizung hat daher nicht nur theoretisches, sondern auch eminentes praktisches und hygienisches Interesse.

### Heizung durch Gas.

In neuerer Zeit hat sich die Verwendung von Leuchtgas zu Heizzwecken in weiten Kreisen eingebürgert und man hat der Benützung von gasförmigem Brennmaterial ein höheres Interesse zugewandt. Die Erwartung, in der Dampfheizung eine selbst für größere Städte zureichende allgemeine Beheizungsweise zu gewinnen, hat sich nicht realisieren lassen; dagegen besitzen wir in den Gasen ein Material, welches sich, ohne einen größeren „Spannkraftverlust“ zu erleiden, über jedes beliebige Stadtgebiet verteilen läßt, und jedem Konsumenten bleibt es überlassen, in welcher Weise und für welche Zwecke er aus Gas sich Wärme entwickeln will.

Brennbare Gase können uns also in gewissem Sinne zu einer zentralen und allgemeinen Versorgung von Städten mit Wärme führen. Sieht man von dem Naturgase, welches an manchen Orten in großen Mengen dem Boden enströmt, ab, so können sehr verschiedene, künstlich hergestellte Gasarten den Zwecken der Beheizung, im weitesten Sinne genommen, dienen.

Die Zusammensetzung der in Betracht kommenden Gase ist etwa folgende:

	Kohlensäure	Kohlenoxyd	100 Teile enthalten:			Andere Gase
			Methan	Wasserstoff	Stickstoff	
Leuchtgas	3·01	8·9	34·0	46·2	2·1	5·74
Generatorgas	5·3	23·7	1·9	6·5	62·6	—
Dowsongas	7·2	26·8	0·6	18·4	47·0	—
Wassergas	3·3	44·0	0·4	48·6	3·7	—

Die natürliche Verbrennungswärme (Wärmeentwicklung nach Abzug der latenten Wärme des Dampfes) beträgt per 1 m<sup>3</sup>

beim Leuchtgas	4600 — 6700	kgcal.
„ Ölgas	9800	„
„ Wassergas	2385	„
„ Dowsongas	1312	„

Die Verbrennungswärme ist beim Leuchtgase am größten, Generatorgas hat nur  $\frac{1}{5}$ , Dowsongas etwa  $\frac{1}{4}$  und Wassergas bis  $\frac{1}{2}$  von dem Werte des Kohlengases. Das Generatorgas wird nur in industriellen Anlagen zur Dampfkesselheizung benützt, das Dowsongas eignet sich zur Heizung und für Gaskraftmaschinen. Die wesentlichsten, für allgemeine Heiz(und Beleuchtungs-)zwecke in Betracht kommenden Gase sind Kohlengas und Wassergas. Letzteres ist ungemein billig, aber in hohem Maße giftig wegen des Gehaltes an Kohlenoxyd; doch hofft man durch Imprägnierung mit stark riechenden Stoffen (Merkaptan) die Gefahr bei Wassergasrohrbrüchen bedeutend herabsetzen zu können.

Brauchbar sind außer Steinkohlen-Leuchtgas, Dowsongas und Wassergas, auch die Gassorten aus Öl, Holz, Torf, Braunkohle, ferner sogenanntes Luftgas und Azetylen.

Steinkohlengas wird durch trockene Destillation von Kohlen gewonnen; der Gewinnungsprozeß findet sich beim Kapitel Beleuchtung beschrieben.

Generatorgase entstehen durch Einblasen von Luft in einen mit Koks oder dergleichen überreichlich gefüllten Ofen, Dowsongas durch Einblasen von Luft und Wasserdampf in einen reichlich mit glühenden Kohlen beschickten Raum, das Wassergas durch Überleiten von Dampf über glühende Kohlen.

Die Gasheizung hat in neuester Zeit sich für viele Zwecke bereits eingebürgert, auch zur Warmung von Wohnräumen oder bei Heizung ganzer Gebäude.

In den Zimmern befindet sich der Gasheizofen; solche existieren in mehreren Formen. Den Siemensschen Ofen zeigt Fig. 68. Die Hitze wird durch leuchtende Gasflammen bei *V* erzeugt. Die Wärmeübertragung geschieht im Teile *A* des Ofens durch Reflexion des blanken Kupferschildes *e*. Von der Flamme steigt die Hitze in den Kanal *m*, geht nach unten bis *c*, dann nach *n* aufwärts in den oberen Teil des Ofens *B* durch die Kanäle *K* nach dem Schornsteine. *m* und *n* werden heiß und geben ihre Hitze zum Teil an die bei *e* und *e*<sub>1</sub> eintretenden, durch eine Metallwand getrennten Luftströme ab. Durch die Vorwärmung

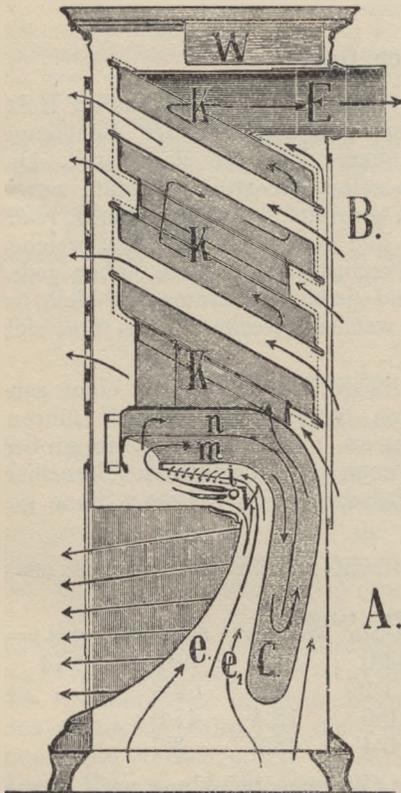


Fig. 68.

der Verbrennungsluft erhöht sich die Warmwirkung der Gasheizung. Der Oberteil des Ofens gibt im wesentlichen erhitze Luft nach den Wohnräumen ab. Manchmal wird der Teil *B* des Ofens fast ganz beseitigt, namentlich bei den kleineren Öfen.

Der Gasofen besitzt den Vorteil, daß er sich leicht mit einem auf bestimmte Temperatur eingestellten Regulator verbinden läßt und sich dann dem Wärmebedürfnisse in zu beheizenden Räumen genau anpaßt.

Wenn Gas einige Zeit auströmt, ehe es entzündet wird, kann der Gasofen eine Explosionsgefahr herbeiführen, dieselbe kann aber durch geeignete Sicherheitshähne, welche die Öffnung des Haupthahnes nur erlauben, nachdem eine kleine zur Entzündung dienende Hilfsflamme angesteckt worden ist, beseitigt werden.

Die Verbrennungsgase von Gasöfen dürfen unter keinen Umständen in bewohnten Räumen sich ansammeln, die Öfen sind immer mit einem Schornsteine in Verbindung zu bringen.

Die ausgiebigere Anwendung von Gasöfen macht es zur Pflicht, der Dichtung der Rohrleitung und den Sicherheitsmaßregeln gegen Rohrbruch erhöhte Aufmerksamkeit zuwenden.

Die Gasheizung findet im Hause neben der Wohnungsheizung Verwendung zu Kochzwecken, ferner bei der Badeheizung.

Die Gasheizung wird auch erreichen lassen, daß der Herd der Küche in richtiger Weise im Sommer dem Kochzwecke, im Winter aber auch dem Heizzwecke dienen kann. Für die Minderbemittelten kann diese Verbesserung von großem Werte sein.

Die Konkurrenz der Gasfeuerung mit der üblichen Kohlenheizung hängt von der Billigkeit des Gases ab; man sagt, daß bei einem Preise von 10 Pfennig per 1 m<sup>3</sup> die Gasheizung bereits lohnend sei. Vorzüge sind, daß in jedem beliebigen Moment Wärme erzeugt werden kann; es bürgert sich die Gasheizung daher besonders in Küchen und für einzelne häusliche Aufgaben, z. B. das Platten, rasch in großen Städten ein. Ferner fallen die Aufbewahrungsräume für Kohlen u. dgl., deren Transport und die Beschmutzung der Zimmer weg. Die Regulierung der Wärme ist für Küchen- und Heizzwecke einfach; Rauchentwicklung läßt sich ganz vermeiden, ebenso die Entwicklung schädlicher Gase. Die Azetylgasbeheizung dürfte kaum größere Bedeutung erlangen.

### Elektrische Heizung.

Die Verbilligung der Elektrizität hat auch zu dem Gedanken Veranlassung gegeben, diese Kraft als Wärmequelle nutzbar zu machen. Da bei der elektrischen Heizung keine „Rauchgase“ entstehen, hat dieselbe hohes hygienisches Interesse. Doch müssen auch bei dieser Beheizungsweise überstarke Erhitzungen solcher Flächen, an welchen die Luft eines Zimmers zirkuliert, vermieden werden, damit ein Ansengen von Staubpartikelehen unmöglich ist.

Als Heizkörper fungieren Metalldrähte, welche über Isolatoren aus Asbest oder Glimmer gespannt sind, oder in Nichtleiter eingebettete Widerstände. Die Oberflächentemperatur steigt auf 200°, was sehr hoch ist und unzweckmäßig erscheint. Für 1000 *kycal.* per Stunde braucht man zwei Pferdekraft; eine Kilowattstunde liefert 664 *kycal.* Mittels elektrischer Heizung läßt sich auch eine Warmwasserheizung durchführen.

Der Betrieb ist noch teuer und wohl nur anwendbar, wo billige Wasserkraft zur Verfügung steht.

### Der Wärmeverlust des Hauses.

Der Wärmeverlust eines beheizten Hauses erfolgt der Hauptsache nach auf zwei Wegen:

1. Durch (Wärme-) Transmission, d. h. durch Hindurchtritt von Wärme durch das Baumaterial, die Fenster, Türen u. s. w.

2. Durch Ventilation, indem warme Luft durch die Poren und Spalten, welche überall sich finden, durchgelassen wird und kalte Luft nachdringt.

Beide Wege sind der Rechnung zugänglich. Die Transmissionswerte sind festgestellt für 1 m<sup>2</sup> Fläche, eine Stunde Zeit und 1° Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außenluft und unabhängig von der Dicke des Materials. Zur Orientierung mögen folgende Werte mitgeteilt werden:

Für einfache Fenster beträgt der Wärmeverlust . . . . .	3·5 Kal.
„ Doppelfenster . . . . .	2·0 „
„ Türen . . . . .	3·0 „
„ Fußboden . . . . .	0·5 „
„ Decke . . . . .	0·7 „

Eine Beheizung befriedigt in ihrer Gleichmäßigkeit nur, wenn die Mauern durch ihre Konstruktion als Wärmereservoir dienen können. Leichte Bauten aus Holz, Gipsdielen mit Luftisolierung, Korksteinen u. dgl. geben kein zureichendes Gleichbleiben der Temperatur und haben keine hygienisch befriedigende Wärmereservation.

Für Mauern verschiedener Dicke hat man: bei 1° Temperaturunterschied der Innen- und Außenluft:

	Bei 0·15 m	Bei 0·60 m	Bei 1·20 m
Als Transmission . . . . .	1·98 Kal.	0·81 Kal.	0·45 Kal.

Die an der Nordseite eines Hauses gelegenen Räume erfordern  $\frac{1}{10}$  mehr zur Beheizung, als aus obigen Zahlen sich berechnen würde. Bei sehr den Winden exponierter Lage der Gebäude wird gleichfalls der Wärmeverlust (bis zu  $\frac{1}{3}$ ) höher zu veranschlagen sein.

Die Zahlen gelten für kontinuierlichen Betrieb der Heizung. Wird nur den Tag über geheizt, so wird viel Wärme in den Mauern aufgespeichert, ehe die normale Temperatur erreicht wird, und um diesen Betrag der Aufspeicherung muß die Wärmeerzeugung vermehrt werden. Diese Menge ist je nach der Dicke der Wandungen nicht unbeträchtlich (bis 10% des Verbrauches).

Der Wärmeverlust durch Ventilation ist einer gesonderten Berechnung zu unterziehen und unterliegt sehr mannigfachem Wechsel, wie in dem nächsten Kapitel auseinandergesetzt wird.

### Abkühlung.

Während wir Mittel genug besitzen, um bei äußerer Kälte unsere Wohnräume warm zu halten, ist die Zahl der Behelfe, durch welche wir an heißen Tagen unsere Aufenthaltsräume entsprechend abkühlen können, eine kleine.

Den meisten Erfolg in Erniedrigung der Temperatur erzielen noch gewisse Einrichtungen, welche man gleichzeitig mit vorhandenen Ventilationsapparaten in Tätigkeit bringt.

So pflegt man für die Sommerventilation die Luft, ehe sie in die zu ventilierenden Räume geleitet wird, im Keller besonders abzukühlen. Meist aber muß man zu komplizierten Mitteln greifen.

Man benützt zunächst den physikalischen Grundsatz, daß Wärme gebunden wird, wenn ein Körper aus dem flüssigen in den luftförmigen Aggregatzustand übergeht, und läßt daher den Luftstrom zum Zwecke der Abkühlung durch einen Wasserschleier streichen. Es wird hiebei das Wasser in Form eines feinen Strahles oder völlig zerstäubt mit der in die Lokalitäten zuzuleitenden Luft in möglichst innige Berührung gebracht. Dieses Verfahren hat aber das Mißliche, daß hiedurch die Luft einen hohen relativen Feuchtigkeitsgrad annimmt.

Sehr wirksam, aber kostspielig ist die Abkühlung mit Hilfe der Windhausenschen Kalteerzeugungsmaschine, die häufig bei der Ventilation von Schiffen in tropischen Gewässern angewendet worden ist. Mit dieser Maschine komprimiert man in besonderen Zylindern die Luft, welche sich infolgedessen sehr stark erhitzt, nimmt

alsdann mit Wasser eine Abkühlung derselben bis ungefähr  $+ 20^{\circ}$  C vor und hebt, wenn dies erreicht ist, die Luftkompression auf. Infolge der Ausdehnung tritt die umgekehrte Erscheinung ein wie bei der Kompression; die Luft kühlt sich ab und ist alsdann mit der Außenluft in dem Verhältnisse zu mischen, daß die gewünschte Temperatur erzielt wird. Auf diese Weise hat man bei großer Hitze die Luft bis auf  $- 40^{\circ}$  C abgekühlt und dann mit der Außenluft gemischt.

Auch andere Methoden zur Erzeugung kühler Luft stehen zu Gebote; neuere Kältemaschinen verwenden die bei Verflüchtigung flüssigen Ammoniaks oder von Kohlensäure erzeugte Abkühlung, welche zunächst auf Salzlösungen übertragen und dann durch ein Röhrensystem zirkulierenden Luft übermittelt wird.

Auch eine lebhaftere Zirkulation der Luft in einer Stube erfrischt in unseren Breiten während des Hochsommers in zureichendem Grade. Windräder von Elektromotoren getrieben, sind heutzutage vielfach im Gebrauch.

Literatur: Meißner, Die Heizung mit erwärmter Luft, Wien 1827. — Pécelet, Neueste Erfindungen und Erfahrungen über Feuerungsanlagen, Weimar 1863. — Wolpert, Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung, Braunschweig 1887. — E. Pécelet, Traité de la chaleur, Paris 1861. — Fanderlik, Elemente der Lüftung und Heizung, Wien 1887. — Dr. Hausermann, Industrielle Feuerungsanlagen, Stuttgart 1894. — Niemann, Die Versorgung der Städte mit Leuchtgas, Stuttgart 1895. — Schwartz, Heizung, Beleuchtung, Ventilation. 1897.

Z BIBLIOTEKI  
c. k. kursu naukowego gimnastyczne  
W KRAKOWIE.

### Drittes Kapitel.

## Ventilation.

### Die Luftverderbnis in den Wohnräumen.

#### a) Durch den Aufenthalt von Menschen.

Der Aufenthalt der Menschen im Freien bei milder Witterung gilt als gesundheitsgemäß und der angeborne Trieb im Menschen wie auch die elementarsten und ältesten Lehren der Hygiene verlangen für die Erhaltung der Gesundheit und der Langlebigkeit ein bestimmtes Anrecht an den Genuß der frischen Luft. Gerade die Kultur, die Städtebildung, die Differenzierung der Arbeit bringt es mit sich, daß Millionen von Menschen der Aufenthalt im Freien verkürzt und verkümmert wird. Die Kinderzeit wird in der Wohnstube und Schulstube, die spätere Zeit in Bureaus, Fabrikräumen, Vergnügungslokalen und Wirtschaften verbracht. Diese Stubenbewohner führen alle ein ungesundes Leben, dessen Schädlichkeit ja keine akute ist, sich aber individuell verschieden manchmal erst nach vielen Jahren oder in Jahrzehnten in seinen Folgen äußert.

Die Lüftung der Räume hat man erst ins Auge gefaßt, seitdem man namentlich durch die Erkenntnis der Zusammensetzung der Luft (Cavendish, Priestley, Scheele, Lavoisier u. A.) und ihrer respiratorischen Bedeutung die Beziehungen zur Gesundheit näher aufgedeckt hatte. Schon zu Ende des 18. Jahrhunderts hat man quantitative Angaben über das Lüftungsbedürfnis gemacht, namentlich aber waren seit 1820 die praktischen Experimente allmählich ausgedehnter geworden (Reid, Leblanc, Pécelet, Morin) und haben die Tatsache des natürlichen Austausches zwischen Stubenluft und Luft im Freien sichergestellt.

In den Wohnräumen, die ja der freien Einwirkung der Winde und somit der natürlichen Luftmischung, welcher die Atmosphäre ihre gleichheitliche Zusammensetzung verdankt, entzogen sind, sieht man tagtäglich die gesundheitschädlichsten Veränderungen der Luft sich ausbilden. Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, daß ein beständiger Aufenthalt in schlecht gelüfteten, überfüllten Räumen Blässe und Schläffheit der Haut, Störungen der Darmtätigkeit, Beeinträchtigung der Ernährung und der natürlichen Widerstandskraft zur Folge hat.

Man bezeichnet die Zimmerluft schon längst als schlecht, verdorben und für den menschlichen Aufenthalt für ungeeignet, ehe noch die Verminderung des Sauerstoffgehaltes irgendwie eine erhebliche geworden ist, oder die Vermehrung des Kohlensäuregehaltes jenes Maß erreicht hat, das die Abgabe von Kohlensäure bei der Atmung hindert, oder ehe der Wasserdampfzuwachs eine Störung der Wärmeökonomie befürchten läßt.

Die Luft in Räumen, welche dem Menschen einige Zeit zum Aufenthalt gedient haben, verrät durch den ihr anhaftenden eigentümlichen und widerlichen Geruch, daß sie einen Teil ihrer normalen Eigenschaft verloren hat. Sie wirkt, je nach der persönlichen Empfindlichkeit, in verschiedenem Grade ekelerregend. Instinktiv sucht man einen solchen Raum zu meiden.

Wir wissen zwar heute noch nicht genau, welcher Art diese riechenden Stoffe sind, wenn schon sie wohl der Atmung und Hautausdünstung im weitesten Sinne entstammen; bei unreinlicher Haut wie Kleidung, bei gewissen Krankheiten, bei kräftiger Transpiration, je nach Alter und Geschlecht sind sie sehr verschieden. Wir wissen nicht, ob nicht neben den riechenden noch andere sich finden, die dem Geruchsorgan entgehen. Die Methoden, welche dartun sollen, daß die Zimmerluft fremde, sonst in der Freiluft nicht vorkommende, von Menschen ausgehende Stoffe enthält, sind noch sehr wenig ausgebildet.

Man gibt an, daß Tiere, welche man im geschlossenen Raume unter steter Wegnahme der Kohlensäure und Ersatz des geatmeten Sauerstoffes beobachtet, schließlich zu Grunde gehen (Seegen und Nowak). Das sind nun freilich sehr exzeptionelle Fälle, denn in den Nowakschen Versuchen kam die Schädlichkeit nur zu stande unter fortwährendem Ersatz des verzehrten Sauerstoffes; unter anderen Verhältnissen würde der allmählich mangelnde Sauerstoff oder die sich anhäufende Kohlensäure die Tiere viel eher getötet haben, als die anzunehmenden schädlichen Dämpfe ihre Wirkung hätten äußern können. Hermanns hat Menschen in einem sehr engen Raume sich aufhalten lassen, vermochte dabei aber einen Nachweis von Verunreinigungen der Luft (außer Kohlensäure) nicht zu erbringen, doch sind die Methoden eines derartigen Nachweises nicht ausreichend scharf gewesen. Um der Luft einen bemerkbaren Geruch zu verleihen, dazu reichen die minimalsten Quantitäten von Stoffen, welche viel zu gering sind, als daß sie mittels chemischer Methoden, die Hermanns anwandte, aufgefunden werden könnten, hin. Arsonval und Brown-Sequard geben an, daß die Exspirationsluft von Tieren ein giftiges flüchtiges organisches Alkaloid enthielte; doch konnten ihre Angaben von anderen nicht bestätigt werden (Hofmann-Wellenhof, Lehmann und Jessen). Merkel (Archiv für Hygiene XV., pag. 28) meint dagegen, daß es ihm gelungen sei, in der Expirationsluft gesunder Menschen und Tiere eine flüchtige giftige Substanz nachgewiesen zu haben, deren Verbindung mit einer Säure ungiftig wird. Andere glauben, in ausgeschiedenem Ammoniak den Giftstoff gefunden zu haben. Alles zusammengenommen, können wir in Beurteilung der Luftverschlechterung nur auf den bekanntesten Erfahrungstatsachen fußen.

Es ist aber sicher, daß die Luft neben den leicht nachweisbaren  $\text{CO}_2$ , noch andere flüchtige kohlenstoffhaltige Stoffe einschließt, deren biologische Wirkung erst neuester Zeit methodisch bewiesen worden

ist; über ihre Menge, ihre Art wird man erst allmählich ins klare kommen. Riechende Stoffe haben nach Versuchen, die am Laboratorium des Verfassers ausgeführt sind, einen Einfluß auf die Atemgröße; übelriechende Körper mindern den Luftaustausch; solche angenehmen Geruches heben die Respirationstiefe. Häuft sich in einem Raume die eigene oder fremde Atemluft, so sinkt die Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäureabgabe des Menschen, ähnlich wirkt auch Luft, die durch Beleuchtungsverbrennungsgase verdorben ist. Die sogenannte schlechte Luft hat also tatsächlich eine physiologisch nachweisbare akute Wirkung.

Reine  $\text{CO}_2$  der Luft beigemischt, steigert auch in Menge von 1% die Atemgröße und den Sauerstoffverbrauch nur wenig, sinkt aber der Sauerstoffgehalt, so ist die Wirkung größer (Speck u. a.).

Doch muß es als irrtümlich bezeichnet werden, wenn man alle gesundheitlichen Nachteile, wie sie durch das Wohnen in zu engen Räumen offenkundig entstehen und durch statistische Erhebungen sich nachweisen lassen, gerade allein der Luftverschlechterung in oben genanntem Sinne zuschreibt.

Zu den unangenehmen Wirkungen, welche die Luft dichtbewohnter Räume auf uns äußert, trägt sehr viel die Anhäufung des Wasserdampfes bei (siehe Kapitel Luftfeuchtigkeit). Wasserdampfreiche Luft erzeugt das Gefühl der Bangigkeit, vermehrte Wärmeabgabe durch Leitung, also leicht Frösteln bei niedriger Temperatur, oder bei hoher Temperatur Störung durch Erschwerung der Entwärmung. Feuchte Luft macht Betten, Kleider feucht und gibt während der Nacht zu Kondensation von Wasserdampf, zur Nässe der Wandungen u. s. w. Anlaß. Hochfeuchte Luft bedingt Verminderung der Atemtiefe, erhöht zu meist den Blutgehalt der Haut, da Leitung und Strahlung erheblich zunehmen können. Wenn ein Hygrometer in Augenhöhe 80—85% Feuchtigkeit zeigt, können schon an anderen Stellen der Stube Kondensationen eintreten.

Der dauernde Aufenthalt in geschlossenen Räumen schließt uns von der Einwirkung der frischen bewegten Luft im Freien aus. Diese aber ist eines der gesundheitsgemähesten Mittel, die Haut zu stärken, zu kräftigen. Die Körperruhe bedingt Abnahme der Nahrungsaufnahme, die gebeugte Haltung bei der Arbeit, z. B. der Heimarbeiter, einen üblen Einfluß auf die Ausbildung des Thorax, namentlich in seinem oberen Abschnitte.

Man hat ferner außer den chemischen Veränderungen doch noch jene ins Auge zu fassen, welche hinsichtlich des Staubgehaltes der bewohnten Räume gegeben sind und in engen Räumen wesentlich Erkrankungen begünstigen können.

Bezüglich der Luftverunreinigung durch Staub siehe das Kapitel Luft. Dortselbst ist näher angegeben, wie außerordentlich verunreinigt die Luft durch Staub in den Wohnräumen sein kann. Auch nur das Heizen setzt einen Teil dieses Staubes in Bewegung, noch mehr wird beim Gehen der Menschen, beim Stöbern und Säubern der Luft übermitteln. Der Staub ist bakterienhaltig.

Auch durch Sprechen, Husten, Singen werden Bakterien, die im Mundschleim haften, auf die Luft übertragen und halten sich oft lange Zeit schwebend.

Staub und Ruß in meßbarer Menge liefern, das Glühlicht (elektr.) ausgenommen, alle gewöhnlichen Beleuchtungseinrichtungen.

Der Tabakqualm enthält wenig Ruß, dagegen neben den gasförmigen Verbrennungsprodukten eine Unmasse von teerigen Produkten in feinsten Verteilung; letztere kondensieren sich an festen Gegenständen.

Die Luft bewohnter Räume zeichnet sich also in der Regel dadurch aus, daß sie reich an Staub und den in diesem enthaltenen Mikroorganismen zu sein pflegt; je enger besetzt die Wohnräume sind, um so intensiver wird der Kontakt der Menschen untereinander sein und um so leichter auch bei sonst gleichen Bedingungen die Übertragung von Krankheitskeimen zu stande kommen. Da die Staubmenge und damit die Zahl der Luftkeime so sehr von der Ruhe oder Bewegung der Luft abhängig ist, so wird in dicht belegten Zimmern wegen des Hinzutragens von Staub mit der Kleidung und den Schuhen der Bewohner und wegen der steten Bewegung der Bewohner und Schwierigkeit der Reinhaltung des Wohnraumes die Keimzahl eine bedeutende, die Wahrscheinlichkeit der Anwesenheit pathogener Keime eine große und die Möglichkeit der Verschleppung eine sehr günstige sein. Der Staub der Wohnungen und die anderweit verdorbene Luft begünstigen Katarrhe und Lungenerkrankungen.

Die Staubgefahren können zum wesentlichen Teil durch strenge Erfüllung der Reinlichkeitsregeln vermindert werden, welche um so notwendiger erscheinen, als bei dem Wechsel und Austausch gasförmiger Verunreinigungen durch die Wandungen hindurch eine Verminderung des Staubgehaltes nicht eintreten kann. Im übrigen wird aber durch die nachher zu besprechenden Maßnahmen zur Erhaltung einer normalen Zusammensetzung der Luft bewohnter Räume, auch die Gefährdung durch Staub und die darin enthaltenen Organismen auf ein geringeres Maß herabgesetzt.

In engen Wohnräumen wohnen namentlich die ärmeren Bevölkerungsklassen, welche teils durch angeborene körperliche Mängel, teils durch ungenügende Ernährung, teils durch schwere Arbeit, Sorgen und Kummer auch ohne die Einflüsse schlechter Wohnungsluft nur allzu reich zu Erkrankungen begünstigende Bedingungen bieten.

#### b) Durch Beleuchtungsmaterial.

In einer ähnlichen Weise, wie durch die Menschen, wird die Luft in unseren Wohnräumen durch jene Beleuchtungseinrichtungen verschlechtert, welche aus Verbrennungsprozessen von Ölen, Stearinsäure, brennbaren Gasen u. s. w. Licht erzeugen; die Verbrennungsprodukte, welche im nächsten Kapitel noch eingehender besprochen werden, sind sehr mannigfacher Art. Neben Kohlensäure und Wasserdämpfen treten unverbrannte Dämpfe und Gase der Leuchtstoffe, Säuren (Schwefelsäure, Salpetersäure, salpetrige Säure, Untersalpetersäure) auf. Diese störenden Nebenprodukte werden oft in großer Menge erzeugt und können auf unser Wohlbefinden einwirken, indem sie auf die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung einen Einfluß üben, die erstere mit zunehmendem Grade der Verschlechterung der Luft herabsetzen. Bei den angeblichen Nachteilen durch Luftverschlechterung, wie sie durch Beleuchtung und Verbrennungsgase hervorgerufen werden, sind aber oft man-

cherlei andere Momente noch in Mitwirkung, wie die strahlende Wärme, die Erwärmung der Wohnräume, Wasserdampfsättigung der Luft. Namentlich die letztere spielt eine große Rolle.

Wir halten auch die salpetrige Säure für ein schädliches Produkt der Verbrennungsgase; man bezieht auf sie die Reizungen der Schleimhaut, wie sie namentlich in mit Gas erleuchteten Räumen beim Menschen vorzukommen pflegen; ebenso wirkt die schweflige Säure.

#### c) Durch Gewerbe- und Haushaltsbetrieb.

Sehen wir von der in tief gelegenen Kellerwohnungen eintretenden Verunreinigung mit Bodenluft ab, so geben namentlich das Waschen und Kochen, welches die ärmere Bevölkerung in den Wohnräumen vornimmt, Veranlassung zur Verschlechterung der Stubenluft und Übersättigung mit Wasserdampf. Auch der Tabakrauch wird nicht selten zu einer ausgiebigen Quelle der Luftverunreinigung. Wegen der mannigfachen schädlichen Stoffe, die er enthält, bedarf es an Orten, welche eine Ansammlung von Rauch aufzuweisen pflegen, wie Versammlungslokalen, Kneipen u. s. w., einer sehr umfassenden Lüfterneuerung.

Der Gewerbebetrieb kann in so mannigfacher Weise zu Klagen über Verschlechterung der Luft in den Arbeitsräumen Veranlassung bieten, daß eine getrennte Besprechung dieser Verhältnisse im Kapitel „Gewerbehygiene“ notwendig wird.

### Aufgaben zur Bekämpfung des ungünstigen Einflusses des Aufenthaltes in geschlossenen Räumen.

Das ungesunde Leben, das der Stubenhocker und der zum Aufenthalt in geschlossenen Räumen sozial Verurteilte führt, muß bekämpft werden.

Dies kann nur so geschehen, daß täglich und regelmäßig für Bewegung in freier Luft gesorgt wird, ein Gebot, das sogar in der Gefängnishygiene anerkannt werden mußte. Die jahrelange Vernachlässigung dieses Gebotes führt bei vielen Personen zu einer Erlahmung und Funktionsherabsetzung ihrer Hautorgane, zu Muskelverlust, oder wenn die Ernährungsverhältnisse günstig sind, zu übermäßigem Fettansatz, namentlich im Unterleib. Stubenturnen u. dgl. ist kein Ersatz für den Aufenthalt und die Bewegung im Freien. Die Sünde der Vernachlässigung des Körpers kann auch dadurch nicht mehr wettgemacht werden, daß man zeitweilig einen Aufenthalt auf dem Lande nimmt. Zur Gesundheit gehört eine stetige, tägliche Arbeitsleistung der Muskeln und die durch die Luftbewegung herbeigeführte Anregung der Haut.

Aber auch die Beschaffenheit der Luft in den geschlossenen Räumen soll gebessert werden.

Allen diesen gasförmigen, dampfförmigen und staubförmigen Verunreinigungen der Wohnungsluft und den dadurch herbeigeführten gesundheitlichen Nachteilen hat man zu begegnen, indem wir den Ersatz der schlecht und unbrauchbar gewordenen Luft in unseren Wohnräumen durch gute und frische Luft aus dem Freien her-

beiführen oder die Quellen der Verunreinigung beseitigen. Man sollte stets des Umstandes eingedenk sein, daß nichts so sehr die Zwecke der Lüfterneuerung zu fördern im stande ist, als die Reinlichkeit der Räume und des Leibes wie der Kleidung. Keine irgendwie vermeidbare Luftverunreinigung gasförmiger wie staubförmiger Art sollte vorgenommen werden, und wo dieselbe nicht ganz zu umgehen ist, möge sie so weit als tunlich eingeschränkt werden.

Die Lüfterneuerung allein kann nicht unter allen Umständen die schädlichen Eigenschaften einer Wohnluft beseitigen, schon um deswillen nicht, weil der Umfang der Lüfterneuerung nur innerhalb gewisser Grenzen überhaupt ermöglicht werden kann. Daher kann in Frage kommen, die Zahl der in einem Raume befindlichen Menschen zu beschränken, Beleuchtungsgase besonders abzuleiten, gewisse Manipulationen und gewerbliche Arbeiten in Wohnräumen zu verbieten.

Man muß vielleicht vorerst überhaupt die Frage aufwerfen, ob ein solcher Luftaustausch die Möglichkeit der vollen Reinigung der Stubenluft besitzt und ob durch ersteren die Luft unserer Stuben auf den Reinheitsgrad der Atmosphäre gebracht werden kann. Das ist zweifellos der Fall, wenn die Fenster oder andere Öffnungen für den Luftdurchtritt von genügender Ausdehnung und völlig frei für die Bewegung der Luft sind.

Je mehr aber dieser freie Austausch mit dem Schließen einzelner Teile der Fenster u. s. w. eingeschränkt wird, um so ungünstiger wird auch diese Reinigung der Luft, wie uns die Erfahrungen im Winter und zur kühlen Jahreszeit lehren, und vor allem zeigt sich, daß die suspendierten Teilchen des Staubes bei irgend nur nennenswerter Behinderung der Luftbewegung oder gar geschlossenem Fenster ganz und gar unvermindert bleiben.

Da man die staubförmige Luftverunreinigung erfahrungsgemäß nicht regelmäßig und sicher beseitigen kann, weil sich ein regelmäßiger genügender Austausch der Luft aus dem Freien nicht durchführen läßt, müssen wir in erster Linie auf eine besondere Beseitigung dieser Bedacht nehmen.

Hier handelt es sich zunächst um alle Maßregeln, die das Hereinbringen von Schmutz in die Stuben verhüten können, Abstreifen des Schuhwerks, bei Schulbänken Anlage von Holzrosten zum Auftritt für die Füße.

Die Böden müssen feucht aufgeputzt werden. Das Abstauben hat nur Zweck, wenn zu gleicher Zeit Zug und Gegenzug vorhanden ist, der den Staub aus der Wohnung herausführt.

In der Stube selbst können in manchen Fällen staubmildernde Fußbodenanstriche (Dustleß-Öl), welche durch fettige Substanzen das Zusammenballen des Staubes herbeiführen, angewendet werden.

Teppiche und Matten sind Staubfänger, können aber denselben wieder bei großer Trockenheit an der Luft abgeben. Neue Entstäubungsmethoden sind vielfach angegeben. Ausklopfen wirkt unvollkommen und belastigt die Nachbarschaft und den Arbeiter. Vakuumapparate besorgen die Entstäubung weit gründlicher und ohne Luftverunreinigung, indem sie Luft aus den Teppichen ansaugen, wobei diese mit dem Staub

in einen geschlossenen Behälter hineinstürzt und die festen Bestandteile auf einem Tuchfilter zurückläßt.

Faßt man alle unsere Erfahrungen über die Bestrebungen, reine Luft in den Stuben herzustellen, zusammen, so kann man sagen:

Die Lüfterneuerung leistet überhaupt zumeist Nennenswertes nur für die Beseitigung der gasförmigen oder in Dampfform gegebenen Verunreinigung, dagegen so gut wie nichts hinsichtlich der Entstäubung der Räume, solange nicht die Zuglüftung und Kanalventilation zur Anwendung kommt. S. später.

Auf Grund dieser Erwägung hat es sich herausgebildet, den Ausdruck „Ventilation“ nur auf die Maßnahmen und Vorzüge des gasförmigen Austausches zwischen Stubenluft und Atmosphäre zu verwenden. Über diese Ventilation im engeren Sinne werden wir im nachstehenden zu sprechen haben.

### Aufgabe der Lüfterneuerung zur Kühlung der Räume.

In heißen Klimaten wird namentlich an Tagen mit hohem Feuchtigkeitsgehalt der Aufenthalt in bewohnten Räumen wegen der dort herrschenden Windstille oft unerträglich, während die Luftbewegung eine wesentliche Erleichterung verschafft. Die Ventilation genügt hier somit einer anderen Aufgabe, indem sie in den Dienst der Wärmeökonomie tritt.

Jedoch auch in unseren Klimaten finden sich während der Sommermonate Zeiten, während welcher der Ventilation eine solche wärmeregulierende Aufgabe zukommt. Doch wird die Dauer der notwendigen Kühlungszeit vielfach überschätzt. Wenn man bei Temperaturen über  $24^{\circ}$  C die Abkühlung für notwendig hält, so finden wir nur im Juni, Juli und August ca. 40 Tage, an welchen für einige Stunden des Tages Bedarf nach Kühlung vorliegt; am meisten ist sie während des Juli notwendig für etwa 15 Stunden im Tage (Deny). Leichte Bekleidung und ausgiebige Ventilation mit Luft, welche beschatteten Stellen entnommen ist, wird den Übelständen steuern können.

Ungleich schwieriger liegen aber die Verhältnisse, wenn während der Abendstunden eine reichliche Beleuchtung die Hitze steigert und zugleich die zunehmende Wasserdampfsättigung der Luft die Wärmeabgabe hindert. Die Ventilation wird hier zum dringenden, bisweilen schwer zu befriedigenden Bedürfnisse.

Sie hat auch nach dieser Richtung hin ihrer Aufgabe gerecht zu werden; vielfach müssen besondere Einrichtungen zur Kühlung der Luft, wie wir sie schon im vorigen Abschnitt mitgeteilt haben, getroffen werden.

Die erste und wichtigste der uns beschäftigenden Fragen ist jene, nach welchem Maße das Ventilationsbedürfnis zu bemessen sei, welches aus der Luftverderbnis abzuleiten ist. Wir werden dabei zunächst aber nur jene ins Auge fassen, welche durch die Ausathmung und Beleuchtung entsteht.

### Das Maß der durch den Menschen erzeugten Luftverderbnis.

Weil die eigentlich schädigend wirkenden Agentien einer durch Menschen verunreinigten Luft noch der exakten Bestimmung sich entziehen, besitzen wir auch keinen direkten Maßstab zur Beurteilung der Qualität einer Luft in bewohnten Räumen. Wir müssen uns daher indirekter Anhaltspunkte bedienen.

M. F. Leblanc hat schon 1850 die Kohlensäure als Maßstab für den Grad der Luftverunreinigung gewählt, indem er feststellte, welchen  $\text{CO}_2$ -Gehalt die Luft annimmt, wenn sie dem Geruche nach durch die länger dauernde Anwesenheit von Menschen (bei reiner Kleidung und Ausschluß sonstiger riechender Stoffe) verändert ist. Unser Geruchsorgan erkennt recht scharf solche Beimengungen unreiner Luft. Nach Pettenkofer ist die Luft, welche  $0.75\%$   $\text{CO}_2$  enthält, merk-

lich übelriechend,  $1\%$  stellt eine starke Verunreinigung dar. Man beachte aber, daß diese Werte nur geltend sind, wenn vorher reine Luft mit niedrigem  $\text{CO}_2$ -Wert vorhanden war, nämlich Luft zwischen  $0.3$ — $0.46\%$   $\text{CO}_2$ , bei stärkerem Rauchgehalt der Luft, in engen Höfen kommen ohnedies Werte von  $0.7$  bis  $0.8\%$  im Freien vor.

Wir bestimmen die Kohlensäure der Wohnungsluft also nicht deshalb, weil wir glauben, daß sie das eigentlich Schädliche einer veratmeten Luft ist, obschon sie es in Ausnahmefällen werden kann, sondern weil sie mit den belästigenden Verunreinigungen sich anscheinend in gleichem Verhältnisse anhäuft.

Diese letzte Annahme ist jedoch nur genahert zulässig, wie die physiologischen Tatsachen ergeben; denn die Kohlensäureausscheidung ist kein Maß für die Atmung und steht in keinem direkten Zusammenhang mit der Hauttätigkeit und Wasserdampf-abgabe. Die Luftverschlechterung pflegt nach der Mahlzeit größer zu sein als im nüchternen Zustand.

Man könnte daher zu der Anschauung gedrängt werden, etwa an Stelle des Kohlensäuremaßstabes ein anderes Vergleichsobjekt zu wählen, z. B. die Wasserdampfhäufung in der Luft; es empfiehlt sich aber aus mancherlei praktischen wie wissenschaftlichen Gründen dies nicht. Vorläufig bleibt immer noch der Kohlensäurenachweis das bequemste Mittel zum Auffinden der Luftverunreinigungen.

Man hat sich auch daran gewöhnt, für die durch Beleuchtungsmaterialien hervorgerufene Lüfterneuerung den Kohlensäuremaßstab zu wählen; manche nehmen an, der Kohlensäuregehalt in durch Beleuchtung verunreinigter Luft dürfte höher kommen als jene durch den menschlichen Aufenthalt erhaltene Grenzwert der Kohlensäure beträgt. Versuche in dem Laboratorium des Verfassers ergaben, daß man jedenfalls bei Leuchtgas auch schon geringe Grade der Luftverunreinigung (nach dem Kohlensäuregehalt der Luft beurteilt) empfindet, und zwar stört in erster Linie die Untersalpetersäure. Die Grenze einer akuten Schädigung dagegen scheint sehr hoch zu liegen.

Die oben gegebenen Grenzwerte für den Luftkohlensäuregehalt sollen in geschlossenen Räumen dann nicht überschritten werden, wenn diese letzteren zum dauernden Aufenthalt der Menschen dienen. Je kürzer der Aufenthalt in den Räumen, um so mehr kann die Überschreitung der Grenzwerte, d. h. höhere Luftverunreinigungen ertragen werden. Man findet in manchen Schulen und Hörsälen oft  $3$ — $4\%$ , ja bis  $10\%$   $\text{CO}_2$ , in Bierlokalen und ähnlichen  $2$ — $3\%$ , im vollbesetzten Eisenbahnabteil  $2$ — $3\%$   $\text{CO}_2$ .

Wenn solche Vorkommnisse auch zurzeit toleriert werden, so sind sie doch ein trauriges Zeichen der Abstumpfung und ein Mangel an Reinlichkeitsgefühl; schlechte unreine Luft sollte ebenso abstoßend wirken wie eine schmutzige Haut.

Im allgemeinen wird, wenn man möglichst reine Luft anstrebt, eine ganz wesentliche Abweichung von dem nach Pettenkofer angenommenen Grenzwert für die durch den menschlichen Aufenthalt verdorbene Luft nicht als begründet erachtet werden können.

Die Beurteilung der Wohnung kann aber nicht allein nach diesem Gesichtspunkte des Kohlensäuremaßstabes vorgenommen werden, da auch andere Vorkommnisse, die oben auseinandergesetzt worden sind, ohne mehr oder minder große Anhäufung der vom Menschen ausgeatmeten Kohlensäure zur Beurteilung der Qualität der Wohnungsluft herangezogen werden müssen.

### Ventilationsbedarf.

Die tägliche Erfahrung lehrt, daß es unmöglich ist, in bewohnten Räumen bei geschlossenen Fenstern die gleiche Reinheit der Luft zu erzielen wie im Freien, und dementsprechend hat sich der Mensch gewöhnt, in seiner Wohnung eine Luft noch als rein zu bezeichnen, welche es im Vergleich zur Luft im Freien nicht mehr ist. Wir haben angenommen, daß jede Luft als schlecht und für einen beständigen Aufenthalt als untauglich zu erklären sei, welche durch die Anwesenheit der Bewohner auf mehr als  $1\cdot0\%$  Kohlensäure gebracht ist, und daß eine gute Zimmerluft, in welcher der Mensch sich auf längere Zeit behaglich und wohl befindet, keinen höheren Gehalt als  $0\cdot7\%$  hat.

Denken wir uns den Fall, es würde eine Person in einem vollkommen dicht schließenden, ursprünglich mit frischer atmosphärischer Luft gefüllten Raume, der  $40\text{ m}^3$  faßt, eine Stunde lang verweilen, so sind, da jeder Kubikmeter atmosphärischer Luft ca.  $0\cdot4\text{ l}$  Kohlensäure enthält, bei Beginn der Stunde  $16\text{ l}$  Kohlensäure in dem Raume von  $40\text{ m}^3$  vorhanden. Da aber ein Erwachsener in einer Stunde ca.  $22\cdot6\text{ l}$  Kohlensäure ausatmet, so sind zu Ende der Stunde in dem Raume  $38\cdot6\text{ l}$  Kohlensäure vorhanden =  $0\cdot955\%$ . Der Grenzwert von  $0\cdot7\%$  für eine gute Luft ist also bereits überschritten und wir sehen, daß in einem hermetisch verschlossenen Raume von bedeutender Größe schon nach einer Stunde eine starke Luftverderbnis eintreten müßte. Unter natürlichen Verhältnissen tritt sie in der Regel aber doch nicht ein oder erreicht wenigstens nicht die oben angegebene Größe. Schon Rumford hat die Annahme gemacht, daß die Luft in geschlossenen Räumen sich selbst erneuere, indem die Luft einerseits in den oberen Partien des Zimmers entweicht, an den unteren Partien von außen eindringt. Diese Angaben sind offenbar zum Teil wieder der Vergessenheit anheimgefallen. Denn erst in den vierzigerjahren des vorigen Jahrhunderts wurde man durch Untersuchungen wieder auf diese Tatsache, die später den Namen der natürlichen Ventilation erhalten hat, hingelenkt.

In der Tat,  $\text{CO}_2$ , die man in einem Raume entwickelt hat, verliert sich bei geschlossenen Fenstern und Türen von selbst, weil in einem Zimmer viele Ritzen und Fugen für den Eintritt frischer Luft sich befinden. Jedoch muß man sich darüber klar werden, in welchem Maße die frische Luft in unsere Aufenthaltsräume einströmen muß, um eine gesundheitsnachteilige Luftverderbnis hintanzuhalten.

Man bezeichnet die zur Erhaltung gesunder Luft notwendige Menge frischer Luft als Ventilationsbedarf; letzterer läßt sich durch Rechnung feststellen und wird nur für die durch den Aufenthalt der Menschen durch gasförmige und dampfförmige Verunreinigungen verschlechterte Luft angegeben.

Da die Luft auf den Straßen, in Höfen und an anderen Stellen, wo sie stagniert, im Durchschnitt kaum mehr als  $0\cdot5\%$  an Kohlensäure, meist weniger enthält, oder jeder Liter  $0\cdot5\text{ cm}^3$ , so kann jeder Liter der frischen Luft mindestens  $0\cdot2\text{ cm}^3$  Kohlensäure aufnehmen, wenn die Luft innerhalb des Grenzwertes für gute Luft ( $0\cdot7\%$  an Kohlensäure) bleiben soll. Wir atmen aber in der Stunde  $22\cdot6\text{ l}$  Kohlensäure aus, der  $113\ 000$  mal  $0\cdot2\text{ cm}^3$  Kohlensäure, folglich brauchen wir  $113\ 000\text{ l} = 113^3$  frischer Luft in einer Stunde und für eine Person.

Nimmt man  $0.8\%$  als zulässig, so würden  $75 m^3$   
 " "  $0.9\%$  " " " "  $55 m^3$   
 " "  $1.0\%$  " " " "  $45 m^3$

Die entsprechenden Werte für obige Beschaffenheit der Reiluft sein.

Ist die Luft im Freien sehr rein, wie die Waldesluft oder Bergluft, so kann diese mehr an Verunreinigung ertragen als die Stadtluft; das Ventilationsquantum wird unter solchen Umständen etwas kleiner werden.

Man kann das Ventilationsquantum nach der Auffassung des Verfassers definieren als diejenige Menge frischer Luft, welche notwendig ist, um die von dem Menschen ausgeatmete Luft (oder Kohlensäure) bis zur Unschädlichkeit zu verdünnen. Die Berechnung des Ventilationsquantums wird dann sehr bequem; verdünnt man nämlich die von einer Person ausgeatmete Kohlensäure um das 1500fache mit frischer Luft, so wird der Gehalt an  $CO_2$  in der Verdünnung  $= 0.66\%$  und in 3000 facher Verdünnung  $= 0.33\%$ . Addiert man hierzu den Gehalt der atmosphärischen Luft an Kohlensäure ( $0.4\%$ ), so gibt die 1500fache Verdünnung den Grenzwert  $1\%$  (genauer  $1.06$ ) und die 3000fache Verdünnung den Grenzwert  $0.7\%$  (genauer  $0.73$ ), ein bequemes Verfahren zur approximativen Schätzung des Luftbedarfes.

Man kann auch den Ventilationsbedarf aus der Formel

$y = \frac{K}{p-q}$  berechnen, wobei  $y$  den Ventilationsbedarf in Kubikmetern,  $K$  die pro Stunde von einem Menschen ausgeatmete Kohlensäure in Kubikmetern,  $p$  der Grenzwert und  $q$  der Kohlensäuregehalt der einströmenden Luft ist.

Zur Beurteilung des Grades der Luftverunreinigung durch verschiedene Ursachen kann nachfolgende Tabelle dienen.

	Stündliche Kohlensäure- entwicklung in Litern	Warme in Kal. per Stunde	Wasserdampf in Gramm per Stunde
Saugling . . . . .	5.0	26	15
Knabe . . . . .	10.0	52	20
Jüngling . . . . .	17.0	90	40
Mann, ruhend . . . . .	20.0	130	60
" arbeitend . . . . .	36.0	200	130
Kerze . . . . .	15	106	10—12
Petroleumlampe . . . . .	56—61	430—580	35—40
Öllampe . . . . .	31—66	200—390	26—40
Gaslicht: Flachbrenner . . . . .	90	600—875	130
" Argand . . . . .	109	800—900	157

Im Schlaf und bei absoluter Bettruhe kann man ca.  $\frac{2}{10}$  der obigen Werte annehmen.

Nach neuen Versuchen ergeben sich als  $CO_2$ -Ausscheidung (in Litern) und Wasserdampfausscheidung (in Gramm) für eine Stunde und  $70 kg$  Gewicht berechnet folgende Werte.

	Wasserdampf		Kohlensäure	
	Arbeit	Ruhe	Arbeit	Ruhe
Naherin	74.9	70.8	17.6	15.5
Schreiber	53.7	59.4	20.0	17.1
Schneider	70.2	56.4	20.2	15.6
Lithograph	60.0	59.4	21.6	17.1
Mechaniker	—	—	31.2	21.7
Schuhmacher	125.8	—	36.0	19.3

Das Ventilationsquantum würde beispielsweise nach meiner Schätzung ausmachen

für obige Atemwerte:	bei 1·0 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> CO <sub>2</sub> -Gehalt der Luft	bei 0·75 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> CO <sub>2</sub> -Gehalt der Luft
bei einem Säugling	7·5 m <sup>3</sup>	15·0 m <sup>3</sup>
„ Mann, wachend	30·0 m <sup>3</sup>	60·0 m <sup>3</sup>
„ „ Bettruhe	24·0 m <sup>3</sup>	48·0 m <sup>3</sup>

Bei diesen Berechnungen sind die zahlreichen übrigen Quellen der Luftverschlechterung, namentlich jene durch Heizung und Beleuchtung, noch gar nicht in Betracht gezogen.

Für die Verbrennungsgase aus Lampen kommt einer CO<sub>2</sub>-Anhäufung auf rund 2<sup>0</sup>/<sub>100</sub> bereits eine sehr nachweisbare Einwirkung auf unsere Respiration zu; soweit man bis jetzt Schlüsse zu ziehen berechtigt ist, würde es sich empfehlen, über die Grenze dieser Anreicherung nicht hinauszugehen. Das würde in annähernder Zahl einer 700maligen Verdünnung der CO<sub>2</sub> der Verbrennungsgase entsprechen.

Im praktischen Leben müssen verschiedener, mehr oder minder zwingender Verhältnisse wegen die Anforderungen an die Größe der Luftzufuhr sehr oft sehr herabgesetzt werden, worauf wir noch zurückkommen.

Für Kranke wäre zu berücksichtigen, daß diese je nach der Art des Zustands ein verschiedenes Lüftungsbedürfnis haben. Als ein Gesamtmittel für ein allgemeines Krankenhaus kann man etwa 80—85 m<sup>3</sup> Luftbedarf annehmen. Bei leichteren nicht fiebernden Kranken weniger.

Sehr gering ist das Ventilationsquantum mit Hinsicht auf jenen Reichtum frischer Luft den der Aufenthalt im Freien selbst bei anscheinender Windstille gewährt.

Gehen wir von dem Vergleiche der Bewegung der Luft im Freien und in Wohnräumen aus und legen als Wohnraum eine Stube von rund 60 m<sup>3</sup> Inhalt zu Grunde. Dieser Raum werde in einer Richtung von der Luft durchzogen und die Länge sei 4 m, so wird die Luft, weil in einer Stunde dreimal unter normalen Verhältnissen dieselbe erneuert wird, 12 m Weg zurücklegen, in einer Minute demnach nur 0·2 m und in der Sekunde nur 0·003 m, d. h. 3 mm, eine minimale Geschwindigkeit, wenn man erwägt, daß eine anscheinend windstille Luft im Freien noch immer 0·5 bis 0·6 m (500 bis 600 mm) für die Sekunde an Geschwindigkeit besitzt, also mindestens zweihundertmal so viel.

Als eine wesentliche Forderung, welche das Ventilationsquantum erfüllen soll, müssen wir nach unseren neuen Erfahrungen die Aufgabe ansehen, daß durch dasselbe auch eine starke Zunahme der relativen Feuchtigkeit in der Wohnungsluft verhütet werden muß.

Berechnet man aus vorstehenden Zahlen für zwei Beispiele den Grad der Wasserdampfverdünnung, so ergibt sich: das Ventilationsquantum für eine nahende Frauensperson beträgt (17·6 × 1500) 26·4 m<sup>3</sup>, für den kräftiger arbeitenden Schuhmacher (36 × 1500) 54 m<sup>3</sup>. Auf das Ventilationsquantum die Wasserdampfmenge von 74·9 g beziehungsweise 125·8 g verteilt, gibt 2·8 g beziehungsweise 2·3 g Wasserzuwachs per 1 m<sup>3</sup> Luft. Die relative Feuchtigkeit wächst demnach um 16·2 bis 13·3<sup>0</sup>/<sub>100</sub> (für 20° berechnet), in kalten Lokalitäten würde der Zuwachs noch viel größer sein. Befriedigt also der Grenzwert 1<sup>0</sup>/<sub>100</sub> auch noch hinsichtlich der Verdünnung der Atemprodukte, so läßt doch die Verdünnung

des ausgeschiedenen Wasserdampfes zu wünschen übrig und kann z. B. bei schlechter Heizung recht wohl als ungenügend angesehen werden. Demnach kann eine Reduktion des Ventilationsquantums unter die oben berechnete Grenzwerte unter keinen Umständen gutgeheißen werden.

Auch die Berechnung der Wärmeerzeugung des Menschen zeigt, daß wenigstens in den Sommermonaten, bei zu geringem Ventilationsquantum eine beachtenswerte Steigerung der Lufttemperatur erzeugt werden kann; weshalb es sich empfiehlt, auch dieserhalb an den obigen Werten festzuhalten.

### Der Luftkubus.

Unter Luftkubus versteht man die Anzahl der Kubikmeter, welche bei Aufenthalt in einem geschlossenen Raume per Person treffen.

Vom Standpunkte der bloßen Verhütung einer Luftverschlechterung durch die Ausatemprodukte könnte man meinen, daß der kleinste Raum für den Aufenthalt des Menschen genüge, wenn er nur ausreichend ventiliert wird. In der Tat besteht ein derartiges Verhältnis in Eisenbahncoupe's, welche bei Vollbesetzung nur 1 bis  $0.5\ m^3$  Raum für eine Person bieten, im übrigen aber durch verschiedenartige Einrichtungen für einen ergiebigen Luftwechsel sorgen. Für die Feststellung des Luftkubus für dauernd bewohnte Räume kommen aber noch andere Gesichtspunkte in Betracht. Um dem Menschen eine behagliche Existenz zu gewähren, muß man mancherlei Umstände mit in Erwägung ziehen; man darf nicht übersehen, daß der Aufenthalt in den Wohnungen zu mittlerer Bewegung Raum gewähren muß, wenn nicht ein lästiges Gefühl der Beengung entstehen soll. Ferner bieten sehr kleine Räume nie so reichlich Flächen und genügend Spalträume, um für das Zustandekommen einer natürlichen Ventilation Gewähr zu leisten. Endlich soll der Ein- und Abstrom der Luft — die Ventilation — ohne die Empfindung des Zuges entstehen; alle diese Aufgaben sind nur möglich, wenn für jeden einzelnen Menschen eine gewisse Größe des Luftraumes geboten wird. Man hat bis jetzt angenommen, daß man bei unserer Bauweise weder durch natürliche noch auch durch die gewöhnlichen Mittel der künstlichen Ventilation eine mehr als 2—3malige Erneuerung der Luft in einer Stunde erreichen kann.

In der Regel beträgt daher der Luftkubus  $\frac{1}{3}$  des Ventilationsquantums; in Ausnahmefällen bemißt man den Raum reichlicher, zur Hälfte des Ventilationsquantums, so z. B. in Krankenhäusern. In Armenquartieren kann man oft nicht einmal auf eine einmalige stündliche Lüfterneuerung rechnen.

Verlangt man für eine Person und Stunde  $60\ m^3$  Luft Ventilationsquantum, so wird man in einem Zimmer, das  $100\ m^3$  Inhalt hat, höchstens fünf Personen unterbringen können. Auf je eine Person entfällt dann ein Raum von  $20\ m^3$ , der, dreimal mit Luft erneuert, das Ventilationsquantum von  $60\ m^3$  liefert. Bei der Ermittlung des Luftraumes eines Lokals sind Möbel, Öfen u. s. w. in Abzug zu bringen.

Nach Wolperts Versuchen ist aber die Selbstlüftung kleiner Wohnräume in Großstädten viel geringer, als man bisher annahm, nämlich für  $1^\circ$  Temperaturdifferenz nur das 0.025fache des Rauminhalts.

Der bauliche Zustand ist natürlich sehr wichtig. Die Luftverschlechterung in kleinen Wohnungen dürfte daher das Maß dessen, was man bisher angenommen, noch erheblich überschreiten.

Die Größe des Luftkubus ist eine für die Bauausführung wichtige Zahl, da sich je nach der Anforderung in dieser Hinsicht die Größe des Gebäudes, die Kosten u. s. w. regeln. Auch in seiner Bemessung geht man von den verschiedenen Bedürfnissen des täglichen Lebens aus. Das sanitär zulässige Mindestmaß des Luftkubus normiert sich nach der Zeitdauer des Aufenthaltes der Personen; also für Versammlungssäle, Schulen, anders als für Krankenhäuser, Gefängnisse, Wohnungen und hängt wesentlich von der Bauweise ab, die ihrerseits die natürliche Ventilation bedingt.

Besonders wichtig wäre die Bestimmung des Mindestwohnraumes (Luftkubus) für die Wohnungen der ärmeren Bevölkerung. Für den Mindestschlafraum bei dem heutigen Kulturstande glaubt man  $10\text{ m}^3$  per Person über 10 Jahre als den Mindestschlafraum und  $20\text{ m}^3$  als Mindestwohnraum bezeichnen zu dürfen, Zahlen, die Verfasser für ungenügend hält.

(Spezielle Angaben über Luftkubus finden sich unter Städteanlagen, Krankenhäuser, Gefängnisse, Fabrikräume etc.)

### Natürliche Ventilation.

Die Luft unserer Wohnräume erfährt durch überall gegebene Ursachen eine mehr oder minder lebhaftere Luftreinigung — die natürliche Ventilation; die Selbstlüftung. Sie ist keineswegs unbedeutend; als Pettenkofer den Luftwechsel eines kleinen Zimmers von  $75\text{ m}^3$  Inhalt bestimmte, fand er in einer Stunde bei  $20^\circ$  Temperaturdifferenz zwischen Stubenluft und Luft im Freien  $75\text{ m}^3$  frische Luft eintreten, indes die gleiche Menge verdorbener Luft den Raum verließ.

Die Ursache dieses Luftwechsels ist die Folge einer bestehenden Druckdifferenz zwischen Stubenluft und atmosphärischer Luft, welche in zweierlei Weise eintreten kann.

1. Entweder durch den Druck der Windströmungen der Atmosphäre auf die Wandungen eines Hauses, oder

2. durch Temperaturunterschiede zwischen Stuben- und Außenluft. Diese letzteren werden entweder durch die natürliche Wärmeverteilung oder durch die Beheizung hervorgerufen.

### Luftdurchgängigkeit des Baumaterials.

In erster Linie wäre zu beweisen, daß Luft unter bestimmtem Drucke die Baumaterialien und Wandungen eines Hauses durchdringt. Jedenfalls läßt sich leicht auch nach Verschuß aller sichtbaren Fugen und Spalträume eines Wohnraumes eine „natürliche Ventilation“ noch beobachten. Pettenkofer hat zu diesem Behufe alle Ritzen und Fugen (Schlüssellocher, Spalten an den Türen, Fenstern u. s. w.) eines Zimmers mit für Luft undurchgängigem Papier verklebt und trotzdem die Ventilation nur um  $28\%$  sinken sehen; nahezu drei Viertel der früheren Wirkung blieben erhalten.

Man kann aber auch direkter das Hindurchtreten von Luft durch Mauerwerk darlegen. Ein Würfel von Eisenblech, der an zwei Seiten

Ansatzröhren  $a$ ,  $b$  besitzt, wird ausgemauert ( $c$ ), so daß keine Luft von  $a$  nach  $b$  direkt gelangen kann, sondern den Weg durch  $c$  hindurch nehmen muß. Verbindet man  $b$  mit einem Schlauch und bläst hinein, so entweicht bei  $a$  die Luft mit ausreichender Geschwindigkeit, um ein Licht zum Erlöschen zu bringen (Fig. 69). Das Baumaterial besitzt also in lufttrockenem Zustand Porenräume, welche den Luftdurchtritt gestatten.

Will man genauer messende Versuche über die Durchgängigkeit der Baumaterialien für Luft anstellen, so kann man sich des Verfahrens von Lang (Zeitschrift für Biologie, Bd. XI) bedienen.

In dem Gasometer  $G$  (Fig. 70) wird die durch den Hahn  $h$  eingesogene Luft komprimiert, wobei der Druck durch aufgelegte Gewichte reguliert werden kann; die mit einem Hahn  $h$  versehene, für den Ausfluß der Luft bestimmte Röhre wird durch einen Kautschukschlauch mit der Gasuhr  $g$  in Verbindung gebracht. Von da aus wird die Luft durch den Schwefelsäurekolben  $s$  behufs der Trocknung geleitet und gelangt hierauf durch den Röhrenansatz versehenen Metalltrichter  $t$  zum Manometer  $M$ , an dem der Druck abgelesen wird, und zu dem Versuchsmaterial  $m$ . Dieses muß an den seitlichen Flächen mit einer luftdichten Schicht (aus Rohwachs und Stearin) überzogen sein, wird mit einer seiner beiden freien Flächen an den Metalltrichter angesetzt und dann am Rande mit einer luftdichten Schicht zusammengekittet.

Nachdem durch den Hahn  $h$  der Gasometer gefüllt ist, öffnet man unter Beobachtung der Zeit des Beginnes des Versuches den Hahn  $h$ , wodurch die komprimierte Luft durch die Gasuhr in den Schwefelsäurekolben zu dem Beobachtungsmaterial und zum Manometer gelangt.

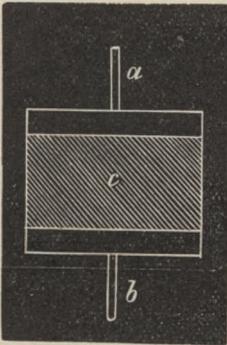


Fig. 69.

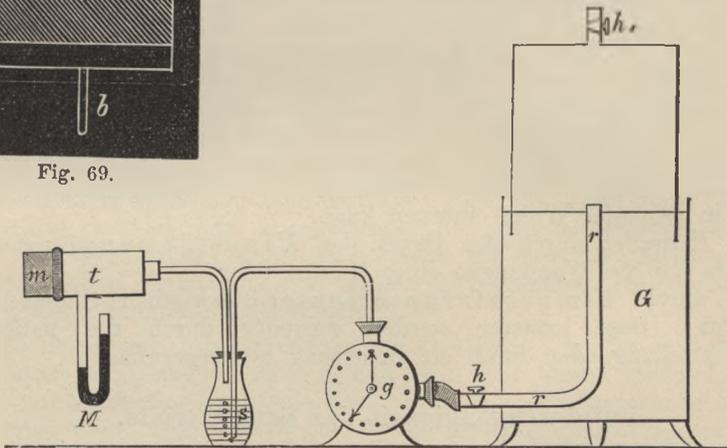


Fig. 70.

Es ergab sich, daß die unter Druck durch Baumaterial fließende Gasmenge nahezu dem Drucke proportional ist und umgekehrt proportional der Dicke.

Doch sind die einzelnen Materialien in ihrer Permeabilität durchaus verschieden, so daß Mörtelstücke, aus demselben Mörtelbrei gefertigt, verschiedene Permeabilität hatten, je nachdem die Proben gleich nach dem Anrühren des Breies oder einige Zeit später gemacht waren. Der französische Sandstein ließ den vierzigfachen Betrag von Luft durch wie ein dichter Solinger Sandstein. Am durchgängigsten ist der ge-

wöhnliche Luftmörtel und manche Sorten von Schlackenstein, dann folgen Ziegel, während Bruchstein und gegossener Gips nur wenig und glasierte Klinker gar nichts durchlassen. Dadurch aber, daß Bruchsteinmauern zu einem großen Teile aus Mörtel bestehen, kommt ihre Durchgängigkeit derjenigen der Ziegelsteinmauern nahe.

Je feuchter eine Wand ist, desto weniger durchlässig ist dieselbe; denn die Poren werden durch Wasser verstopft. Ferner ist die Bekleidung und der Anstrich von wesentlichem Einflusse. Ein Anfarben mit Kalkfarbe ist am wenigsten hinderlich, ein einmaliger Ölfarbanstrich bedeutend und ein zweimaliger oder ein Wasserglasanstrich machen die Permeabilität ganz und gar zu Null. Leimfarbe behindert die Durchlässigkeit einer Wand um so mehr, je stärker der verwendete Leim war, und Tapetenbekleidung reduziert die Permeabilität ca. auf die Hälfte.

Unter einem Drucke von 108 mm Wasser gingen durch 1 m<sup>2</sup> Fläche in einer Stunde folgende Luftmengen hindurch:

Bei Luftmörtel . . . .	3264 l
„ Gips . . . . .	146 l
„ Backstein . . . . .	312—1398 l
„ Sandstein . . . . .	425—496 u. s. w.

Über den Winddruck und dessen Größe sind bereits früher Mitteilungen gemacht:

Ein mäßiger	Wind übt einen Druck aus von	7·8 kg (oder mm Wasserdruck per 1 m <sup>2</sup> )
„ ziemlich starker	„ „ „ „ „ „	37·4 „ „ „ „ „ 1 „
„ starker	„ „ „ „ „ „	76·0 „ „ „ „ „ 1 „
„ Orkan	„ „ „ „ „ „	195·0 „ „ „ „ „ 1 „

Man kann sonach nicht bezweifeln, daß unter dem Einflusse der Windströmungen durch die massiven Wandungen der Wohnräume Luft hindurchgepreßt wird.

Wie verhält es sich aber mit dem Drucke, der durch Temperaturdifferenzen zwischen Stuben- und Außenluft hervorgerufen wird? Wenn in der Atmosphäre eine Luftsäule von höherer Temperatur als jene der Umgebung ist, sich befindet, so wird diese Säule warmer Luft, weil sie ein geringeres spezifisches Gewicht als die Umgebungsluft besitzt, gerade so nach aufwärts gedrückt werden, wie ein Stück Holz, in Wasser untergetaucht, wieder an die Oberfläche strebt.

Ist die warme Luft etwa in einen Würfel eingeschlossen, so wird dieselbe, da von der unteren Seite des Würfels die umgebende schwere Luft einen Druck ausübt und dieser Druck sich gleichheitlich innerhalb des Würfels verbreitet, an der oberen Fläche des Würfels sogar im Übergewichte über die äußere Luft sein.

Wenn wir an dieser oberen Wandung des Würfels dann eine Öffnung machen, so wird aus dieser die wärmere Luft entweichen, indes an der Bodenfläche des Würfels kalte Luft eindringt. An den zunächst der Deckenfläche und Bodenfläche benachbarten Seitenwandungen wird es ebenso sein; aus den Öffnungen der Seitenwand, welche der Deckfläche des Würfels nahe liegen, strömt Luft nach außen und in gleichem Maße durch die der Bodenfläche benachbarten Seitenöffnungen nach innen.

In Fig. 71 sei *A, B* die warme und kalte Luft trennende Fläche; *A c* stellt den Druck dar, mit welchem bei *A* die warme Luft nach außen entweicht, *B c* den Druck, mit welchem kalte Luft einströmt.

Von *A* nach *B* verfolgt, muß demnach ein Wechsel in der Strömungsrichtung an einem bestimmten Punkte eintreten; der positive Druck bei *A* wird gegen *B* hin immer geringer, er wird dann sogar negativ, indem die Außenluft das Übergewicht erlangt. An einen zwischen *A* und *B* gelegenen Punkte *O* wird aber völlige Ruhe der Luft herrschen.

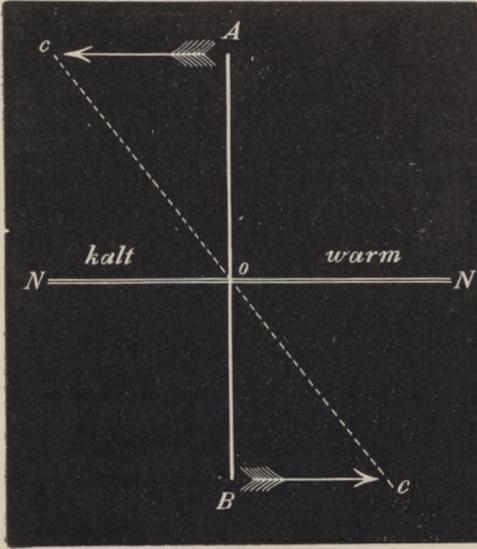


Fig. 71.

Da das Verhältnis an allen Seitenflächen des Würfels dasselbe ist, so wird sich von *O* aus eine Begrenzungsfläche *NN* durch den Würfel legen lassen, innerhalb deren warme wie kalte Luft im Gleichgewichte sind — neutrale Zone. Besteht der Würfel aus ganz gleichartigem Material, so wird die neutrale Zone gerade in halber Höhe liegen. Unterhalb derselben strömt — die Durchgängigkeit der Wandungen vorausgesetzt — kühle Luft in den Würfel ein und oberhalb derselben die warme Luft aus demselben aus.

Wenn der Druck der Luft auf die Wandungen eines Würfels, wie aus dem Vorhergesagten folgt, nicht an allen Stellen derselbe ist, so beteiligen sich die verschiedenen Begrenzungsflächen eines Würfels, wie Boden, Decke, Seitenwand, offenbar ungleich an dem Luftdurchtritt. Durch Decke und Boden wird für gleiche Flächen wesentlich mehr hindurchtreten, als durch die Seitenwandungen. Fig. 72 gibt uns ein übersichtliches Bild dieser Verhältnisse. Die Länge der Pfeile gibt die Stärke des Druckes an; *NN* entspricht dem neutralen Zone.

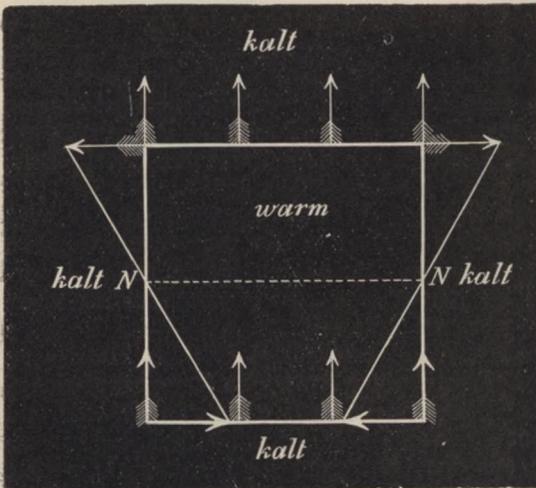


Fig. 72.

Sind die Wandungen eines Würfels von verschiedener Durchgangsfähigkeit für Luft, so wird die neutrale Zone nicht mehr in halber Höhe des Würfels liegen, sie wird nach oben rücken, wenn in den oberen Partien die Durchgängigkeit eine größere ist als unten,

und umgekehrt. Die Notwendigkeit dieser Erscheinung folgert aus der Tatsache, daß die Menge der oberhalb der neutralen Zone abströmenden Luft und der unterhalb derselben einströmenden Luft stets gleich sein müssen; wird z. B. durch das Anbringen einer Öffnung in der Decke hier der Durchtritt erleichtert, dann muß, um den Gleichgewichtszustand herzustellen, mehr kühle Luft einströmen, und dies geschieht, indem die neutrale Zone nach oben rückt und die Fläche der Wandungen für den Einstrom vergrößert wird.

Was den durch Temperaturdifferenzen erzeugten Ventilationsdruck anlangt, so ist derselbe leicht zu berechnen, wenn man das Gewicht der Luft (bei der in Frage stehenden Temperatur) und die Höhe des Zimmers kennt.

Gesetzt, es sei im Freien die Temperatur  $0^{\circ}$ , in der Stube  $+ 20^{\circ}$ , so wiegt:

$$\begin{array}{r} 1 \text{ m}^3 \text{ trockener Luft von } 0^{\circ} \text{ bei } 760 \text{ mm Hg Druck } 1.293 \text{ kg und} \\ 1 \text{ " " " " } 20^{\circ} \text{ " } 760 \text{ " " " } 1.204 \text{ " } \\ \text{somit die kalte Luft mehr} \qquad \qquad \qquad + 0.089 \text{ kg.} \end{array}$$

Wenn die Stube die Höhe von  $3.5 \text{ m}$  hat, so ist die Differenz von  $3.5 \text{ m}$  Höhe  $3.5 \times 0.089 = 0.311 \text{ kg}$ , welcher Druck sich auf  $1 \text{ m}^2$  Fläche verteilt. Da aber  $1 \text{ m}^2$  einer  $1 \text{ mm}$  hohen Wasserschichte gerade  $1 \text{ kg}$  wiegt, repräsentiert der Gewichtsunterschied kalter und warmer Luft in unserem Falle genau  $0.311 \text{ mm}$  Wasserdruck. Durch die neutrale Zone wird eine Teilung der Druckverhältnisse herbeigeführt, sonach bleibt oberhalb derselben  $0.155 \text{ mm}$  Wasserdruck für den Druck, mit welchem die warme Luft an der Deckfläche zu entweichen bestrebt ist, und unterhalb derselben  $0.155 \text{ mm}$  für den Druck der kalten Luft durch die Bodenfläche nach innen.

An den Wandungen ist der Druck noch geringer, da er ja von den der Decke oder dem Boden benachbarten Stellen bis zur neutralen Zone von  $0.155 \text{ mm}$  auf  $0 \text{ mm}$  absinkt; er entspricht im Mittel nur einer  $\frac{0.155}{2} = 0.077 \text{ mm}$  hohen Wassersäule. Dieser Wert ist demnach sehr klein, kaum  $1\%$  der Druckkraft eines mäßigen Windes.

Das Baumaterial zeigte sich in Versuchen von Lang in einem beträchtlichen Grade für Luft durchgängig, aber die angewendeten Druckgrößen waren auch sehr erheblich; nach der eben gegebenen Entwicklung des Druckes durch Temperaturdifferenzen kann der Anteil, den namentlich dicke kompakte Wandungen an der durch Temperaturdifferenzen hervorgerufenen Ventilation nehmen, nur ein minimaler sein, das Schergewicht fällt auf die Durchgängigkeit von Decke und Boden oder auf die überall sich findenden Spalträume (Recknagel).

Das Differentialmanometer. Die geringen bei der natürlichen Ventilation wirksamen Druckkräfte sind meßbar. Man bedient sich dazu des Recknagelschen Differentialmanometers (Fig. 73), welches aus einem metallenen Hohlzylinder von  $10 \text{ cm}$  Durchmesser, der seitlich eine in beliebiger Neigung (durch Drehen an der Schraube  $a$ ) verstellbare graduierte Röhre  $b$  besitzt, besteht. Der weite Hohlzylinder einerseits und die enge Röhre  $b$  andererseits stellen die zwei Schenkel eines Manometers dar. Durch die Ungleichheit der Weite erreicht man den Vorteil, daß bei einer Druckablesung die Anzahl der Millimeter-Druckhöhe nicht doppelt gerechnet zu werden braucht, wie bei

einem gleichschenkligen Manometer\*) und durch die Schiefstellung der Röhre *b*, daß die Feinheit der Ablesung fast beliebig gesteigert werden kann. Ware *b* vertikal gestellt und der Druck  $1\text{ mm}$ , so erhält man bei  $3\%$  Neigung von *b* bereits einen Ausschlag von  $33.3\text{ mm}$ , bei  $4\%$  einen solchen von  $25\text{ mm}$  der geneigten Röhre *b*. An den Instrumenten befindet sich bei *e* in der Regel ein Kreisbogen, der Neigung der die Röhre annähernd ablesen läßt. Als Sperrflüssigkeit verwendet man am besten Petroleum, welches bei  $12^\circ$  etwa  $0.807$  spezifisches Gewicht besitzt.

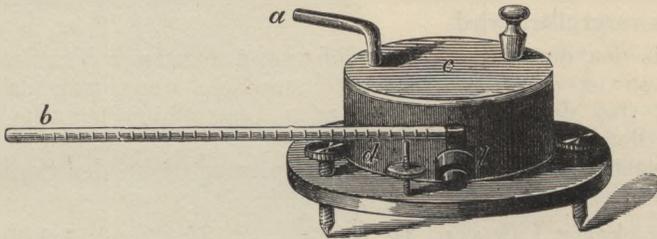


Fig. 73.

Um zu erfahren, wie vielen Millimetern vertikalen Wasserdruckes die um eine Anzahl von Millimetern vorgeschobene Petroleumsäule in *b* entspricht, wird, wie vor jedem Versuch, das Instrument vollkommen horizontal gestellt, indem man die Wasserwaage auf den Deckel des Differentialmanometers setzt und an den Stellschrauben die nötigen Korrekturen vornimmt, dann liest man die Stellung des Petroleums in dem Schenkel *b* ab und gießt nun eine gewogene Menge (*p* in Gramm) von Petroleum in das weite Gefäß *c*. Diese Petroleummengung verteilt sich gleichmäßig und wird, wenn *q* den in Quadratcentimetern ausgedrückten Querschnitt bezeichnet,  $\frac{p}{q}\text{ cm}$  hoch oder  $\frac{10 p}{q}$  Millimeter Wasserdruck entsprechend hoch stehen. Hat man abgelesen, um wie viele Millimeter der Petroleumsäule in *b* dabei ( $= n$ ) vorgerückt wurde, so erfährt man den Wert von  $1\text{ mm}$  in *b* zu

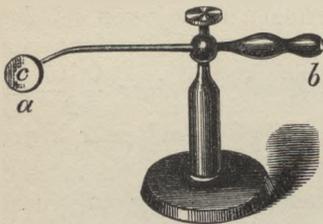


Fig. 74.

$$\frac{10 p}{n q}$$

Auch zur Messung der Geschwindigkeit von Luftströmungen kann man das Differentialmanometer verwenden. Hiezu dient der Hilfsapparat in Fig. 74. Ein rundes Metallplättchen von  $4\text{ mm}$  Durchmesser *a* hat eine axiale Bohrung *c* von  $1.5\text{ mm}$   $1.2\text{ mm}$  tief. Senkrecht zu dieser eine zweite Bohrung vom Rande der Scheibe bis zur Mitte. Ein feines Röhrenchen an dem Stativ, durch eine Schraube beliebig zu verstellen, erweitert sich bei *b*, um als Schlauchansatz zu dienen. Das Plättchen wird in den zu messenden Luftstrom so eingeführt, daß die zentrale Bohrung nach der Strom-

richtung sieht. Wenn  $g = 9.81$  = der Erdschwere, *s* das in Kilogramm ausgedrückte Gewicht eines Kubikmeters der einströmenden Luft (von bestimmter Temperatur), *w* die Anzahl der vertikalen Millimeter-Wasserdruck, so ist die Geschwindigkeit des Luftstromes *O*

$$O = 2 \sqrt{\frac{g w}{3 s}}$$

Die Methode von Recknagel fand Verfasser u. a. durch viele vergleichende Versuche exakt und zuverlässig.

\*) Der minimale Fehler durch Sinken des Flüssigkeitsspiegels *b* wird übrigens durch die Art der Eichung des Instruments vollkommen ausgeschlossen. Ähnliche Instrumente finden sich bereits bei Péclet, *Traité de la chaleur*, T. I., p. 167, ausführlich beschrieben. (Siehe auch Schönwerth, *Archiv für Hygiene*, Band XI.)

### Störungen der natürlichen Ventilation.

Nach dem oben Dargelegten werden bei der Wirkung der Windströmungen im Dienste der Ventilation namentlich die Wandungen als Durchgangspforten für die Luft in Frage kommen und die in diesen belegenen Spalträume; für die Ventilation durch Temperaturunterschiede außerdem vor allem die Decke und der Boden. Wie sich in den einzelnen Fällen und zu verschiedenen Zeiten die natürliche Ventilation verhält, wird sehr wechselnd sein müssen. In den Wintermonaten pflegt die Ventilation durch Temperaturdifferenz meist eine lebhaftere zu sein, sie sinkt aber im Frühjahr und Herbst sehr bedeutend und beträgt im Sommer oft nur ein Neuntel des mittleren Bedarfes, auch wohl noch weniger. Selbst bei vollständig geöffnetem Fenster dringt die frische Luft oft nicht in die Tiefe des Zimmers ein. In Neubauten, wenn die Wände noch feucht, Türen und Fenster gut schließen, die Bodendielen noch gequollen sind, sinkt die Lüfterneuerung meist auf ein Minimum; die später zu beschreibende Methode der Bestimmung der Größe der Ventilation kann hier geradezu verwendet werden, um den Feuchtigkeitsgehalt der Wandungen zu kontrollieren. Das Tapezieren und der Ölanstrich vermindern den Luftaustausch.

Die Größe der Ventilation ist dann weiter (*ceteris paribus*) in gesetzmäßiger Weise von dem Verhältnisse der Wandungsfläche zu dem Kubikinhalte des Hauses abhängig, d. h. von der Größe des Hauses. Je größer das Gebäude, um so geringer wird verhältnismäßig die Wandungsfläche und Deckenfläche, welche die Ventilation und den Einstrom frischer Luft vermitteln. Denken wir uns ein Haus als würfelförmigen Raum. Enthält ein Würfel  $1 m^3$  Inhalt, so träfen auf diesen  $6 m^2$  als Ventilationsfläche, d. h. Wandung, Boden und Dachung (von denen wir ihre verschiedene Beteiligung an der Ventilation beiseite lassen wollen). Ein kleines Familienhaus bietet aber bereits, für  $1 m^3$  Inhalt berechnet, nur mehr  $0.68 m^2$  Ventilationsfläche; demnach wenig mehr als ein Zehntel der Ventilationsfläche eines  $1 m^3$  fassenden Würfels, in einem Zinshause von mäßiger Ausdehnung sinkt diese Ventilationsfläche für  $1 m^3$  Raum bereits auf  $0.4 m^2$  u. s. w. Die Massenbauten führen also sämtlich zu einer Behemmung von Licht und Luft.

Noch mißlicher werden die Verhältnisse bei Beibehaltung des geschlossenen Bausystems, weil bei diesem wieder jedes Gebäude zwei seiner Flächen für die Ventilation verliert. Die aneinandergereihten Häuser können an ihren Berührungsstellen wohl Luft austauschen, aber nur gebrauchte, ungesunde Luft. Sie verlieren also rund ein Drittel ihrer Ventilation; in den oben angeführten Fällen würde sich, da ja die Form des Hauses nicht genau einem Würfel entspricht, die Ventilationsfläche für ein kleines Gebäude auf  $0.55 m^2$  und für das große auf  $0.27 m^2$  per  $1 m^3$  Innenraum reduzieren. Naturgemäß ist das geschlossene Bausystem, auf große Gebäude angewendet, in seiner Wirkung doppelt schlimm.

Als Hemmung der Ventilation ist jedwede Behinderung der Luftbewegung aufzufassen, wie sie z. B. in Städten bei stärkerer Bebauung eintritt. Die Gebäude halten den Zutritt der Luft ab. Das geschlossene Bausystem liefert Häuser mit geringerer Selbstlüftung als eine freiere Bauweise.

Häufig wirkt auch das Bestreben, mit Feuerungsmaterial möglichst zu sparen, ventilationswidrig, indem dann zu geringe Temperaturunterschiede zwischen Stuben- und Atmosphärenluft erzeugt werden und es an Triebkraft zur Luftbewegung fehlt. Leider ist dies naturgemäß bei der ärmeren Bevölkerung der Fall, welche ohnedies wegen Überfüllung

der Wohnräume gerade am meisten durch Luftverschlechterung zu leiden hat.

Zur Verbesserung der Wohnungsluft besitzen wir mancherlei Hilfsmittel, die auf der Tätigkeit natürlicher, allseitig zur Verfügung stehender Kräfte beruhen, demnach auch noch zu den Mitteln der natürlichen Ventilation gehören.

### Hilfsmittel der natürlichen Ventilation.

Wenn wir in bewohnten Räumen auf die Befriedigung des Luftbedürfnisses durch die natürliche Ventilation angewiesen sind, so kann man im allerhöchsten Fall annehmen, daß  $1^{\circ}$  Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außenluft in der Stunde sehr günstigen Falls eine 0.077 fache Erneuerung der Luft erzeugt. (Meist wesentlich weniger S. 220.) Nimmt man als Stubenwärme  $20^{\circ}$ , so erneuert sich der bewohnte Raum einmal in seiner Luft, wenn die Außentemperatur etwa  $+7^{\circ}$  hat, zweimal, wenn außen  $-6^{\circ}$ , zweieinhalbmal bei  $-12^{\circ}$  und dreimal bei  $-18^{\circ}$ .

Die Ventilation wird bei geschlossenen Fenstern und Türen also schon bei  $-6^{\circ}$  etwas mangelhaft, wenn man, wie so häufig, mit der Forderung eines dreimaligen stündlichen Luftwechsels gerechnet hat, und bei Frühlings- und Herbstwetter sinkt die Ventilation noch mehr.

Der Wohlhabende merkt von einer Luftverschlechterung in seinen Wohnräumen meist nicht viel, weil er über einen reichlichen „Luftkubus“ verfügt; anders aber liegt die Sache in Anstalten, Krankenhäusern, Schulen.

Man muß bei stärkerer Belegung der Säle zeitweise mit Gewalt frische Luft schaffen.

#### a) Ventilation einzelner Räume.

Die einfachste Methode zur Förderung der natürlichen Ventilation ist ein hinreichend lange dauerndes Öffnen der Fenster und Türen und das Herstellen eines kräftigen Zuges (Zuglüftung). In weitaus der Mehrzahl der Fälle sind wir auf dieselbe angewiesen. Diese Ventilationsart bleibt aber nur so lange wirksam, als eine für das Eintreiben von Luft in die Stube taugliche Luftbewegung anhält, oder solange beim Vorüberstreichen von Luft an den Fenstern eine ansaugende Wirkung ausgeübt wird; endlich bei Windstille so lange, als zwischen Stuben- und Atmosphärenluft zur Erzeugung von Luftströmungen ausreichende Temperaturdifferenzen bestehen.

Anstatt die Fenster direkt zu öffnen, kann man an denselben Klappen oder dergleichen anbringen lassen. Solche Vorrichtungen gehören an die Oberscheiben, weil hier der Ventilationsdruck am größten und zugleich die Belästigung durch einfallende kalte Luft am geringsten ist.

Öffnungen in den Fensterscheiben, versieht man leider häufig mit einem Windrädchen; letzteres hat keinen Zweck und verhindert, weil ja ein Teil der Kraft der einströmenden Luft bei der Bewegung des Rädchens verbraucht wird, bis zu einem gewissen Grade die Ventilation. Besser und kräftiger wirken, weil ihr Querschnitt größer ist, Jalousien, Sheringham-

Klappen oder kurze Kanäle in den Außenwänden, welche in den Sockeln und Scheuerleisten münden, während nahe der Decke ebensolche Öffnungen für den Abzug direkt ins Freie sorgen. Keine der genannten Einrichtungen gewährt an sich weder Zugfreiheit noch auch eine einigermaßen regelmäßige Funktion.

Zu den einfachen Ventilationsanlagen hat man auch die sogenannte Firstventilation zu rechnen, welche bei Krankenhäusern für den Luftwechsel häufig angewendet wird (Fig. 75). Manchmal wird auch die Außenluft mittels Tonröhre direkt unter die Krankenbetten geleitet. Die verdorbene Luft entweicht durch Öffnungen in der Decke des Saales. Die Anlage ist nur für den Sommer brauchbar. Ein Hauptnachteil der Firstventilation ist die Abhängigkeit derselben von jeder Luftbewegung im Freien.

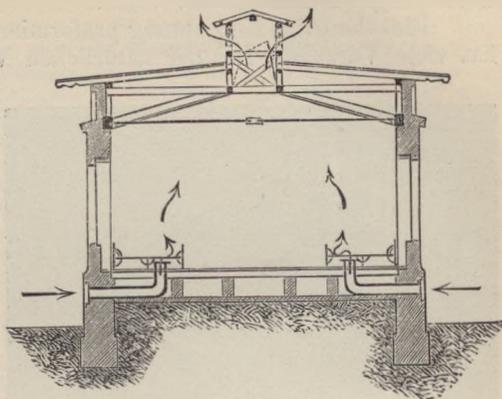


Fig. 75.

Die sogenannten einfachen Ventilationseinrichtungen befriedigen in hygienischer Hinsicht bei dicht bewohnten Räumen nicht; wie sie zweckmäßiger umzugestalten sind, folgt später.

#### b) Ventilation mittels besonderer Luftkanäle.

Die hierzu zu rechnenden Einrichtungen können zwar auch für einzelne Räume Verwendung finden, doch sehen wir denselben im allgemeinen mehr den Charakter zentraler, mehrere Räume versorgender Einrichtungen aufgeprägt.

Völlig veraltete Einrichtungen sind die durch die Decken in den Dachraum oder ins Freie mündenden Luftabzugsschlote. Man hat sie oben in Form einer mit Jalousien versehenen Laterne angelegt und manchmal diagonal geteilt, um vier verschiedene, bei jeder Windrichtung wirkende Kanäle mit Luftabzug und Luftzufuhr zu haben (Muirscher Vierrichtungsventilator); oder man hat zwei Röhren von der gleichen (Hammond) oder von verschiedener Länge (Mc. Kinnel) ineinander gesteckt, von der Zimmerdecke ins Freie geführt, damit die innere Röhre die Stubenluft abführe, die äußere in umgekehrter Richtung die frische Luft zuführe. Alle diese Einrichtungen bewahren sich nicht, weil die von der Decke herabfallende kalte Luft eine arge Belästigung darstellt.

Gleichmäßiger in der Wirkung ist die Anlage besonderer räumlich getrennter Kanäle, deren eines System frische Luft den Räumen zuleitet (Zuführungskanal), deren anderes dagegen die schlechte Luft ins Freie führt (Ableitungs-, Abluftkanal); die Anordnung für Sommer- und Winterventilation kann dabei die gleiche sein, wie wir sie schon bei den Luftheizungsanlagen beschrieben haben.

Mit Vorteil werden Tonröhren zu solchen Anlagen verwendet; jedenfalls ist aber luftdichte, glatte Wandung der Ventilationskanäle wenn möglich herzustellen.

Eine derartige Einrichtung präformierter Wege für die Luftzirkulation hat viele Vorzüge. Bei der natürlichen Ventilation nimmt die Luft, wie

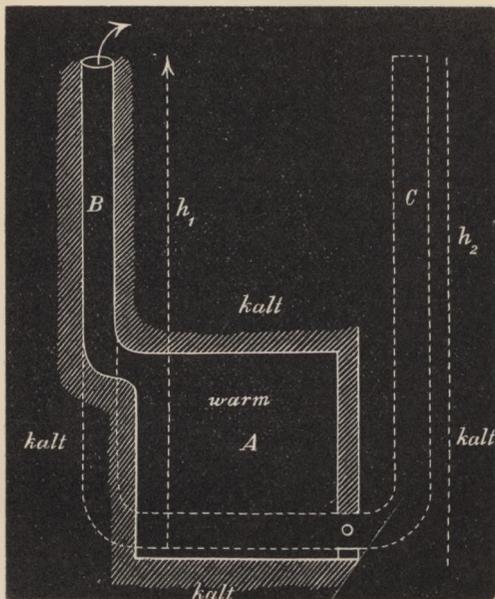


Fig. 76.

oben besprochen, ihren Weg durch die Wandungen und durch Decke und Boden hindurch. In einem dicht bewohnten Hause erhalten wir daher häufig durch Ventilation nicht eben gute Luft zugeführt, sondern solche, welche dem Nachbarn neben oder unter uns bereits zur Atmung gedient hat, also verdorben ist.

Daher kann man es unter Umständen als rationell bezeichnen, wenn man auf die Ventilation durch Wandung, Decke und Boden ganz verzichtet, dieselben für Luft undurchgängig macht und durch besondere Luftkanäle Luft zu- und ableitet. Die Luftabfuhrkanäle sind über

Dach zu führen. Die Kanalventilation ist auch für die Beseitigung von Staub und Infektionserregern nicht ohne Wert.

Bei Ausführung der Kanalventilation sind eine Reihe von Punkten zu beachten.

Die Eintrittsöffnungen der Kanäle sind zu vergittern und mit Klappen zur Regulierung zu versehen. Da wir bestrebt sind, möglichst gute Luft zuzuführen, so hat man auf den Ort, an welchem die Luftzuleitungskanäle ihren Anfang nehmen, genügende Aufmerksamkeit zu verwenden.

Man nehme sie nicht unmittelbar vom Boden oder von Orten, an denen viel Staub entwickelt wird oder eine Ablagerung von Unratstoffen sich befindet, nicht aus Kellerräumen, Vorplätzen, dem Flur, sondern aus dem Freien (siehe unter Luftheizung). Wenn es wünschenswert erscheint, so kann man die Luft, ehe sie in die Stube tritt, ein aus Baumwollstoff hergestelltes Filter, in welchem sie die Staubteilchen absetzt, passieren lassen.

Bei der Anlage der Kanäle muß auf möglichste Glatte der Wandungen, auf Vermeidung aller plötzlichen Querschnittserweiterungen und Krümmungen dringend geachtet werden; Ein- und Ausströmungsöffnungen sind zur Verminderung der Widerstände an den Kanten abzurunden, und namentlich auf die richtige gegenseitige Lage derselben muß ein Hauptgewicht gelegt werden. Die Eintrittsöffnungen der Luft sind stets so anzuordnen, daß sich sie zugeführte Luft im ganzen Raume gleichmäßig verteilt, um an entgegengesetzter Seite durch Austrittsöffnungen abgeleitet zu werden. Die Anlage der Kanäle ist so zu treffen, daß dieselben leicht zu reinigen sind.

Die Wirksamkeit der Ventilationskanäle beruht ganz auf denselben Gesetzen, welche auch für das Zustandekommen der Ventilation durch die Wandungen hindurch auszusprechen waren: auf der Verschiedenheit der Gewichte von Luftsäulen ungleicher

Temperatur; aber dadurch, daß sich in den Luftkanälen eine Luftmasse befindet, deren Höhe in der Regel um ein Vielfaches die Höhe eines Wohnraumes übersteigt, werden die treibenden Kräfte um vieles stärker wie dort, und indem sich die Luft in glattwandigen Kanälen, also mit wenig Widerstand bewegt, werden die Wirkungen ausgiebiger.

Nehmen wir an, es befände sich in Fig. 76 in Raum *A* Luft von höherer Temperatur, als jene der Umgebung ist, so wird die Warmluft schließlich die ganze Höhe des Kanals *B* einnehmen ( $h_1$ ). Die Wirkung der kalten Luft wird am besten hervortreten, wenn wir uns diese Warmluftschichte gewissermaßen durch den Schenkel eines Manometers (die punktierten Linien) mit der bei *O* in dem Raum *A* eintretenden Kaltluft in Verbindung gesetzt und aus der ganzen Masse der den Raum *A* umgebenden Kaltluft eine Luftmasse *C* als zweiten Schenkel des Manometers denken ( $h_2$ ). Die ungleich warmen, aber gleich hohen Luftsäulen  $h_1$  und  $h_2$  können ebensowenig im Gleichgewicht bleiben wie der Flüssigkeitsstand in einem mit Wasser und Öl gefüllten Manometer, die warme Luftsäule wird aus *B* herausgehoben und fließt ab. Dauert die Erwärmung in dem Raume *A* an, so wird auch beständig die warme Luft aus *B* herausgedrängt werden. — Die Wirksamkeit der Ventilationsanlage wird von der Größe der treibenden Kraft abhängen (also von der Temperaturdifferenz zwischen *B* und *C* und von der Höhe der drückenden Luftsäulen in *B* und *C*) und von dem Widerstande in den Röhren; beide Momente finden ihren Ausdruck in der Geschwindigkeit der Luftströmung. Endlich kommt als zweiter, die Ventilationsgröße bestimmender Faktor der Querschnitt der Luftleitungskanäle in Betracht.

Die Geschwindigkeit wächst mit der Quadratwurzel aus der Temperaturdifferenz zwischen Stuben- und Atmosphärenluft; letztere muß vervielfacht werden, ehe man die doppelte Geschwindigkeit erhält, und ebenso nimmt die Geschwindigkeit mit der Quadratwurzel aus der Höhe des Ventilationskamins zu. Die Leistungsfähigkeit wächst jedoch direkt proportional mit dem Querschnitte des Kanals; es erhellt hieraus, wie notwendig es ist, schon in der Anlage den Querschnitt der Kanäle richtig zu bemessen.

Die Einströmungsöffnungen bei der Winterventilation sollen tunlichst über Kopfhöhe angelegt werden und die Luft mit keiner größeren Geschwindigkeit als 0,5 bis 1 m per Sekunde eintreten. Muß aus irgend einem Grunde dieselbe aber größer genommen werden, so ist durch Blechschirme oder Röhren der Luftstrom nach oben abzulenken. Während der Heizperiode leitet man die verdorbene Luft mittels einer dem Fußboden nahe befindlichen Öffnung ab, im Sommer dagegen durch eine der Decke nahe gelegene Öffnung des Abluftkanals.

Die Wirkung dieser oben geschilderten Ventilationsanlagen hängt vollkommen davon ab, ob Temperaturdifferenzen zwischen Stubenluft und Außenluft vorhanden sind. Die geringste Temperaturdifferenz, bei welcher in den meisten Fällen eben noch eine bemerkenswerte Luftbewegung eintreten wird, kann zu 5° angenommen werden. In den Sommermonaten, wenn die Innenluft kälter als die äußere, tritt eine Umkehr der Luftbewegung ein.

Von einer konstanten Wirkung derartiger Anlagen kann man zwar sonach nicht reden, doch sind dieselben auch keineswegs zu unterschätzen, da man doch durchschnittlich an 240 Tagen im Jahre eine Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenluft findet, welche die Ventilation einzuleiten imstande ist, und an 60 Sommertagen wenigstens zur Nachtzeit eine Ventilationswirkung eintritt.

Am häufigsten treten Störungen durch Windströmungen ein, zur Vermeidung solcher und zur Verstärkung der natürlichen Ventilation durch den Wind wendet man gewisse Schornsteinaufsätze an, von denen hier der von Wolpert angegebene beschrieben sein mag (Fig. 77).

Der Wolpertsche Rauch- und Luftsauger verwertet die Tatsache, daß der Wind hinter einem Körper, den er trifft, eine Luftverdünnung hervorruft, so daß in einem Rohre, dessen seitliche Öffnung von ihm abgewendet ist, ein Aspirationsraum erzeugt wird. Wird ein Luftstrom unter irgend einem Winkel gegen eine Fläche ge-

blasen, so wird derselbe nicht etwa unter dem Einfallwinkel reflektiert, sondern er breitet sich über die ganze Fläche hin aus und strömt in der Richtung derselben ab. Blast man daher gegen eine zylindrische Fläche, so umströmt die Luft den ganzen Zylindermantel und fließt alsdann in derselben Richtung, die sie vorher hatte, weiter. Jeder Luftstrom reißt infolge der Reibung die in der Nähe befindlichen Luftteilchen mit sich fort und veranlaßt hiedurch in seiner Nähe eine Luftverdünnung. Der Wølperische Sauger besteht aus einem gekrümmten Schirme, einem nach oben ausgeschweiften Mantel (Saugkessel) und aus einer horizontalen Deckplatte, welche drei Teile mit freien Zwischenräumen für den Eintritt des Windes durch Stifte untereinander verbunden sind. Wind, Regen und Sonnenstrahlen können bei keiner Richtung in den Schornstein fallen; so entsteht unter allen Verhältnissen im mittleren Teile des Apparats eine bedeutende Luftverdünnung.

Um die pressende Kraft des Windes zu verwerten, werden knieförmig gebogene, trichterförmig sich erweiternde, teils stabile, teils drehbare, und zwar mit der Trichteröffnung sich gegen den Wind stellende Windklappen (Windfangröhren) (Fig. 78) auf die Luftzufuhrschläuche aufgesetzt (bei Dampfschiffen, Eisenbahnwagen).

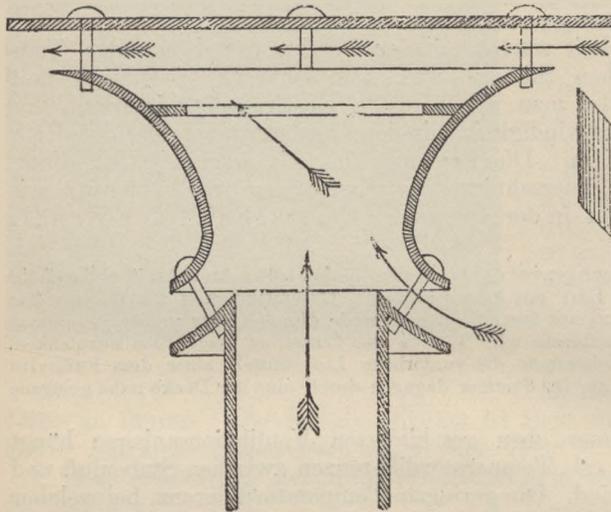


Fig. 77.

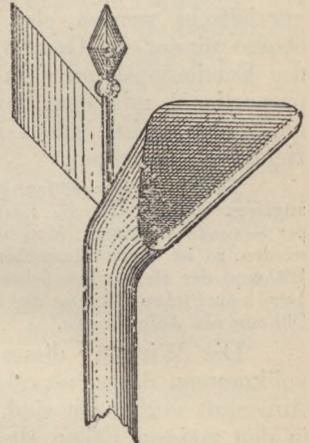


Fig. 78.

Auch die Kanalventilation ist für sich allein, und wenn sie auf die zufälligen Temperaturdifferenzen angewiesen ist, keine befriedigende Einrichtung.

Sollen befriedigende Zustände geschaffen und namentlich die lästige Kalte der einströmenden Luft beseitigt werden, so muß unter allen Umständen für die Zufuhr frischer Luft ein besonderer Kanal angelegt, die hier eintretende Luft aber vorgewärmt werden. Dazu eignen sich die nach dem System der Mantelöfen gebauten Heizeinrichtungen. Bei der Dampf- oder Wasserheizung legt man Röhren- oder Rippenheizkörper in den Frischluftkanal.

Sorgt man für vorgewärmte reine Luft, dann kann man unter geeigneter Wartung selbst mit der einfachen Fensterklappenventilation auskommen, weil durch diese letztere bei hinreichendem Zustrom vorgewärmter Luft nur die Stubenluft

nach außen entweicht und kein physikalischer Grund für den störenden Einfall kalter Luft gegeben ist.

Läßt man die schlechte Luft durch die Fensterklappen entweichen, so verliert man allerdings mehr Wärme, als wenn ein besonderer Abluftkanal angelegt wird. Im Frühjahr und Herbst kann es unter Umständen unangenehm empfunden werden, wenn man den ganzen Heizbetrieb wesentlich wegen der besseren Ventilation aufnehmen soll.

Dies ist aber gar nicht nötig. Die Dampf- oder Wasserheizung soll so angelegt sein, daß man bei mäßiger Kälte eben nur die in dem Frischluftkanal liegende Spirale wärmt, also mit einer Art Luftheizung wärmt. Die übrigen Heizkörper bleiben zu dieser Zeit noch ausgeschaltet.

Bei der Mantelofenheizung kann man entweder durch lebhaftere Ventilation bei geringer Heizung die Überwärmung im Herbst oder Frühling vermeiden; in größeren Räumen, welche mit mehreren Öfen versehen sind, stellt man nur einen Teil der Öfen in Betrieb.

### Die künstliche Ventilation.

In manchen Fällen kann es notwendig werden, die Bewegung der Luft zu Ventilationszwecken durch besondere ausschließlich für letztere dienende Kräfte herbeizuführen. Man nennt derartige Vorkehrungen die künstliche Ventilation. Veranlassung zur künstlichen Ventilation ist zumeist ein ausnehmend großer Luftbedarf oder der Wunsch, von den Zufälligkeiten, die sich bei der natürlichen Ventilation manchmal herausstellen, frei zu bleiben, oder eine Eigenart eines Gebäudes, welche die Anbringung der üblichen Luftkanäle nicht gestattet.

Die Kräfte, die wir bei künstlichen Ventilationen benützen, sind dieselben, mit welchen auch die natürliche Ventilation vor sich geht: a) die Anwendung von Wärme und b) die mechanische Bewegung.

#### a) Ventilation mit Hilfe von Temperaturdifferenzen.

In weitestem Sinne sind alle unseren Beheizungsarten Anlagen künstlicher Ventilation, aber allerdings von sehr verschiedener Güte. Da die natürliche Ventilation in so hohem Grade von der Temperaturdifferenz zwischen Stuben- und Atmosphärenluft abhängig ist, wirkt jede Erwärmung eines Wohnraumes durch die Beheizung ventilationsbegünstigend im Sinne der natürlichen Ventilation.

Aber noch in anderer Art fördern die Heizanlagen die Lufterneuerung in unseren Wohnräumen. In vielen Fällen erhält die Feuerung die nötige Luft aus letzteren zugeführt und die verbrauchte Luft zieht in den Kaminen als Rauchgas ab. Es wird also Luft durch Öfen abgesaugt. So ist auch der gewöhnliche, von dem Wohnraum aus geheizte Stubenofen eine künstliche Ventilationsanlage; nur wird sein Effekt, der von der Größe des Herdes, der Höhe und Weite der Esse abhängt, vielfach überschätzt. Steht der Stubenofen in richtigem Verhältnis zum Kubikinhalte der Stube und findet keine Verschwendung von Brennmaterial statt, so liefert der Ofen kaum mehr als ein Zehntel der nötigen Ventilation; immerhin ist aber seine Mitwirkung an der Lufterneuerung beachtenswert.

Weit wirksamer sind in ventilatorischer Hinsicht die gewöhnlichen welschen Kamine, welche selbst bei schwachem Feuer einen Luftabzug von  $1500\text{ m}^3$  für die Stunde erzeugen: hinsichtlich des Heizeffektes sind dieselben allerdings sehr ungünstig zu beurteilen (siehe unter Kaminheizung). Freilich wird oft der Luftwechsel so bedeutend, daß die von Fenstern und Türen nachströmende Luft einen lästigen Zug erzeugt. Jedenfalls sollte auf eine zweckmäßige Zufuhr der Luft aus dem Freien mit Vorwärmung, wie sie der Galtonsche Kamin liefert, Bedacht genommen werden.

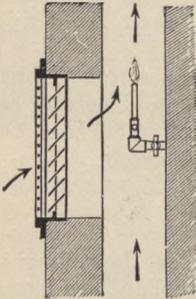


Fig. 79.

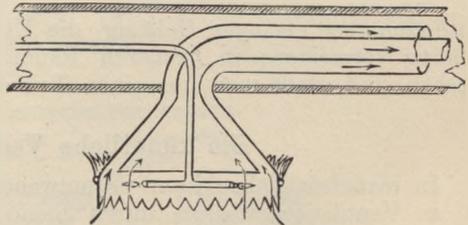


Fig. 80.

Eine Zentralventilationsanlage ist die Luftheizungsanlage, während die anderen Zentralheizungsanlagen stets einer besonderen Lüftungsanlage bedürfen.

Alle auf Heizung der Wohnräume basierenden Methoden liefern die bis jetzt angeführten Ventilationseffekte nur als Nebenwirkung und sind, strenggenommen, keine der künstlichen Ventilation allein dienenden Anlagen.

Da der Hauptmangel an Ventilation in der wärmeren Jahreszeit einzutreten pflegt, kann die Wärme, insoweit sie als Mittel zur Ventilation gebraucht werden soll, so angewendet werden, daß sie nur die Luft in einem Abluftkanal erhitzt; ein solcher Kanal wird dann „Lockkamin“ genannt. Die Erhitzung der Luft im Lockkamin braucht nicht sehr hoch zu sein;  $20\text{--}30^\circ$  Temperaturunterschied zwischen Kamin und Freiluft erzeugt bereits einen sehr intensiven Zug. Es genügt daher für manchen Zweck eine in dem Abluftkanal brennende Öl-, Petroleum- oder Gaslampe vollständig; besonders empfiehlt sich wegen der bequemen Einrichtung die Gasflamme als künstliches Ventilationsmittel. Man kann annehmen, daß durch Verbrennung von  $1\text{ m}^3$  Gas  $600\text{--}800\text{ m}^3$  Luft angesaugt werden können. Die einfachste derartige Einrichtung zeigt Fig. 79.

Man kann so in der bequemsten Weise Tag und Nacht gleichmäßig ventilieren. Auch kann man die Ventilation augenblicklich unterbrechen und ebenso wieder in Gang setzen.

Zur Beleuchtung dienende Gasflammen werden dadurch für die Ventilation nutzbar gemacht, daß man über den Flammen eine Glas- oder Metallglocke mit einem Abzugsrohre anbringt, welches die Verbrennungsprodukte fortführt. Von der Decke an ist das Abzugsrohr von einer weiteren, gegen das Zimmer hin offenen Röhre umgeben

(Fig. 80). Durch die starke Erwärmung des zentralen, die Verbrennungsprodukte der Flamme ableitenden Rohres wird dasselbe so heiß, daß auch in dem Binnenraume zwischen innerer und äußerer Röhre ein Zug entsteht und demnach dieser Binnenraum wie ein Lockkamin wirkt.

In dieser Weise sind auch die trefflich ventilierenden Sonnenbrenner, Siemensbrenner, Wenhamlampen u. s. w. konstruiert. Die gewöhnliche Anwendung der Sonnenbrenner ist die, daß eine große Zahl der sogenannten Loch- oder Schnittbrenner in konzentrischen und etwas

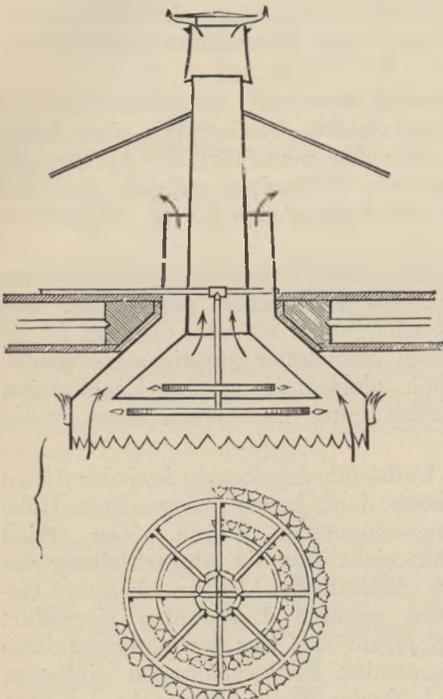


Fig. 81.

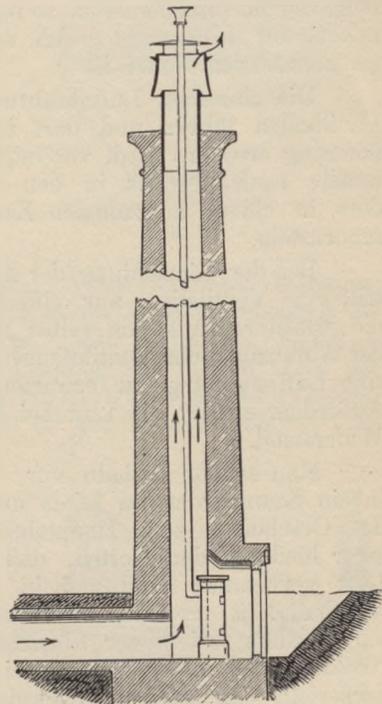


Fig. 82.

übereinander liegenden Kreisen (Fig. 81) derart nahe aneinander gestellt werden, daß sich sämtliche Flammen mit den äußersten Spitzen berühren und so einen zusammenhängenden Lichtkranz bilden. Oberhalb der Flammen ist ein blanker Schirm angebracht, welcher das Licht nach unten hin reflektiert, nach oben aber sich in eine Röhre verengt, welche die Verbrennungsgase abführt. Diese Gase erwärmen infolge ihrer sehr hohen Temperatur die gedachte Röhre, die nun wieder ihre Wärme an die sie umgebende Luft überträgt. Hiedurch entsteht eine Luftverdünnung in dem umgebenden Mantel, in welchen die Zimmerluft nachströmt. Das Verfahren wird heutzutage wenig mehr angewandt.

Ebenso lassen sich durch besondere Abzweigungen in Luftschächten, die nur der Ventilation dienen, bei zentralen Warmwasser-, Heißwasser- und Dampfheizungen die Zwecke der Ventilation erreichen.

Wo die Wärme weder von Feuerungen noch von Beleuchtungsapparaten zur Verfügung steht oder wo man unabhängig von Heizung und Beleuchtung mittels Temperaturdifferenzen ventilieren will, da leitet man die Luft eines jeden einzelnen zu ventilierenden Raumes mittels Luftabfuhrkanälen zu größeren Sammelkanälen und die letzteren wieder zu einem vertikalen Hauptkanal, der die Luft ins Freie führt. Damit der Hauptschlot eine kräftige Luftverdünnung erzeuge und die Aspiration der Zimmerluft bewirke, wird im innersten Teil dieses Schlotes ein gewöhnlicher eiserner Ofen in Form eines Kanonen- oder Füllofens (Fig. 82) aufgestellt (siehe auch Fig. 68 u. 56). Soll diese Einrichtung befriedigend funktionieren, so müssen die Sammelkanäle einen Querschnitt haben, der mindestens gleich der Summe der Querschnitte sämtlicher in sie mündenden Rohre ist.

Die einzelnen Luftabfuhrkanäle kann man entweder nach dem Dachboden führen und dort in einen Schlot, welcher mit einer Lockfeuerung erwärmt wird, vereinigen, oder aber man führt alle Abfuhrkanäle nach abwärts in den Keller des Gebäudes, sammelt dieselben dort in einem horizontalen Kanal und leitet diesen in den Aspirations-schornstein.

Bei der Einrichtung der Absaugung der Ventilationsluft nach unten tritt eine Ventilation nur ein, wenn der Lockkamin geheizt ist, weil die wärmere Luft von selbst nicht nach unten strömt; dagegen ist bei der Abfuhr der Ventilationsluft nach oben unter günstigen Umständen eine Luftbewegung zu erwarten auch ohne Heizung des Lockkamins. Außerdem erfährt die Luft bei der Absaugung nach unten einen großen Widerstand.

Man schlug deshalb vor, die Luftabfuhrkanäle in jeder Etage in ein Sammelrohr zu leiten und dieses dann in der jedesmaligen Höhe des Geschosses zum Hauptabfuhrschlote zu führen. Man erzielt zwar hiedurch den Vorteil, daß man nicht erst die Abwärtsleitung der Luft vornehmen muß und in dem Aspirationsschlauche dieselbe Geschwindigkeit erreicht, als wenn die gesamte Luft unten eingeführt wird; allein bei dieser Einrichtung ergibt sich der gewichtige sanitäre Nachteil, daß unter mancherlei Umständen Rückströmungen eintreten, dergestalt, daß z. B. die evakuierte Luft des Erdgeschosses in das erste Geschoß einströmt, anstatt mit dem Aspirationsschlot abzuffießen. Dieser Übelstand kann aber durch ein kräftiges Lockfeuer, durch Anbringung von Luftsaugern in dem Aspirationsschlot in den meisten Fällen beseitigt werden.

#### b) Ventilation durch mechanische Kraft.

Man benützt bei diesem Ventilationssystem verschiedene Motoren zum Treiben von Flügelrädern oder Schrauben, welche Apparate vermittle eines Röhrensystems der zu ventilierenden Räume entweder die verdorbene Luft absaugen (Suktion) oder frische Luft durch dieses Röhrensystem in dieselben hineintreiben (Pulsion). Manchmal wird mechanische Pulsion mit mechanischer Aspiration kombiniert. Bei den Zentrifugalventilatoren (Fig. 83) wird durch die Rotation der Flügel infolge der Zentrifugalkraft die Luft gegen die Peripherie des spiraligen Gehäuses geschleudert und gelangt alsdann an die Stelle *a* zum Ausflusse.

Bei den Schraubenventilatoren (Flügelventilatoren) (Fig. 84) werden windschief gestellte Flügel nach Art der Schiffsschrauben angewandt, die also durch die rasche Umdrehung eine Pression auf die Luft ausüben und diese vor sich hertreiben.

Beide Apparate können auch als Exhaustoren gebraucht werden, wenn man sie in umgekehrter Richtung wirken läßt.

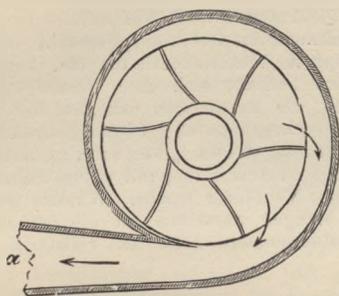


Fig. 83.

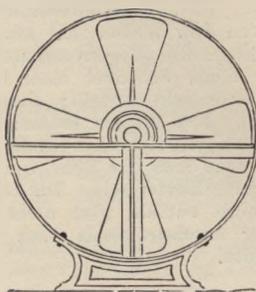


Fig. 84.

Verwendbar sind Dampfkraftmotoren, Wassermotoren, besonders aber wegen der einfachen Bedienung und steten Arbeitsbereitschaft die Gasmotoren und elektrischen Motoren. Man kann bei Flügelventilatoren für eine Pferdekraft eine Leistung von  $460 \text{ m}^3$  Luft per Minute ( $= 27 \cdot 600 \text{ m}^3$  per Stunde) bei den Schleuderbläsern (Zentrifugalventilatoren) für eine Pferdekraft  $120 \text{ m}^3$  per Minute ( $7200 \text{ m}^3$  per Stunde) Leistung annehmen.

Die Propulsion ist dadurch, daß sie eine große mechanische Kraft erfordert, um die Luft vorwärts zu treiben, im Nachteil gegenüber der Aspiration (Suktion); Einrichtung und Betrieb sind etwas kostspielig, doch muß die Pulsion in hygienischer Hinsicht bevorzugt werden, weil bei diesem System frische Luft in die Räume getrieben wird, während bei dem Heraus-

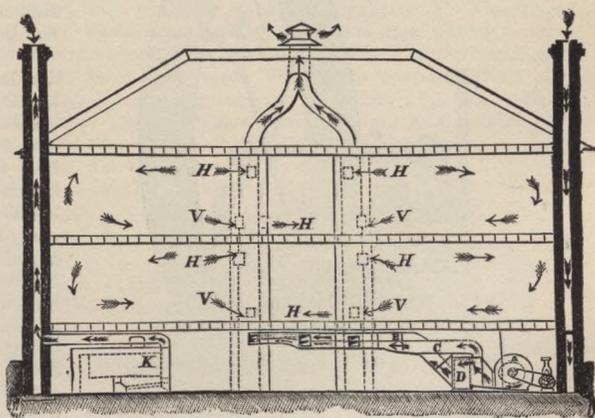


Fig. 85.

saugen von Luft nie sicher kontrollierbar ist, auf welchen Wegen die nachdringende Luft zuströmt, also gelegentlich auch verdorbene Luft nachdringen kann.

Nicht selten erzeugen die Ventilatoren störende Geräusche. Dagegen hat jede Maschinenventilation den Vorzug, daß ihre Leistungsfähigkeit von atmosphärischen Einflüssen ganz unabhängig und im Prinzip

unbeschränkt ist. Der Luftwechsel kann ganz nach Bedürfnis reguliert werden.

Fig. 85 gibt uns einen Überblick über eine künstliche Ventilation eines Schulgebäudes. *K* ist der Dampfkessel der Dampfheizung. Der Ventilator *A* kann entweder frische Luft durch das Vorwärmegefäß *D* nach den Zimmern bringen bei *H*, die abgekühlte Luft strömt bei *V* nach dem Abluftkanal. Im Sommer kann durch Kanal *C* kalte Luft zur Kühlung und Ventilation nach den Räumen befördert werden.

Von dem Wasser hat man zu Ventilationszwecken Gebrauch gemacht bei der Konstruktion des „Regenventilators“ (auch Aerophor, Viktoriaventilator etc. benannt). In dem einen Schenkel einer U-förmigen Röhre befindet sich eine Brause, welche Wasser sehr fein verteilt; dieses reißt Luft mit, die im anderen Schenkel der Röhre entweicht. Das Wasser sammelt sich an der Vereinigungsstelle beider Schenkel und fließt durch ein siphonartiges Rohr ab. Die Wirkung dieses „Regen“ventilators ist gut; doch muß das Rohr, um lastige Geräusche zu vermeiden, mit einem Leinwandmantel ausgekleidet sein. Die Luft wird in diesem Ventilator feucht. Wasser, welches Kohlensäure enthält, gibt nicht unbedeutende Mengen desselben an die den Regenventilator durchströmende Luft ab; dieser Kohlensäurezuwachs ist vollständig bedeutungslos.

## Bestimmung der Ventilationsgröße.

### a) Von Luftkanälen.

Wenn es sich um die Bestimmung der Ventilationsgröße eines mit Luftkanälen versehenen Raumes handelt, so ist die Aufgabe eine ziemlich einfache. Man hat den Querschnitt der Ventilationsöffnungen und die Luftgeschwindigkeit zu messen. Zur Bestimmung der Luftgeschwindigkeit verwendet man die Anemometer oder das Differentialmanometer, welches letzteres namentlich bei kleineren Querschnitten der Ventilationsöffnungen gute Dienste tut. Die Temperaturunterschiede zwischen Stuben- und Atmosphärenluft, welche die treibende Kraft darstellen, müssen berücksichtigt werden.

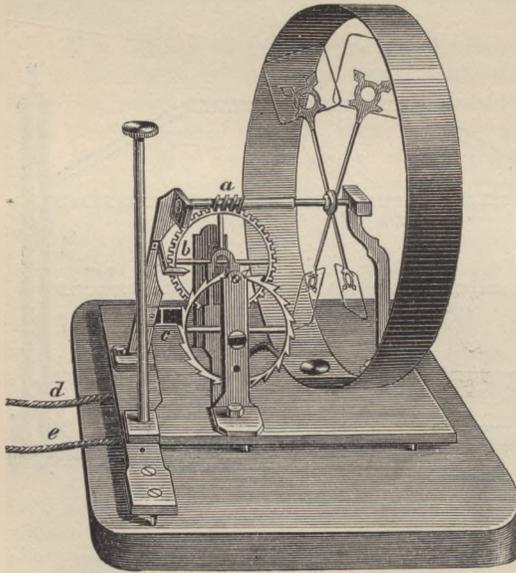


Fig. 86.

Zur direkten Bestimmung der Luftgeschwindigkeit in Luftkanälen und Röhren u. s. w. bedient man sich am bequemsten des Anemometers von Combes (Fig. 86). Vier bis zwölf kleine Windflügel sind an einer horizontalen Achse, an welcher eine Schraube ohne Ende sich befindet, befestigt. Dreht sich diese Schraube, so werden deren Umdrehungen auf ein Zahlwerk (*b* und *c*) übertragen. Letzteres kann beliebig ein- und ausgeschaltet werden. Bei schwachen Luftströmungen von weniger als 0.2 bis 0.3 m per 1" hindert die Trägheit des Instruments die Angaben. Es ist für jedes Instrument zu bestimmen, von welcher Luftgeschwindigkeit angefangen es sich bewegt, und dieser Wert den auf 1" Zeit reduzierten Messungen hinzuzufügen.

Nach diesen Betrachtungen läßt sich also die Geschwindigkeit der Luft *c* im Ventilationskamin (wie auch für Schornsteine) ableiten und, wenn man den Querschnitt *f* des Kanals kennt, die Leistungsfähigkeit =  $f \cdot c$ .

Doch genügt diese Beobachtung der Menge der in einem Raume ein- und abströmenden Luft noch nicht zur Beurteilung des Ventilationseffekts, da bei unzweckmäßiger Anlage der Ein- und Austrittsöffnungen der Kanäle die Luft, ohne sich kräftig mit der Stubenluft zu mischen, den Raum durchziehen kann und die Zentralventilation meist durchaus nicht die gesamte Größe der Ventilation eines Raumes darstellt.

#### b) Gesamtventilation.

Die Ventilationsgröße läßt sich aber einwandfrei bestimmen, wenn man der Stubenluft Kohlensäure beimengt, für deren gleichheitliche Verteilung durch Mischen der Luft sorgt und nun beobachtet, wie rasch die Abnahme des Kohlensäuregehaltes, d. h. ein Auswaschen der Kohlensäure durch neu hinzutretende frische Luft eintritt (Pettenkofers Methode, anthrakometrische Methode).

Zur Ausführung der Bestimmung verfährt man folgendermaßen: Man entwickelt in dem zu untersuchenden Raume Kohlensäure, entweder, indem man eine Anzahl von Menschen längere Zeit in demselben sich aufhalten läßt, oder indem man Kerzen oder anderes Kohlensäure lieferndes Leuchtmaterial brennt, oder aus kohlensauren Salzen ( $\text{CO}_2\text{Na}_2$ ) durch Zugießen einer Säure  $\text{CO}_2$  entwickelt oder flüssige Kohlensäure ausströmen läßt.

Nach einer beliebigen Zeit, wenn reichlich Kohlensäure vorhanden ist, unterbricht man die Entwicklung und mischt (mit großen Fächern aus Pappe oder dgl.) die Luft sorgfältig. Durch Ausmessung des Raumes und durch die Kohlensäurebestimmung nach Pettenkofer erfährt man, wieviel Liter Kohlensäure in dem Raume enthalten sind.

Nach etwa einer Stunde wird aus dem Raume wieder Luft entnommen und eine zweite Kohlensäurebestimmung ausgeführt (deren Wert einen höheren Kohlensäuregehalt, als ihn die Atmosphärenluft aufweist, ergeben muß). Es läßt sich sodann berechnen, wieviel Liter Kohlensäure durch Ventilation aus dem Raume entwichen sind.

Da die Ventilationsgröße eines Raumes zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden ist, so bedarf es jedesmal der besonderen Beobachtung der Versuchsbedingungen, ob die Luftbewegung im Freien etwa der Ventilation günstig ist, welches die Temperatur der Stubenluft, jene der Atmosphäre oder der den beobachtenden Raum umschließenden Räume ist.

Wieviel nun frische Luft in den ventilierten Raum gedrungen ist, ließe sich leicht berechnen, wenn man wüßte, mit welchem Kohlensäuregehalte die abströmende Ventilationsluft entwichen ist. Die letztere muß offenbar ebenso sich geändert haben, wie der Kohlensäuregehalt des Raumes überhaupt, d. h., wenn der Anfangskohlensäuregehalt = 3‰ war, so hatte auch die zuerst durch Ventilation entfernte Luft einen solchen Kohlensäuregehalt, und wenn bei Beendigung des Versuches 1‰  $\text{CO}_2$  gefunden wurde, so ist unmittelbar vor Schluß des Versuches Luft mit dem Kohlensäuregehalte von 1‰ entwichen. Im ersten Falle sind also je drei Teile durch Ventilation entfernter Kohlensäure 1000 Teile Luft durch die Wandung hindurchgetreten und zu Ende des Versuches bereits für je einen Teil Kohlensäure 1000 Teile.

Der mittlere Kohlensäuregehalt ist aber nicht etwa gleich dem Mittel aus Anfangs- und Endkohlensäuregehalte, sondern wird am besten direkt bestimmt. Indem man während der ganzen Versuchszeit durch Aufstellung einer Pettenkoferschen Barytröhre, durch welche mittels eines Aspirators Luft gesaugt wird, für jeden kleinsten Zeitteil eine Luftprobe zur Analyse wegnimmt, erhält man ein wahres Mittel. Gesezt, man hätte 2‰ Kohlensäure als Mittelwert gefunden und seien aus einem Raume in einer Stunde 600 l  $\text{CO}_2$  durch Ventilation entfernt worden, so hat offenbar jeder Kubikmeter der austretenden Luft, wenn z. B. die Stadtluft selbst bereits mit einem Kohlensäuregehalte von 0.5 l per 1  $\text{m}^3$  in den Raum tritt,  $2 - 0.5 = 1.5$  l Kohlensäure entfernt, und da im ganzen 600 l fehlten, müssen  $\frac{600}{1.5} = 400 \text{ m}^3$  Ventilationsluft eingetreten sein.

Nennt man den Anfangskohlensäuregehalt  $k_1$ , den Endkohlensäuregehalt  $k_2$ , den mittleren Kohlensäuregehalt der Zimmerluft  $p$ , den Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft  $k$  und bezeichnet man mit  $U$  den Quotienten  $\frac{\text{Ventilationsgröße}}{\text{Kubikinhalte des Raumes}}$ , d. h. den Wert, wie oft in einer Stunde die Luft erneuert wurde, so ist

$$U = \frac{k_1 - k_2}{p - k} \quad (\text{Jacoby}).$$

Man kann übrigens für die gleiche Versuchsanordnung, wie sie oben angegeben wurde, auch mit dem Anfangs- und Endkohlenäurewert ohne Kenntnis des wahren mittleren Kohlenäuregehaltes der Luft ausreichen, wenn man die Formel von Seidel anwendet:

$$\text{II} \quad U = 2 \cdot 302 \cdot \log \frac{k_1 - k}{k_2 - k}$$

Will man dagegen für alle möglichen Versuchsanordnungen eine elementar lösliche Gleichung finden, so sind unbedingt drei Kohlenäurebestimmungen nötig, wie für Formel I. Dabei können dann beliebig viele Kohlenäurequellen in dem Raume sich finden, die Kohlenäureentwicklung kann während der Versuchszeit andauern, Vorteile, welche für die praktische Durchführbarkeit der Untersuchung nicht zu unterschätzen sind.

Behalten wir die bisherigen Bezeichnungen bei und nennen ferner  $E$  den Kubikinhalte des Raumes,  $m$  die Zahl der Kohlenäurequellen,  $q$  die produzierte Kohlenäuremenge einer Kohlenäurequelle,  $\Theta$  die Versuchszeit, so hat man (Jacoby)

$$\text{III} \quad U = \frac{\frac{\Theta m q}{E} - (k_2 - k_1)}{\Theta (p - k)}$$

Will man nicht den Wert  $U$  kennen lernen, sondern die Gesamtmenge der durch Ventilation ( $V$ ) geförderten Luft, so hat man da

$U = \frac{V}{E}$ , also  $V = E \cdot U$ , die Ergebnisse der Gleichungen nur mit  $E$ , dem Kubikinhalte des Raumes, zu multiplizieren.

Recknagel hat eine Methode zur Bestimmung der Ventilationsgröße eines Raumes mittels des Differentialmanometers gegeben, welche aber in der Ausführung mancherlei Schwierigkeiten begegnet. Da die anthrakometrische Methode für alle Fragen voll ausreicht und weit bequemer ist, kann auf die Besprechung der anderen genannten Methode hier verzichtet werden.

Literatur: Deutsches Bauhandbuch, Bd. II, I. Teil, Breslau 1880. — Schülke, Gesunde Wohnungen, Berlin 1880. — Wolpert, Sieben Vorlesungen über Wohnungshygiene, Leipzig 1887. — Lehmann, Die Methoden der prakt. Hygiene, Wiesbaden 1890.

Oehmke, Über Luft und Lüftung der Wohnung und verwandte Fragen. 1904. — Knorr R., Untersuchungen über die Verschlechterung der Luft durch Gasheizapparate. A. f. Hyg. 11. 90. 86. — Wolpert H., Über die Größe des Selbstlüftungs-Koeffizienten kleiner Wohnräume. A. f. Hyg. 36. 99. 294.

## Viertes Kapitel.

### Die Beleuchtung.

#### Wert der natürlichen Beleuchtung.

Ein gesunder menschlicher Wohnraum muß ausreichend hell und dem direkten Sonnenlicht zugänglich sein. In unseren Städten wird vielfach gegen dieses wichtige sanitäre Gesetz gesündigt. Das geschlossene Bausystem, die zu geringen Straßenbreiten, laxen Bauordnungen tragen die Hauptschuld, am schlimmsten sind die Verhältnisse in den Kellerwohnungen.

Wärme wie Licht, ihrer Natur nach innig verwandt, gehen, wie es ihrem Wesen entspricht, in mannigfacher Weise ineinander über; allorts, wo Lichtstrahlen durch Absorption ausgelöscht werden, entsteht Wärme, und wo die letztere die Moleküle geeigneter Struktur in Bewegung setzt, durch Wärme Licht. Sonach kann man bei Besprechung der Wirkung der Wärme jene des Lichtes nicht umgehen; aber es hat

das Licht noch seine besonderen spezifischen Eigentümlichkeiten und direkte wie indirekte Wirkung auf das Wohlergehen des Menschen. Das Licht hat kräftige, chemische Wirkungen; viele organische Körper werden durch Licht zerstört, bekannt ist die bleichende, d. h. Farbstoff zerstörende Wirkung. Humus wird unter  $\text{CO}_2$ -Entwicklung angegriffen. Den Lichtstrahlen verdanken wir wahrscheinlich die Erzeugung von Wasserstoffsuperoxyd in der Atmosphäre.

Spezifische Wirkung entfaltet das Licht in der chlorophyllführenden Pflanze; Wärme und Feuchtigkeit können den Pflanzenkeim zum Leben und zum Wachstum bringen, die Möglichkeit aber, aus einfachen Stoffen die komplizierteren des Pflanzenleibes aufzuspeichern, gibt nicht die Wärme, sondern der Strahl des Lichtes, und zwar wieder nur Strahlen bestimmter Wellenlänge. Die Großartigkeit der pflanzlichen Synthesen ist eine überwältigende, überall begegnen wir den Resten des Pflanzenleibes in der Humusbildung, der Torfbildung, Braunkohlen- und Steinkohlen-Anthrazitbildung als Produkten der seit Jahrtausenden wirksamen Sonnenstrahlung.

Das Leben der Tiere baut organische Substanzen nicht auf, sondern es setzt die letzteren voraus und wirkt auf sie zerstörend und auflösend. Die Tiere nähren sich von den Produkten, welche die Pflanze erzeugt hat, und wie man sagen kann, daß wir unsere Stuben mit den Sonnenstrahlen wärmen, welche in Holz und Kohle latent geworden waren, so geschieht dies auch mit der Nahrung im Lebensprozeß; unser Lebensprozeß und die Wärmeproduktion sind nur eine Auslösung von latent gewesener Energie Sonnenstrahlung.

Aber auch außer diesen allgemeinen Einflüssen und der prinzipiellen Bedeutung, welche dem Lichte zukommt, hat es auf die belebten Wesen eine mächtige Einwirkung.

Das Licht wirkt kräftig selbst auf einzellige Wesen; manche Bakterien verlieren unter der Bescheinung durch Lichtstrahlen ihre Giftigkeit in wenigen Minuten und gehen schließlich zu Grunde. Auch von Amöben (*Pelomyxa palustris*) wissen wir, daß dieselben dem direkten Einflusse des Lichtes unterworfen sind und durch Licht zur Kontraktion veranlaßt werden. Bei dem Menschen tritt die direkte schädliche Wirkung des Lichtes, von dem Erythema solare abgesehen, zurück.

Das Licht ist aber doch von einer gewaltigen Wirkung auf den Menschen durch die Beeinflussung unserer Psyche. Ein klarer, sonnenheller Tag, der eine Flut von Licht über die Landschaft ergießt und die Farben in warme, satte Töne taucht, stimmt uns heiter und freudig, spornt zur Arbeit und läßt entgegenstehende Schwierigkeiten leicht überwinden; man fühlt sich aufgemuntert, im Freien die frische Luft in vollen Zügen zu schöpfen, und mit der Lust an Bewegung nimmt auch die Eblust zu. Der Sonnenschein verklärt den düsteren Eindruck der Wintertage und erfreut uns als Vorbote des Wiedererwachens der Natur.

Ganz entgegengesetzt und nachteilig wirkt der Mangel an Licht an trüben Tagen. Die bleierne Farbe, die blauen und grauen Töne, welche vorherrschen, stimmen uns unbewußt traurig, machen arbeitsunfreudig, eine gedrückte Stimmung befallt uns; die Eblust und Bewegungslust sinkt. Besonders mächtig sind diese Einwirkungen auf empfängliche Personen, wie Kinder und Kranke. Die Nacht, in ihrem Mangel an

Licht, ist die Zeit der Ruhe; Lichtmangel wird einschläfernd; doch nur, wenn die Dunkelheit nicht übermäßig lange anhält.

Der im Jahre hundertfach wiederkehrende Wechsel des Sonnenlichtes und Sonnenmangels durchdringt in seiner Wirkung unser ganzes Wesen und manche unserer Empfindungen nimmt von ihm ihren Ursprung. Unzweifelhaft verhält es sich so mit dem Gefallen und der Beurteilung von Farben. Rot und gelb, die Farben des Sonnenlichtes, erwecken den Eindruck der Wärme, des Behaglichen, blaue Töne, die Farben des Dämmerlichtes und der Nacht, den Eindruck des Kalten, Unbehaglichen.

Dem Lichte hat man einen Einfluß auf den Stoffverbrauch zugeschrieben, teils mit Recht, teils mit Unrecht. Mit Unrecht, wenn man etwa meint, die Lichtstrahlen, welche ins Auge fallen, regen direkt die Zersetzung an; dem ist nicht so. Dagegen wird vermehrter Stoffverbrauch, erhöhte Eßlust indirekt erzeugt, indem das Licht einerseits Wahrnehmungen, Bewegungen ermöglicht und durch die Lebhaftigkeit und den Wechsel der Sinneseindrücke uns fortwährend zur Tätigkeit anspornt.

Länger währende Entziehung des Lichtes hat immer schädliche Folgen; die Art und Weise, wie wir dessen entbehren müssen, ist eine sehr verschiedene. Das Leben des Blinden entbehrt der Übermittlung des Farben- und Formenreizes der Natur und ist ein höchst beklagenswertes Los. Aber immerhin erhält der Blinde manche Eindrücke, die nur durch das ihn umgebende Sonnenlicht möglich sind. Das Leben in der Natur, in Wald und Feld wird nur durch die Sonne entfaltet; der Vogelsang, die Stimmen der Tiere, das Geräusch und Getriebe um ihn her geben auch dem Blinden tausenderlei Anregungen; er fühlt die Wärme der Sonne, und was die Sonne im Sommer an Blüten und Blumen zur Entwicklung bringt oder an Früchten zeitigt, vermag seinem Geruchsorgan wie seinem Gaumen Reize und Genüsse zuzuführen. Trotz der mannigfachen Entsaugungen, die also jenem auferlegt sind, der des Augenlichtes entbehrt, nimmt er doch wieder an den Segnungen teil, welche die Sonne über die Natur ausstretet. Wesentlich anders sind die Wirkungen der Entziehung des Sonnenlichtes, die wir bei Polarfahrten beobachten und welche schon besprochen worden sind. Die Monotonie der Umgebung, die absolute Ruhe der Natur zehren an der Gesundheit, trotz Aufenthalt im Freien und frischer Luft wird die Hautfarbe fahl und bleich; psychische Störungen — melancholische oder aufgeregte Stimmung — bilden sich aus, denen dann auch körperliche Störungen, Verminderung des Appetits sich anschließen. Gerade hier zeigt sich am besten und reinsten die Wirkung der Lichtentziehung; die Veränderungen sind um so wichtiger, als sie bei völlig gesunden und normalen Menschen, die ja allein zu Polarfahrten brauchbar sind und ausgewählt werden, sich einstellen.

Empfindlich wirkt die Lichtentziehung auf Gefangene, und Dunkelarrest gilt als schwere Strafe; aber hier sind mehrfach gewiß noch andere Momente als mitbedingend im Spiel, wie schlechte Luft, ungenügende Beköstigung, Gram und Sorge u. s. w.

Das Licht ist also zu unserem Wohlbefinden unbedingt notwendig; je mehr Sonnenlicht — ohne übermäßig durch Hitze zu schaden — in unsere Wohnungen gelangen kann, desto besser. Dabei muß aber noch

einer Nebenwirkung gedacht werden, die von einschneidender hygienischer Bedeutung werden kann — das Licht befördert die Reinlichkeit.

Der Mensch hat in seiner Natur einen gewissen Trieb der Reinlichkeit und sucht Stoffe, die nach seiner Erfahrung als unrein zu betrachten sind, aus seiner Umgebung und seinem Gesichtskreise zu entfernen. Zur Ablagerung von Schmutz werden daher immer dunkle, schlecht belichtete Winkel ausgesucht. Das Licht ist der Feind der Unreinlichkeit, und in dem Maße, in welchem es in den Wohnungen Einkehr hält, gewinnen dieselben an sanitären Eigenschaften.

Wie nun Sonnenschein und Sonnenlicht ihre allgemeinen Wirkungen auf die Gesundheit entfalten, so ist auch die Gesundheit des Auges von der richtig bemessenen Lichtzufuhr abhängig.

### Die Sonnenscheinzeit.

Nach zwei verschiedenen Richtungen hin muß also das Sonnenlicht genügen, einerseits soll seine Fülle ausreichend sein, um uns hinsichtlich des allgemeinen Lichtbedürfnisses zu befriedigen, und andererseits soll die Lichtmenge jenes Maß innehalten, welches der Gesundheit des Auges förderlich ist.

Was aber bezüglich des allgemeinen Lichtbedürfnisses die ausreichende Lichtmenge sei, ist schwer zu sagen, auch wenn man von den individuellen Wünschen und Forderungen ganz absehen wollte. Doch wird es nicht ohne Bedeutung sein, die Momente zu betrachten, von denen der Sonnenschein abhängig ist, und ferner zu erörtern, wie sich in mittleren Breiten die Sonnenscheinmenge verhält, weil in letzterer Tatsache wenigstens ein Fingerzeig für unser Lichtbedürfnis gegeben ist.

Die Sonnenlichtmenge eines Ortes ist zunächst abhängig von der Intensität der Sonnenstrahlung und der Entfernung der Erde von der Sonne. So befindet sich die Erde während des Sommers der südlichen Halbkugel in der Sonnennähe (Perihel), während des Sommers der nördlichen Halbkugel aber in der Sonnenferne (Aphel); die Intensität der Strahlung muß demnach im ersten Falle größer sein als im letzten. Weiters hängt die Intensität von dem Sinus der Sonnenhöhe ab, d. h. von dem Hoch- oder Tiefstand der Sonne und von der Größe der Absorption, welcher die Lichtstrahlen in der Atmosphäre unterliegen. Diese wird zu 12 bis 19% der gesamten Lichtmenge angenommen. Diese Höhenlage eines Ortes hat also auch einen wichtigen Einfluß auf die Lichtmenge.

Die Lichtmenge hängt dann ferner noch von der Schwankung der Tageslänge ab. Nicht ohne Bedeutung ist namentlich für hohe Breiten, die „Dämmerung“, welche uns wesentlich mehr Licht verschafft, als ohne die Lichtbrechung der Atmosphäre uns zukäme.

Im allgemeinen ist die Verteilung des Lichtes auf der Erdoberfläche weit regelmäßiger als jene der Wärme, weil ja das Licht nicht wie erstere, durch Winde und Meeresströmungen in der räumlichen Ausdehnung gestört wird. Wesentlich modifizierend tritt nur die Bewölkung auf, und wenn diese gewissen Gesetzmäßigkeiten unterliegt (siehe z. B. die Isonephenkarte, Fig. 39), so gilt das auch für die Lichtzufuhr.

Für die Beurteilung der Quantität des einem Orte zufließenden Lichtes ermangeln wir noch im allgemeinen der direkten Messung und

begnügen uns mit allerlei indirekten Angaben, wie der Anzahl der bewölkten Tage und sonnenhellen Tage, der Bestimmung, welch ein Bruchteil des Himmels von Wolken eingenommen ist, endlich der Angabe der Anzahl der Sonnenscheinstunden. Im letzteren Falle werden durch gewisse Instrumente die Zeiten des Sonnenscheines (selbstregistrierend) gemessen. Eine annähernde Vorstellung werden die nachstehend für Wien für die verschiedenen Monate erhaltenen Zahlen bieten, denen für einzelne Monate noch nach direkten Messungen von Weber (für Kiel 1890—92) die Helligkeit zur Mittagszeit nach exakter Beobachtung, ausgedrückt in Meterkerzen, beigefügt ist. Eine Meterkerze gibt jene Helligkeit an, welche man an einer Fläche wahrnimmt, wenn letztere in 1 m Entfernung gegenüber einer (Normal-) Kerze aufgestellt ist.

	Zeit des Sonnenscheines für den Monat in Stunden	In Prozenten der Tageslänge	Mittlere Intensität in Meterkerzen für Kiel
Dezember . . . . .	51·4	20	5469
Jänner . . . . .	86·1	31	11140
Februar . . . . .	100·8	35	23000
März . . . . .	141·8	38	34760
April . . . . .	140·3	34	49820
Mai . . . . .	221·4	47	60950
Juni . . . . .	234·7	49	57280
Juli . . . . .	290·1	60	60020
August . . . . .	212·5	48	57190
September . . . . .	156·9	42	38080
Oktober . . . . .	69·3	21	26770
November . . . . .	65·9	24	9743

Das Gesamtmittel war 36.185, das Maximum Juli 1892 mit 154.300, das Minimum Dezember 1891 mit 655 Meterkerzen.

Der lichtärmste Monat ist sonach der Dezember mit nur 51 Stunden Sonnenschein, welche nur 20% der möglichen Sonnenscheinstunden darstellen. Die Lichtintensität ist dabei sehr gering: Der lichtreichste Monat ist der Juli, der mit 290 Sonnenscheinstunden 60% der möglichen Sonnenscheinzeit uns unverkümmert läßt. Das intensivere Licht fällt in den Monat vorher. Die Lichtmengen verteilen sich also ungleich über das Jahr. Mancher klimatische Kurort dürfte der Heiterkeit des Klimas in nicht geringerem Grade seine Erfolge verdanken, als anderen auf die Gesundheit wirkenden Faktoren.

Das Sonnenlicht nimmt an einem heiteren Tage von dem Aufgange der Sonne bis zur Mittagszeit an Helligkeit zu, um von da bis zum Sonnenuntergang wieder abzusinken; bei bewölktem Himmel jedoch sind die Schwankungen in der Intensität ganz plötzliche, von vielen tausend Meterkerzen sprunghaft sich ändernd. Die Störungen durch diese Intensitätsschwankungen sind im allgemeinen erstaunlich geringe, solange nur die untere Grenze der Schwankungen nicht unter jenes Lichtmaß sinkt, welches wir zur deutlichen Wahrnehmung von Gegenständen notwendig haben.

Das Sonnenlicht ist nicht mehr die gesamte, unveränderte Sonnenstrahlung, es ist nicht nur durch die Absorption quantitativ, sondern auch qualitativ geändert. Die Atmosphäre absorbiert besonders die kurzwelligeren Strahlen gegen das blaue und violette Ende des Spektrums; könnten wir die Sonne unmittelbar betrachten, so würde sie uns blau erscheinen müssen.

## Das Minimalmaß der Beleuchtung und allgemeine Anforderungen an eine Lichtquelle.

Wie groß die Helligkeit im allgemeinen sein muß, um Störungen des Auges zu vermeiden, hängt ganz und gar von der Art der Tätigkeit ab, welcher man sich hingibt. Um die gröberen Hindernisse eines Weges zu vermeiden, dazu gehört nur eine sehr geringe Helligkeit, wie sie in heiteren Nächten durch das Sternenlicht erzeugt wird; das Licht des Vollmondes ermöglicht bereits eine ziemlich rasche und genaue Orientierung. Der Lastträger, der Holzhauer, der Fuhrmann u. s. w. können noch lange tätig sein, nachdem ein Uhrmacher, Schriftsetzer, der Schreiber längst haben ihre Tätigkeit einstellen müssen. Die Lichtmenge wird also abhängig sein von der Größe der Gegenstände, mit denen man sich zu beschäftigen hat, von der Farbe des Objekts, von der Geschwindigkeit, mit welcher die Objekte wahrgenommen werden sollen. Wir wissen nun leider in der Tat noch wenig über das Mindestmaß an Licht, welches in den Einzelbetrieben als notwendig erachtet wird.

Nur bezüglich des Lesens und Schreibens, Beschäftigungen, welche zumeist zur Entwicklung der Myopie Veranlassung geben, wissen wir nach darüber angestellten Messungen, daß man bequem liest, wenn die Helligkeit des künstlichen Lichtes, gemessen mit Einschaltung einer roten Glasplatte im Photometer, 50 Meterkerzen entspricht (Cohn) und daß noch intensivere Beleuchtung keine Erleichterung der Arbeit verschafft. Aber schon von 10 Meterkerzen bis 50 ist der Gewinn an Erleichterung der Arbeit ein sehr mäßiger und rechtfertigt in den meisten Fällen ein Hinausgehen über die Lichtmenge von 10 Meterkerzen nicht. Wird aber eine Berechnung der Lichtmenge nicht nur für jenen Lichtanteil, welcher durch eine rote Glasplatte geht, ausgeführt, sondern für alle Spektralanteile, also für die gesamte Helligkeit, so muß künstliches Licht rund 25 Meterkerzen etwa besitzen, um die zulässige Mindestbeleuchtung zu liefern.

Freie Lage eines Hauses vorausgesetzt, läßt sich in den Wohnräumen ausreichende Helligkeit für den größten Teil der Sonnenscheinzeit erreichen, wenn die (freie) Fensterfläche (die Fensterkreuze abgerechnet) in einem bestimmten Verhältnisse zur Bodenfläche steht und erstere zur letzteren wie 1:5 sich verhält. Nur zu häufig beschränken aber in den Städten naheliegende andere Gebäude den freien Einfall des Lichtes. In den Schulen sollte jeder Schüler von seinem Platze aus noch ein Stück des Himmels sehen können und mindestens 30—50 cm Höhe der oberen Fensterscheibe für den Einfall des Sonnenlichtes oder diffusen Himmelslichtes frei bleiben.

In neuerer Zeit wird die für den Einfall des diffusen Himmelslichtes gegebene Fläche mit dem Weberschen Raumwinkelmesser bestimmt. Derselbe besteht aus einer Linse, welche vor einem weißen, in kleine Quadrate (à 4 mm<sup>2</sup>) geteilten Schirme fixiert ist. Ein gegenüberliegendes Fenster wirft durch die Linse das verkleinerte Bild auf den Schirm und nun läßt sich auszählen, wie viele Quadrate durch die Fläche des Himmels eingenommen werden. Man hält 50 Grade (Quadrate) des Raumwinkelmessers für eine gute Beleuchtung des Raumes, da dabei für einen großen Teil des Tages 10 Meterkerzen Helligkeit erreichbar sind (Weber, Cohn).

Wie Erismann durch direkte Vergleichung von Raumwinkel- und Lichtmessungen erwiesen hat, gibt die Raumwinkelmessung keineswegs sichere Anhaltspunkte für die unter gegebenen Verhältnissen wirklich vorhandene Lichtmenge (Arch. f. Hyg., Bd. XVII).

Wesentlich vermindert wird die Lichtmenge nicht selten durch Fensterkreuze, unzweckmäßig angebrachte Vorhänge u. dgl. Auch das Fensterglas absorbiert und reflektiert immer einen Teil des einfallenden Lichtes. Betrachtet man das einfallende Licht mit Rücksicht darauf, daß es meistens zum Lesen und Schreiben dient, also zur Beleuchtung horizontal liegender Flächen, so treffen auf diese horizontale Fläche die Strahlen der unteren Fensterpartien sehr schief, jene vom oberen Teile der Fenster aber unter größerem Winkel auf. Daraus folgt die Notwendigkeit, gerade den oberen Teil des Fensters möglichst für den Einfall des Lichtes freizuhalten; die obere Hälfte eines Fensters liefert dem Schreiber weit mehr Licht als die untere.

Ein großer Teil des Lichtes in den Wohnräumen ist reflektiert und schlecht gelegene Räume in engen Höfen empfangen nur reflektierte Strahlen. Am meisten Licht wird durch hellgrünen oder hellgelben Anstrich zurückgeworfen.

In südlichen Ländern, in welchen man durch enge Bauart der Straßen das Eindringen der sengenden Sonnenglut in die Wohnräume zu vermeiden strebt, benützt man häufig, um Licht zu gewinnen, Reflektoren aus Weißblech oder Leinwand, welche an den Fenstern angebracht von den senkrecht fallenden Sonnenstrahlen getroffen werden.

Die Beleuchtung unserer Wohnräume ist meist eine ungenügende, weil, um Brennmaterial im Winter zu sparen, die Fensterfläche zu klein bemessen oder auch, wie schon erwähnt, durch benachbarte Gebäude der Lichtgenuß verkümmert wird. Freilich treten die Übelstände der Beleuchtung erst dann stark hervor, wenn Personen an bestimmte Plätze bei ihrer Arbeit angewiesen sind, wie in Schulen und Fabriken, und wenn man aus Mangel an künstlicher Beleuchtung oder wegen der Notwendigkeit das Tageslicht zu verwenden, an eine möglichst langgedehnte Ausnützung derselben angewiesen ist.

Bisweilen kann auch die Sonnenbeleuchtung durch zu grelles Licht unbequem werden, wenn man sich nämlich mit Objekten zu beschäftigen hat, welche viel Licht reflektieren. So verhält es sich beim Lesen, Schreiben, Zeichnen u. s. w.; die weißen Flächen erlangen zu bedeutende Helligkeit. Die Beseitigung dieses Übelstandes bereitet in der Regel keinerlei Schwierigkeiten, weil durch Jalousien oder Vorhänge das Licht beliebig gedämpft werden kann. Am günstigsten wirken Vorhänge aus ungebleichter Leinwand. Jalousien mit vertikal stehenden Flächen sind besser als die jetzt üblichen horizontalen Flächen.

Nordfenster haben bezüglich der Gleichheitlichkeit der Beleuchtung entschiedene Vorzüge vor den übrigen der direkten Bestrahlung ausgesetzten Ost-, West- und Südseite.

### Schädigungen des Auges durch zu grelles Licht und Lichtmangel.

Sowohl übergroße Lichtfülle wie Lichtmangel führen Erkrankungen des Auges herbei. Am seltensten tritt der erstere Fall ein, eine Schädigung durch überreichliche Lichtfülle — die Blendung wird am häufigsten noch durch das Sonnenlicht hervorgerufen; so z. B. durch direktes Betrachten der Sonne mit ungeschütztem oder nur schlecht durch berufte Gläser geschütztem Auge bei Gelegenheit des Verlaufes einer Sonnenfinsternis.

Wir kennen keine Lichtquelle, welche die Intensität des Sonnenlichtes erreicht. Nach Vergleichung von Bouguer, Wollaston und Allard muß dieselbe zu mindestens 60.000 Meterkerzen angenommen werden und diese Lichtfülle drängt sich auf eine relativ kleine Fläche — die Sonnenscheibe — zusammen. Letztere erscheint uns nur unter einem Winkel von  $32^\circ$ ; man darf mit Rücksicht hierauf die Helligkeit (Glanz) der Sonne zu 47mal so groß annehmen als die Helligkeit des elektrischen Bogenlichtes. Die Sonne stellt also den kräftigsten Reiz für die Elemente unserer Netzhaut dar, den es gibt, und kann bei direkter Einwirkung geradezu die Sehkraft vernichten.

Die Sehschärfe wird bei der Blendung auf die Hälfte bis zwei Drittel herabgesetzt und es entstehen Skotome. Auch bei Tieren hat man experimentell die Blendung hervorgerufen, indem man direkt das Licht in die Augen fallen ließ und sich dabei überzeugte, daß das Licht, nicht etwa die mit ihm vereinigten Wärmestrahlen, das schädigende Prinzip darstellen.

Blendungen durch Licht entstehen bisweilen bei greller Beleuchtung von Schneeflächen — die Schneeblindheit. Starke Lichtscheu und Entzündung der Konjunktiva sind die lästigsten Symptome.

Durch die künstlichen Lichtquellen kommen ernste Blendungen wohl nicht zu stande, auch für das lichtstärkste Bogenlicht liegen bis jetzt zuverlässige Beobachtungen nicht vor. Bei Heizern, Glasblasern, Spiegelmachern, Eisengießern wird unter dem chronischen Einflusse grellen Lichtes Entzündung des Sehnerven, wenn schon selten, beobachtet. Grelles Sonnenlicht beim Lesen und Schreiben ermüdet das Auge rasch, läßt in seiner Einwirkung sich jedoch leicht vermeiden.

Viel häufiger als durch Lichtüberfluß sind die Gefährdungen der Gesundheit des Auges durch ungenügende Beleuchtung; namentlich in unseren Wohnungen wird durch die Enge der Räume, die Kleinheit der Fenster, durch das dichte Aneinanderreihen der Häuser in den Städten nicht nur im allgemeinen der Genuß des Sonnenlichtes, der jedem zu teil werden soll, gehemmt, sondern sehr häufig das Lichtmaß so beschränkt, daß die Arbeiten erschwert, die Augen über Gebühr angestrengt, endlich aber durch Myopie dauernd geschädigt werden.

Die Reihenfolge der einzelnen, miteinander aber eng verknüpften, zur Myopie führenden Bedingungen und Ursachen ist unschwer zu verstehen.

Bekannt ist, daß die Sehschärfe mit abnehmender Beleuchtung auch beim normalen Auge rasch abnimmt.

Unter Sehschärfe versteht man die Fähigkeit der Netzhaut des Auges, räumlich getrennte Objekte in größerer oder geringerer Entfernung vom Auge genau unterscheiden zu können; sie ist also die analoge Funktion für die Netzhautelemente, wie der Tastsinn für die Haut. Man pflegt nach dem Vorgange von Snellen die Sehschärfe als normal = 1 zu bezeichnen, wenn die als getrennt zu erkennenden Punkte oder Gegenstände, mit dem optischen Mittelpunkt des Auges durch Linien verbunden, einen Winkel von einer Minute umfassen, das Netzhautbild hat dann die Länge von  $0.004\text{ mm}$ . Diese Länge entspricht etwa dem Abstände zweier Zapfen der Macula lutea, welche die Endorgane des Sehnerven darstellen. Zur Feststellung der Sehschärfe benützt man Gegenstände verschiedener Größe, welche in bestimmter Entfernung vom Auge, unter einem Winkel von einer Minute erscheinend, genau erkannt werden müssen. Am häufigsten Verwendung finden die Buchstaben, welche Snellen in Tafelform bringt.

Die Snellensche Tafel besteht aus sieben Reihen verschieden großer Buchstaben. In der Regel werden die großen Buchstaben des lateinischen Alphabets benützt.

Hiebei sind die Buchstaben je einer Reihe alle gleich hoch und alle Striche sind gleich dick. Über jeder ist die Maximaldistanz (D) in Metern angegeben, in welcher sie von dem gesunden Auge eines Erwachsenen noch deutlich wahrgenommen werden soll; es entspricht das einem Schwinkel von fünf Minuten. Die unterste ist z. B. überschrieben D (Distanz) = 6, soll also bis auf 6 m, die nächste, welche D = 9 überschrieben ist, bis auf 9 m gelesen werden können. Zur Erläuterung sind einige Buchstaben dieser beiden Reihen in der richtigen Größe (Fig. 87) dargestellt. Die Liniendicke ist ein Fünftel der Höhe, erscheint sonach unter einem Winkel von einer Minute. Für Analphabeten verwendet man eine nach dem gleichen Prinzip hergestellte Hakchentafel (Snellen).

Die Abnahme der Sehschärfe mit abnehmender Helligkeit zeigt (nach Mittelwerten) folgende Gesetzmäßigkeit:

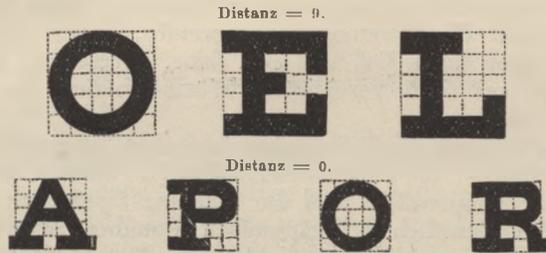


Fig. 87.

Bei einer Intensität des Lichtes 1	ist Sn 60	wahrnehmbar	auf 60 m	Entf.
" " " " "	$\frac{1}{4}$	" " 60	" "	38 " "
" " " " "	$\frac{1}{3}$	" " 60	" "	27 " "
" " " " "	$\frac{1}{16}$	" " 60	" "	17 " "

In noch rascherem Verhältnisse soll die Sehschärfe bei Kurzsichtigen und alten Personen sinken.

So muß man also bei ungenügender Beleuchtung, wenn wir ein deutliches Bild eines Objekts erhalten wollen, näher an dasselbe herantreten oder, wenn wir beim Lesen und Schreiben das Objekt in unserer Nähe haben, näher mit dem Auge heranrücken. Dabei wird aber eine Akkommodationsanstrengung notwendig. Wir machen das genäherte Bild lichtstärker und größer, bis der verminderten Sehschärfe Genüge geleistet ist. Da bei dem Nahesehen die Sehachsen konvergieren, so treten außer dem Akkommodationsmuskel (Tensor chorioideae) auch die Musculi recti interni in Tätigkeit.

Die wiederholte und langdauernde Inanspruchnahme der Akkommodation führt namentlich bei jugendlichen Augen zu Störungen. Akkommodationskrämpfe und Myopie sind die nächsten Folgeerscheinungen. Den Myopen kann dann weiters eine Herabsetzung der Sehschärfe befallen und schließlich sind Glaskörpertrübungen, Blutungen und Ablösung der Netzhaut nicht ausgeschlossen. Besonders sind die bei Schülern eintretenden Schädigungen des Auges von Wichtigkeit (siehe Schulhygiene). Die Vermeidung der Myopie liegt nicht nur im Interesse der Hygiene, sondern im Interesse des Staates. Ein stark myopisches Auge ist ein krankes Auge, es setzt vielfach die Erwerbsfähigkeit herab. Die Myopie läßt sich vielfach vermeiden, wenn die Überanstrengung des Auges unterbleibt und für gute Beleuchtung gesorgt wird.

### Begriff und Bestimmung der Lichtstärke.

So empfindlich das menschliche Auge auch in der Lichtwahrnehmung ist, ist es doch nicht im stande, ohne weitere Hilfsmittel die Lichtintensität einer Lichtquelle zu erkennen, d. h. anzugeben, wievielmal eine Lichtquelle stärker ist als eine andere. Der Grund für dieses Unvermögen wird leicht einzusehen sein, wenn man erwägt, daß die Lichtmenge, welche auf die Netzhaut unseres Auges fällt, nicht allein von der Menge des Lichtes, welches das Auge trifft, abhängig ist, sondern durch die Iris und durch die Enge oder Weite der Pupille reguliert wird; je größer die Lichtmenge, um so enger wird die letztere. Die Quantitäten des die Netzhaut erregenden Lichtes sind also nicht proportional der Lichtintensität der Lichtquellen und schon damit ist die Funktion des Auges als eines lichtmessenden Hilfsmittels hinfallig. Die Pupille steht aber auch noch in ihrer Weite in Beziehung zur Konvergenz der Augenachsen. Je mehr die Augen konvergieren, um so mehr vergrößert sich die Pupille.

So kann das Auge also nie als Lichtmeßapparat oder Photometer benützt werden, und doch gibt es wieder kein allgemein anwendbares Photometer, das sich nicht des Auges bediente.

Das Auge besitzt eine sehr große Empfindlichkeit in der Beurteilung von geringen Helligkeitsunterschieden. Wir vermögen mit aller Sicherheit zu sagen, zwei Flächen seien ungleich hell, wenn der Unterschied nur  $\frac{1}{150}$  bis  $\frac{1}{186}$  beträgt. Alle Lichtmeßmethoden fußen auf dieser Tatsache. Man sucht durch Änderung des Abstandes der zu untersuchenden Lichtquellen von zwei Flächen, welche diese Lichtquellen erleuchten, es dahin zu bringen, daß beide anscheinend gleiche Helligkeit besitzen. Wir irren uns dann in der Beurteilung um weniger als  $\frac{1}{150}$  bis  $\frac{1}{186}$ ; doch sollen die Flächen nicht zu schwach beleuchtet sein, weil mit sinkender Helligkeit die Unterschiedsempfindlichkeit geringer wird; am günstigsten ist der Helligkeitsgrad des diffusen Tageslichtes. Die Abstände der zu vergleichenden Lichtquellen von den Flächen, welche sie gleichmäßig erhellen, lassen die Lichtintensität (Quantität) leicht berechnen. Steht die eine Flamme zwei-, drei-, viermal so weit von der Fläche ab als die andere, so muß die Lichtmenge, um in der doppelten, dreifachen und vierfachen Entfernung noch gleiche Helligkeit zu erreichen, viermal, neunmal, sechzehnmal so groß sein als die andere Lichtquelle, da ja das Licht mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt.

Nach „Kerzen“ läßt sich jederzeit die Helligkeit irgend einer punktförmigen Lichtquelle genau bezeichnen. Man würde jedoch irren, wenn man der Meinung sich hingäbe, daß nach allen Richtungen des Raumes die Helligkeit einer Lichtquelle die gleiche sein müsse. Daher muß in vielen Fällen unter verschiedenen Winkeln die ausgestrahlte Lichtmenge gemessen werden; das Mittel aus einer Reihe solcher Beobachtungen nennt man die mittlere räumliche Intensität. Für eine zweckmäßige Aufstellung der Lampen und anderer Lichtquellen ist ihre Kenntnis dringend erforderlich.

Die Photometrie verfolgt in vielen Fällen noch eine zweite wichtige Aufgabe, welche in der Bestimmung des Beleuchtungseffekts

besteht. Wir wünschen dabei zu erfahren, wieviel Licht den einzelnen beleuchteten Gegenständen in unserer Umgebung zugeteilt ist. Eine derartige Bestimmung wird z. B. notwendig, wenn die Entfernung der Lichtquelle von dem beleuchteten Objekt unbekannt ist, oder wenn es sich, wie bei dem diffusen Tageslichte, um keine punktförmige Lichtquelle handelt, oder wenn es sich um die viel verschlungene Wirkung punktförmiger Lichtquellen und reflektierten Lichtes wie in unseren Wohnräumen handelt. Die namentlich für den letztgenannten Fall früher geübte Bezeichnungsweise, daß man die in Kerzen ausgedrückte Helligkeit für das Quadratmeter Bodenfläche, welcher zu erleuchten war, berechnete, war durchaus fehlerhaft. Gerade die Bestimmung des Beleuchtungseffektes ist eine nicht minder universelle, im gewöhnlichen Leben tausendfältig wiederkehrende Aufgabe. Wie soll der Beleuchtungseffekt gemessen werden?

Das diffuse Licht eines Raumes vergleichen wir mit der Helligkeit eines Gegenstandes, welche durch eine in einer bestimmten Entfernung — 1 m — dem zu beleuchtenden Gegenstände gegenüber auf gestellte Normkerze erreicht wird. Diese Einheit nennen wir „Meterkerze“.

Die Methoden, welche die beiden Fundamentalfragen der Photometrie zu lösen im stande sind, seien im folgenden des näheren beschrieben. Auf die vielfachen Modifikationen der Photometrie kann jedoch nicht näher eingegangen werden. Als Lichteinheit ist zur Zeit in Deutschland die „Normal-Paraffinkerze“ angenommen. Sie hat 20 mm Durchmesser. Der Docht besteht aus 24 geflochtenen Baumwollfäden und wiegt für das Meter 668 mg. In den Docht der Normkerze wird ein roter Faden eingeflochten. Das Paraffin der Kerze schmilzt bei 55°. Die Flammenhöhe muß zur Zeit der Messung genau 50 mm Höhe betragen. Die deutsche Normkerze entspricht 0.887 Münchener Stearinkerzen, 0.977 englischen (Normal) Walratkerzen und 0.132 Carcelbrenner der französischen Lichteinheit. Die Versuche, andere beständigere Lichtquellen zu finden, haben bis jetzt voll befriedigende Resultate noch nicht gegeben, oder die Methoden sind doch so kompliziert, daß von einer allgemeinen Einführung nicht die Rede sein kann.

In neuester Zeit findet bei Lichtmessungen die von Hefner-Alteneck angegebene Amylazetatlampe häufig Verwendung. Man nennt diese Einheit kurzweg „Hefnerlicht“, im folgenden mit H. K. bezeichnet = 0.817 deutschem Paraffinlicht; sie zeichnet sich durch außerordentliche Gleichmäßigkeit des Lichtes vorteilhaft vor den Kerzen aus.

#### a) Bestimmung der Intensität einer punktförmigen Lichtquelle.

Die ersten genaueren Angaben über Photometrie rühren von Lambert her (Siehe Ostwalds Klassiker Nr. 31 „Lamberts Photometrie“, 1760). Meist findet sich dessen Photometer als „Rumfordsches Schattenphotometer“ in der Literatur aufgeführt. Die Priorität Lamberts unterliegt aber keinem Zweifel.

Wenn man von diesem älteren Schattenphotometer absieht, als einem für exaktere Bestimmungen nicht mehr angewendeten Instrument, so bleiben zwei wichtige Lichtmeßmethoden zu besprechen.

## I. Das Bunsensche Fettfleckphotometer.

Zwischen zwei Lichtquellen der Normalkerze und der zu messenden Flamme wird ein Schirm von weißem Papier, der in der Mitte einen Fettfleck trägt, eingesetzt. Bei durchfallendem Licht scheint der Fettfleck hell auf dunklem Grunde, weil die gefettete Stelle mehr Licht durchtreten läßt als das nicht geölte Papier, und bei auffallendem Lichte wird der Fettfleck dunkel auf hellem Grunde erscheinen müssen, weil die gefettete Stelle am wenigsten Licht reflektiert, die nicht gefettete aber mehr. Sonach muß es auch eine mittlere Stellung geben, bei welcher der Fettfleck verschwindet, nämlich wenn die Lichtmengen, welche der Schirm von der Vorderseite und von der Rückseite enthält, gerade gleich sind; denn dann gewinnen der geölte wie der nicht geölte Teil des Schirmes jene Lichtmenge wieder, welche bei einseitiger Beleuchtung durch die Durchlässigkeit des Papiers in Verlust ging.

Diese theoretische Schlußfolgerung trifft bei der Ausführung nicht ganz zu, weil ja das Licht nicht nur reflektiert oder durchgelassen, sondern auch absorbiert, d. h. in der Substanz des Papiers in Wärme übergeführt wird. Und dieses Absorptionsvermögen ist bei dem geölte und nicht geölte Teile ungleich; folglich kann auch der Fettfleck nicht auf beiden Seiten besehen, zur selben Zeit verschwinden.

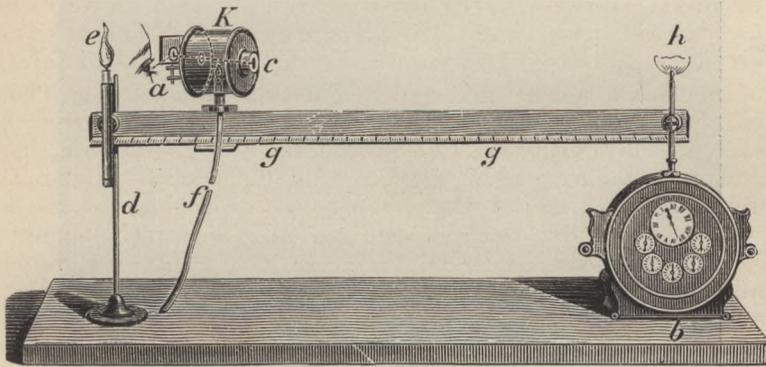


Fig. 88.

Wollte man sich aber jedesmal nur an das Verschwinden des Fettfleckes an der einen Seite als Kriterium halten, so würden alle Messungen entweder zu groß oder zu klein ausfallen müssen. Man kann aber diesen Fehler leicht vermeiden, wenn man in einem Vorversuche mit Normallicht eine Gasflamme so reguliert, daß, von der Seite der Gasflamme besehen, der Fettfleck eben schwindet, und wenn man dann an Stelle des Normallichtes die zu untersuchende Lichtquelle bringt. Unrichtig war dann nur die Lichtstärke der Hilfsgasflamme, und zwar um jene Lichtmenge zu groß, welche notwendig ist, den Fettfleck, der bei vollkommen gleichem Abstand zweier gleicher Lichtquellen noch bestehen bleibt, verschwinden zu machen. Der Fehler betrifft also nur diese Hilfsflamme und ist aus den Resultaten der Beobachtung vollkommen eliminiert.

Die nähere Einrichtung des Bunsenschen Photometers gibt Fig. 88. Auf einer Messingschiene *gg* befindet sich an dem einen Ende die Normalkerze *e*, an dem anderen Ende die zu untersuchende Flamme *h*, im gegebenen Falle eine Gasflamme, deren Konsum in der Gasuhr *b* gemessen wird. Außerdem gleitet auf der Meßstange das Gefäß *K*, in welchem eine kleine Gasflamme brennt. Die eine Seite der Trommel ist geschlossen durch den abklappbaren Deckel *c*; dieser ist in der Mitte ausgeschnitten, und in diesen Abschnitt bringt man das Fettdeckpapier (Diaphragma). Gegenüber dem Diaphragma trägt die hintere Wand von *K* eine fingergroße Öffnung, vor welcher der Spiegel *a* dem vor *K* Stehenden das Bild des Fettfleckes zeigt.

Das Bunsensche Photometer eignet sich nicht zur Messung des Tageslichtes; auch bei Vergleichung von Lichtquellen verschiedener Farbung ist es fast unmöglich, brauchbare Zahlen zu erhalten.

## 2. Das Webersche Photometer.

Zu mannigfacherer Verwendung als das Bunsensche Photometer ist das Webersche tauglich; das Rohr *B* (siehe Fig. 89) trägt seitlich das nahezu gleich große Ansatzrohr *A*. *B* ist in einer vertikalen Ebene drehbar; es ist ferner seiner ganzen Länge nach in zwei Teile geteilt, so daß das Auge bei *o* in der einen Hälfte des Gesichtsfeldes durch den Trichteransatz *K* auf die zu untersuchende Lichtquelle blickt, indes die andere Hälfte des Rohres *q* zwar bei *g* geschlossen ist, aber durch ein Reflexionsprisma *p* Licht aus der Rohre *A* erhält. In *A* befindet sich nun das Licht *K*,\*) das zur Vergleichung und Messung dient. Es ist dies eine Benzinkerze, wohl regulierbar, deren Höhe genauestens durch eine Spiegelskala bei *c* reguliert werden kann. Das Licht gelangt nicht direkt nach *p* und *o*, sondern es ist im Innern von *A* ein Milchglasschirm *f*, der durch die Schraube *v* innerhalb des Rohres verschoben werden kann, zwischengeschaltet, dessen Entfernung von der Benzinkerze an der Teilung *z* in Millimetern abgelesen werden

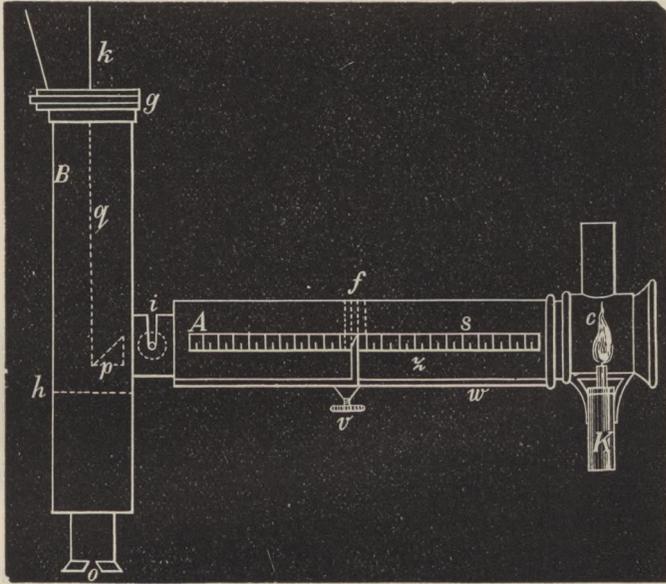


Fig. 89.

kann. Je weiter man *f* von *c* wegrückt, um so schwächer wird das Licht, welches die Milchglasscheibe verläßt und nach *p* und *o* gelangt.

Das zu untersuchende Licht wird bei *k* meist nicht direkt beobachtet, sondern auch hier eine matte Glasscheibe oder Milchglas vorgelegt; die Entfernung des Lichtes von der Glasplatte bei *k* muß genau gemessen werden.

Bei Ausführung des Versuches beobachtet man bei *o* unter Drehung der Schraube *v* so lange, bis beide Gesichtshälften gleiche Intensität zeigen.

In manchen Fällen ist es von Interesse, die Vergleichung zweier Lichtsorten für rotes oder grünes Licht etc. durchzuführen, dazu lassen sich bei *o* gefärbte Gläser einschieben.

Sehr erleichtert wird die Beobachtung, wenn der Untersuchende nicht mit dem Angesicht gegen das Untersuchungsobjekt gerichtet ist, sondern seitlich zu diesem sich befindet; dies ist an den neueren Instrumenten durch Anbringen eines Reflexionsprismas bei *o* möglich.

Sind sehr starke Lichtquellen, welche nicht in beliebige Entfernung vom Photometer sich aufstellen lassen, zu messen, so legt man mehrere Milchglasplatten bei *k* vor. Die Berechnung der Lichtstärke gestaltet sich ziemlich einfach, wenn man erst

\*) Dasselbe hat bei dem Weberschen Apparat ca. ein Drittel einer Normalkerze.

weiß, um wieviel das Licht durch die eingeschalteten Mischglasplatten geschwächt wird; dies zu erfahren, wird die Normalkerze in genau gemessener Entfernung  $R$  vor dem Photometer aufgestellt und mit Berücksichtigung der Flammenhöhe gemessen, wie weit der Abstand des Schirmes  $f$  von  $c$  gemacht werden muß ( $r$ ), um Lichtgleichheit zu erreichen. Die Quadrate der Entfernung der Normalkerze von  $g$  und der Vergleichsflamme  $c$  von dem Schirme  $f$  werden einen Quotienten darstellen, der bei Beibehaltung derselben Milchglasplatten und derselben Größe des Lichtes  $c$  immer gleich bleiben muß und unabhängig ist von der absoluten Entfernung des Normallichtes. Denn macht man den Abstand des letzteren vom Photometer zwei- und dreimal so groß, so muß ganz entsprechend der Schirm  $f$  weiter von  $c$  abgerückt werden. Dieser Wert ist also eine Konstante  $C$ , eine für alle Versuche gleichbleibende Zahl.

Für jede beliebige andere Lichtmessung hat man nur mehr die Entfernung nach obiger Bezeichnung zu beobachten und erhält als Intensität ( $J$ )

$$J = \frac{R^2}{r^2} \cdot C.$$

Meist liegen den Apparaten die Milchglasplatten bei mit bereits vom Optiker bestimmten Konstanten.

### b) Die Bestimmung des diffusen Lichtes.

Das Webersche Photometer eignet sich auch noch zu der sehr wichtigen Untersuchung des diffusen Tageslichtes; während man früher meist nur ungenaue Angaben über die diffuse Beleuchtung machen konnte, hat man in diesem Photometer ein verlässliches, exaktes Meßinstrument. Namentlich in bewohnten Räumen gab das von den Wänden, der Decke, dem Boden u. s. w. reflektierte Licht die Rechnung schwer zugängliche Größen.

Zur Bestimmung des diffusen Tageslichtes stellt man das Photometer vor eine weiße, mit Papier überzogene Tafel von ca. 20 cm im Quadrat auf und richtet auf diese den Tubus  $k$ . Es soll die Aufstellung so gewählt werden, daß nur das von der Tafel reflektierte diffuse Licht ins Photometer gelangen kann. Alsdann verfährt man genau wie vorher beschrieben wurde; man verstellt  $f$  bis zur gleichen Helligkeit in  $O$ . Man drückt die gewonnenen Resultate in Meterkerzen aus, d. h. in jener Helligkeit, welche die weiße Fläche zeigt, wenn man ihr die Normalkerze in 1 m Entfernung gegenüberstellt. Da nun nur ein kleiner Bruchteil des Lichtes dabei reflektiert, der größte Teil vielmehr absorbiert wird, so ändern sich dabei selbstverständlich die Konstanten für die Glasplatten ( $C_1$ ). Sie lassen sich aber in entsprechend einfacher Weise bestimmen; man stellt hiezu die Normalkerze in gemessener Entfernung von dem weißen Schirm und visiert mit dem Photometer auf denselben. Drückt man die Entfernung nach Zentimetern aus und ist  $C_1$  die neue Konstante,  $r$  wie früher die Entfernung  $f$   $c$ , so hat man als diffuses Licht ( $h$ ) ausgedrückt in Meterkerzen:

$$h = \frac{10000}{r^2} C_1.$$

Die Messung ist unabhängig von der geringeren oder größeren absoluten Helligkeit des Schirmes, wenn man nur die Konstanten für die betreffende Fläche und Art des Papiers festgestellt hat.

### c) Vergleichung verschiedenfarbiger Lichtquellen.

Eine weitere äußerst schwierige Aufgabe erwächst der Photometrie, wenn es sich um Vergleichung von Lichtquellen handelt, deren Farbe verschieden ist, wie z. B. bei Bogen- und Kerzenlicht, oder letzterem und dem Auerschen Gaslicht mit bläulicher Farbe. Man wird auch bei sorgfältigstem Arbeiten mit dem Bunsenschen Photometer stets die erheblichsten Schwierigkeiten haben, den Endpunkt für die Beobachtung zu finden.

Auch das Webersche Instrument gibt ohne weiteres keine besseren Resultate. Einigermassen läßt sich die Schwierigkeit durch Anwendung farbiger Gläser umgeben; wir erhalten dabei leicht die beiden Gesichtsfeldhälften in einem vollkommen exakt vergleichbaren Farbenton. Aber wenn wir durch ein rotes, blaues oder grünes Glas beobachten, so vergleichen wir eben die roten, grünen oder blauen Strahlen, jedoch nicht den Beleuchtungseffekt, den der ganze Komplex der Farben, das gemischte Licht her-

vorrufft. Man muß dann erst untersuchen, welchen Bruchteil von allen Strahlen die roten, grünen u. s. w. ausmachen.

Dazu schiebt man bei  $g$  (links) eine Platte mit verschieden feinen Schraffierungen ein und beleuchtet sie durch die zu vergleichenden Lichtquellen, bis eben eine Sorte der Schraffierung in allem Detail erkannt wird, die nächst feinere aber nicht mehr. Jetzt schiebt man das rote etc. Glas ein und bestimmt durch Verschiebung von  $f$  die Menge des roten Lichtes, welches bei dieser Beleuchtungsart vorhanden war. Ganz den gleichen Versuch macht man mit der anderen Lichtquelle. Enthält die eine Lichtquelle halb oder nur ein Drittel so viel rotes Licht u. s. w. als die Normkerze, so können die durch Beobachtung durch das rote Glas gewonnenen Lichtintensitäten nicht als die richtige Angabe der Lichtstärke gelten; die Flamme, welche wenig rotes Licht führt, würde dabei zu ungünstig beurteilt, man muß daher deren Zahlen mit einem bestimmten Faktor  $K$ , der dem wahren Beleuchtungseffekt Rechnung trägt, multiplizieren. Dieser Faktor ergibt sich aus Vergleichung der Abstände  $f$   $c$  in den beiden Versuchen; er wird umgekehrt proportional den Quadraten der Abstände sein. Die Beobachtungsweise für ungleich gefärbte Lichtquellen ist übrigens äußerst schwierig, erfordert Übung in diesen Arbeiten und macht vorsichtige Tätigkeit, um die Ermüdung des Auges auszuschließen, notwendig.

In neuester Zeit erleichtert L. Weber das Verfahren. Man macht zwei Lichtmessungen, die eine mit rotem (R) Glase, die andere mit grünem Glase (Gr); der Quotient  $\frac{Gr}{R}$  ändert sich mit der Änderung des Wertes  $K$ , und zwar folgendermaßen:

$\frac{Gr}{R}$	$K$	$\frac{Gr}{R}$	$K$
0·30	0·50	1·00	1·00
0·50	0·64	1·20	1·15
0·70	0·80	1·40	1·28
0·90	0·94	1·60	1·40

Mit dem Faktor  $K$  hat man die für rotes Licht erhaltenen Zahlen noch zu multiplizieren. Durch die hier beschriebenen Methoden sind alle Aufgaben von hygienischer Bedeutung lösbar, weshalb auf die übrigen, das Gebiet der Photometrie berührenden Fragen verzichtet werden kann.

Gleich starke Lichtquellen von verschiedenem Farbenton sind in ihrem Wärmeäquivalent nicht gleich. Nach den Versuchen des Verfassers ist das Wärmeäquivalent von 1 Kerze Helligkeit (Spermazetkerze) bei Bogen-, Auer- und Magnesiumlicht 65—86 *gal.* pro Stunde, bei Gaslicht 275, bei Kerzen 382 bis 608 *gal.* Gleiche Lichtstärke bedeutet also nur gleiche Erregung der Netzhaut; dagegen kann die Energiemenge, welche die gleiche Erregung erzeugt, fast um das Zehnfache verschieden sein.

### Hygienische Anforderungen an die künstliche Beleuchtung.

Die eigenartigen Lebens- und Erwerbsverhältnisse zwingen die Menschen, ihre Arbeitszeit über Sonnenuntergang hin auszudehnen und vor Sonnenaufgang sie zu beginnen; die künstliche Beleuchtung tritt an die Stelle des mangelnden Sonnenlichtes. Sie ist eine Errungenschaft und geradezu ein Maßstab der Kultur. Den Bewohner rauher Klimate mit langen Winternächten macht sie in gewissem Sinne unabhängig von der Sonnenbeleuchtung.

Die künstliche Beleuchtung wird aber auch verschwendet durch die sich steigende Unsitte, die Arbeitszeit unnötigerweise in der Natur zu verschieben, während die frühen Morgenstunden verschlafen werden. Man sollte Tageslicht verwenden wo es geht, und die künstliche Beleuchtung stets nur als das nicht vollwertige Ersatzmittel der natürlichen betrachten. Durch die verschwenderische Benützung der künstlichen Beleuchtung werden Millionen, die anderen Zwecken nutzbar werden könnten, verschleudert.

Keine der künstlichen Beleuchtungsmethoden vermag das Sonnenlicht in allen seinen Wirkungen zu ersetzen. Die künstlichen Lichtquellen lassen sich in zwei prinzipiell verschiedene Gruppen zusammenfassen:

1. Licht entsteht aus der Umwandlung chemischer Spannkraft in Wärme, wobei ein Erglühen fester Partikelchen stattfindet, Sauerstoff verzehrt wird und Verbrennungsprodukte entstehen. In diese Gruppe gehören feste Leuchtstoffe: wie Talg, Stearin, Wachs, Walrat, Paraffin (Magnesium), flüssige Leuchtstoffe: Öle, Tran etc., Rüböl, Raps, Baumöl (aus dem Pflanzenreich), das Mineralöl, Petroleum und dessen Abkömmlinge (ferner Alkohol, bei Arbeiten in komprimierter Luft); endlich gasförmige Leuchtstoffe: die verschiedenen Leuchtgassorten (Holz-, Torf-, Kohlen-, Wassergas u. s. w.). Im Drummondschen Kalklicht, im Platingas und Gasglühlicht ist der Kohlenstoff durch andere zum Leuchten erhitzte Stoffe, wie Kalk, Platin oder Erdsalze, ersetzt.

2. Das Licht kann entstehen durch Umwandlung von Elektrizität in Wärme mittels Einschaltung eines Widerstandes (Kohlefäden, Luft) in die Leitung des Stromes. Sauerstoffaufnahme ist zur Erzeugung des Lichtes nicht unbedingt notwendig; Verbrennungsprodukte werden nicht oder nur in geringer Menge gebildet.

Die Anforderungen, welche von Seite der Hygiene an die künstliche Beleuchtung gestellt werden müssen, sind im wesentlichen folgende: Das Licht soll quantitativ zureichen, ferner gleichmäßig brennen; flackerndes und unstetes Licht ermüdet rasch das Auge. Das Licht soll seiner Farbe nach dem Auge zusagen; es darf nicht blendend sein und dadurch die Wahrnehmung schwächer beleuchteter Gegenstände erschweren. Wärmestrahlung und Wärmeentwicklung dürfen nicht belästigen, die natürlichen Verbrennungsprodukte dürfen sich nicht zu reichlich bilden und ansammeln und keine die Gesundheit gefährdenden Verbrennungsprodukte erzeugt werden, oder letztere müssen doch auf das geringste Maß reduziert werden. Lebensgefahren, wie sie durch die giftige Natur mancher Leuchtstoffe und durch starke elektrische Ströme entstehen, sind tunlichst zu vermeiden. Die Verwendung der Leuchtstoffe soll eine möglichst rationelle sein.

Gerade mit Rücksicht auf die letztgenannten Punkte sind unsere Beleuchtungsmethoden noch äußerst primitiv zu nennen. Sie nützen die zu Leuchtzwecken verwendeten Kräfte äußerst schlecht aus und führen nur einen kleinen Bruchteil derselben in Lichtbewegung über. Nach den Versuchen des Verfassers beträgt das Wärmeäquivalent des Lichtes in Prozenten von der gesamten, beim Lichterzeugungsprozeß aufgewandten Energie:

	Für Licht	Für Wärme
Bei der Paraffinkerze	0·44 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	99·56 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>
„ Gasschnittbrenner	0·35 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	99·65 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>
„ Auerlicht	0·75 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	99·25 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>
„ elektrischem Glühlicht	7·14 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	92·86 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>

Beim Bogenlicht soll erheblich mehr Energie an Licht übergeführt werden; von der in die Lampe eintretenden Elektrizität 26—38<sup>0</sup>/<sub>100</sub> nach Peukert.

Die Hauptmasse der Leuchtstoffe wie der Kräfte (Elektrizität) geht also nicht nur nutzlos verloren, sondern wirkt sogar störend, wie z. B. die starke Erhitzung und Erwärmung der Räume durch die Beleuchtung oder die Störungen durch strahlende Wärme erweisen.

Der Fortschritt in der Lichtgewinnung läßt sich auch recht gut für das Leuchtgas durch folgende Tatsachen dartun.

Das Leuchtgas kann in mannigfacher Weise zu Leuchtzwecken verwendet werden. Man brennt dasselbe in verschieden geformten Brennern direkt als Leuchtmaterial, oder man kann dasselbe in einer Gaskraftmaschine (Gasmotor) mit atmosphärischer Luft mengen und diese Knallgasmischung durch geeignete Vorrichtungen rhythmisch zur Explosion bringen und durch die Stöße dieser Explosionen den Kolben einer Maschine bewegen. Der Gasmotor wird dann zum Betriebe einer elektrischen Lichtmaschine verwendet und z. B. Bogenlicht erzeugt. Wir erhalten im letzteren Falle ein Licht, das wir der bei der Verbrennung des Gases gewonnenen lebendigen Kraft verdanken.

Nehmen wir an, es werde 1 m<sup>3</sup> Leuchtgas nach verschiedenen eben genannten Methoden zur Lichterzeugung verwendet, so würden wir erhalten:

Bei kleinen Illuminationslämpchen . . .	45	Normalkerzen	Helligkeit
„ einem Argandbrenner . . . . .	90	„	„
„ dem Siemensbrenner . . . . .	140	„	„
„ dem Gasglühlicht . . . . .	600	„	„
„ elektrischem Glühlicht . . . . .	110	„	„
„ „ Bogenlicht bis . . . . .	750	„	„

Man sieht, welch enorme Unterschiede vorhanden sind, und doch muß eine vorurteilsfreie Überlegung erkennen, wie selbst die Erzeugung von Bogenlicht noch keineswegs die zweckmäßigste Art der Lichtbeschaffung sein kann. Ein großer Teil der Kraft geht ja durch Reibung in dem Gasmotor und der Lichtkraftmaschine für die Elektrizitätserzeugung verloren. Man könnte fast sagen, die Beleuchtungsmethoden dienen mehr der Beheizung als der Beleuchtung. Die Methodik der Lichterzeugung ist sonach noch außerordentlicher Vervollkommnung fähig.

Literatur: Rubner M., Die strahlende Wärme irdischer Lichtquellen in hygienischer Hinsicht. Archiv für Hygiene 23, 95, 87.

### Beleuchtungsmethoden, welche auf Verbrennungsprozessen beruhen.

Bei fast allen auf Verbrennungsprozessen beruhenden Beleuchtungsmethoden wird das Licht von einer leuchtenden Flamme ausgesandt.

An der frei brennenden Kerzenflamme, die als Typus gelten kann, unterscheidet man den blauen dunklen Kegel, den leuchtenden Flammenmantel und den Schleier der Flamme. Im Schleier der Flamme, der nach außen hin den Flammenmantel umgibt, findet die lebhafteste Verbrennung statt, der dunkle Kegel im Innern zeigt keine Verbrennung, wenn schon sich durch Diffusion in demselben Verbrennungsprodukte verbreiten. An den heißesten Stellen hat man mittels Platiniridium-Thermoelementen bis erheblich über 2000<sup>o</sup> gemessen. Die Flammentemperaturen sind nur Mittelwerte für größere Raumstrecken;

die an Ort und Stelle des Leuchtens herrschenden Temperaturen sind voraussichtlich meist höher als die direkt bestimmten.

Die Stoffe, welche zu Beleuchtungszwecken Verwendung finden, sind im allgemeinen Verbindungen, in denen teils Kohlenstoff und Wasserstoff zu gleichen Äquivalenten sich finden, d. h. auf 6 Gewichtsteile Kohlenstoff 1 Gewichtsteil Wasserstoff trifft, teils noch außerdem Sauerstoff im Molekül vorhanden ist. Diese Zusammensetzung zeigt ölbildendes Gas (der Hauptbestandteil des Leuchtgases), Paraffin, Wachs, Stearinsäure, Petroleum. Wenn mehr an Kohlenstoff vorhanden ist, rußen die Flammen. Außerdem kommen als Unreinheiten auch stickstoffhaltige Verbindungen und schwefelhaltige, wie z. B. im Leuchtgase, vor.

Die Verbrennungsprodukte, welche bei der Beleuchtung entstehen, sind nahezu dieselben, welche das Brennmaterial in unseren Öfen liefert. Nur kommen unvollständige Verbrennungsprodukte viel seltener zur Beobachtung, weil die leuchtenden Flammen meist in einem großen Überschuß an Luft brennen. Etwas Rußbildung läßt sich aber auch bei der günstigsten Verbrennung nachweisen (Rubner).

Alle Leuchtstoffe erzeugen ohne Ausnahme, außer Kohlensäure und Wasserdampf, Stickoxyd in Spuren, welches in Untersalpetersäure, salpetrige und Salpetersäure übergeht; auch Ammoniak findet sich. Die letztgenannten Produkte entstehen auch, wenn die Materialien völlig stickstofffrei sind, durch Oxydation des atmosphärischen Stickstoffes und teilweise Umwandlung der Oxydationsprodukte. Schwefelverbindungen im Leuchtgase liefern schwefelige Säure; die Stearinkerzen enthalten präformierte Schwefelsäure.

Wird aber der Luftzutritt nicht richtig reguliert oder flackert ein Licht, so entstehen qualmende Flammen und unvollständige Verbrennungsprodukte, Wasserstoff, Kohlenwasserstoff, Kohlenoxyd, gelegentlich Fettsäuren, reichlich leicht sichtbarer Ruß. Talglichter liefern durch Verbrennung des Glycerins bei dem Glimmen des Dochtes das die Augen angreifende Acrolein.

Von Wesenheit auf die Leuchtkraft der Flammen, d. h. auf die von der Gewichts- oder Volumeinheit der Leuchtmaterialien gelieferte Lichtmenge, ist der Luftdruck; bei hohem Drucke wird die Leuchtkraft erhöht. In komprimierter Luft z. B. brennt Alkohol mit leuchtender Flamme, und Flammen, welche bei gewöhnlichem Luftdrucke hell leuchten, beginnen zu rußen. Verminderung des Luftdruckes vermindert die Leuchtkraft. Eine Flamme, welche in London 100 Lichteinheiten liefert, erzeugt bei dem wesentlich geringeren Luftdrucke in München nur 91; in der sehr hoch gelegenen Stadt Mexiko nur 61 Lichteinheiten. Die Ursache dürfte in dem erleichterten Zutritt der atmosphärischen Luft bei niedrigem Luftdruck und dadurch bedingter zu lebhafter Verbrennung zu suchen sein.

Die Leuchtkraft hängt ferner wesentlich von der Temperatur der Flamme ab. Alles, was im stande ist, die Flammentemperatur zu erhöhen, steigert die Leuchtkraft; deshalb erhöht man künstlich die Temperatur der Luft, welche zur Flamme strömt. Ferner ist das Verhältnis der Menge der Verbrennungsluft zur Menge der verbrannten Substanz von Einfluß auf Leuchtkraft.

Der Effekt, den die verschiedenen Brenner, Lampen u. s. w. erzielen, beruht wesentlich auf der Zweckmäßigkeit der Regulierung von

Brennmaterial und Luft sowie in der Zuführung vorgewärmter Luft zur Verbrennung.

Die Leuchtkraft wird sehr wesentlich noch von der Natur der zu Leuchtzwecken verwendeten Substanz bestimmt. Die Leuchtkraft ist außerdem von der chemischen Beschaffenheit der Luft abhängig. Schon geringe Änderungen in dem Kohlensäuregehalt machen sich bemerkbar. Auch die Luftfeuchtigkeit scheint nicht ohne Bedeutung.

### Die Kerzen- und Lampenbeleuchtung.

Äußerst primitive Beleuchtungsformen sind die Verwendungsarten fester Leuchtstoffe; die einzelne Lichtquelle bei Talg, Stearin, Wachs, Walrat oder Paraffin ist gering, von 0·7 bis 2 oder 3 Normalkerzen Helligkeit: das Licht ist unruhig, flackernd, liefert sehr reichlich unvollständige Verbrennungsprodukte.

Eine wesentliche Verbesserung der Beleuchtungseinrichtungen war der Übergang zur Verwendung von flüssigen Leuchtstoffen und deren Verbrennung in Lampen mit Zugzylinder. Frei brennende Flammen fester und flüssiger Leuchtstoffe liefern ohne zu rußen kaum mehr als zwei bis drei Kerzen Helligkeit; es muß also, wenn man eine zweckmäßige Verbrennung größerer Mengen des Leuchtstoffes erreichen will, die Luftzufuhr besonders reguliert werden. In diesem Sinne mehrend für die Luftzufuhr wirken die Zugzylinder wie Schornsteine. Indem sie aber noch außerdem die Luftbewegung zu einer dauernd vertikalen machen und seitliche Strömungen ferne halten, erzielen sie auch stete und ruhige Flamme und damit eine vollkommene Verbrennung. Sie stellen also ein Mittel zur Luftverbesserung dar.

Der Verbrauch an Material (für die gleiche Helligkeit gerechnet) ist bei der Lampenbeleuchtung der Kerzenbeleuchtung gegenüber wesentlich vermindert. Die einzelnen Lampen unterscheiden sich freilich wesentlich in ihrer Zweckmäßigkeit je nach der Art des Brenners (Flachbrenner, Rundbrenner, Duplexbrenner), je nach der Art des Leuchtmaterials, der Luftzufuhr u. s. w. Größere liefern zwischen 15—100 Normalkerzen Helligkeit.

Der häufigst angewandte flüssige Leuchtstoff ist zur Zeit das Petroleum oder Erdöl. Die natürlich vorkommenden Erdöle sind nicht direkt zu Leuchtzwecken zu gebrauchen. Sie sind ein bald dickes, bald dünnflüssiges Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffe, von denen einige schon bei gewöhnlicher Temperatur flüchtig sind, andere selbst bei mittleren Temperaturen noch fest bleiben. Das zu Leuchtzwecken zu verwendende Petroleum muß daher raffiniert, d. h. durch fraktionierte Destillation und nachfolgende Behandlung der Destillationsprodukte mit Natron, Schwefelsäure und Wasser von den leicht flüchtigen und explosionsgefährbringenden Kohlenwasserstoffen befreit werden.

Bei der Destillation werden folgende Produkte erhalten:

Rhigolen destilliert unter 37·7°, hat ein spezifisches Gewicht von 0·60, das des Wassers = 1 gesetzt. Es wirkt betäubend und findet als Anästhetikum Anwendung.

Petroleumäther, Siedepunkt zwischen 40—70 und spezifisches Gewicht von 0·65 bis 0·66, löst Harz und Kautschuk.

Gasolin, Siedepunkt 90°, spezifisches Gewicht 0·66 bis 0·69, dient zum Karbonieren von Leuchtgas, zum Wollentfetten und zur Extraktion von Ölsamen.

Petroleumbenzin siedet bei 80—110°, hat ein spezifisches Gewicht von 0·60 bis 0·70, löst Fette.

Ligroin, siedet bei 80—120°, spezifisches Gewicht 0·71 bis 0·73, wird in besonders konstruirten Lampen zur Beleuchtung verwendet. Putzöl, siedet bei 120—170°, hat ein spezifisches Gewicht von 0·72 bis 0·75, dient zum Putzen von Metall. Raffiniertes Petroleum, siedet bei 200°, spezifisches Gewicht 0·81.

Petroleum, das nicht sorgfältig gereinigt oder aus gewinnstüchtiger Absicht mit den billigeren, bei niedrigerer Temperatur flüchtigen Destillaten versetzt wurde, bedingt Explosionsgefahr. Kommt solches Petroleum in die gewöhnliche Petroleumlampe, so nimmt es leicht Dampf-Form an, da die Wärme, welche die Lampe durch den Beleuchtungsprozeß erwirbt, genügt, um jenen Teil des Petroleums, der aus flüchtigen Kohlenwasserstoffen besteht, zu verdampfen. Die Dämpfe vermischen sich mit der in der Lampe befindlichen Luft und sobald sie mit der Flamme in Berührung kommen, entsteht eine Explosion, welche den Ölbehälter zertrümmert und das brennende Petroleum nach allen Richtungen schleudert.

Solches Petroleum ist auch noch insofern minderwertig, als die beigemischten leichteren Kohlenwasserstoffe nicht vollständig verbrennen und die Luft im Zimmer mit brenzlichen Produkten, auch mit Kohlenoxyd, erfüllen, wodurch die Anwesenden von Kopfschmerz, Schwindel u. s. w. befallen werden.

Da ein mit leichteren Kohlenwasserstoffen gemischtes Petroleum ein um so geringeres spezifisches Gewicht als 0·75 hat, je mehr es davon enthält, so wird ihm zur Verdeckung des Betruges meistens noch ein schwereres Öl oder ein Harzöl zugesetzt, um das ursprüngliche spezifische Gewicht wieder herzustellen. Es bietet deshalb das richtige spezifische Gewicht allein durchaus keine Gewähr für die Reinheit des Öles, es muß vielmehr noch nach fremden Ölen geforscht und die Entflammungs-, beziehungsweise Entzündungstemperatur bestimmt werden.

Zur Prüfung des Petroleums auf fremde Öle vermischt man in einem trockenen Reagensglas gleiche Volumina Petroleum mit konzentrierter Schwefelsäure, welches Gemisch man schüttelt. Ist das Petroleum rein, so wird sich die Mischung höchstens um 5° erwärmen und in der Ruhe scheidet sich das Petroleum als gelbliche oder schwach bräunliche Flüssigkeit aus der Schwefelsäure aus. Bei Gegenwart fremder Öle aber erhitzt sich die Mischung bedeutend, oft auf 20—40° und mehr, und die Petroleumschicht ist braun gefärbt durch die eintretende Verkohlung der Öle. Mit Harzöl versetztes Petroleum schwärzt sich beim Vermischen mit einigen Tropfen salpetersaurer Silberlösung, reines Petroleum zeigt diese Erscheinung nicht.

Die niedrigste Temperatur, bei welcher sich die Entwicklung von Dämpfen aus dem Petroleum durch deren Entflammung nachweisen läßt, ist der Entflammungspunkt. Wesentlich höher (um 5—12° C) liegt die Grenze, bei welcher das Petroleum mit blauer gelbgesäumter Flamme zu brennen beginnt — der Entzündungspunkt.

Zur Beurteilung des Petroleums bedient man sich meist der Bestimmung des Entflammungspunktes; für Österreich ist der Entzündungspunkt maßgebend und auf 33° R festgesetzt.

Sehr verschiedene Apparate stehen zur Bestimmung des Entflammungspunktes zur Verfügung; das nämliche Petroleum ergibt bei Anwendung verschiedener Apparate auch verschiedene Entflammungspunkte, weshalb bei den betreffenden Angaben stets genannt sein muß, mit welcher Methode die Zahlen gewonnen sind.

Nach der deutschen Verordnung vom 24. Februar 1882 wird bestimmt, daß ein Petroleum, welches unter einem Barometerstande von 760 mm Hg schon bei geringer Erwärmung von weniger als 21° C entflammbare Dämpfe entweichen

läßt, nur unter besonderer Bezeichnung der Gefäße als „feuergefährlich“ verkauft werden darf. Die Prüfung muß mit dem etwas modifizierten Abelschen Petroleumprüfer vorgenommen werden.

Der Abelsche Apparat in der im Deutschen Reiche eingeführten verbesserten Gestalt (Fig. 90) besteht aus folgenden

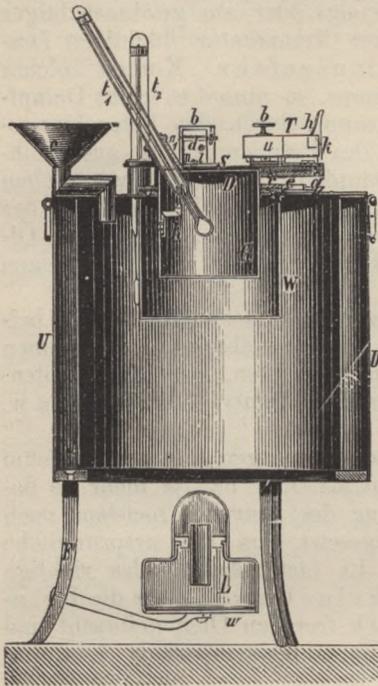


Fig. 90.

der Entflammungstemperatur dient, ist in halbe Grade Celsius eingeteilt, die Teilung reicht von  $+10$  bis mindestens  $+35^{\circ}$  C, das Thermometer des Wasserbades enthält ganze Celsiusgrade von  $50$  bis  $60^{\circ}$ ; bei  $55^{\circ}$  C ist der Teilstrich rot eingelassen.

Bei Beginn der Untersuchung wird der Stand des Barometers in ganzen Millimetern abgelesen und auf Grund desselben aus nachfolgender Tafel derjenige Wärmegrad ermittelt, bei welchem das Proben durch das erste Öffnen des Schiebers zu beginnen hat:

Von 685 bis inklusive 695 mm bei $14^{\circ}$ C.	
696 "	705 " = $14^{\circ}5'$ "
706 "	715 " = $15^{\circ}0'$ "
716 "	725 " = $15^{\circ}5'$ "
726 "	735 " = $16^{\circ}0'$ "
736 "	745 " = $16^{\circ}0'$ "
746 "	755 " = $16^{\circ}5'$ "
756 "	765 " = $17^{\circ}0'$ "
766 "	775 " = $17^{\circ}0'$ "
776 "	785 " = $17^{\circ}5'$ "

Hierauf wird der Wasserbehälter durch den Trichter mit Wasser von  $+50$  bis  $+52^{\circ}$  C gefüllt, das Wasser des Apparats, das durch den Trichter eingefüllt wird, wird durch die Spirituslampe auf  $+54^{\circ}5'$  bis  $55^{\circ}$  erhitzt und auf dieser Temperatur während des Versuches erhalten. Die kleine Zündlampe ist mit loser Watte gefüllt; diese wird mit Petroleum befeuchtet, bis auch der Docht sich ordentlich durchtränkt hat.

In das Petroleumgefäß bringt man alsdann das um mehrere Grade unter der Temperatur der ersten Probenahme abgekühlte Öl und füllt mit der Pipette das Gefäß

1. dem Petroleumgefäß *G*; 2. dem Gefäßdeckel *D* mit Drehschieber *S* und Zündvorrichtung *l*; 3. dem auf dem Deckel befestigten Triebwerk mit *T*, mit Hilfe dessen die Zündvorrichtung *e* in dem vorschriftsmäßigen Zeitverlaufe in Wirksamkeit tritt; 4. dem Wasserbehälter *W*, in welchem das Petroleumgefäß eingehängt wird; 5. dem Dreifaß *F* mit Umhüllungsmantel *U* und Spirituslampe *L* zur Erwärmung des Wasserbades; 6. dem in das Petroleumgefäß einzusenkenen Thermometer *t*<sub>1</sub>; 7. dem in dem Wasserbehälter einzusenkenen Thermometer *t*<sub>2</sub>.

Das aus Messing hergestellte und innen verzinnte Petroleumgefäß *G* ist im wesentlichen dasselbe wie dasjenige des englischen Apparats; auch der Deckel hat im ganzen eine ähnliche Gestalt mit Ausnahme einer Vorrichtung, welche vorzugsweise zur Aufnahme des beim englischen Apparat nicht vorhandenen Triebwerkes *T* dienen soll. Bei dem für Deutschland bestimmten Apparat besteht die Zündvorrichtung aus einem Petroleumlämpchen *l* mit der Dochtülle *d*; sie steht senkrecht zur Drehachse und ist auf die Wand des Lampenkästchens etwas seitwärts der Mitte aufgesetzt.

Das Triebwerk *T* ist dazu bestimmt, selbsttätig eine langsame und gleichmäßige Bewegung des Drehschiebers *S* zu bewirken und derartig zu regulieren, daß die nach und nach erfolgende Aufdeckung dreier Löcher gerade in zwei vollen Zeitsekunden beendet ist und daß, nachdem dies geschehen, der Schieber *S* schnell wieder in seine Anfangslage zurückgeführt wird und die Löcher schließt.

Das in das Petroleumgefäß einzusenkende Thermometer *t*<sub>1</sub>, welches zur Bestimmung

bis zur Marke, ohne aber die Wandungen des Gefäßes oberhalb der Marke zu befeuchten und mit Vermeidung von Blasenbildung. Man schließt mit dem Deckel ab und bringt das Gefäß nun in den Wärmebehälter.

Das Petroleum erwärmt sich, und wenn es der Temperatur nahe kommt, bei welcher die erste Probung stattfinden soll, zündet man das Lämpchen an und hält die Flamme, in der Größe der Glasperle entsprechend, welche sich auf dem Deckel des Gefäßes befindet.

Soll die erste Probung gemacht werden, so löst man durch den Hebel *h* das Triebwerk aus, worauf der Drehschieber, die Öffnungen am Deckel öffnend, die angesammelten Dämpfe austreten läßt. Wenn das Petroleum um je einen halben Grad an Wärme zugenommen hat, findet eine neue Probung statt, bis eben der Entflammungspunkt erreicht ist.

Die Rückstände der Petroleumraffinerien und die schwerer flüchtigen Stoffe der Destillation des Rohpetroleums werden zu Paraffin, Schmierölen u. dgl. verarbeitet.

Die Petroleumlampen nützen im allgemeinen das Leuchtmaterial gut aus; selbst kleinere Lampen verzehren für eine Kerze Helligkeit und die Stunde berechnet nur 3·6 *g* Petroleum, und Lampen mittlerer Größe, bei 25 Kerzen Helligkeit für eine Kerze und die Stunde berechnet, sogar nur 2·8 *g* Petroleum, bei noch größeren Lampen von 50 bis 100 Kerzen Helligkeit sinkt der pro Kerze Helligkeit treffende Konsum noch weiter.

Die Leuchtkraft der Petroleumlampe nimmt während des Brennens allmählich durch Rußansatz, ferner dadurch, daß die leichter flüchtigen Bestandteile des Öles anfänglich reichlicher verbrennen und die schwerer flüchtigen in der Lampe sich ansammeln und endlich durch die Änderung der Saughöhe, welche ja mit dem Sinken des Petroleumspiegels in dem Bassin der Lampe immer bedeutender wird, ab. Nicht jede Petroleumsorte eignet sich für einen beliebigen Brenner und jede beliebige Lampe, sondern jede Sorte liefert nur mit einem bestimmten Brenner das Maximum der Leuchtkraft.

Unvollständige Verbrennungsprodukte treten bei der Petroleumbeleuchtung nur selten auf; immer aber dann, wenn die Flamme an der Grenze des Rußens angekommen ist oder wenn eine Lampe, was weit häufiger ist, mit zu kleiner Flamme gebrannt wird, auch bei Verunreinigungen des Petroleums. Manche Petroleumsorten enthalten, von dem Reinigungsprozeß herrührend, bedeutende Mengen von Schwefelsäure; solches Petroleum brennt trübe und entwickelt unangenehme Dämpfe. Zur Untersuchung schüttelt man Petroleum mit Wasser tüchtig durch, läßt das Wasser sich absenken und prüft es auf Schwefelsäure.

## Die Steinkohlengasbeleuchtung.

### a) Gasbereitung und Betrieb.

Aus einer Reihe von Stoffen, welche unmittelbar zur Beleuchtung nicht verwendbar sind, lassen sich durch Einwirkung der Wärme und unter Sauerstoffabschluß mittels trockener Destillation in Tönernen oder eisernen Retorten Gase abtrennen, welche mehr oder minder gut zu Leuchtzwecken, auch zu Heizzwecken verwendet werden.

Die Darstellung brennbarer Gase ist schon alt; ein deutscher Chemiker und Arzt Becher, welcher 1685 in London starb, hatte schon 1681 ein Patent auf die Gasbereitung genommen. „In Holland“, sagt Becher, „hat man Torf und in England Steinkohlen; beide taugen nicht viel zum Brande, weder im Zimmer noch zum Schmelzen; ich habe aber einen Weg gefunden, nicht allein beide Sorten zu guten Kohlen zu brennen, die nicht mehr rauchen und stinken, sondern mit den Flammen davon so stark zu schmelzen als mit dem Holze selbst und eine so große Extension der Feuerflammen zu bewirken,

daß ein Schuh solcher Köhlen zehn Schuh lange Flammen machen.“ Aber noch manche Zeit verging, ehe diese Erfindung zu Leuchtzwecken vollkommen nutzbar gemacht wurde; doch war mit Beginn unseres Jahrhunderts die Methode der Herstellung des Leuchtgases, ja selbst die Reinigung desselben bereits allbekannt, wie die Anleitung zur Untersuchung von Brennmaterialien von Lampadius in Freiburg beweist (1800). Mag man selbst die erste praktische Verwendung in größerem Umfange bereits 1786 Dundonald zuschreiben und mag auch um diese Zeit Pickel in Würzburg bereits sein Laboratorium mit einem aus Knochen gewonnenen Gase erleuchtet haben, so kann als der eigentliche Erfinder der praktischen Gasbeleuchtung nur Willam Murdoch genannt werden. Die erste umfassende Gasbeleuchtungsanlage dürfte von ihm schon um 1798 errichtet worden sein, im wesentlichen mit denselben Einrichtungen, welche in vervollkommnetem Zustand noch heutzutage im Gebrauch sind. Erst im Jahre 1828 wurde Leuchtgas in Deutschland zur Straßenbeleuchtung verwendet, nachdem England darin vorangegangen war.

Zur Destillation von Leuchtgas werden Steinkohlen, Torf, Braunkohlen, fette Öle, Harz, Teer, Pech, Schieferöl, Petroleum und Petroleumrückstände, Paraffin, Seifenwasser, Knochen verwendet; allgemeinere Verwendung im Großbetriebe hat freilich nur das Leuchtgas aus Steinkohlen gefunden.

Die Steinkohle liefert bei der trockenen Destillation 1. Leuchtgas, 2. teerige Produkte und Ammoniakwasser, 3. als Rückstand in der Retorte — Koks.

Die Erzeugung des Leuchtgases findet in drei aufeinander folgenden Operationen: der Destillation, der Kondensation und der Reinigung des Gases statt.

Die Destillation des rohen Leuchtgases geschieht in gußeisernen oder in tönernen Retorten (Fig. 91), deren Querschnitt meist die Form eines liegenden *D* hat. Auf die Retorte wird ein eisernes Mundstück geschraubt und vollständig verkittet; dasselbe befindet sich außerhalb der Feuerung und hat nach oben ein Abzugsrohr, auf welches ein gußeisernes Rohr (*B*) aufgesetzt ist, das zur Leitung des Gases in die erste für mehrere Retorten gemeinsame, aus einem horizontal liegenden Rohre bestehende, mit Wasser abgeschlossene Vorlage (Hydraulik, Trommel genannt) dient. Das Mundstück wird nach vollendeter Beschickung der Retorte durch einen Deckel luftdicht verschlossen.

In der ersten Vorlage werden nur wenige Teerbestandteile abgeschieden; viele kondensierbare Stoffe gelangen noch in ein System vertikal miteinander verbundener Röhren (*D*), die auf einem eisernen viereckigen Kasten (*K*) stehen. Hier werden sie so weit abgekühlt, daß das meiste Kondensierbare als Teer und Gaswasser sich niederschlägt, zumeist im Kasten sich ansammelt und dann durch bestimmte Leitungen in gut zementierte Zisternen gelangt. Da nach dem Durchgange durch den Röhrenkondensator die Dämpfe immer noch teerhaltig sind, läßt man sie zuerst durch sogenannte Skrubber und dann durch Reiniger streichen. Als Skrubber (*o*) bezeichnet man Kokskondensatoren, deren Koks durch Wasser fortwährend feucht erhalten wird, wodurch das durchströmende Gas eine Waschung erfährt und nicht nur von den letzten Teerresten, sondern auch von einem Teile des Schwefelwasserstoffes und des Schwefelammons und Ammoniaks befreit wird.

Das Gas wird aus den Kondensationsapparaten gegenwärtig nicht mehr unmittelbar in die Reinigungsapparate geleitet, sondern meistens in sogenannte Exhaustoren, die den Zweck haben, das Gas aus den Retorten abzusaugen, geführt. Aus den Exhaustoren tritt das Gas in den Reinigungsapparat ein. Es handelt sich hiebei um die Wegnahme von Kohlensäure, Ammoniak, Cyan, Schwefelcyan, Schwefelwasserstoff, schwefeliger Säure, geschwefelten Kohlenwasserstoffen u. s. w. Bei den neueren Methoden ist die Mischung des Reinigungsmittels so kombiniert, daß sie gegen alle in Betracht kommenden Verunreinigungen wirksam ist. Gegenwärtig ist fast überall die trockene Reinigung gebräuchlich.

Die trockenen Reiniger bestehen nahezu durchwegs aus zylindrischen oder länglich viereckigen geräumigen Gestellen (*M*), in welche mehrere Hürden aus Holz oder Eisen in Zwischenräumen von etwa einen Fuß übereinander eingesetzt sind. Auf diese Hürden wird die zum Reinigen dienende Substanz in Schichten von mehreren Zentimetern ausgebreitet. Das Gas strömt durch die Reinigungsmittel meist in der Richtung von unten nach oben.

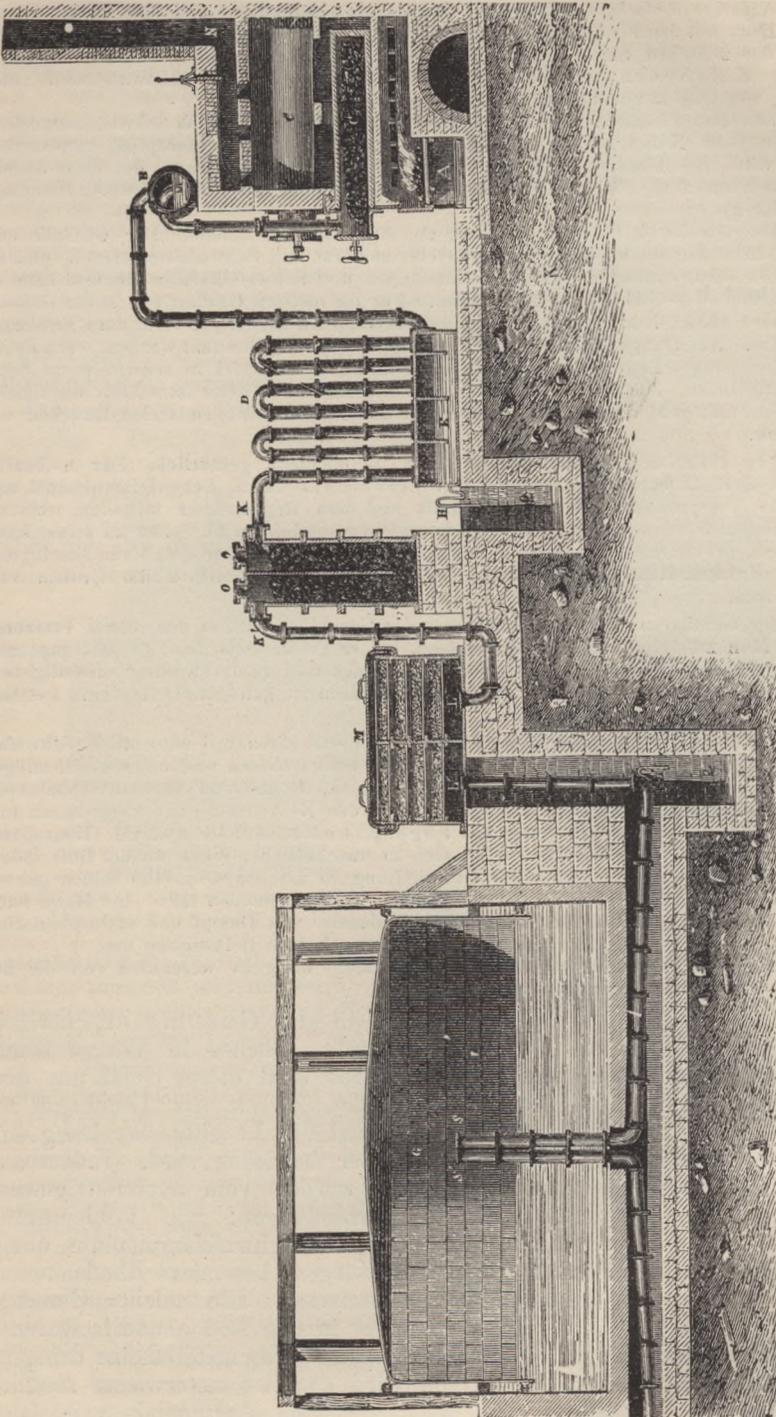


Fig. 91.

Wichtige Reinigungsmittel sind das Kalkhydrat und das Eisenoxyd. Die vielfach seit den Fünfzigerjahren eingeführte Lamingsche Masse stellt ein Gemenge beider, das zwischen Sägespänen verteilt ist, dar. (Eisenchlorid wird mit Kalkbrei gemischt.) Kalkhydrat absorbiert kräftig Kohlensäure und Schwefelwasserstoff unter Bildung von  $\text{CO}_2\text{Ca}$  und Schwefelkalkzium.

Von dem Eisensalz wird Schwefelwasserstoff absorbiert. Auch Schwefelammonium bleibt in dem Kalke zurück. Mehr als die Hälfte des zur Absorption verwendeten Kalkes wird zu kohlenurem Kalke, ein Viertel zu Schwefelkalkzium, der Rest besteht aus unverändertem Kalk, Cyanverbindungen, Rhodankalkzium, Schwefelammonium (Schilling).

Der Gaskalk führte sehr häufig zu sanitären Mißständen. Der Gaskalk entwickelt beim Lagern an der Luft Schwefelammonium und Schwefelwasserstoff, gibt an Wasser lösliche, stinkende Schwefelverbindungen und Schwefelkalkzium ab und kann so zu Übelständen bedenklicher Art führen. Für die meisten Gasfabriken ist der Gaskalk eine wahre Last. Nur eine geringe Menge davon wird in der Gerberei zum Enthaaren verwendet. Als Düngemittel kann der Gaskalk erst dann gebraucht werden, wenn durch hinlänglich langes Lagern an der Luft sein sämtlicher Schwefel in schwefelsaure Salze umgewandelt ist. Die Abfuhr des Gaskalkes in fließende Wasser ist sanitär unzulässig. Die Fischzucht geht dadurch zu Grunde und das Wasser wird zu vielen Zwecken unbrauchbar.

Das einfache Lagern in freier Luft ist ebenfalls gefährlich. Der in Haufen lagernde Gaskalk entwickelt fort und fort Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium und riechende Teerprodukte, die sich der Luft und dem Regenwasser mitteilen, wodurch die Atmosphäre verpestet und das Grundwasser verunreinigt wird. Selbst zu seiner kurzdauernden, provisorischen Lagerung in der Gasfabrik bis zu seiner definitiven Beseitigung müssen demnach stets völlig gedeckte und sehr gut zementierte dichte Gruben vorhanden sein.

Zur definitiven Unschädlichmachung des Gaskalkes werden mancherlei Verfahren geübt. Man kalzinert ihn in Flammenöfen, bis er größtenteils in Gips übergegangen ist; man behandelt ihn mit kalzinierter Soda und stellt hiedurch unterschwefligsaure Alkalisalze dar und man versetzt ihn mit Eisensalzen in genügender Menge. Letztere Methode hat sich besonders bewährt.

Bei der Lamingschen Masse wird durch das Eisenoxyd namentlich Schwefelwasserstoff kräftig unter Bildung von anderthalb Schwefeleisen und unter gleichzeitiger Ausscheidung von Schwefel absorbiert. Ammoniak, Cyan- und Rhodanverbindungen bleiben gleichfalls zurück. Neuerdings hat man den Kalkzusatz ganz weggelassen und man verwendet nur eine Mischung von Sägespänen und Eisenoxyd (Eisenspane, Rasenerz). Dieses Gemenge regeneriert sich in unschädlicher Weise an der Luft, indem das Schwefeleisen an der Luft unter Umwandlung in Eisenoxyd nahezu seinen ganzen Schwefelgehalt abscheidet und nun sofort sich wieder verwenden läßt. Die Masse kann auch in den Reinigungskasten selbst durch Einlassen von Dampf und atmosphärischer Luft regeneriert werden (Grah n) und schließt sonach jede Belästigung aus.

Die Wahl der Reinigungsart des Gases hängt übrigens wesentlich von der Zusammensetzung des Leuchtgases ab.

Das gereinigte Gas gelangt in den Gasometer, der ein zylindrisches Gefäß von Eisenblech darstellt, welches in Wasser taucht (siehe Fig. 91). Durch der einströmende Gas wird dieses Gefäß aus dem Wasser gehoben. Das Gasometer hat den Zweck, das Leuchtgas für den Abendkonsum aufzubewahren, während die Leuchtgasbereitung eine kontinuierliche ist und auch den Tag über betrieben wird. Indem nun das Gas über Wasser abgesperrt bleibt, werden vom letzteren gewisse Stoffe noch absorbiert. Ammoniakverbindungen, wie kohlenures, schwefelsaures Ammoniak, Chlorammonium, Schwefelammonium unterschwefligsaures Ammoniak, Cyanverbindungen, besonders Rhodan ammonium, sind in dem Gasometerwasser vertreten. Ein solches Gemenge kann natürlich schädlich wirken, wenn es in den Boden und in Brunnen gelangt, weshalb eine gute Zementierung des Gasometerbassins dringend gefordert werden muß. Im übrigen wird das Gasometerwasser ziemlich allgemein zur Darstellung von schwefelsaurem Ammoniak verwendet,

indem man es unter Zusatz von Kalkmilch abdestilliert. Im Rückstande bleiben die schädlichen Substanzen, Schwefel- und Rhodanverbindungen und Karbolsäure.

Die Darstellung von Leuchtgas aus anderen Materialien ist wenig verschieden von der Herstellung des Steinkohlengases, weshalb hier nicht näher auf andere Betriebe eingegangen wird. Nur möge erwähnt sein, daß die aus Harz, Rohpetroleum oder fetten Ölen (Rapsöl, Oliven- und Mohnöl, Leinöl, Hanföl) hergestellten Gasarten an sich reiner sind als Steinkohlengas, nur geringe Mengen von Kohlensäure- und Schwefelwasserstoff enthalten, weshalb man die künstliche Reinigung ganz unterlassen kann. Da diese Gassorten auch eine höhere Leuchtkraft besitzen als Steinkohlengas, so kann man namentlich die Gasometeranlage viel kleiner wählen. Im ganzen eignen sich die Anlagen mehr für den Kleinbetrieb.

Aus dem Gasometer wird das Leuchtgas durch Röhren, die im Boden gelagert sind, den Verbrauchsorten zugeführt. Es ist von großer Wichtigkeit, auch im Interesse der Gasproduktion selbst, daß diese Leitung dicht hergestellt werde. In der Regel verwendet man schmied- oder gußeiserne Röhren, welche an den Flanschen mit Blei gedichtet werden. Trotzdem dringt fortwährend eine gewisse Menge von

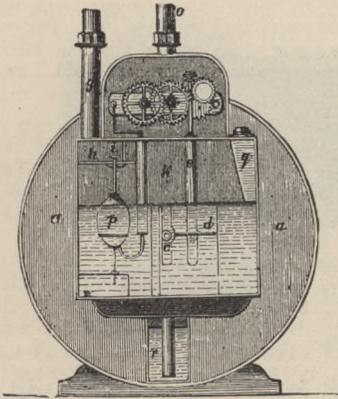


Fig. 92.

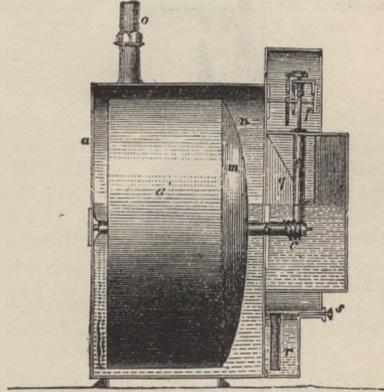


Fig. 93.

Leuchtgas in den Boden ein, da ein absolut gasdichter Verschluß kaum erreicht werden kann. Man rechnet mindestens 5%, in sehr ungünstigen Fällen sogar 20% der ganzen Jahresproduktion als Verlust durch undichte Leitung.

Zinkröhren eignen sich zur Gasleitung nicht, weil sich Zinkoxyd bildet und dieses durch das ammoniakalische Gas aufgelöst und so die Zinkröhre durchlöchert wird. Zinnröhren sind kostspielig, in kupfernen setzt sich Azetylen an, welches beim Erwärmen und beim Stoße explodiert. Bleiröhren werden nicht selten, wenn sie im Kalkverputze oder in der Mauer liegen, durch Eintreiben von Nägeln beschädigt. Auch ist es schon vorgekommen, daß Bleiröhren, die unter den Fußboden gelegt waren, von Ratten und von Wespen (Holzwespen) durchbissen wurden. Kautschukröhren sind schon, solange sie noch neu sind, mehr oder weniger undicht; mit der Zeit werden sie aber hart, brüchig und sind dann in hohem Grade durchlässig.

Auch innerhalb eines Hauses findet stets ein Austreten von Leuchtgas statt, denn gerade innerhalb der Wohnräume geben die zahlreichen Hähne, Lötstellen, Verbindungsstellen ausreichend Gelegenheit hiezu und bedarf es nicht einmal einer gewöhnlichen Undichtigkeit. Man kann etwa 3—4% des Gesamtconsums des Konsumenten als Verlust im Hause rechnen. Wieviel verloren wird, läßt sich leicht

bestimmen, wenn man beim Schlusse aller Hähne in dem Hause die Weiterbewegung der Gasuhr beobachtet.

Gemessen wird die gelieferte Gasmenge durch Gasuhren, deren es zweierlei, nasse und trockene, gibt. Letztere bestehen aus den aus Leder gefertigten Blasbälgen, die sich abwechselnd füllen und entleeren und deren Bewegung auf ein Zählwerk übertragen wird. Wegen der mannigfachen anderweitigen Verwendung, welche die nassen Gasuhren auch für andere Messungen gefunden haben, mögen dieselben hier näher beschrieben sein.

Eine Gasuhr von der gegenwärtig allgemein üblichen Konstruktion ist in den Figuren 92, 93, 94, 95 abgebildet. Sie besteht aus einem zylindrischen Gehäuse aus Weißblech oder aus Gußeisen, in welchem sich eine auf einer Welle befestigte vierkammerige Trommel, die bis über die Hälfte im Wasser liegt, unter dem Drucke des Gases und dem durch denselben zu gleicher Zeit bedingten ungleichen Wasserstande der Gas aufnehmenden und Gas abgebenden Trommelabteilungen sich wie ein Tretrad dreht, während die Achse der Trommel eine Zählvorrichtung in Bewegung setzt, um die Zahl der Trommelumgänge, somit das durchgegangene Gas, nach Kubikmetern zu messen. Fig. 92 zeigt den Apparat, die Deckplatte weggedacht, welche den vorderen Teil, der

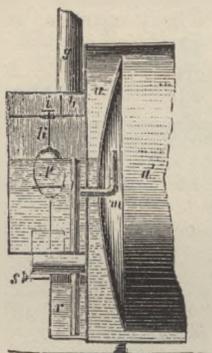


Fig. 94.

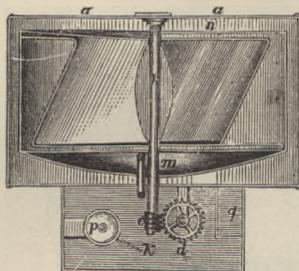


Fig. 95.

zur Aufnahme der Reguliervorrichtungen bestimmt ist, verschließt. Fig. 93 zeigt den Apparat in der einen Seitenansicht. Fig. 94 in der anderen. Fig. 95 gibt einen horizontalen, über die Trommellage angenommenen Durchschnitt: *a* ist das Gehäuse, *a'* die Trommel, *b* die Trommellachse, auf welcher die endlose Schraube *c* befestigt ist, die in das Rad *d* eingreift und die Anzahl der Trommelumdrehungen durch die Welle *e* auf das Uhrwerk *f* überträgt. Durch *g* tritt das Gas in den Kasten *h*, gelangt durch das Ventil *i* in den Raum *k*, durch das gebogene Rohr *l* in den vorderen Raum *m* der Trommel (Vorkammer) und aus dieser in die einzelnen Trommelabteilungen. Aus den letzteren gelangt das Gas in den Raum *n*, in welchem es sich ansammelt, und geht durch das Rohr *o* in die Privatröhrenleitung über. *i* ist das Schwimmventil, *p* der Schwimmer, *q* das Wasserfüllrohr, *r* der Wasserkasten für überflüssiges Wasser und *s* die Schraube zum Ablassen desselben. Wird nun der Haupthahn einer Privatröhrenleitung geöffnet, so strömt das Gas in die Gasuhr; ist der Brennhahn geschlossen, so bleibt die Trommel ruhig liegen, sobald aber Gas konsumiert wird, rotiert die Trommel und das Uhrwerk registriert das durch die Uhr gegangene Gas. Das Uhrwerk hat eine dezimale Übersetzung in der Art, daß das erste Zifferblatt je 1, das zweite je 10, das dritte je 100 u. s. w. Volumeneinheiten Gas registriert und mithin nur die durch die Zeiger bezeichneten Zahlen hintereinander auszusprechen sind, um das Gesamtquantum des durch die Gasuhr geströmten Gases auszudrücken. Um den Übelständen der Schwankung des Wasserstandes zu begegnen, kann man als Sperrflüssigkeit auch Glycerin anwenden. Dadurch wird auch das Einfrieren vermieden; doch ist die Glycerinfüllung teuer. Die Gasuhr muß der Zahl der Flammen angepaßt sein, welche sie versorgen soll; in der Regel geht man über 100 bis 120 Trommelumdrehungen für die Stunde nicht hinaus.

Von einer guten Steinkohlengasversorgung kann man verlangen, daß das Gas genügende Leuchtkraft hat; da aber letztere,

wie alsbald auseinandergesetzt werden wird, von der Art des Brenners abhängig ist, so wird man des Näheren die Forderung geltend machen können, es solle das Gas bei einem Stundenkonsum von 150 l in einem Argandbrenner 17 Kerzen und in einem offenen Brenner 13·5 Kerzen Helligkeit (deutsche Normkerzen) besitzen. Ferner kann man nach dem heutigen Stande der Technik verlangen, daß das Gas frei von Schwefelwasserstoff und Ammoniak sei und anderweitige Schwefelverbindungen nur in Spuren vorhanden seien; endlich muß in den Leitungen jederzeit genügend Druck vorhanden sein, damit die Gasentnahme nicht gehindert werde. In den Hauptleitungen ist ein Druck von 16 mm Wasser ausreichend (Schilling).

#### b) Die Eigenschaften der Leucht- und Heizgase.

Die Menge und Qualität der einzelnen Produkte der Leuchtgasbereitung, wie Gas, Teer und Koks, ist von der Art der Kohle, von der angewendeten Temperatur (in der Retorte), von der Dauer der Erhitzung, dem Drucke in der Retorte und der Chargengröße, d. h. der Größe der Beschickung der Retorte abhängig.

Im Durchschnitt liefern 100 kg Kohle (aschefrei berechnet) an Gas:

Zwickauer Kohlen . . . . .	36 m <sup>3</sup>
Böhmische Kohlen . . . . .	45 "
Bogheadkohlen . . . . .	60 "

Das Leuchtgas hat im Mittel ein spezifisches Gewicht von 0·4, jenes der Luft = 1 gesetzt; 1 m<sup>3</sup> wiegt also etwa 0·5 kg. Dem Gewichte nach berechnet, erhält man zwischen 18 und 30% der Kohle an Gas. Die Koksausbeute beträgt zwischen 50 und 86% der angewendeten Kohle. Koks und Leuchtgas zusammengenommen überwiegen also weitaus die Ausbeute an Teer.

Im Leuchtgase hat man zu unterscheiden:

1. Leuchtende Verbindungen; hierzu gehören als Gase: Elayl C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>, Propylen C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>, Butylen C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>, Azetylen C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> und als Dämpfe: Benzin C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, Toluol C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>, Xylol C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>, Cumol C<sub>9</sub>H<sub>12</sub>, Propyl C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>, Butyl C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>, Naphthalin C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>.

2. Nichtleuchtende, aber wärmeliefernde Verbindungen: Kohlenoxyd, Wasserstoff, Grubengas.

3. Verunreinigungen: Sauerstoff, Wasserdampf, Stickstoff, Ammoniak, Cyan, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, Rhodanverbindungen.

Die aus anderen Materialien hergestellten Leuchtgassorten sind gleichfalls von ähnlicher Zusammensetzung wie das Steinkohlengas und enthalten alle in dem Kohlenoxydgas ein äußerst gefährliches Gift. Um die Giftigkeit der Leuchtgassorten zu charakterisieren, sei der Gehalt an Kohlenoxyd mitgeteilt, welchem noch die Menge der wichtigeren Stoffe der Leuchtgase (für 100 Teile) beigefügt wurde (siehe auch oben bei Gasheizung):

	Schwere Kohlenwasserstoffe	Leichte Kohlenwasserstoffe	Kohlenoxyd	Wasserstoff
Holzgas (gereinigt)	10·57	33·76	37·6	18·0
Torfgas	9·5	42·6	20·3	27·5
Steinkohlengas	3·5	36·2	9·1	50·2
Petroleumgas	27·2	41·3	17·5	13·3
Schieferölgas	25·3	64·8	6·6	3·0

Das Holzgas ist also nach obigen Analysen gefährlicher als das Schieferölgas und gefährlicher als Steinkohlengas u. s. w. In neuerer

Zeit wird ein Gasgemisch vielfach benützt, welches wegen seiner Billigkeit ein gefährlicher Konkurrent des Steinkohlengases werden muß, es ist dies das Wassergas. Läßt man Wasserdämpfe durch eiserne oder tönernen Retorten strömen, die mit gut glühender Holzkohle oder glühendem Koks gefüllt sind, so findet bei richtiger Einhaltung der geeigneten Temperatur die Zerlegung etwa nach der Gleichung statt:



Das Gas sollte also die Hälfte an Kohlenoxyd enthalten, doch sind in der Regel noch Kohlensäure und Sumpfgas beigemischt, so daß manchmal nur ein Gemenge von etwas über 30% Kohlenoxyd resultiert. Durch Beimengen von Eisenoxyd zur Kohle ließe sich der Kohlenoxyd Gehalt vermindern. Dieses Gas leuchtet nicht, doch gibt es starke Hitze und kann zur Lichterzeugung für ein Auerlicht verwendet werden oder bei anderen Brennern, indem man dem Gase Leuchtkraft erzeugende Dämpfe beimengt (karburiertes Gas) oder das Wassergas noch über Steinkohlen, welche der trockenen Destillation unterworfen werden, streichen läßt (Hydrokarbonprozeß).

Die Gefährlichkeit der verschiedenen Leuchtgassorten wird durch den penetranten Geruch dieser Gase, der uns meist rechtzeitig warnt, vermindert. So z. B. werden bei Ausströmungen von Leuchtgas bereits Mengen von 0.01 bis 0.02% durch den Geruch erkannt (Bunte), (Palladiumchlorür zeigt erst 0.05% Leuchtgasbeimengung an = 0.004% Kohlenoxyd). Da die Grenze der Schädlichkeit erst bei 0.05% Kohlenoxyd liegt, so wird eine gesundheitsschädliche Beimengung von Steinkohlengas zu Luft dem Geruchsorgan nicht entgehen können.

Anders liegen freilich die Verhältnisse, wenn ein Leuchtgasröhrenbruch im Boden stattgefunden hat, weil dann das durch den Boden strömende Gas den Geruch verliert; das Leuchtgas wird also dann viel gefährlicher. Ebenso verhält es sich natürlich mit Gassorten, welche durch keinen spezifischen und sehr prägnanten Geruch gekennzeichnet sind, wie bei dem Wassergase; man muß letzterem, um wenigstens einen Teil der Gefahren zu vermindern, stark riechende Stoffe, z. B. Mercaptan, künstlich beimengen.

Bei Gasrohrbrüchen pflegt das ausströmende Gas in der Regel den benachbarten Häusern zuzuströmen, und zwar dringt es in mannigfachster Weise in die Wohnräume ein (Pettenkofer). Die Häuser wirken durch die in ihnen eingeschlossene warme Luft ansaugend auf die Bodenluft, welche letztere in das Wohnhaus hereingedrückt wird, wie sich experimentell zeigen läßt (Sudakoff). Besonders in den Wintermonaten pflegen die Leuchtgasrohrbrüche gefährlicher zu sein als im Sommer, weil die ansaugende Wirkung des geheizten Hauses im Winter viel kräftiger ist, die Ventilation in den Wohnräumen bei den geschlossenen Fenstern gering und das Entweichen von Leuchtgas durch den während dieser Zeit von Wasser vollkommen durchtränkten und vereisten Straßenboden oft geradezu unmöglich wird. Das Gefrieren eines mit Luft gefüllten Bodens hindert, wie schon früher hervorgehoben wurde, den Durchtritt von Gasen nicht.

Die Kohlenoxydvergiftungen machen in Preußen 23—28%, in Berlin 36% aller Vergiftungen aus; von 100 Todesfällen durch Vergiftung kommen 50—60% auf Kohlenoxydvergiftungen. Doch ist nicht

nur das Leuchtgas, sondern in hervorragendem Maße die Rauchvergiftung an diesen hohlen Zahlen beteiligt.

Die ausgedehnte Anwendung des Wassergases in Amerika führt dort häufige Kohlenoxydvergiftungen herbei.

Der Nachweis des Kohlenoxyds. Die Prüfung des Leuchtgases auf seinen Gehalt an Kohlenoxyd läßt sich in exakter Weise nach der (siehe unter Luft) bereits früher mitgeteilten Methode mit Hilfe der Buneschen Gasbürette durchführen. Auch durch Verbrennen des Kohlenoxyds mittels Palladium und nachheriger Bestimmung der erzeugten Kohlensäure läßt sich der Kohlenoxydgehalt erfahren. Ist zu gleicher Zeit neben Kohlenoxyd auch Wasserstoff vorhanden, so verbrennt dieser zu Wasser. Zur Bestimmung von Kohlenoxydmengen, welche unter 0·2 bis 0·3 Volumprozenten liegen, genügt diese Methode aber nicht mehr; die Schädlichkeitsgrenze des Kohlenoxyds liegt bei etwa 0·05 Volumprozent.

Zum qualitativen Nachweis kleinster Mengen von Kohlenoxyd verwendet man eine Palladiumchlorürlösung (100  $\text{cm}^3$  Wasser: 0·2 g Pd  $\text{Cl}_2$ ), mit welcher man feines Filtrierpapier tränkt. Die zu untersuchende Luft wird in eine Flasche gebracht (10 l); am einfachsten geschieht dies durch Entleerung einer mit Wasser gefüllten Flasche in dem zu untersuchenden Raume; das ausfließende Wasser wird alsdann durch die Luft ersetzt. Auch kann man mittels Glasröhren die Untersuchungsluft in größerer Menge durch eine Flasche leiten, bis die vorher in derselben vorhandene Luft ganz verdrängt ist. Alsdann wird mittels eines Platindrahtes ein Palladiumchlorürreagenspapier in die Flasche gehängt und wohlverschlossen stehen gelassen. Bei nur 0·1‰ erhält man nach 2—4 Stunden, bei 0·05‰ in 12—24 Stunden die Reaktion, indem ein schwarzes, glänzendes Häutchen das Palladiumpapier überzieht (Fodor). Die zu untersuchende Luft darf neben CO kein Ammoniak und keinen Schwefelwasserstoff und keine Kohlenwasserstoffe enthalten. Die Zersetzung von Palladiumchlorür durch Kohlenoxyd soll nach folgender Gleichung vor sich gehen.



Es scheidet sich unter Bildung von Kohlensäure metallisches Palladium ab; um Ammoniak und Schwefelwasserstoff zu absorbieren, müssen Gase, welche diese Verbindungen enthalten, erst durch verdünnte Schwefelsäure und Bleizuckerlösung geleitet werden. Die Palladiumreaktion gestattet Beimengungen des Leuchtgases von 0·05‰ zu Luft zu erkennen. Noch scharfer ist die Prüfung durch den Geruchssinn, welcher Beimengungen von 0·01 bis 0·02‰ Leuchtgas noch wahrnimmt.

Das Kohlenoxyd verbindet sich auch mit dem Hämoglobin zu Kohlenoxyd-Hämoglobin, eine ziemlich resistente und durch ihr Verhalten charakteristische Verbindung. Das Kohlenoxyd zersetzt unter Austreibung von Sauerstoff das Oxyhämoglobin und wird dadurch tödlich, weil dem Blute die Fähigkeit, die Zellen mit Sauerstoff zu versorgen, entzogen wird. Kohlenoxydblut hat eine von dem mit Sauerstoff gesättigten Blute abweichende Farbe, indem es kirschrot erscheint; es fault weniger leicht als normales Blut und ändert beim Stehen nicht seine Farbe, wie sauerstoffhaltiges Blut, dessen Oxyhämoglobin unter Sauerstoffzehrung in (venöses, reduziertes) Hämoglobin umgewandelt wird. Das in den Körperhöhlen und den Gefäßen durch Kohlenoxyd vergifteter Tiere wie Menschen befindliche Blut ist daher (bei voller Sättigung durch Kohlenoxyd) hellrot.

Bringt man Kohlenoxydblut mit Natronlauge auf einer weißen Porzellantafel zusammen, so bleibt es mennigerot, während normales Blut grünbraun sich färbt. In gleicher Weise erhält es sich karminrot, wenn man einen Tropfen eines Gemisches von Natronlauge und Chlorkalzium zusetzt, normales Blut aber zersetzt sich und wird braun (Hoppe-Seyler). Diese Reaktionen sind im allgemeinen dort anzuwenden, wo die Blutproben verhältnismäßig viel Kohlenoxyd enthalten. Gute Resultate gibt die Probe von Welzel durch Fällung mit 1‰ Tanninlösung. Man setzt das dreifache Volumen der zu prüfenden Blutprobe zu. Das Kohlenoxydblut bleibt bräunlichrot.

Desgleichen ist die Probe mit Ferrocyankalium mit Vorteil anzuwenden. Man setzt zu 10  $\text{cm}^3$  Blut 5  $\text{cm}^3$  einer 20‰ Ferrocyankaliumlösung mit 1  $\text{cm}^3$  Essigsäure.

Auch Bleiessig kann als Reagens auf Kohlenoxydblut verwendet werden. Der Kohlenoxydblutniederschlag hält sich lange rot, während gewöhnliches Blut zersetzt wird (Rubner).

Das Kohlenoxydblut ist in seinem spektralanalytischen Verhalten von anderweitigen Verbindungen des Blutfarbstoffes gut unterschieden. Zwar sind die beiden starken Absorptionsstreifen, welche ein Spektrum führt, in ihrer Lage fast

identisch mit dem Streifen des sauerstoffhaltigen Hämoglobins, aber letzterem läßt sich leicht durch reduzierende Mittel der Sauerstoff entziehen, z. B. durch (die Stokesche Mixtur, weinsaures Eisenoxydulammoniak), während die Streifen des Kohlenoxydblutes dadurch nicht verändert werden. Allein, wenn es sich um Blutproben handelt, welche nur zum Teile mit Kohlenoxyd gesättigt sind, dann kann das nach der Reduktion auftretende breite Absorptionsband des Hämoglobins die Wahrnehmung der unveränderten Streifen des Kohlenoxydhämoglobins erschweren und unmöglich machen. Die Schwierigkeiten sind geringer, wenn man das Blut stark verdünnt anwendet, weil alsdann das Hämoglobinband viel eher verschwindet als die dunklen Bänder des Kohlenoxydhämoglobins (Vogels Probe). Mengen von 0.25% Kohlenoxyd sind sicher nachzuweisen, aber die Probe genügt nicht, die Schädlichkeitsgrenze des ersteren aufzufinden.

Kombiniert man den Nachweis mittels Palladiumchlorür mit der Absorptionskraft des Hämoglobins, so gewinnt man eine sehr empfindliche Methode für den Nachweis von Kohlenoxyd (Fodor). 20 l der zu untersuchenden Luft werden in einer Flasche 15—20 Minuten mit vierfach verdünntem Blute gut durchgeschüttelt. Das Blut nimmt bis auf einen sehr kleinen, unterhalb der Dissoziationsgrenze liegenden Rest alles Kohlenoxyd auf. Von der zur Verwendung gekommenen gemessenen Blutmenge wird (ohne nachzuspülen) ein bestimmter Teil in ein Kölbchen mit doppelter Durchbohrung gebracht.

Mit dem Kölbchen verbindet man ein kleines Absorptionsgefäß das mit verdünnter Schwefelsäure zur Absorption von Ammoniak gefüllt ist. An dieses schließt sich ein mit Bleizuckerlösung gefülltes Gefäß zur Schwefelwasserstoffabsorption und endlich ein Liebig'scher Kugelapparat mit einer Lösung von  $\text{PdCl}_2$  an. Durch den Apparat wird alsdann mittels eines Aspirators sehr langsam und 3—4 Stunden lang Luft geleitet, welche natürlich kohlenoxydfrei in den Kolben treten muß, welcher das Kohlenoxydblut enthält. Erhitzt man dann im Wasserbade zur Koagulation des Blutes, so wird Kohlenoxyd frei, welches, die Apparate durchsetzend, in der Palladiumlösung Palladium ausscheidet. Nach Beendigung des Versuches wird das letztere auf einem Filter gesammelt, ausgewaschen, in heißem Königswasser gelöst, eingetrocknet und wieder in schwacher Salzsäure gelöst.

Den Gehalt dieser Lösung an Palladium bestimmt man dann mittels Titrierung durch eine Jodkaliumlösung (1.486 JK : 1 l); man erwärmt die Lösung  $\text{PdCl}_2$  im Wasserbade, läßt Jodkalium zufließen, solange die braune Wolke von Palladiumjodid sich erkennen läßt. Alsdann läßt man noch weiter Jodkali zu, bis eine durch ein kleines Filterchen filtrierte Probe durch Jodkalium sich nicht mehr trübt. Für je 1  $\text{cm}^3$  der Jodkaliumlösung hat man 0.1  $\text{cm}^3$  Kohlenoxyd zu rechnen. Da man nicht die Gesamtmenge des zur Absorption benützten Blutes zur Kohlenoxydbestimmung verwendet, so ist auch der verwendete Bruchteil auf die Gesamtmenge unzurechnen.

Eine zweite Gefahr aller Leuchtgassorten besteht in der Möglichkeit von Explosionen; zwar ist das Steinkohlengas, wie die anderen Gassorten, von denen weiters abgesehen werden mag, an sich nicht explosibel, aber es erhält diese Eigenschaft, sobald sich beim Ausströmen ein Gemenge von atmosphärischer Luft mit mindestens 6—7% und nicht über 29% Leuchtgas hergestellt hat. Am heftigsten explodieren Gemenge mit 15—20% Leuchtgas. Eine Explosionsgefahr muß sich also überall schon durch den penetrantesten Gasgeruch verraten und der Kohlenoxydgehalt eines solchen Gemisches ist tödlich. Auch bezüglich der Aufdeckung einer Explosionsgefahr steht es bei dem Wassergase schlecht, weil es durch den Geruch nicht so leicht erkannt werden kann wie Steinkohlengas.

Das Leuchtgas soll möglichst frei sein von Ammoniak und ein befeuchtetes Kurkumapapier nicht bräunen. Gutes Steinkohlengas wird selten mehr als 0.15 g Ammoniak im Kubikmeter enthalten und läßt sich ein derartiger niedriger Gehalt an Ammoniak leicht erreichen. Schwefelwasserstoff soll in dem Leuchtgase ganz fehlen und ein mit Bleizucker getränktes Filtrierpapier darf sich im Gasstrom nicht bräunen; durch Eisenreinigung ist auch dieser Forderung leicht zu genügen. In England wird auch der Gehalt des Leuchtgases an Schwefelkohlenstoff beschränkt; der letztere kann durch Erzeugung schwefliger

Säure schädlich wirken. Ein Gehalt des Gases an Kohlensäure ist nicht gesundheitsschädlich, setzt aber die Leuchtkraft des Gases herab. Ein reichlicher Gehalt des Gases an Sauerstoff weist auf Undichtigkeit in den Röhren hin und rührt nicht von der Darstellung des Gases her.

Das Steinkohlengas bildet bei der Verbrennung Schwefelsäure, auch schweflige Säure, Untersalpetersäure, welche mit Feuchtigkeit zu salpetriger Säure und Salpetersäure sich umsetzt, außerdem namentlich noch Wasserdampf, Kohlensäure und Ammoniak. Das an kalten Orten, z. B. an den Fenstern, sich kondensierende Wasser reagiert stark sauer und erklärt sich hieraus die vielfach beobachtete zerstörende Wirkung, welche das Brennen von Leuchtgas auf Pflanzen, Möbelstoffe, Vorhänge und Farben ausübt.

Literatur: Eisenlohr und Fermi, Die Zersetzungsprodukte des Chloroforms bei Chloroformierung in mit Flammen erleuchteten Räumen. Arch. f. Hyg. Bd. 13, 91, 269. — Gruber M. Über den Nachweis und die Giftigkeit des Kohlenoxyds und sein Vorkommen in Wohnräumen. Ibid. Bd. 1, 83, 145. — Schiller Heinr., Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung des Wassergases auf den tierischen Organismus. Zeitsch. f. Hyg. Bd. IV, 440.

### c) Die Arten der Beleuchtung.

Die Leuchtkraft einer leuchtenden Gasflamme entspringt dem glühenden Kohlenstoffe. Der Hauptsache nach stammt derselbe aus der Zersetzung der schweren Kohlenwasserstoffe Äthylen und Benzol, welche zusammen noch nicht 5% des Leuchtgases ausmachen (Bunte). Aus 1 l Gas werden aus diesen Verbindungen nur 5.4 mg Kohlenstoff abgeschieden. Das Leuchten einer selbst 20kerzigen Flamme wird demnach nur durch Bruchteile eines Milligramms Kohlenstoff hervorgerufen.

Die Leuchtkraft des brennenden Gases hängt von der Zusammensetzung, d. h. dem richtigen Gehalte an leuchtenden Dämpfen und Gasen, ab, aber auch ebensowohl von der richtigen Auswahl des Brenners; man kann nicht mit jedem Brenner beliebige Gasmengen verbrennen, und jede Brennersorte hat wieder ihre Minimalgrenze, unter welche man mit dem Gaskonsum nicht herabgehen kann, wenn die Verbrennungsart noch rationell bleiben soll. Allgemeine Regel bleibt, das Gas mit dem kleinstmöglichen Drucke, der angewendet werden kann, zu verbrennen, d. h. die Brenneröffnungen tunlichst weit zu nehmen.

Für die freibrennenden Flammen kann man dieser Forderung nur ungenügend nachkommen, weil solche Flammen, wenn das Gas unter zu schwachem Drucke ausströmt, schlotterig werden und selbst durch einen leichten Luftzug erlöschen. Der Druck muß also immer so groß sein, daß die Flamme genügende Straffheit besitzt.

An Brennern sind sehr verschiedene Sorten im Gebrauche. Die Einlochbrenner — die man am einfachsten durch Einbohren feiner Löcher in einer Gasröhre herstellt — werden eigentlich nur zu Illuminationszwecken verwendet, weshalb von ihnen abgesehen sein mag. Sehr ausgedehnte Verwendung finden dagegen noch die Schnittbrenner aus Speckstein, als Fledermaus-, Schmetterling- oder Straßenbrenner bezeichnet (siehe Fig. 96 und 97) oder die Zweilochbrenner (siehe Fig. 98). Man benützt für sie Gasmengen von 150 bis 250 l für die Stunde. Im Durchschnitt liefert 1 m<sup>3</sup> Leuchtgas dabei für die Stunde 90 Normalkerzen Helligkeit; kleine Flammen unter 90—100 l nur etwa 60 Normalkerzen. Letztere sind also unrationell. Die Flammen sollen keine Zacken aufweisen und ohne Geräusch brennen. Das Licht ist meist unruhig, flackernd, liefert Ruß und unvollständige Verbrennungsprodukte, eignet sich nur für untergeordnete Beleuchtungszwecke.

Der Argandbrenner besteht aus einem Specksteinkranze von 20 bis 40 feinen Löchern, ein Glaszylinder schützt die Flammen. Er gestattet, Leuchtgas bei sehr niedrigem Drucke zu verbrennen. Das Licht ist ruhig, die Verbrennungsprodukte dadurch vollkommener.

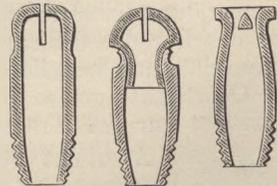


Fig. 96. Fig. 97. Fig. 98.

Die verwendeten Gasmengen betragen zwischen 120 und 280 l für die Stunde, wobei man, für den Kubikmeter Leuchtgas und die Stunde gerechnet, 100 Normalkerzen und darüber erhalten kann. Der Brenner eignet sich für Wohnräume und ganz allgemein für Zwecke, bei welchen Ruhe des Lichtes notwendig erscheint, ist aber durch andere Beleuchtungseinrichtungen überholt.

Eine im Prinzip wesentliche Verbesserung war der Siemensbrenner, bei welchem die bei der Beleuchtung erzeugte überschüssige Wärme selbst zur Vorwärmung des Leuchtgases und zur Vorwärmung der zur Verbrennung notwendigen Luft verwendet und damit ein erhöhter Leuchteffekt gewonnen wurde.

Auf ähnlichem Prinzip, d. h. auf der Nutzbarmachung der Verbrennungswärme zur Vorwärmung des Gases und der Verbrennungsluft, sind in neuerer Zeit vielerlei Lampen konstruiert worden (Wenhamlampe [invertierter Brenner] u. dgl.). Sie werfen das Licht direkt abwärts.

In neuester Zeit hat die Anwendung des Auerlichtes die sonstige Benützung von Gas sehr zurückgedrängt, nicht nur zur Wohnungs-, auch zur Straßenbeleuchtung wird dasselbe verwendet.

Die wesentlichen Teile einer solchen sind der Glühstrumpf und der Brenner.

Der Glühstrumpf enthält die Oxyde seltener Erden; Cerit, Thorit, Monazit, welche in Norwegen vorkommen, wurden verwendet, späterhin hat man dieselben Mineralien reichlichst auf den Goldfeldern von Brasilien, Australien, Nordamerika und am Ural gefunden. Die wesentlich bedeutungsvollen Bestandteile sind jetzt das Thor und Cer und fast alle Glühstrümpfe führen nur diese beiden, im Verhältnisse von 98 bis 99% Thor und 1 bis 2% Cer. Deren Nitrate werden zur Tränkung des Tüllgewebes der Strümpfe verwendet, dann getrocknet und in der Preßgasflamme (unter Druck stehendes Gas) zum Aschenskelett verbrannt und dabei gehärtet. Weder Thor noch Cer allein geben einen brauchbaren Glühstrumpf, nur deren Kombination in der genannten Menge. Das Auerlicht zeichnet sich durch seine eminente Leuchtkraft aus; 1 m<sup>3</sup> Gas liefert bei neuem Brenner 642 Hefnerlichte.

Die Bedeutung der kleinen Menge Cer liegt nach Bunte im folgenden: Kohle, Magnesia, Thor, Cer haben bei gleicher Temperatur das gleiche Strahlungsvermögen, aber Cer die besondere Eigenschaft wie Platinschwamm, Sauerstoff und Wasserstoff schon bei 350°, also um volle 300° eher zu vereinigen, als es Thor und andere Körper vermögen. Thor muß auf 650° erwärmt sein, ehe sich Sauerstoff und Wasserstoff entzünden. Löscht man ein Auerlicht ab und läßt das Gas ausströmen, so entzündet es sich spontan an dem bereits bedeutend abgekühlten Glühstrumpf.

Cer erzeugt also eine rasche Vereinigung von Sauerstoff und Wasserstoff und diese bringt die Cerpartikelchen in vollste Weißglut. Man schätzt ihre Temperatur auf weit über 2000°. Die übrigen Teile des Auerlichtes erreichen solch hohe Temperaturen nicht.

Der hohen Temperatur verdankt das Auerlicht seinen günstigen Effekt. Wenn ein und dieselbe Gasmenge verbrennt, so hängt die Menge des dabei entwickelten Lichtes ganz von der Verbrennungstemperatur ab, und zwar steigert sich die Lichtmenge wie die fünfte Potenz der Temperatur. Eine kompakte Masse von Cer erhitzt sich nicht so stark wie das Cer des Glühstrumpfes, weil die Wärme sich auf eine zu große Masse Substanz verteilen muß. Je kleiner das Teilchen, je größer relativ die Oberfläche, um so intensiver die Glut. Das Thoriumoxyd spielt im Auerlicht nur den Träger und Isolator des Ceroxyds.

Jedes Auerlicht nützt sich ab; mit der Anzahl der Brennstunden sinkt die Lichtmenge. Dies ist verursacht durch die Einlagerung und Schmelzung von Staub. Der Brenner, welcher für das Gasglühlicht die Wärme liefert, ist ein modifizierter Bunsenbrenner mit Luftzuführung. Letztere beträgt das 2–2½fache der Gasmenge, daher muß dem Glühstrumpf noch weiter Luft zugeführt werden. Der Glühstrumpf muß oben offen sein.

Zur Lichterzeugung dient das übliche Leuchtgas, setzt man dieses aber unter Druck (Preßgas), so liefert ein Auerlicht um 40% mehr Licht, d. h. bis 1000 Kerzen per Kubikmeter. Das Auerlicht rußt nicht, oder doch nur wenig. Das Auerlicht hat einen großen Glanz, es kann daher nicht in allen Fällen ohne Schirm verwendet werden. Am besten benützt man fazettierte Glasschirm-Augenschützer, wie solche unter dem Namen Opterophan in den Handel kommen. Wärmebildung und Strahlung ist bei dem Gasglühlicht sehr gering.

An Stelle von Gas wird auch Petroleum als Brennmaterial verwendet; ein Nachteil desselben ist das leichte Rußen. Spiritusglühlicht ist, was die Lichtqualität anlangt, mit dem Gasglühlicht gleichwertig, unbequem ist noch in der Konstruktion, daß man einige Zeit warten muß, ehe sich die Spiritusdämpfe entzünden lassen.

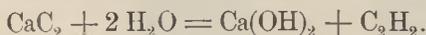
Für Wohnräume sollte das eigentliche Leuchtgas überhaupt nicht mehr benützt, sondern durch Glühlicht ersetzt werden.

Im Zusammenhang mit der Benützung des Auerbrenners hat die Anwendung des Wassergases auch für Beleuchtungszwecke eine große Zukunft; vor allem wegen der außerordentlichen Verbilligung der Beleuchtungsausgaben.

Auch die Benützung von Luftgas scheint sich namentlich für einfache Betriebe bei Auerlicht zu bewähren. Schon in den Sechzigerjahren im verflossenen Jahrhundert hat man Luft, die durch Ventilatoren oder andere gebläseartige Einrichtung bewegt wurde, mit Petroleum-, Äther-, Gasolin- oder Benzindämpfen geschwängert. Solche Apparate werden in der Neuzeit mit großer Vollkommenheit hergestellt. Dieses brennbare Gemisch eignet sich zu allen Verwendungen, zu denen Leuchtgas benützt werden kann; besonders auch zum Betriebe von Auerbrennern.

### Azetylenbeleuchtung.

Azetylen ( $C_2H_2$ ) wurde zuerst 1836 von Davy, dann 1863 aufs neue von Berthelot entdeckt. Die Darstellungsweise durch Brennen einer Bogenlampe in einer Wasserstoffatmosphäre hat sich aber nicht bewahrt. In größeren Mengen läßt sich Azetylen durch Behandeln von Kalk und Kokspulver unter Glühen im elektrischen Ofen gewinnen (Moissan), dabei bildet sich Kalziumkarbid; letzteres, von Wöhler 1862 entdeckt, zerlegt sich mit Wasser zu Kalkhydrat und Azetylen:



Die technischen Apparate zur Azetylenbeleuchtung rühren von Wilsson her. Azetylen enthält 92,5% C und 7,5% H, etwa die 14fache Leuchtkraft wie dasselbe Volum Leuchtgas und die doppelte Heizkraft.

Es entzündet sich bei 480°, zerfällt bei 700° unter Abscheidung von Kohle. Die intensivste Hitze, welche Azetylen liefert, liegt um 2420°. Der Kohlenstoff gerät demnach in blendendste Weißglut. Azetylen riecht nach Knoblauch. Es ist ein endothermisches Gas und kann ohne Luftgegenwart wie Nitroglyzerin u. s. w. explodieren; allein bei gewöhnlichem Drucke ist diese Gefahr gering, wird aber bei 2 Atmosphären Druck schon sehr gesteigert. Ungemein gefährlich ist flüssiges Azetylen. Mit Luft gemengt explodiert es in Gemengen von 3% bis gegen 80% Azetylengehalt mit großer Heftigkeit. Die Explosion setzt sich aber durch

sehr feine Röhren, z. B. die Brenner der Azetylenbeleuchtung, nicht fort. Die Giftigkeit des Azetylens ist geringer als die des Leuchtgases.

Zum Zwecke der Beleuchtung wird aus Kalziumkarbid das Azetylen durch Befeuchten frei gemacht; die Apparate können daher sehr einfach konstruiert sein. Entweder wird in geschlossenen Räumen *a*) Wasser auf Karbid geträufelt oder *b*) Karbid in einer Glocke unter Wasser versenkt und allmählich Wasser eintreten gelassen, oder *c*) Karbid in Wasser durch eine Streuvorrichtung eingebracht. Die gefahrloseste ist Methode *c*), aber auch Methode *b*) ist zulässig, dagegen die erste Methode gefährlich.

1 *kg* käufliches Karbid liefert 300 *l* Azetylen. Das Gas sollte aber noch gereinigt werden, da es mehrere Procente Verunreinigungen, wie  $\text{SH}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}$ ,  $\text{CO}$ , und Phosphorwasserstoff enthält.

1  $\text{m}^3$  Azetylen liefert 1543 Kerzen (HK) Helligkeit, übertrifft (auf gleiches Volumen gerechnet) also die sonstigen besten Ergebnisse des Steinkohlengases. Für eine Kerze Helligkeit werden nur 0,65 *l* Gas verbraucht. Angewandt wird es zur Wohnungsbeleuchtung; auch bei der Eisenbahnbeleuchtung findet es mit Ölgas vermischte Verwendung. Durch Kalziumkarbid kann gewissermaßen Licht transportiert werden. 1 *kg* liefert 420 Kerzenstunden. 1 *kg* eines elektrischen Akkumulators nur 14.

Die hohen Kosten dieser Beleuchtung stehen einer ausgedehnten Verwendung entgegen.

### Die elektrische Beleuchtung.

#### a) Bogen- und Glühlicht.

Das elektrische Licht entsteht durch

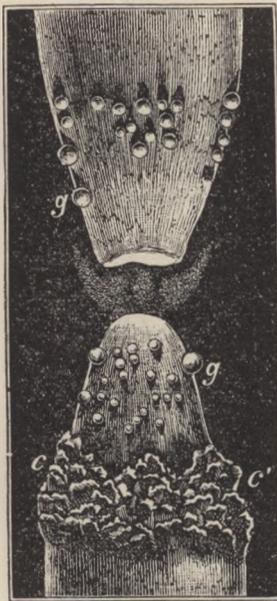


Fig. 99.

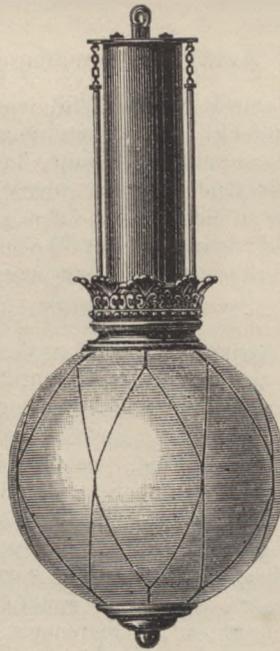


Fig. 100.

Einschaltung eines Widerstandes in einen elektrischen Strom von genügender Stromstärke; so kommt der bekannte Voltasche Flammenbogen dadurch zu stande, daß man die mit den beiden Polen in Verbindung stehenden Drahte wohl einander nähert, aber sie nicht in direkten Kontakt bringt. Die metallische Leitung ist alsdann an einer Stelle unterbrochen und ein sehr schlechter Leiter der Elektrizität — die Luft — dazwischen geschaltet.

Bei unseren heutigen Beleuchtungsarten läßt man

den Voltaschen Lichtbogen zwischen zwei 3—6 mm voneinander entfernten Kohlenspitzen entstehen, wobei das bläulich gefärbte, mondscheinartige „Bogenlicht“ gewonnen wird. Bei sehr hohen Spannungen, z. B. 20.000 Volt, kann der Flammenbogen noch bei einem Abstand der Kohlenspitzen von 10 bis 12 cm auftreten. An dem Orte des Widerstandes geht nach der Größe desselben ein verschieden großer Teil der elektrischen Bewegung in Wärme über; reicht diese hin, Kohlepartikelchen genügend zu erhitzen, so geraten sie in Rotglut und schließlich in blendendste Weißglut.

Betrachtet man die Kohlenspitzen, zwischen welchen das Bogenlicht auftritt, näher, so bemerkt man Formveränderungen an denselben.

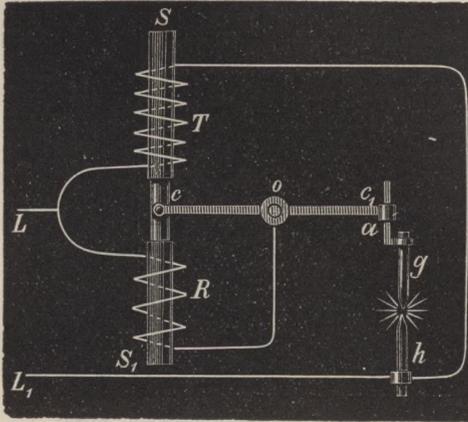


Fig. 101.

Jene Kohlenspitze, welche den positiven Pol bildet, nimmt allmählich an Substanz ab und wird kraterförmig ausgehöhlt. Die negative Kohle bleibt spitz und erhält sogar Auflagerungen von Kohlepartikelchen, welche von dem positiven Pole herübergerissen werden. Die Temperatur der Kohlenenden ist eine sehr bedeutende. Die positive Kohle hat 2400—2900°, die negative 2100—2500° (Rosetti). Die übergerissenen und zu erstaunlicher Glut erhitzten Kohlepartikelchen sind es, welche den hohen Glanz des Bogenlichtes erzeugen. Die positive Kohle wird ziemlich rasch aufgezehrt. Fig. 99 gibt uns die bildliche Darstellung des Flammenbogens und der Kohlenspitzen, *c*, *g* sind schmelzende Beimengungen der Kohle.

Soll das Bogenlicht gleichmäßig sein, so müssen, abgesehen von der Gleichmäßigkeit der Elektrizitätsentwicklung, die Kohlenspitzen stets gleich weit voneinander abstehen. Da sie aber abbrennen, und zwar noch dazu ungleich, so ist eine besondere Regulationseinrichtung notwendig, um den richtigen Abstand zu erhalten. Die sinnreichste und verbreitetste derartige Einrichtung ist die Hefner-Altenecksche Differentiallampe (Fig. 100).

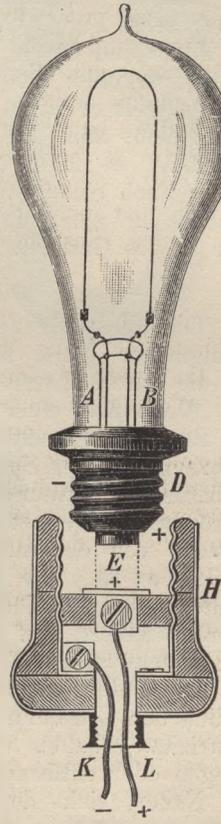


Fig. 102.

Sie besteht aus einem zylindrischen Blechgehäuse, welches den Regulator enthält und die Kohlenspitzen trägt, und einer Milchglaskugel, welche das grelle Licht des Flammenbogens mildert. Den Regulator zeigt schematisch gehalten Fig. 101. Der Leitungsdraht  $L$  teilt sich in die beiden Spulen  $T$  aus feinem und  $R$  aus starkem Drahte.  $S S_1$  ist ein Eisenstab, der an dem Hebel  $COC_1$  befestigt ist,  $O$  bleibt der Drehpunkt.

Der Hauptstrom durchläuft die Rolle  $R$ , dann die Kohlenspitzen und tritt bei  $L_1$  aus. Liegen die Kohlenspitzen enge aneinander, so wird durch den kräftigen Strom der Spule  $R$  das Eisen magnetisch und wird in die Spule hereingezogen. Durch Vermittlung des Hebels trennen sich die Spitzen und der Flammenbogen entsteht. Umgekehrt verhält es sich, wenn durch Abbrennen der Kohlen der Widerstand für den Hauptstrom durch  $g h$  zu groß wird. Es nimmt dann die Stärke des Nebenstromes in  $T$  zu,  $S$  wird in die Spule  $T$  gezogen und die Kohlenspitzen nähern sich, bis die Wirkung der Spulen  $T$  und  $R$  im Gleichgewicht steht.

Eine zweite elektrische Beleuchtungsart stellen die Glühlampen dar; eine in Deutschland ziemlich allgemein adoptierte Form der Glühlampen zeigt Fig. 102. Dieselbe besteht aus einer luftleeren Glaskugel von Form und Größe etner Birne, in welche eine meist U-förmig gebogene, verkohlte Bambusfaser eingeschlossen ist und durch den Strom zur Weißglut erwärmt wird. Die Kugel ist oben etwas ausgezogen; dieser Ansatz dient zum Luftleermachen der Kugel. Da kein Sauerstoff vorhanden ist, so kann der Kohlenfaden nicht verbrennen und hält sich lange. Nach einer gewissen Brennzeit geht der Faden zu Grunde. Das Glühlicht hat nicht die bläuliche Farbe des Bogenlichtes, sondern erinnert mehr an das Gaslicht.

#### b) Lichterzeugung.

Die Elektrizität zu Beleuchtungszwecken kann in mannigfacher Weise hergestellt werden; am zweckmäßigsten verwendet man die durch Magnetinduktion gewonnenen Ströme.

Wenn man einer Spule von Kupferdraht einen Magnet rasch nähert oder rasch davon entfernt, so entsteht im Moment der Annäherung oder Entfernung in der Spule ein mit Hilfe eines Multiplikators leicht nachweisbarer „Induktionsstrom“, der bei der Annäherung den Molekularströmen im Magnet entgegengesetzt, bei der Entfernung des Magnets von der Induktionsrolle aber den Molekularströmen gleichgerichtet ist. Die Richtung der Ströme ist auch verschieden, je nachdem man den Südpol oder den Nordpol eines Magnets der Induktionsrolle nähert. Auf diesen wenigen und einfachen Grundsätzen basiert die Herstellung der Elektrizität im großen zu Beleuchtungszwecken.

Die Induktionsräume sind stets das Produkt einer Arbeitsleistung, nämlich der Ortsänderung des Magnets oder der Spulen. Je mehr man Elektrizität erhalten will, desto öfter muß man den Magnet herab bewegen oder entfernen.

Nähert sich der Kupferspirale ein Nordpol, so entsteht letzterem gegenüber in der Spule ein Strom, welcher die dem Magnet zugewandte Seite der Spirale zum Südpol macht. Der Strom läuft dabei im Sinne des Zeigers einer Uhr; bei der Entfernung des Magnets entsteht ein Nordpol. Die beiden Ströme sind entgegengesetzt, Wechselströme.

Wollte man starke Ströme erreichen, so müßten viele Nordpole oder viele Südpole von Magneten und ebenso viele Spiralen angewandt werden; will man aber die beiden Pole von Hufeisenmagneten ausnützen, so würden die von den Südpolen induzierten Ströme den von den Nordpolen induzierten Strom aufheben und das System stromlos

bleiben. Man hat sich durch einen Kunstgriff geholfen (siehe Fig. 103); die Süd- und Nordpole der Magnete werden alternierend angeordnet, die Kupferdrahtrollen, welche aneinandergereiht sind, so gewickelt, daß der Strom, der in der einen Spirale z. B. von links nach rechts zirkuliert, in der darauffolgenden Spirale von rechts nach links geführt wird.

Die bei der Annäherung an einen Süd- oder Nordpol induzierten Ströme heben sich nicht mehr auf, sondern verstärken sich, ein Wechsel

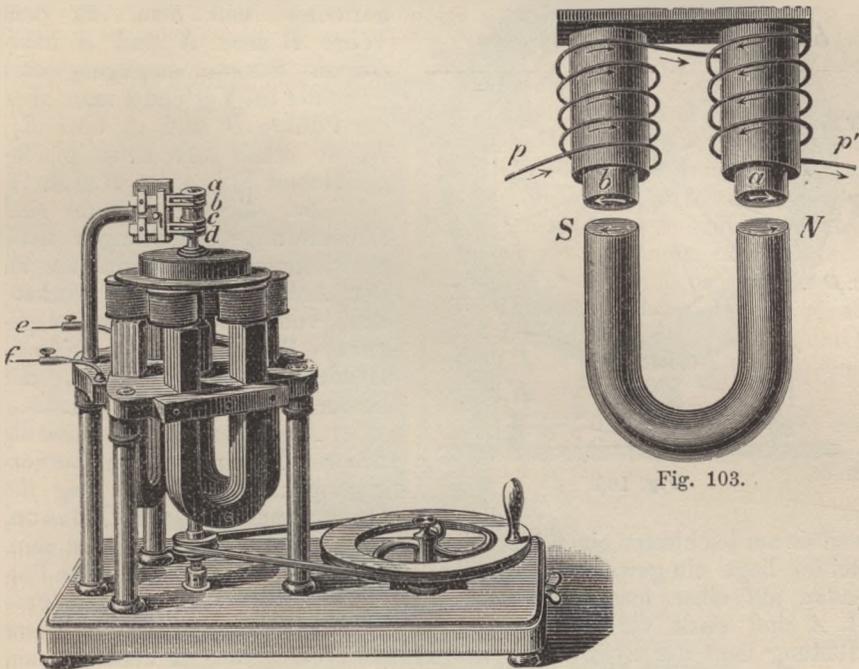


Fig. 104.

Fig. 103.

der Richtung tritt also nur ein, wenn die Pole ihre Plätze gewechselt haben; ausgehend von dem eben beschriebenen Prinzip hat Pixii 1832 eine Maschine erbaut. Fig. 104 zeigt eine Störhersch'sche Maschine, bei der mehrere Magnetpaare Anwendung finden. Die Wechselströme können durch den sogenannten Kommutator (Fig. 104 *a, b, c, d*) in konstante Ströme umgewandelt werden. Zu einer praktischen Lichtquelle sind diese Maschinen in ihrer eben beschriebenen Anordnung nicht geworden.

Der wesentlichste Fortschritt ist durch eine Erfindung von Pacinotti in Pisa erreicht worden: durch den sogenannten Ringinduktor. Zwischen den beiden Polen eines Magnets wird ein Rad (sogenannter Anker), welches man sich aus der Vereinigung von vielen Drahtspulen hervorgegangen denken kann, aufgestellt (Fig. 105).

Betrachten wir das Verhalten eines Rollenteiles bei seiner Rotation zwischen den Polen. Nähert sich die Rolle *d* dem Südpol, so wird an der Vorderseite der Rolle ein Nordpol induziert, ist sie aber an *S* vorübergegangen, entfernt sie sich von *S*, wird ein dem induzierenden Ströme gleichgerichteter Strom induziert, d. h. die dem *S* jetzt zugekehrte

(hintere) Seite wird auch zum Südpol. Die beim Vorübergehen an dem Pole induzierten Ströme stören sich also nicht, sondern verstärken sich in gleichem Sinne. Ein Wechsel des Stromes tritt erst ein, wenn die Spirale den Punkt *B* überschreitet und dem Nordpol sich nähert.

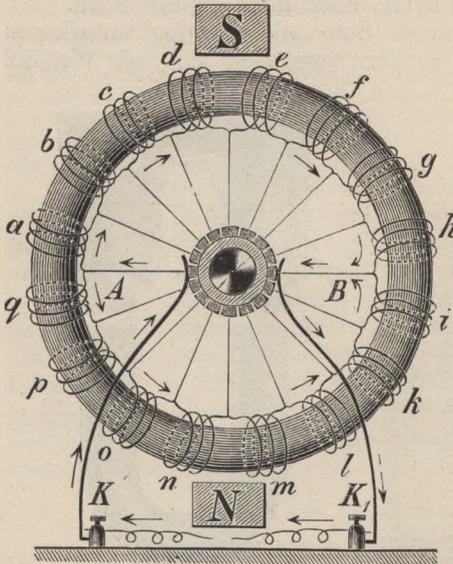


Fig. 105.

Auf dem Wege von *A* nach *S* bis *B* findet sich eine Induktion, deren Strom nach *B* gerichtet und dem auf dem Wege *B* nach *N* und *A* induzierten Ströme entgegengesetzt gerichtet ist. Verbindet man aber die Punkte *B* und *A* über *K*<sub>1</sub>, *K*, so erhält man einen gleichgerichteten Strom von *B* nach *A*.

Zu diesem Behufe sind radienförmige Ableitungen nach gut isolierten Kupferdrähten an der Achse des Ankers vorhanden, von welcher durch sogenannte Bürsten, d. i. schleifende Bündel von Kupferdraht, der Strom nach *K*<sub>1</sub> geleitet wird.

Aus diesen Anfängen sind die neueren Lichtmaschinen hervorgegangen. Von diesen mag die Dynamomaschine von Edison,

weil sie am leichtesten einen Überblick gestattet, hier kurz beschrieben sein. Bei ihr liegt ein gewaltiger Elektromagnet *A* *A*<sub>1</sub> *A*<sub>2</sub> *A*<sub>3</sub> mit den Polen auf einer massiven Unterlage auf (Fig. 106). Die beiden Pole *A*<sub>3</sub> *A* sind stark verbreitert und halbmondförmig ausgehöhlt. In dieser Höhlung liegt der zylindrische Ringinduktor oder, wie er auch genannt wird, der Anker *R* und dreht sich, durch das Rad *S* mit der Transmission in Verbindung, in wohlgeöltem Lager. Der Anker hat die Form einer liegenden Trommel. Die Kupferdrähte, mit denen er umspinnen ist, enden alle gut isoliert an dem Achsenlager (*t*). Auf der Achse schleifen (den Punkten *A* und *B* des Ringinduktors entsprechend) um 180° getrennt mehrere Bürsten aus Kupferdraht — die Stromsampler, welche die entwickelte Elektrizität ableiten. Bei den großen Maschinen der Neuzeit, welche bis zu 2600 Ampere und 140 Volt liefern, hat man die Elektromagnete nach innen, die Spulen des Ankers aber nach außen verlegt, wodurch die Ableitung durch die Bürsten sich rationeller gestaltet.

Wichtig ist die Art und Weise, in welcher die Drahtleitung der Dynamomaschine verläuft; die letzteren versehen fast alle durch die in ihnen selbst erzeugte Elektrizität ihren Elektromagneten. Da ist einerseits die Einrichtung getroffen, daß die aus dem Stromsampler austretende Elektrizität erst den Elektromagnet, bezw. die Drahtwicklung *A*<sub>1</sub> und *A*<sub>2</sub> durchsetzt, ehe sie durch *p*<sub>1</sub> *p*<sub>2</sub> zur Lampe gelangt. Die erhöhte Leistung des Ankers steigert die Kraft des Magnets und letzterer vermehrt wieder den Erfolg der Drehung des Ankers u. s. w., bis die Maschine an die

Grenze der Arbeitsfähigkeit gelangt ist. Man erhält Elektrizität, wie sie sich namentlich zum Betriebe der Bogenlampe eignet.

Es gibt aber noch andere Anordnungen für den Strom; es kann z. B. die Hauptmenge des Stromes durch  $n$   $m$   $p_1$   $p_2$  der Beleuchtung zufließen, und in Nebenschließung sind die den Elektromagnet umkreisenden Drähte (Shunt-Dynamo). Schaltet man in diese Nebenschließung einen regulierbaren Widerstand, z. B. einen Eisendraht, ein, so kann man einen beliebigen Bruchteil des Hauptstromes um den Elektromagnet senden und Elektrizität von sehr gleichmäßiger, beliebiger Spannung erhalten. Fig. 107 zeigt schematisch dieses Verhältnis.  $A$  ist der Anker,  $B$   $C$  die Hauptleitung,  $R$  der regulierbare Widerstand in der Nebenschließung.

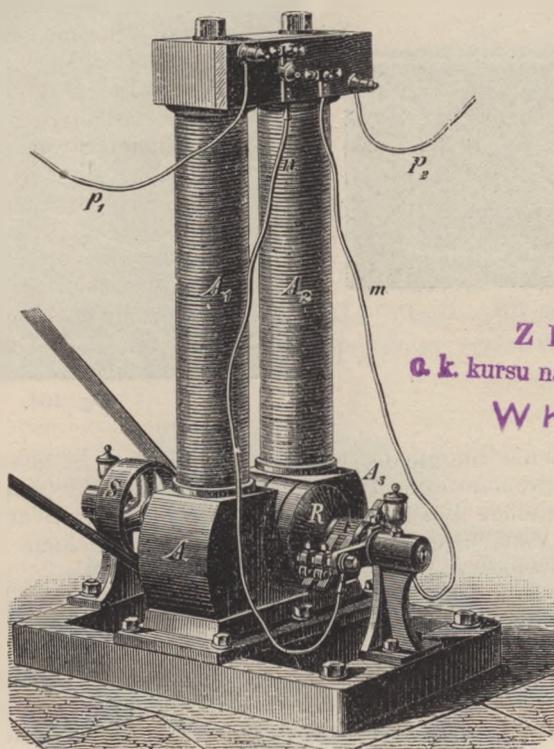


Fig. 106.

Eine dritte Einrichtung besteht in einer selbstregulierenden Wicklung. Der Elektromagnet (Fig. 108) findet sich von  $B$  und  $C$  abgehend in Nebenschließung; außerdem aber geht der Hauptstrom von  $B$  ab in einer dem Elektromagnet entgegengesetzten Wicklung um denselben herum (Compound-Dynamo). Übersteigt die Stromintensität eine gewisse Grenze, so schwächt die Umwicklung mit dem Hauptdrahte den Elektromagnet. Die beiden letztgenannten Einrichtungen werden für die Glühlichtbeleuchtung verwendet.

In neuerer Zeit ist man für manche Zwecke zur Konstruktion großer Wechselstrommaschinen übergegangen; namentlich die Fernübertragung läßt sich nur mit den hochgespannten Wechselströmen lösen.

Das Schema einer Wechselstrommaschine gibt Fig. 109. Voraussetzung für dasselbe ist eine kleine Gleichstrommaschine, welche eine Anzahl von Elektromagneten speist. An diesen vorüber bewegt sich die gleiche Anzahl von Drahtspulen, welche von einem einzigen Drahte versorgt werden, aber so angeordnet sind, daß jede folgende Rolle in umgekehrte Richtung gewickelt wird. Dadurch wird vermieden, daß die

Z BIBLIOTEKI  
o. k. kursu naukowego gimnastycznego  
W KRAKOWIE.

von einem Südpol induzierte Elektrizität durch den in der unmittelbar daneben liegenden Rolle vom Nordpol induzierten Strom aufgehoben wird; in allen Rollen wechselt also gleichzeitig und gleichsinnig der Strom, wenn die Rollen an den einzelnen Magneten vorübergehen. Die Ableitung des Stromes vom Motor ist einfach. Das eine Ende des Drahtes endet an einem Kupfermantel der Achse und darüberliegend auf einem isolierten zweiten Mantel das andere Ende des Drahtes.

Fig. 110 gibt ein Bild einer derartigen Wechselstrommaschine, wie sie gegenwärtig gebraucht wird. Die Magnete sind hier zu beiden Seiten in eine flache Scheibe geordnet, welche letztere in Bewegung gesetzt wird und als rotierende Rolle fungiert.

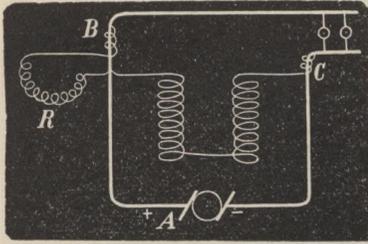


Fig. 107.

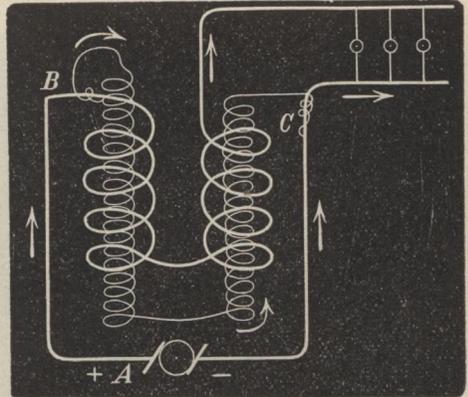


Fig. 108.

Das Maß der Energie des elektrischen Stromes ist entsprechend dem Produkt: elektromotorische Kraft (Volt)  $\times$  Stromstärke (Ampere) = E. J; in den elektrischen Maßeinheiten also Voltampere = Watt; gesetzt, es seien 50.000 Watt Stromenergie zur Verfügung, so kann diese Energie repräsentiert werden z. B. durch

$$\begin{array}{l} 5 \text{ Ampere} \times 10.000 \text{ Volt} = 50.000 \text{ Watt} \\ \text{oder } 500 \quad \quad \times \quad 100 \quad \quad = 50.000 \quad \quad \end{array}$$

Will man diese Elektrizitätsmengen versenden, so wird der Verlust an Spannung in einem Leiter von dem Widerstand  $W = J^2$  (Ampere).  $W$ . Bei gleichem Drahte ( $W$ ) also verhält sich das  $J^2$  wie  $5^2 = 25$  zu  $500^2 = 250.000$ ; der Spannungsverlust beträgt im letzten Falle, wo viele Amperes geleitet werden sollten, 10.000mal mehr wie im ersten Falle. Hohe Spannungen sind also bei dem Transport der Elektrizität auf weite Entfernungen notwendig und auch deswegen erwünscht, damit man möglichst dünne Drähte für die Leitung verwenden könne, wodurch die Anlagekosten sinken.

Man muß, um möglichst große Spannungen zu erreichen, neben den Wechselstrommaschinen noch Transformatoren, eine Art von Induktionsapparaten, deren primäre und sekundäre Rolle der besseren Isolierung wegen unter Öl versenkt sind, anwenden. Es lassen sich Spannungen bis zu 20.000 Volt und mehr erreichen. Mittels der Transformatoren lassen sich aber auch die hohen Spannungen wieder beliebig vermindern; es bedarf dazu nur einer Änderung der Zuleitung des Stromes, indem man den hochgespannten Elektrizitätsstrom in der sekundären Rolle zirkulieren läßt und aus der primären ableitet.

Die zu Kraftmaschinen in der Neuzeit benutzten mehrphasigen Drehströme sind Wechselströme. Der Drehstrom ist nahe verwandt dem Wechselstrom; sein Wesen besteht darin, daß zwei oder mehr Spulen zu dem einen Elektromagnet in verschiedener Neigung gestellt sind. Sind zwei Rollenpaare verwandt, so nennt man den Strom zweiphasig u. s. w. Fig. 111 gibt das Schema der Stromerzeugung in der Maschine, bei 2. hat Rolle  $c_1$  ihr Maximum,  $c$  ist stromlos, bei 3. zirkuliert an beiden Rollen ein Strom in  $c$  sich steigend, bei  $c_1$  abnehmend, in 4. hat  $c$  das Maximum und  $c_1$  ist stromlos.

Leitet man die Ströme dem Elektromagnet einer Arbeitsmaschine zu, so ergeben sich in diesem Elektrizitätsschwankungen, wie sie in Fig. 112 in  $a-c$  für einen Teil der Umdrehung dargestellt sind. Die gegenüberliegenden Spulen sind miteinander verbunden. Indem in

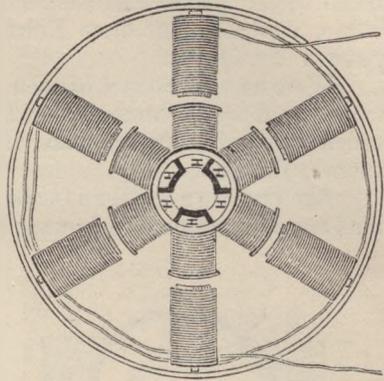


Fig. 109.

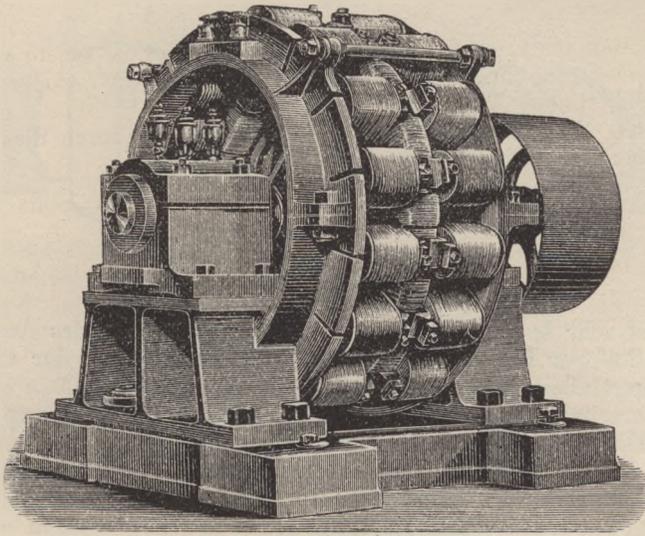


Fig. 110.

diesen die Elektrizität rhythmisch zunimmt und abnimmt, machen sie dieselbe Veränderung durch, als wenn gewissermaßen die Pole eines Elektromagnet um einen zwischen den Spulen befindlichen Körper gewandert wären; wenn sich hier wie bei Arbeitsmaschinen ein mit Spulen ausgestattetes Rad befindet, so dreht sich dieses im Sinne des

Pfeiles; der Vorzug dieses Systems liegt darin, daß der Motor allmählich spontan den elektrischen Impulsen folgt, was bei Motoren anderer Art nicht eintritt. Häufig werden jetzt die Dreiphasenmotoren verwendet, welche sechs Spulen besitzen; zur Leitung des Stromes genügen aber drei Drähte, weshalb man diese Einrichtung auch kurzweg als Dreileitersystem bezeichnet.

Wechselströme eignen sich auch zum Betriebe von Bogenlampen; diese Lichtmaschinen haben eine große Anzahl von Polen; es werden große Elektromagnete verwendet, zu deren Speisung Gleichstromdynamos dienen.

Als treibende Kraft für die Lichtmaschinen können Turbinen oder Dampfmaschinen geeigneter Konstruktion verwendet werden; immer

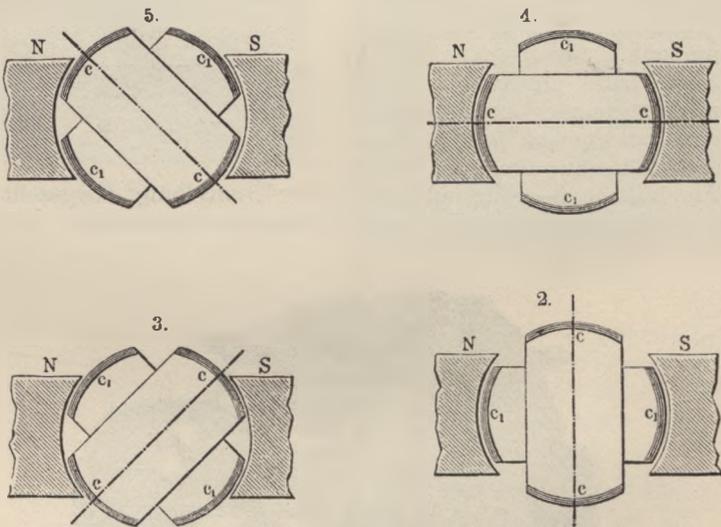


Fig. 111.

jedoch sind sehr bedeutende Zahlen von Umdrehungen des Ankers notwendig (1200 per Minute und mehr). Gleichmäßigkeit der treibenden Kraft bedingt allein eine Gleichmäßigkeit des Lichtes.

Die erzeugte Elektrizität der Gleichströme kann aufgespeichert werden. Die Aufspeicherung gewährt dieselben Vorzüge, die wir auch durch die Verwendung des Gasometers in der Gasbeleuchtung erzielen. Die Einrichtung zur Aufspeicherung der Elektrizität nennt man Sekundärelement oder Akkumulator. Sie bestehen aus Bleiplatten (Planté) oder Bleiplatten mit Mennige überstrichen, welche durch Streifen von Gummi voneinander isoliert und dann aufgerollt werden (Faure), mit welchen die Zuleitungsdrähte verbunden werden. Die Platten sind in Batteriegeläser eingeschlossen und das Glas mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt. Die negative Elektrode ist doppelt so groß als die positive. Der den Akkumulator (füllende) ladende Strom muß gleichmäßig sein, weil bei jeder Schwächung des Stromes der Akkumulator sich sofort entlädt, oder wenn der Strom nicht gleichmäßig ist, muß

ein besonderer Stromregler (etwa nach Hospitalier) eingeschaltet werden. Bei der Ladung belädt sich die eine Bleiplatte mit Bleihyperoxyd, die andere Platte wird metallisch blank. Die Elektrizität wird nicht als solche aufgespeichert, sondern nur die durch die Elektrizität erzeugten Umwandlungsprodukte der Bleiplatten.

Zur Messung der bei zentraler Elektrizitätsversorgung dem einzelnen Konsumenten zugeführten Elektrizitätsmenge dienen in neuerer Zeit die allermannigfaltigsten Vorrichtungen.

Man unterscheidet elektrochemische Verbrauchsmesser, bei welchen ein kleiner Bruchteil des Gesamtstromes dazu benützt wird, z. B. auf einer Elektrode Metall abzulegen, welches in gewissen Zeiträumen gewogen wird; Gasexpansionsmesser, bei welchen angesäuertes

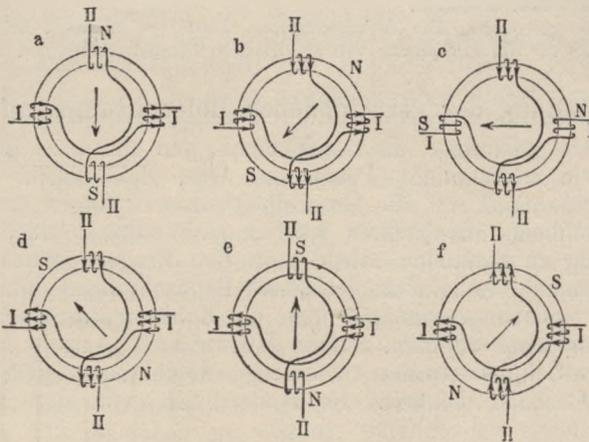


Fig. 112

Wasser elektrolytisch getrennt wird; Wechselstrommesser (Ferranti), elektromechanische und elektromotorische Messer u. s. w. Uhren mit doppeltem Pendel, deren eines aus Eisen von einer durch einen Teilstrom versorgten Kupferdrahtspule mehr oder minder beeinflusst wird.

Das Bogenlicht stellt in allgemeinen eine bedeutende Lichtquelle dar von mehreren hundert bis mehreren tausend Kerzen Helligkeit, welche aber nicht nach jeder Richtung hin gleichmäßig verteilt ist. Das Mittel des nach verschiedenen Richtungen hin abgegebenen Lichtes nennt man die räumliche Helligkeit. Eine Bogenlampe z. B. zeigte, horizontal seitlich gemessen, 456 Kerzen, in 50° Neigung hiezu aber 3250 Kerzen und räumlich 1145 Kerzen Helligkeit; es ist daher unbedingt erforderlich, die räumliche Helligkeit zu kennen.

Die Glühlampen liefern nur zwischen 10—100 Kerzen, sind also geringem Lichtbedürfnisse entsprechend; doch kann man mit jeder Glühlampe auch sehr hohe Lichtstärken erreichen, z. B. mit einer für 10 Kerzen bestimmten Kerze bei genügend starkem Strome auch 100 Kerzen und darüber erreichen, aber nur auf Kosten der Dauer der Lampe. Mit allzu starken Strömen betriebene Lampen gehen durch Zerstörung des Kohlenfadens in wenigen Sekunden zu Grunde. Als mittlere

Dauer einer normal behandelten Lampe kann man 1500 Leuchtstunden annehmen (E. Fodor). Daraus folgt auch die schon früher hervor gehobene Notwendigkeit, Dynamomaschinen mit sehr gleichmäßiger Stromstärke zu verwenden, den Shunt- und Compound-Dynamo.

Tesla hat Wechselstrommaschinen angewandt, deren Polwechsel ein großer war, und diese Ströme zunächst durch einen Transformator auf höhere Spannung gebracht. Von dem sekundären Kreis führt ein Draht zum inneren Belage zweier Leydener Flaschen, die äußeren Beläge der letzteren sind verbunden durch die primäre Spirale eines zweiten Transformators. Diese Anordnung hat die Wirkung, daß die Spannung ungeheuer groß wird und die Wechselfrequenz desgleichen. Diese elektrische Anordnung bedingt die Möglichkeit, eine Glühlampe nur durch einen Draht zu speisen; auch frei und ohne alle direkte Zuleitung leuchten dieselben, wenn sie in den Wirkungskreis der Entladungen kommen. Praktische Anwendung hat diese Beleuchtungsart noch nicht gefunden; in neuester Zeit werden diese Ströme zu Heilzwecken benützt.

Neuere Lampensorten verwenden als lichtgebendes Material Erden (Nernstlicht) oder auch Osmiumfäden, Tantalfäden. Die Ersparung an Strom ist dem Kohlenfaden gegenüber recht erheblich.

Literatur: Elbs, Die Akkumulatoren. 1901. — Weber, Erläuterungen zu den Vorschriften für die Errichtung von elektrischen Starkstromanlagen. 1902.

### Beurteilung der verschiedenen Beleuchtungssysteme.

Nichts ist geläufiger, als der Versuch, den einzelnen Beleuchtungssystemen, wie Kerzenlicht, Petroleum, Gas, elektrischem Lichte, besondere Wirksamkeit auf die Gesundheit unseres Auges zuzuschreiben. Dem oberflächlichen Beobachter wird es nicht schwer, auch Beläge für seine Meinung zu sammeln; sobald man den Fragen jedoch nähertritt, so werden manche scheinbar gesicherte Beobachtungen hinfällig. Von Wichtigkeit sind Untersuchungen über die Zahl der kurzsichtigen Kinder in den Petersburger Schulen, welche Erismann gemacht hat. In den verschiedenen Schulen wurden verschiedene Leuchtmaterialien: Öllampen, Petroleum, Gaslicht, benützt. Es fanden sich von den Kindern als myopisch:

Bei Gasbeleuchtung . . . . .	20%
„ Petroleum . . . . .	28%
„ Rüböl . . . . .	50%

Aber trotz dieser anscheinend der Beleuchtungsart zuzurechnenden Verschiedenheit in der Schädlichkeit konnte Erismann zeigen, daß keine spezifische Wirkung der Beleuchtungsart hier zum Ausdrucke kommt, sondern daß Differenzen der Lichtquantität nach vorhanden waren; am hellsten erleuchtet waren die Schulen mit Gaslicht, weniger gut jene mit Petroleum, am schlechtesten diejenigen, welche Rüböllampen benützten.

Über die Menge des notwendigen Lichtes haben wir schon oben die hygienischen Forderungen gestellt; jede Art der Beleuchtung erlaubt schließlich eine „genügende Menge“ zu beschaffen.

Setzen wir zunächst voraus, daß die Beschaffung der richtigen Menge des Lichtes keine Schwierigkeiten bereite, so sind für die endgültige Regelung der Beleuchtung noch eine Reihe von Punkten zu berücksichtigen.

In erster Linie muß das Licht der Hygiene des Auges entsprechen.

Von einer Lichtquelle verlangen wir in sanitärer Hinsicht, daß dieselbe gleichmäßig sei und daß wesentliche Schwankungen der Intensität vermieden bleiben. Nach dieser Richtung lassen manche der-

selben viel zu wünschen übrig. Unruhig brennen Kerzen, offene Gasflammen; langsame Abnahme des Lichtes zeigen Petroleumlampen. Besonders störend sind schnell aufeinanderfolgende Ungleichheiten, wie das Flackern der Kerzen und das zuckende Licht, wenn Wasser in Gasröhren sich angesammelt hat, ferner bei manchen elektrischen Anlagen, besonders bei Bogenlampen die periodischen Veränderungen der Lichtstärke.

Eine gute Lichtquelle darf keinen starken Glanz besitzen; unter letzterem versteht man die von der Flächeneinheit ausgehende Helligkeit. Eine glänzende Lichtquelle wird auf weite Entfernung hin wahrgenommen und belästigt daher durch Blendung; fällt auch nur seitlich stark glänzendes Licht in das Auge, so kann man Gegenstände, auf welche man das Auge richtet, nicht genau erkennen. Die glänzendste Lichtquelle ist die Sonne; störenden Glanz besitzen das Azetylenlicht, das Auerlicht, die Bogenlampe, manche Glühlampen.

Die Lichtmenge ist auf der Breitseite einer Gasflamme größer als auf der Schmalseite, weil innerhalb der Flamme bereits Lichtwellen zur Absorption gelangen. Das Auge empfindet aber anders; während man die Flamme ohne Ermüdung des Auges längere Zeit von der Flachseite betrachten kann, ist dies auf der Schmalseite nicht möglich, die ganze Lichtmenge konzentriert sich hier auf engerem Raume; unser Auge wird geblendet. Noch bedeutender sind die Unterschiede, wenn man etwa in dieser Hinsicht den glühenden Kohlenfaden der Glühlampe mit der breiten Lichtfläche des Gasbrenners vergleicht u. s. w. Die Verteilung des Lichtes auf die Flächeneinheit ist also auch noch eine Eigenschaft der Flamme, welche wohlerrwogen sein muß. Allard hat zuerst Messungen über den Glanz angestellt. E. Voit bezeichnet als Glanz die Lichtmenge (ausgedrückt in Normalkerzen), welche von  $1\text{ mm}^2$  leuchtender Fläche ausstrahlt. Vielleicht ist es aber nicht unzweckmäßig, eine größere Flächeneinheit zu wählen, nämlich den Quadratcentimeter. Bei den ersten Zusammenstellungen und Betrachtungen hat man vielfach die Lichtintensität, auf die gesamte leuchtende, wie nicht leuchtende Fläche einer Flamme verteilt, berechnet; doch ist es für hygienische Zwecke richtiger, nur die leuchtenden Flächen der Flammen in Rechnung zu ziehen.

Der Glanz verschiedener Lichtquellen hängt einerseits von den spezifischen Eigentümlichkeiten der Flammen, dann aber auch von der Dicke der leuchtenden Schicht ab. Der Glanz des Rundbrenners, bei welchem gewissermaßen zwei leuchtende Flächen hintereinander stehen, ist größer als der eines Flachbrenners, der Glanz des Duplexbrenners fast doppelt so groß als jener eines einfachen Flachbrenners, ferner der Glanz der Schmalseite eines Flachbrenners viel größer als jener der Breitseite. Der Glanz mancher Lichtquellen ist bereits bestimmt worden; für nachfolgende Zahlen wurde mittels einer Linse das Bild der Flammen entworfen, deren Lichtstärke gemessen war, sodann die dem Auge leuchtend erscheinenden Flächen gezeichnet und gemessen und der Glanz berechnet (Rubner).

Der Glanz beträgt bei (Stearin-, Paraffin-) Kerzen	0·60	Normalkerzen
bei kleinem Schnittbrenner (Breitseite)	0·44	"
Argandbrenner	1·58	"
Gasglühlicht (alterer Konstruktion)	1·01	"

Die elektrische Glühlampe hat nach Renk etwa das Siebenfache des Glanzes des Argandbrenners, der Glanz der Bogenlampen wird zu 500 bis 2000 Kerzen geschätzt. Der Glanz des Sonnenlichtes übersteigt aber diese Werte um mehr als das Vierzigfache, denn er beträgt (12.050 Carcelbrenner) 89.580 Normalkerzen.

Hoher Glanz ist dem Auge schädlich, er erregt Schmerz und stört die Wahrnehmung anderer Gegenstände; ein sehr hoher Glanz erfordert immer eine Abblendung der Lichtquelle durch matte Kugeln, z. B. solche aus geätztem Glase, welche nur ein Fünftel, oder durch Milchglas, welche aber fast zwei Drittel des Lichtes absorbieren. Hoher Glanz der Lichtquelle schädigt also in ökonomischer Richtung.

Eine wesentliche Verschiedenheit bedingt die Farbe des Lichtes, z. B. jene des Bogenlichtes (und mancher Sorten des Auerschen Gasglühlichtes) einerseits und jene des elektrischen Glühlichtes und der Kohlenstoffflammen andererseits; bei ersteren überwiegen die kurzwelligen Strahlen blau und violett, während letztere reichlich rote Strahlen enthalten. Dem Farbenunterschiede kommen, wie wir wissen, auch bestimmte Wirkungen auf das Auge zu; nach Versuchen von Mandelstamm und Dobrowolsky kann man für die Spektralfarben bei den Fraunhoferschen Linien D und F (Gelb und Anfangsteil des Blau) bereits Farbenunterschiede erkennen, wenn die Lichtstärken sich nur um  $\frac{1}{772}$  bis  $\frac{1}{740}$  ändern, indes bei B und C (rot) und H (violett) erst bedeutende Änderungen ( $\frac{1}{115}$  bis  $\frac{1}{167}$  bis  $\frac{1}{164}$ ) als Verschiedenheiten erkannt werden. Auch in der Empfindung der Intensität sind in bestimmten Spektralbezirken die Verhältnisse keineswegs gleich. Bei diffusem Tageslicht vermögen wir zwei Flächen als ungleich beleuchtet zu erkennen, wenn der Helligkeitsunterschied nur  $\frac{1}{167}$  beträgt (Masson). Je schwächer die Beleuchtung, um so größer müssen die Beleuchtungsunterschiede der Flächen werden (Aubert).

Auf die Farbenwahrnehmung und auf die Schätzung der Helligkeit zweier verschieden gefärbter Stellen wirkt die Lichtstärke in höchst merkwürdiger Weise ein. Im großen und ganzen behaupten bei großer Lichtstärke die roten und gelben, bei geringer die blauen und violetten das Übergewicht. Daher rühren auch die roten, warmen Farbentöne einer von Sonnenschein übergossenen Landschaft und die graublauen düsteren Farben trüber Tage. Die roten und gelben Farben verleihen im allgemeinen den Charakter des Freundlichen und Behaglichen, indes Blau und Violett einen kalten und unbefriedigenden Eindruck hinterläßt.

Wenn man das elektrische Bogenlicht und die Kohlenstoffflammen und das Glühlicht nach dem Eindruck beurteilt, den uns Wohnräume, Säle u. dgl. in der einen oder anderen Beleuchtungsart machen, so unterliegt es kaum einem Zweifel, daß die Kohlenstoffflammen hier unseren Bedürfnissen durch die Erhaltung der natürlichen Farben mehr gerecht werden als der Mondscheinanz des Bogenlichtes.

Durch die Untersuchungen des Verfahrens hat sich gezeigt, daß der Farbe der Beleuchtungsflammen auch gewisse Wärmewirkungen zukommen. Wenn man mittels geeigneter Instrumente die Wärmeausstrahlung prüft und die erhaltenen Werte stets auf dieselbe Lichtmenge (z. B. auf je eine Kerze Helligkeit) bezieht, so ergibt sich, daß die Strahlung einer rötlichen Lichtquelle immer mehr Wärme enthält,

als die eines Lichtes mit bläulichem Farbenton. Es verrät also unserem Auge die Farbe des Lichtes auch seine wärmende Eigenschaft. Da rötliche Farbentöne eines Lichtes zu gleicher Zeit immer eine gewisse fühlbare Wärme mit sich führen, nennen wir sie ganz richtig warme „Töne“, und Lichtqualitäten von bläulicher Farbe heißt man kalte Töne.

Es ist aber auch noch bemerkenswert, daß solche Lichtsorten, welche aus selbstleuchtenden Gasmischen kommen (z. B. Kerzen, Gasflammen u. s. w.), mehr an strahlender Wärme geben als andere Lichtquellen (z. B. Glühlampen) gleicher Farbe. Die Behaglichkeit, welche man bei einem mit leuchtender Flamme brennenden Heizmaterial empfindet, findet vielleicht hiedurch seine Erklärung.

Die gewöhnlich gebrauchten Lichtquellen, wie Kerzen, Lampen u. s. w., müssen, um ausreichende Helligkeit zu liefern, sehr nahe herangerückt werden und stören häufig durch die Ausstrahlung an Wärme. Es bildet sich ein lästiges Gefühl an der Haut, besonders am äußeren Augenwinkel, aber auch an Stirn und Wangen. Die Hauttemperatur steigt, die Augen werden trocken, brennendes Gefühl, Undeutlichwerden der Gegenstände stört. Manche Personen klagen auch wohl über Kopfschmerz.

Die strahlende Wärme kann daher so störend wirken, daß man dadurch genötigt wird, eine Lichtquelle weit abzurücken, wodurch dann wieder naturgemäß an Beleuchtungswert verloren wird. Eine ideale hygienische Lichtquelle wäre eine solche, welche nur Licht und gar keine Wärme liefert; zwar gibt es derartiges noch nicht, aber die zur Zeit bekannten Einrichtungen zeigen so große Unterschiede in der Strahlung, daß die besten unserem Ideal sehr nahe kommen.

Verfasser hat für gleiche Lichtstärke (eine Spermazetkerze) folgende Wärmestrahlungen für 1  $cm^2$ , 1 Minute und 37·5  $cm$  Abstand vom Lichte gemessen in Mikrokalorien:

Kerzen . . . . .	10·81
Petroleumlampen . . .	14·44
Argandgasbrenner . . .	7·27
Schnittgasbrenner . . .	5·3—7·76
Elektrische Glühlampe .	2·63
Gasglühlicht . . . . .	1·25

Unter Mikrokalorien ist die Wärmemenge zu verstehen, welche die Temperatur von einem Milligramm Wasser um 1° erhöht. Eine elektrische Bogenlampe liefert im Verhältnis zu den anderen Lichtquellen so gut wie keine strahlende Wärme.

Unsere Gesichtshaut ist für strahlende Wärme sehr empfindlich; wahrnehmbar wird dieselbe, wenn nur 0·035  $g$ -Kalorien in einer Minute auf 1  $cm^2$  Haut fallen. Man mag aber vielleicht noch eine Bestrahlung mit 0·05  $g$ -Kalorien pro Minute als hygienisch zulässiger klären.

Die kleinste Wärmemenge, welche eine deutliche Wärmeempfindung auslöst, ist 105 milliardenmal so groß wie die zur Auslösung der Lichtempfindung notwendige Energie.

Jene Beleuchtungsgröße, welche man erhält, wenn die einzelnen Lichtsorten so weit vom Menschen abgerückt werden, daß die Belästigung durch strahlende Wärme gleich groß in allen Fällen wird, nennt Ver-

fasser die Ausnützbarkeit des Lichtes. Diese ist höchst ungleich. In Meterkerzen ausgedrückt, findet man folgende Ausnützbarkeit:

Bei Kerzen . . . . .	34
„ Petroleum . . . . .	36
„ Schnittgasbrenner . . .	67
„ Argandgasbrenner . . .	54
„ elektrischem Glühlicht .	149
„ Auerlicht . . . . .	264
„ elektrischer Bogenlampe	649

Die Unterschiede sind also ganz ungeheuer große.

Um die zu starke Wärmestrahlung etwas abzuschwächen, bedient man sich, wo es angängig ist, der Schirme. Glasschirme vermindern die Strahlung auf etwa die Hälfte. Auf die Wärmestrahlung ist von Einfluß die Konstruktion der festen Teile einer Lampe, der Brenner, der Zugzylinder. Ferner ist von Bedeutung, namentlich bei den Leuchtflammen, wieviel von dieser direkt zur Lichtausstrahlung dient und wieviel auf den „dunklen“ Teil der Flamme, welcher viel Wärme ausstrahlt, entfällt. Bei Gasschnittbrennern kann die dunkle, nicht leuchtende, aber wärmestrahlende Fläche bis 44% der ganzen Flammenfläche ausmachen. Die Wärmestrahlung hängt endlich, und zwar sehr wesentlich, von dem spektralen Verhalten des Lichtes ab, wie Verfasser gefunden hat. Wenn man eine Lichtmessung mit einem grünen Glase und dann mit einem roten Glase ausführt, so nimmt das Spektrum mit dem Anwachsen des

Quotienten  $\frac{\text{grünes Licht}}{\text{rotes Licht}}$  an Breite zu. Dabei ließ sich zeigen, daß die Strahlungen zweier Lichtquellen ( $S_1, S_2$ ) sich umgekehrt verhalten, wie die vierten Potenzen des Quotienten

$$\frac{\text{grünes Licht}}{\text{rotes Licht}} (Q_1, Q_2) \text{ also } S_1 : S_2 = Q_2^4 : Q_1^4.$$

Je mehr Grün und Blau im Spektrum auftritt, desto mehr sinkt relativ die ausgestrahlte Wärme.

Die ausgestrahlte Wärme macht nur einen kleinen Bruchteil der gesamten, von einem Lichte abgegebenen Wärme aus. Bezieht man die strahlende Wärme auf die Wärmeentwicklung nach Abzug der latenten Wärme des Wasserdampfes, wo solcher erzeugt wird (natürliche Verbrennungswärme), so findet sich in Prozenten als Strahlung:

Bei der Paraffinkerze . . . . .	15
„ Schnittbrenner . . . . .	11
„ Argandgasbrenner . . . . .	14
„ der Petroleumlampe . . . . .	27
„ Auerlicht . . . . .	17
„ elektrischem Glühlicht . . .	71

Einen bedeutenden Wert erhält sie also nur bei der elektrischen Glühlampe, im übrigen trifft auf die Strahlung ziemlich wenig Wärme. Die Hauptmasse der letzteren wird demnach auf anderem Wege abgegeben.

Die Untersuchung auf Wärmestrahlung wird folgendermaßen ausgeführt: Auf einem von Erschütterungen freien Steintisch ist ein mit einer Thermosäule verbundenes Galvanometer mit wenigen Windungen eines dicken Kupferdrahtes aufgestellt. Der Thermosäule gegenüber befindet sich auf einer Seite ein Gefäß mit Wasser, welches auf konstanter Temperatur gehalten wird. Die andere mit Trichter versehene Seite wird der Lichtquelle zugewandt. Die letztere befindet sich auf einem Schlitten, der in Schienen gleitend der Säule genähert oder von ihr entfernt werden kann. Die Schiene ist in Zentimeter eingeteilt, bemessen nach dem Abstände von den berußten Elementen der Säule. Die Lichtquelle wird dann auf ihre Leuchtkraft untersucht.

Die Thermo säule wird durch die Ausstrahlung einer großen, mit Quecksilber gefüllten Glaskugel nach absolutem Maße graduiert. Näheres siehe bei Rubner, Archiv für Hygiene, Bd. XXIII.

Beleuchtungsart	Die stündliche Erzeugung v. 100 Kerzen	Dabei werden entwickelt für 100 Kerzen		
	kostet in Pfennigen	Wasser Kilogramm	Kohlensäure Kilogramm	Natürliche Verbrennungswärme in Kal.
Bogenlicht . . . . .	5·4	0	Spur	57
Glühlicht elektr. . . . .	14·8	0	0	200
Leuchtgas, Glühlicht . . .	3·3	9·11 Z	0·12	1000
Spiritusglühlicht . . . . .	11	—	—	—
Azetylen . . . . .	10	—	—	—
Mittleres Petroleumlicht . .	9·4	—	—	—
Leuchtgas, Argand . . . . .	14·4	0·69	0·88	4213
„ Zweilochbrenner . . . . .	36·0	2·14	2·28	12150
Petroleum, größter Rundbrenner . . . . .	4	0·25	0·62	2073
Petroleum, kleiner Brenner . .	12	0·76	1·88	6220
Rüböllampe . . . . .	67	0·85	2·00	6300
Paraffinkerze . . . . .	139	0·91	2·23	7615
Wachskerze . . . . .	308	0·88	2·36	7960
Stearinkerze . . . . .	166	0·94	2·44	7881
Talgkerze . . . . .	160	0·94	2·68	8111

Die Beleuchtung wird in vielen Fällen im höchsten Grade störend durch die Erwärmung der Luft unserer Wohnräume; namentlich in den Sommermonaten kann sie durch diese Nebenwirkung ein recht unwillkommener Heizapparat werden. Die Beleuchtungssysteme sind in dieser Hinsicht durchaus nicht gleichwertig; zu Vergleichen hinsichtlich der Wärmewirkung dient die vorstehende Tabelle, größtenteils nach Versuchen von Kramer.

Zur Beurteilung der Wärmewirkung muß man sich klar machen, daß man nicht einfach die gesamte Verbrennungswärme eines Beleuchtungsmaterials in Rechnung stellen darf, wie das früher ganz allgemein und heute noch vereinzelt geschieht. Die Wärme eines Beleuchtungsmaterials kann erscheinen:

1. als Licht (Wärmeäquivalent desselben),
2. als dunkle strahlende Wärme,
3. als heiße Gase,
4. latent in der Form von Wasserdampf.

Als fühlbare, thermometrisch meßbare Wärme sind 1—3 zu berücksichtigen; die latente Wärme des Dampfes ist nicht fühlbar und kommt vielfach unter hygienischen Verhältnissen für die Wohnräume überhaupt nicht in Betracht. Für die Gesamtwärme, abzüglich der im Wasserdampf latenten Wärme, hat Verfasser den Namen „natürliche Verbrennungswärme“ eingeführt. Für die Beziehung der Beleuchtung zu dem Menschen ist es sehr ungleichwertig, ob Wärme als solche oder Wasserdampf der Luft sich beimengt.

Über die Wärmeverhältnisse der wichtigsten Beleuchtungsvorrichtungen gibt folgende Tabelle des Verfassers, für eine Kerze Helligkeit und eine Stunde berechnet, den besten Aufschluß:

	Wärmemenge in kg Kalorien:			
	heiße Gase	Wärme im Wasserdampfe	dunkle Wärmestrahlung	leuchtende
Paraffinkerze . . . . .	59·68	8·74	10·4	0·35
Argandgasbrenner . . . . .	43·0	5·10		7·0
Auerlicht . . . . .	6·53	0·90	1·3	0·08
Elektrisches Glühlicht . . . . .	1·03	0	2·27	0·26
Petroleumlampe . . . . .	28·90	2·6		10·5

Die Kerzen zeichnen sich dadurch aus, daß sie sehr viel Wärme durch heiße Gase erzeugen und dabei eine starke Mehrung der Feuchtigkeit herbeiführen, wodurch die Hitze noch unerträglicher wird.

Von den Einrichtungen, welche gewöhnlich benützt werden, können in Konkurrenz treten: das Petroleumlicht, das Auersche Glühlicht und das elektrische Glühlicht.

Am meisten wärmend wirkt das Gaslicht alter Herstellung (Rundbrenner) und auch die Luftbefeuchtung ist bedeutend, die Strahlung nicht unbedeutend. Besser ist die Petroleumbeleuchtung nach zwei Richtungen: heiße Gase werden weit weniger und besonders recht wenig Wasserdampf, nur  $\frac{1}{2}$  so viel wie bei Gaslicht, geliefert, dagegen viel strahlende Wärme. Das Auersche Glühlicht ist dem Petroleum weit überlegen; wärmende Gase liefert es noch nicht  $\frac{1}{4}$  so viel wie Erdöl und die Wasserdampfmehrung fällt etwa  $\frac{1}{3}$  so groß aus wie bei Petroleum. Vom thermischen Standpunkte noch idealer verhält sich das elektrische Glühlicht, weil es seine Warmelieferung auf  $\frac{1}{6}$  des Gasglühlichtes reduziert und gar keinen Wasserdampf produziert. Die Strahlung ist aber bedeutender als bei Auerlicht, aber wie bei diesem, nach absolutem Maße betrachtet, sehr klein. Im Hinblick auf die Wärmebildung kann das Bogenlicht als durchaus den hygienischen Anforderungen entsprechend gelten.

Alle Beleuchtungsmethoden, das elektrische Bogen- und Glühlicht ausgenommen, verschlechtern die Luft eines Raumes; allerdings wird beim Bogenlicht, weil ja etwas Kohle verbrennt, auch Kohlensäure gebildet, aber in verschwindender Menge gegenüber der Lichtmenge, welche erzeugt wird.

Die Produkte der Luftverunreinigung durch Leuchtmaterial sind zum Teile die gleichen wie jene, welche bei der Beheizung in dem Ofen entstehen ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ), nur läßt sich der Verbrennungsprozeß, der bei der Lichterzeugung verläuft, besser regulieren als der Heizprozeß; daher sind die unvollständigen Zersetzungsprodukte mehr zurücktretend. Da wir die „Rauchgase“ der Beleuchtung einzuatmen gezwungen sind, ist es wichtig, sie näher kennen zu lernen.

Der Menge nach überwiegen die Kohlensäure und der Wasserdampf als Verbrennungsprodukt, mit deren Erzeugung in demselben Maße eine Luftverschlechterung durch die Sauerstoffzehrung statt hat. 1 kg Stearin, Rüböl, Talg, Petroleum, Gas erfordern 2·9 bis 3·4 kg Sauerstoff zur Verbrennung.<sup>1)</sup> Das Verhältnis zwischen Kohlensäurebildung und Wasser-

<sup>1)</sup> 1 m<sup>3</sup> Gas = 0·5 kg = 1·12 m<sup>3</sup> Sauerstoff.

dampfbildung ist bei den einzelnen Beleuchtungsmitteln von ihrer Zusammensetzung abhängig und sehr verschieden; bei dem wasserstoffreichen Leuchtgase überwiegt weit der Wasserdampf die Kohlensäuremengen, indes bei den übrigen Stoffen, wie Ölen und Kerzen, die Kohlensäure die Hauptmenge der Verbrennungsprodukte darstellt (siehe Tabelle).

Nie verzehren die Leuchtmaterialien etwa den zugeführten Sauerstoff der Luft vollkommen, sondern es muß ein reichlicher Überschuß von Luft zu normaler Verbrennung zugeführt werden. Sie bedürfen weit mehr Luft und weit mehr Sauerstoff als die theoretische Menge beträgt. „Die Rauchgase“ der Leuchtflammen sollen, wie man angibt, bei Petroleum- wie Gaslampen noch 8—16% Sauerstoff und 4—8% Kohlensäure enthalten, meist ist noch mehr Sauerstoff und weit weniger Kohlensäure zu finden. Tiere leben ohne bemerkenswerte Erscheinungen viele Stunden in den abgekühlten Verbrennungsgasen (Rubner, Cramer).

Aus diesen Tatsachen folgt, daß eine direkte akute Schädigung durch Beleuchtung, beruhend auf Kohlensäureüberladung der Luft oder Sauerstoffentziehung, nicht unvorhergesehen eintreten wird. Die Leuchtflammen sind als ein Erkennungsmittel für eine abnorme Veränderung des Sauerstoffgehaltes, indem sie trübe brennen, wenn letzterer stark vermindert ist, zu gebrauchen.

Die Rauchgase (Verbrennungsgase) der Leuchtflammen enthalten übrigens gelegentlich noch andere Produkte, welche der Gesundheit in weit höherem Grade gefährlich werden können; es sind dies gewisse Nebenprodukte der Verbrennung, namentlich Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe. Letztere entstehen beim Flackern des Lichtes, weshalb jede offene Flamme unzweckmäßig erscheint. Die unvollkommene Verbrennung findet auch bei übermäßig groß gehaltener Flamme oder bei zu kleiner Flamme in den Lampen mit Zugzylinder statt. Ferner kommen vor, und zwar regelmäßig, die Derivate des Stickoxyds (Untersalpetersäure oder, wenn sich letztere mit Flüssigkeiten mengt, salpetrige und Salpetersäure), ferner Ammoniak, manchmal Schwefelsäure und schweflige Säure. Die Mengen dieser Produkte sind keineswegs so klein, als man sie gewöhnlich schätzt. Bei Stearinkerzenbeleuchtung werden bis zu 0.3 mg salpetrige Säure für 1 g verbranntes Stearin entwickelt. Die Untersalpetersäure, als welche wohl das Oxydationsprodukt in der Luft vorhanden sein dürfte, ist zweifellos keine gleichgültige Beimengung. Ohne wesentlichen Einfluß dürfte dagegen das Ammoniak sein. Die Schwefelsäure trifft man äußerst verbreitet bei Stearinkerzenbeleuchtung; auch ihr wird aber in der beobachtenden Menge eine direkte Schädlichkeit nicht zugemessen sein. Anders liegt die Sache, wenn, wie in manchen Petroleumsorten, namentlich aber im Leuchtgase, Schwefelwasserstoff oder organische Schwefelverbindungen enthalten sind, welche zu schwefliger Säure (und Schwefelsäure) verbrennen. Etwas Rußbildung kann man bei jeder Beleuchtungsweise, das elektrische Licht ausgenommen, nachweisen.

Der qualitative Nachweis der letztgenannten Produkte, wie Schwefel, Salpetersäure u. s. w., ist leicht zu führen, wenn man die Verbrennungsgase durch einen Kolben leitet, der von einer Kältemischung umgeben ist. Es kondensiert sich alsdann der Wasserdampf und reißt den größten Teil dieser Verbindungen mit nieder.

Zur quantitativen Bestimmung der Schwefelverbindungen saugt man mit Hilfe eines mit einer Saugvorrichtung, z. B. einer Wasserstrahlpumpe, in Verbindung stehenden, trichterförmig die Flamme umgebenden Glasrohres die Verbrennungsgase durch

Absorptionsapparate, welche mit Bromlauge beschickt sind, hindurch. Nach dem Versuche wird die Lauge mit Salzsäure angesäuert und mit Chlorbaryum die Schwefelsäure gefällt (Polek). Die verwendete Bromlauge muß vorher als schwefelsäurefrei erkannt sein. Der maximalste in England noch zulässige Schwefelsäuregehalt beträgt 57 g für 100 m<sup>3</sup>.

Wenn wir in eine durch Leuchtmaterial verdorbene Luft kommen, befällt uns ein bedrückendes Gefühl; aber es ist schwer zu sagen, was den unangenehmen Eindruck hervorruft. Es sind da viele Einflüsse, welche sich geltend machen: die abnorme Wärme eines solchen Raumes, die strahlende Wärme, der Wasserdampfgehalt der Luft und endlich die Störung, welche speziell den Verbrennungsgasen zuzurechnen ist. Über letztere gewinnt man aber ein Urteil, wenn man aus einer durch Leuchtmaterial verunreinigten Stube durch eine Leitung Luft einatmet und so die störenden Empfindungen der drückenden Schwüle fern hält. Es zeigt sich dabei, daß unser Geruchsorgan schon äußerst geringe Beimengungen von Verbrennungsgasen wahrzunehmen vermag und daß das erste Produkt, welches störend auftritt und erkannt wird, die Untersalpetersäure ist (Rubner, Bibra). Ihre Schädlichkeit unterliegt keinem Zweifel; sie erzeugt Katarrhe. Wurster glaubt namentlich, daß dieselbe die mit Gas erhellten Räume bedenklich für die Gesundheit mache. Das Brüchigwerden des Papierses in Bibliotheken wird auch auf die Einwirkung der oxydierenden Säuren der Verbrennungsgase, die besonders bei hohen Temperaturen, wie sie in mit Gas beheizten Räumen vorkommen, zurückgeführt (C. Wurster). Das elektrische Licht ist nach allen Richtungen hin den Leuchtflammen überlegen und man hat das Bestreben nur zu fördern, die Verbrennungsprodukte, wo solche sich bilden, wenn möglich, alle abzuführen, wie es sich allerdings bequem nur bei den größeren Brennern, wie Siemens-Brenner u. s. w., durchführen läßt.

Die Verbrennungsgase der verschiedenen Beleuchtungsmaterialien sind noch nicht alle auf ihre Belästigungsgrenze untersucht, doch ist durch Versuche vom Verfasser und Cramer für Leuchtgas festgestellt, daß, wenn der Kohlensäuregehalt der Luft 2·2<sup>0</sup>/<sub>100</sub> beträgt, Störungen für den Menschen auftreten. Dieser Grenzwert ist also wesentlich höher, als der für die Verunreinigung der Luft durch die Ausatmung der Menschen angenommen, der, wie früher angegeben, höchstens zu 1<sup>0</sup>/<sub>100</sub> genommen werden soll. Trotzdem hat man die Verunreinigung der Luft bei den Fragen der Ventilation in genaue Rechnung zu stellen, da die für eine gute Beleuchtung notwendige Lichtmenge bedeutend ist, also auch die Menge der Verbrennungsgase hohe Werte erreicht.

Für Lampen von 20 Kerzen Helligkeit, wie solche zumeist gebraucht werden, kann man folgendes Ventilationsquantum annehmen, wenn der Gehalt von 2·2<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Kohlensäure nicht überschritten werden soll:

Bei Petroleum	110 m <sup>3</sup> per Stunde.
Guter Gasrundbrenner	52 " " "
Auerlicht	7 " " "

Die Zahlen beweisen die Notwendigkeit, dem Auerlicht den Vortzug zu geben, wo es sich um Reinheit der Luft handelt. Wird nach diesen Grundsätzen die Ventilation geregelt, so nimmt die relative Feuchtigkeit der Luft bei 20° um etwa 8<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, bei Leuchtgas wegen der größeren

Wasserbildung um etwa 16% zu;<sup>1)</sup> wenn aber die Luft kühler ist, so steigt die Zunahme der relativen Feuchtigkeit viel erheblicher an. Hieraus kann sich die Notwendigkeit ergeben, in bewohnten Räumen stärker zu ventilieren, als für Gas etwa unmittelbar aus dem Anwachsen des Kohlensäurewertes sich ergibt. Dieser Forderung läßt sich leicht nachkommen, weil das Ventilationsquantum bei Argandbrennern klein und bei Auerlicht verschwindend klein gegenüber dem Lüftungsbedarf der üblichen Petroleumbeleuchtung sich ergibt.

Die verschiedenen Beleuchtungsarten bedingen in sehr verschiedener Weise unmittelbare oder mittelbare Lebensgefahr. Sehr häufig werden unzuweckmäßig angelegte Beleuchtungsanlagen Ursache von Schadenfeuer, auch die elektrische Beleuchtung hat bereits sehr häufig Brandunfälle verursacht, indem man die Drähte, welche nach scharfen Knickungen brüchig werden und sich erhitzen, Holzteilen zu nahe brachte.

Ungemein zahlreich sind Verbrennungen, herbeigeführt durch Explosion von Petroleumlampen. Verwendung gasförmiger Leuchtstoffe ermöglicht direkte Vergiftung durch beigemengtes Kohlenoxyd und nicht selten Explosionsgefahr.

In neuester Zeit mehren sich die Unglücksfälle durch Elektrizität, namentlich Amerika liefert einen reichlichen Beitrag zu derartigen Kasuistik.

Schwere Unfälle ereignen sich meist dadurch, daß Ströme von großer Spannung oberirdisch geleitet und die Leitungsdrähte durch elementare Ereignisse, wie Sturm, in verkehrsreiche Straßen geworfen werden. Besonders gefährlich sind die in Amerika weit verbreiteten hochgespannten Wechselströme. Die in Deutschland zur Anwendung kommenden Gleichstromanlagen bedingen fast nie schwere Unglücksfälle, wenn schon sie nicht unbedenklich sind. Von sanitärer Seite muß vollkommene Sicherung gegen diese Gefahren gefordert werden.

Die Entwicklung der Kraftübertragung auf weite Strecken behufs Ausnützung von Wasserkraften, die gelegentlich weitab von Städten gewonnen werden müssen, wird die Verwendung hochgespannter Ströme (20.000—30.000 Volt) in Zukunft notwendig machen. Mit Rücksicht auf den Schutz des Lebens ist zu fordern, daß solche Ströme innerhalb eines Stadtgebietes durch Transformierung auf geringe, nicht lebensbedrohende Spannung zurückgeführt werden.

Die höchstgespannten Wechselströme (Teslaströme) sind wieder völlig ungefährlich.

Ein wichtiger Gesichtspunkt ist die ökonomische Seite der Beleuchtung; für diese finden sich bereits in Tabelle Seite 289 die nötigen Angaben eingetragen, welche hinsichtlich des Preises an einzelnen Orten Verschiedenheiten unterliegen mögen, im allgemeinen aber ein übersichtliches Bild und richtige relative Werte gewähren.

Es bestimmt weniger die spezifische Eigentümlichkeit der einzelnen Beleuchtungsmaterialien, als vielmehr die Zweckmäßigkeit der Verwendung des einzelnen Beleuchtungsmaterials den Kostenaufwand. Leuchtgas kann zu den billigsten oder zu den teuren Beleuchtungsmaterialien ge-

---

<sup>1)</sup> Bei Petroleum um 1.4 g per 1 m<sup>3</sup>  
 „ Argandbrenner „ 2.6 g „ 1 m<sup>3</sup>  
 „ Auerlicht „ 3.1 g „ 1 m<sup>3</sup>

zählt werden, je nachdem man es im Auerbrenner oder im Flachbrenner oder gar als Illuminationslämpchen verwendet. Ganz allgemein liefern die Lichtquellen mit größerem Konsum verhältnismäßig die billigste Lichtversorgung.

Eine wesentliche Fürsorge muß auf die Aufstellung der einzelnen Lichtquellen genommen werden. Die Lichtmenge läßt sich nicht unbedeutend durch Verwendung geeigneter Lampenschirme und Reflektoren vermehren. Wenn senkrecht unter einer Lampe ohne Schirm z. B. nur eine Meterkerze Helligkeit vorhanden ist, können durch einen lackierten Schirm 64, durch einen Milchglasschirm 30 durch einen Papierschirm 23 und durch einen halbkugeligen Reflektor 260 Meterkerzen erreicht werden (H. Cohn).

Nach den dargelegten Gesichtspunkten wird es nicht schwer sein, im allgemeinen die Wahl der Beleuchtungsart zu treffen.

Für die praktische Durchführung der Beleuchtung kommen noch folgende Gesichtspunkte in Betracht.

Bei Lichtquellen mit starkem Glanze ist die Verminderung des Lichtes durch Schirme, Augenschützer in Berechnung zu ziehen. Lichtquellen, welche hoch aufgehängt werden müssen, geben dadurch einen gewissen Lichtverlust; ferner ist zu berücksichtigen, wie sich das von einer Lampe ausgehende Licht im Umkreise verteilt; manchmal bestehen große Ungleichheiten.

Die direkte Beleuchtung durch Lampen gibt, in Schulen und unter ähnlichen Verhältnissen angewandt, wenig befriedigende Ergebnisse. Fast überall ist die Beleuchtung erheblich ungleich und durch die Schreibenden selbst wird ein sehr erheblicher Bruchteil des Lichtes durch unvermeidliche Schattenbildung weggenommen. Nach den von Renk und Erismann angeregten Untersuchungen gibt die indirekte Beleuchtung weit bessere Resultate. Zu dem Behufe indirekter Beleuchtung wird das Licht einer beliebigen Lichtquelle durch einen guten Reflektor nach der Decke, welche eine weiße Farbe zeigen muß, geworfen. Durchsichtige Reflektoren geben keine günstigen Resultate. Der Hauptvorteil indirekter Beleuchtung besteht in der Gleichmäßigkeit des Lichtes und in der Verminderung der Schattenbildung durch den Schreibenden. Man hat in den Schulen die künstliche Beleuchtung während der Anwesenheit der Schüler zu prüfen und an der Stelle, wo der Schüler schreibt. Am geeignetsten für reflektiertes Licht sind starke Lichtquellen.

Für manche Zwecke der Beleuchtung kann es auch in Frage kommen, ein Licht zu finden, welches sehr weit sichtbar bleibt, so z. B. für Richtungslaternen auf den Straßen, ferner für die optischen Telegraphen und Leuchttürme.

Licht ist bei klarer Luft ungemein weit wahrzunehmen; eine einfache Kerze auf 1·8 km Wegstrecke. Das menschliche Auge ist also von einer eminenten Lichtempfindlichkeit. Durch den Verfasser ist gemessen worden, daß die Energie — ausgedrückt in Wärmeinheiten — welche eben eine Lichtempfindung erzeugt, in einer Minute 0·000.000.000.334 Mikrokalorien beträgt, eine Zahl, mit welcher auf anderem Wege gefundene Werte Langleys übereinstimmen.

Leider ist manchmal die Absorption des Lichtes von der Atmosphäre sehr groß, besonders für die z. B. im Bogenlicht so reich vertretenen blauen Strahlen.

Man kann denselben Beleuchtungseffekt durch viele kleine oder durch wenige starke Lichtquellen erzielen. Letztere haben die Eigentümlichkeit der starken Schattenbildung. Diese kann in geschlossenen Räumen oft störend wirken, indem die im Schatten liegenden Objekte von Treppenstufen u. dgl. gar nicht wahrzunehmen sind. Besser wirkt die Verteilung des Lichtes auf viele kleinere Beleuchtungskörper.

Räume mit wenigen starken Lichtquellen machen meist einen sehr öden und unbefriedigenden Eindruck, viele kleine Lichtquellen wirken dekorativ und ästhetisch besser. Man nennt diese Eigenschaft kurzweg „Illuminationswirkung“.

Die Aufhängung der Lichtquellen hängt von dem Zwecke, welchen die Beleuchtung erzielen soll, ab. Für Schreibzwecke bedürfen wir des von der linken Seite einfallenden Lichtes oder einer überhaupt schattenfreien Beleuchtung, wie z. B. der indirekten Beleuchtung von der Decke aus.

Literatur: Artikel Beleuchtung in Muspratts techn. Chem. — Schilling, Das Steinkohlengas. — Urbanitzky, Das elektrische Licht, 2. Aufl., Wien. — E. de Fodor, Das Glühlicht, Wien 1888. — H. Krüß, Photometrie, Wien 1886. — Rubner, Arch. f. Hyg., Bd. XXIII. — E. Cramer, Verbrennungswärme der gebräuchlichsten Beleuchtungsmaterialien und über die Luftverunreinigung durch die Beleuchtung. ibid. Bd. 10, 90, 283. — H. Chr. Geelmuyden, Über die Verbrennungsprodukte des Leuchtgases und deren Einfluß auf die Gesundheit. ibid. Bd. 22, 95, 102.

## Fünftes Kapitel.

### Der Wohnungsplan und die Aufgaben der öffentlichen Gesundheitspflege für die Wohnräume.

Zu einem gesunden Wohnhause und gesunden Wohnräumen bedarf es des Zusammenwirkens mannigfacher Bedingungen. Die Fürsorge für Trockenheit der Wohnung, für Luft wie Licht und Wärme erschöpft noch keineswegs alle sanitären Aufgaben. Sehen wir auch ferner von der Auswahl eines gesunden Bodens und den Mitteln, welche ein Gemeinwesen anzuwenden hat, um demselben diese Eigenschaft zu erhalten, ab, da die Fragen im nächsten Abschnitt näher zu behandeln sind, so bleiben gewisse allgemeine Grundzüge, nach welchen die sanitäre Brauchbarkeit eines Hauses zu beurteilen ist.

Als ein wesentliches, zu berücksichtigendes Moment hat man die Höhe eines Hauses ins Auge zu fassen. Keineswegs ist es gleichgültig, bis zu welcher Stockwerkzahl ein Haus erbaut wird. Die Bewohner hoher Stockwerke sind nach mehreren Richtungen hin gefährdet. Nicht in letzter Linie wäre dabei des Umstandes zu gedenken, daß je höher die Häuser, um so dichter die Bebauung eines Areals ist. Die allzu große Dichte des Wohnens ist eine Gefahr bei ansteckenden Krankheiten. Je mehr Personen die gemeinsamen Treppen benützen oder in anderer Weise in Kontakt kommen, um so wahrscheinlicher die

Verschleppung von Krankheiten. Aber auch außerdem leiden sie an der Schwierigkeit des Verkehres; das Treppensteigen erfordert einen nicht unbedeutenden Aufwand an Kraft und kann letztere, wenn die Fähigkeit zur Arbeitsleistung, wie bei alten Leuten, sehr eingeschränkt ist, geradezu erschöpfen. Man hat sogar bei jungen Leuten, die unter gleichen Ernährungsverhältnissen gehalten wurden, beobachtet, daß das Körpergewicht *ceteris paribus* in den wenig Steigarbeit erfordernden unteren Geschossen größer ist als in den oberen.

Nicht selten werden ältere Personen durch diesen Umstand fast beständig an die Stuben gefesselt. Die Kinder aber, wenn sie auf der Straße sind, werden, wie es naheliegt, der elterlichen Überwachung entzogen. Das Treppensteigen ist aber besonders nachteilig für die Frauen, da diese ja zumeist alle häuslichen Verrichtungen und Besorgungen zu leisten haben. Vielleicht steht mit dieser schweren Arbeitsleistung die statistische Tatsache im Zusammenhang, daß die Bewohnerinnen der hochgelegenen Stockwerke mehr Todgeburten aufweisen als jene der übrigen. Man kann die Übelstände, die durch die hohe Stockwerkszahl entsteht, dadurch zum Teile mildern, daß durch Aufzüge (Lifts) uns die Steigarbeit abgenommen wird. Diese Einrichtung findet sich allerdings nur in den besseren und teureren Wohnungen. Zu den zweckmäßigen Einrichtungen wird nicht nur der Personenaufzug, sondern ein Aufzug für mäßige Lasten gehören, wie für den Transport der Kohlen und anderer für den Hausgebrauch nötiger Gegenstände von größerem Gewichte.

Wie die Höhe, so ist überhaupt der Massenbau der Häuser, die Mietskaserne, ohne gewisse sanitäre Nachteile gar nicht denkbar. Wie wir schon entwickelt haben, muß jedwede Vergrößerung der Dimensionen eines Hauses dementsprechend Licht und Luft den Bewohnern verkürzen, besonders wenn noch außerdem etwa die einzelnen Häuser direkt aneinander gebaut sind. Ein Massengebäude ist, wie erwähnt, noch ferner durch den Umstand bedenklich, daß die zusammengehäuften, im innigsten Kontakt bleibenden Menschen jedwede Infektionsgefahr, besonders bei Epidemien, außerordentlich zu vermehren im stande sind. Bei dem Mangel an Nebenräumen (Waschgelegenheit, Trockenräume), wie er in den meisten Fällen zu herrschen pflegt, wird der Unreinlichkeit ein empfindlicher Vorschub geleistet. Unruhe und Lärm machen es in der Regel schwierig, Kranke in wünschenswerter Weise zu isolieren und zu pflegen. Bei Unglücksfällen und Brandgefahr fordern Massengebäude durch die Schwierigkeit des Entweichens oft zahlreiche Opfer.

Ein gesundes Haus muß also in seiner räumlichen Ausdehnung beschränkt sein, weil mit übermäßiger Vergrößerung bei der üblichen Bauweise unvermeidliche Nachteile verknüpft sind.

Wenn die bauliche Anlage des Hauses volle Sicherheit gewähren soll, so müßte — und dies gilt namentlich für Massengebäude — wo letztere nicht zu umgehen sind, mehr als bisher auf feuersichere Anlage, speziell der Treppen, Rücksicht genommen werden.

Die Häuser dienen nicht nur dem Menschen zum Aufenthalt, vielmehr werden die Kellerräume, Rückgebäude oder andere Adnexe und Wohnungen als Lagerräume für Waren benützt. Zum Teile sind die hieraus für die Bewohner entspringenden Gefahren durch gesetzliche Vorschriften gemindert, insoweit es sich um explodierende Stoffe handelt, wenn schon die Notwendigkeit weiterer Beschränkungen nicht verhehlt

werden darf, und ferner durch jene Verordnungen, welche durch Lärm oder üble Gerüche belästigende Gewerbe betreffen, weiterer Schutz der Wohnungen zu wünschen bleibt.

Die einzelnen Stockwerke eines Hauses sind sanitär höchst ungleichwertig. Auf die Anlage von Kellerwohnungen sollte überall verzichtet werden. Zwar läßt sich recht wohl auch eine Kellerwohnung, wenn dieselbe nicht zu tief unter der Straßensohle liegt (Halbkellerwohnungen), wenn sie trocken angelegt, gut lüftbar und für die Sonne zugänglich ist, ohne gesundheitlichen Schaden benützen. Diese Voraussetzungen treffen aber für die meisten derselben keineswegs zu.

Die Temperatur in denselben gewährt im Durchschnitt keinen beglücklichen Aufenthalt, die Wände ermangeln vollkommen der ventilierenden Wirkung durch den Windstoß, dem Eindringen der Bodenluft oder anderer den Boden durchziehender Gase, z. B. bei Leuchtgasrohrbrüchen, stehen nur wenig Hindernisse entgegen, der Feuchtigkeit ist selten wirksam entgegenzutreten.

Die Dachwohnungen haben — wenn sie nicht zu hoch gelegen sind — wesentlich weniger Nachteile, ihr wesentlichster wäre noch die rascheren Schwankungen der Temperatur unter dem Einflusse der Bestrahlung und Ausstrahlung.

Der Gesundheit der Bewohner drohen mitunter Gefahren durch die Verwendung giftiger Farben zum Anstriche der Wandungen oder durch Verwendung von Tapeten, welche mit solchen Farben hergestellt worden sind. Gesetzliche Bestimmungen über die zur Fabrikation verbotenen Stoffe haben diese Schädigungen auf ein Minimum reduziert.

Die Anlage des Fehlbodens bedarf besonderer Aufmerksamkeit. Derselbe wird im allgemeinen hergestellt, indem man die Balkenlage auf ihrer unteren Seite verschalt; auf diese wird dann ein die Wärme wie den Schall schlecht leitendes Material: Bauschutt, Kohlenabfälle, Erde, Sand u. s. w., aufgeschüttet und dann durch Auflage der Bodenbretter dieser Raum abgeschlossen. Schon die Art des Materials unterliegt gewissen sanitären Bedenken. Gar nicht selten ist ersteres durch und durch von Abfallstoffen und Keimen durchsetzt; dann aber besteht bei den Bauarbeitern weit verbreitet die Gewohnheit, Harn und Kot in den Fehlboden abzusetzen, ehe der Boden gelegt ist. Die fäulnisfähigen Stoffe zersetzen sich und ihre Produkte werden durch die den Boden durchziehende Luft den darunter wie darüber liegenden Räumen mitgeteilt. Man kann wohl nicht von der Hand weisen, daß unter begünstigenden Bedingungen auch zerstäubtes Material den Weg zu den Stuben zurückfindet. Gewöhnlich schreitet die Verschmutzung des Fehlbodens aber weiter. Sobald durch Austrocknung die Bodenspalten klaffen, fallen durch die Spalten tagtäglich weitere Schmutzbestandteile und pathogene Keime hinzu und die bei dem Scheuern des Bodens eindringende Feuchtigkeit kann die in dem trockenen Fehlboden konservierten Keime zur Entwicklung anregen.

Man wird also bei normaler Anlage eines Fehlbodens wünschen müssen, daß bei der Auswahl des Materials die größte Fürsorge getroffen werde und daß ferner der Schluß des Bodens ein vollständiger sei. Am besten erfüllt ein gut gelegter Parkettboden seine Aufgabe. Die Decken- und Bodenventilation wird dadurch allerdings auf ein

Minimum herabgesetzt, die Gefahren des Fehlbodens erfordern aber dringend, auf erstere Verzicht zu leisten.

Augenmerk ist auch auf die Treppenanlage zu lenken. Meist findet sich nur eine den Verkehr vermittelnde Treppe. Sie soll die richtige Steigung besitzen und nicht zu steil sein. Die Treppen sind durch genügende Fenster hell zu halten. Die Fenster müssen geöffnet werden können; speziell das oberste Fenster muß die Möglichkeit bieten zum Entweichen der schlechten Luft. Die Treppenluft gibt durch ihren üblen Geruch meist schon eine Vorstellung von der schlechten Luft der Stuben. Die Luft geht fast immer von dem Keller und dem unteren Geschosse nach oben. Verfasser hat Versuche mittels Entwickeln von Kohlensäure und Verspraysen von *bact. prodigiosum* gemacht und gesehen, daß kaum 10—15 Minuten hinreichen, um selbst unter ungünstigen Umständen die Gase wie die Bakterien vom Parterre bis in den dritten Stock eines Hauses zu führen.

Die Treppe ist zumeist der Raum, in welchem durch die Reinigung des Schuhwerkes und der Kleider das infektiöse Material aller Stockwerke vereinigt wird und durch den Straßenschmutz ohnedies üble Zustände herrschen.

In neuen Häusern finden sich oft zwei Treppen neben der Haupttreppe, die sogenannte Hintertreppe, letztere für den hauptsächlichsten Verkehr im Interesse der Küche u. s. w. Diese Treppen sind meist viel zu steil und selten genügend lüftbar.

Ein gesundes Haus bedarf eines richtig verteilten Wohnungsplanes; Wohn-, Schlaf- und Wirtschaftsräume, die Abortanlage sollen in zweckmäßiger Anordnung vorhanden sein. Aber auch die Bewohner selbst teilen vielfach die Schuld an der Unzweckmäßigkeit der Wohnungen, indem die besten, hellsten und luftigsten Räume nur zu Repräsentationszwecken verwendet und in die schlechtesten Stuben, wie Kammern, die Schlaf- und Wohnräume verlegt werden; Schlaf- wie Wohnräume, Kinderstuben müssen in erster Linie zweckentsprechend untergebracht werden, die übrigen Aufgaben stehen erst in zweiter Linie. Licht und Luft sollen allen Räumen zu teil werden, das Schlafzimmer jedoch bedarf noch einer ruhigen, lärmfreien Lage, zumal es nicht selten auch den Krankenraum der Familie darstellt.

Die Abortanlagen vermitteln häufig die direkte Kommunikation der Wohnräume mit den Senkgruben, Tonnen oder Kanälen. Ihre Einrichtung muß in allen Fällen den Abschluß der Kanal- wie Grubenluft erlauben. Sie müssen von den übrigen Räumen getrennt und wohl lüftbar sein.

Wie die Abortluft, so durchzieht nur zu häufig auch der Küchendunst die Stuben und das Haus; zwar wird demselben ja in der Regel keine besondere Gefährdung zugeschrieben werden können, aber immerhin soll derselbe aus den Wohnräumen ausgeschlossen bleiben, da sich auch schädliche Dämpfe beimischen können. Die Küche wird häufig als Waschaum benützt; auch dies ist unzweckmäßig und können ausgiebige Durchfeuchtungen des Mauerwerkes die Folge sein. Eine Lüftung der Küche ist in allen Fällen dringend nötig, wie die besondere Waschküche ein nicht zu umgehendes Erfordernis.

Eine Schattenseite unserer heutigen Wohnungseinrichtungen sind die Dienstbotenräume oder die Stuben für Gesellen und Lehrlinge.

Oft wird jeder lichtlose und nicht lüftbare Winkel als Schlafräum für diese Zwecke für ausreichend gehalten; es wäre dringend zu wünschen, daß diese Mißstände überall je eher desto besser ausgeschlossen würden.

Läßt schon bei den Besserbemittelten der Wohnungsplan teils durch ungenügende Berücksichtigung der Anforderungen der Gesundheit, teils durch unrichtige Bauanlage vieles zu wünschen übrig, so sind die Verhältnisse der ärmeren Bevölkerung vielfach trostlose. Zum Teile verschlimmert der Unverstand die an sich ungünstigen Verhältnisse noch mehr.

So ist es z. B. vielfach bei der Bevölkerung auf dem Lande, welche in manchen Gegenden in kümmerlichster Weise oft mit den Tieren denselben Raum bewohnt, obschon die Vermögens- oder Erwerbsverhältnisse diese Zustände nicht rechtfertigen. Hier könnte eine angemessene Belehrung und Erziehung zur Reinlichkeit allein schon wesentliche Vorteile für die Gesundheit erzielen.

In anderen Fällen, wie bei der Bevölkerung mancher Industriebezirke, bei dem Proletariat in den Großstädten, sind dagegen die Armut und schwierige Erwerbsverhältnisse mit an den insalubren Zuständen der Wohnungen schuld. Die teuren Preise der Wohnungen drängen den Armen in die hochgelegenen Dachwohnungen, in feuchte Kellerräume oder in licht- und luftarme Hofwohnungen und Hintergebäude, sie zwingen ihn, seine Ansprüche an die Zahl und Größe der Räume möglichst zu vermindern. So wird nicht selten der Wohnraum zugleich zur Werkstatt, die Wäsche wie die Speisen werden auf dem Kochofen der Stube erhitzt; als Schlafräum, wenn derselbe überhaupt getrennt vorhanden ist, dienen licht- und luftarme kleine Kabinen. Welch entsetzliche Mängel in dieser Beziehung manchmal in ganzen Quartieren großer Städte vorhanden sind, bedarf kaum näherer Erläuterung. Nicht selten trifft man auf Lokalitäten, in welchen der einzelnen Person nicht mehr als drei Kubikmeter Luftkubus zukömmt! Die Folgen der dichten Belegung der Wohnungen greifen nach verschiedenen Gebieten über; sie schädigen durch schlechte Luft, durch Feuchtigkeit, durch unrichtige Temperaturverteilung, ungünstige Beleuchtung, sie schädigen durch den dauernden Kontakt der Menschen untereinander, indem die Verschleppungsmöglichkeit von Krankheiten eine vermehrte wird, ferner durch Unreinlichkeit, die immer eine Begleiterin der Überfüllung der Räume ist, sie schädigen durch alle Momente in noch höherem Grade Kinder wie Kranke, deren letzterer Genesung sie verzögern. In sittlicher Hinsicht ist namentlich für die Kinder und die Heranwachsenden der Wohnungsmangel verderblich geworden und die Erziehung wird zweifellos dadurch vielfach geschädigt, daß die Kinder, um die Wohnräume zu entlasten, die Straße zum beständigen Aufenthaltsort wählen müssen. Aber auch dem Erwachsenen droht indirekt eine weitere in ihren Folgen unheilbare Schädigung; mit dem Mangel an Bequemlichkeit, Ruhe, Reinlichkeit im Hause verliert sich auch die Liebe zum heimischen Herde. Der Schwerpunkt der Behaglichkeit und Ruhe nach getaner Arbeit wandert nach der Schenke, und nicht selten bedeutet dies die Auflösung des Familienlebens und den ersten Schritt zum Alkoholismus.

Nur zum Teile sind aber alle Mißstände, unter denen die ärmere Bevölkerung leidet, durch die Armut gegeben, zum Teile sind dieselben auch verursacht durch eine übermäßige Gewinnsucht von Bauspekulanten und durch den Wohnungswucher. Allein nicht nur die ärmste Bevölkerung, sondern ein großer Teil jener, welche in Mietwohnungen leben, haben Anspruch auf gewisse, durch die Gesetzgebung festzustellende Maßnahmen im Sinne der öffentlichen Gesundheitspflege.

Zu ihren wichtigsten Aufgaben zählt es, durch gute Bauvorschriften, durch polizeiliche Regelung und Aufsicht des Wohnungskonsenses die Unwissenden und Lässigen zu zwingen, bei Errichtung, Begebung und Benützung der Wohnungen auf die gesundheitlichen Bedürfnisse der Bewohner Bedacht zu nehmen.

Bei der Feststellung der baupolizeilichen Vorschriften sollte stets der hygienische Gesichtspunkt maßgebend sein und zuvörderst darauf geachtet werden, daß Luft und Licht, deren Mangel wir so oft bedauern, in unsere Wohnungen gelange und daß der Boden, auf den das Haus zu stellen ist, trocken und rein sei, d. h. nicht aus Abfällen aller Art und Kehrriecht aufgeschüttet werde, und daß er rein bleibe, was durch von Anfang an eingerichtete Anlagen für die Beseitigung von Schmutzstoffen erzielt wird, daß das Haus in seinen Baumaterialien den sanitären Forderungen entspreche.

Die Tätigkeit, welche die öffentliche Gesundheitspflege in diesen Richtungen hin zu entfalten hat, ist eine mannigfaltige und schwierige. Dem Streben, die Wohnungen polizeilich zu beeinflussen, stellen sich große Hemmnisse entgegen.

Die Wohnungsnot und damit der Zwang, schlechte, ungesunde Quartiere zu belegen, entsteht in großen Städten durch den Zuzug, den letztere vom Lande oder von kleineren Städten erhalten; dieser Zuzug kann nicht gehemmt werden. Daher muß im allgemeinen bei jedweder Neuanlage darauf geachtet werden, die Folgen der Menschenanhäufung abzuwenden und jedes neue Wohngebäude als ein Objekt sanitärer Fürsorge betrachtet werden.

In erster Linie hat eine zweckmäßige Bauordnung auf die Einhaltung der wesentlichsten sanitären Gesichtspunkte zu sorgen.

Über die Art des Hausbaues, Städteanlage u. s. w. siehe Abschnitt VI., 1. Kapitel.

Notwendig ist in erster Linie eine Beschränkung der Höhe der Häuser, aber freilich kann man vom wissenschaftlichen Standpunkte nur schwer eine ganz enge Grenze ziehen. Baumeister schlägt vor, nur vier Geschosse zuzulassen, einschließlich Erdgeschoß und Mansarden. Auch die Tiefenausdehnung der Gebäude (der Massenbau) bedürfte einer Beschränkung, da derselbe einen sanitär-schädigenden Zustand darstellt. Um einigermaßen die allzu dichte Bebauung auszuschießen (und ebenso wegen Verminderung von Feuersgefahr), findet in den meisten Bauordnungen eine Beschränkung des Raumes, der bei den Einzelgrundstücken überhaupt bebaut werden darf, statt. Eine gleichheitliche Einschränkung erscheint aber nicht gerechtfertigt. Wo eine bedeutende Höhe im Vergleiche zum Abstände des Gebäudes zugelassen wird, ist es notwendig, die Freihaltung eines größeren Teiles des Grundstückes, etwa ein Drittel, zu verlangen. Bei sehr kleinen und namentlich bei Eckgrundstücken, bei welchen eine große

Zahl von Zimmern frei liegt, sind eher Ausnahmen zulässig. Viel zweckmäßiger wäre es, wenn man die auf einem Platze zu errichtenden Gebäude von vornherein in der Art beschränkte, daß auf einer bestimmten Bodenfläche nur Häuser für eine begrenzte Anzahl von Personen errichtet werden dürften. Dies würde zur Voraussetzung haben, daß ein bestimmtes Mindestmaß für den einzelnen als Wohnraum (Luftkubus) angenommen würde.

Nicht als minder notwendig wird man es bezeichnen müssen, der Ausstattung der Wohnräume und ihrer Anlage ein wachsames Auge zuzuwenden. Ganz allgemein bindende Vorschriften lassen sich da freilich nicht finden. Es erklärt sich deshalb, warum die baugesetzlichen Vorschriften verschiedener Staaten, Länder und Gemeinden so sehr abweichen. Aber dies hindert nicht, den klimatischen Bedürfnissen eines Ortes entsprechende Verordnungen zu erlassen. Die Bestimmungen betreffen vielfach die minimale Höhe des Wohnraumes, den Minimalflächeninhalt eines Zimmerbodens, einer Küche, die Größe der Fenster, die Höhe des Fußbodens über dem Straßenniveau, die Art der Bedielung, Beheizung u. s. w. Was viele baugesetzliche Vorschriften sich nur im allgemeinen dahin aussprechen, daß die Wohnungen Luft, Licht, Raum und Zugänglichkeit in erforderlichem Maße haben und heizbar sein sollen und alles andere der endgültigen Beurteilung des Sachverständigen überlassen, so ist dies durchaus falsch. Es ist auch dringend erwünscht, daß die Bauordnungen den Begriff Wohnung überhaupt festlegen. Hierzu gehört unter die Notwendigkeit heizbarer Räume, auch die Fürsorge für das Vorhandensein einer Küche, die Herstellung genügender Klosetts und anderer unbedingt erforderlicher Nebenräume für Speisenaufbewahrung, die Möglichkeit, die Wäsche zu besorgen, Anteil am Keller und Boden.

Vom sanitären Standpunkt wäre die Beseitigung der Kellerwohnungen, deren Mängel schon mehrfach hervorgehoben wurden, dringend zu wünschen.

Trotzdem lassen fast die meisten Baugesetze die Anlage von Kellern als Wohnungen zu; sie begnügen sich, durch gewisse Vorschriften die Nachteile der Keller möglichst einzuschränken. So z. B. schreiben sie vor, daß ein möglichst großer Teil (mindestens zwei Drittel) der Kellerhöhe über dem Terrain liegt, daß der Fußboden durch eine Betonschicht oder durch Asphalt, Zement u. s. w. von dem feuchten Untergrund isoliert werde, daß die Kellerwohnungen nur in solchen Häusern angelegt werden dürfen, wo die Zuführung des Lichtes in einem Winkel von  $45^{\circ}$  gewahrt ist, oder daß die Außenmauern von Kellerwohnungen vom umgebenden Erdreich mittels eines Luftraumes (Luftgrabens) isoliert werden, dessen Tiefe mindestens den Kellerboden erreicht und dessen Breite mindestens dem Höhenabstand zwischen Terrain und Kellerboden gleichkommt. Räume in der letztgenannten Art angelegt, sind eigentlich keine Keller mehr, allein eine solche Anlage ist für die Straßenfronten undurchführbar.

So wünschenswert auch vom hygienischen Standpunkt aus das Bestreben erscheint, die Wohnungen polizeilich zu beeinflussen, die in der Regel feuchten, finsterner Kellerwohnungen sowie die den Unbilden der Witterung ausgesetzten Dachwohnungen, wie überhaupt alle aus

welchem Grunde immer ungesunden Quartiere von der Benützung gänzlich auszuschließen und dagegen jeder Person den nötigen Luft-raum und jeder Familie eine wenigstens aus Küche, Wohnzimmer und Schlafzimmer bestehende Wohnung zu sichern, so läßt sich doch nicht verkennen, daß es nicht leicht ist, dieses Bestreben zu erfüllen.

Der Pauperismus wird stets die größten bauhygienischen Verstöße bewirken und alle polizeilichen Verbote und Maßregeln gegen Überfüllung der Wohnungen und andere aus ungesunden Quartieren entstehende Übelstände werden von geringem Nutzen sein, solange man nicht im stande ist, billige Wohnungen in genügender Anzahl zu schaffen. Eine wirksame Abhilfe nach dieser Richtung wird sich nur durch das gleichzeitige Inslebentreten solcher gemeinnütziger Institutionen erhoffen lassen, welche den Bau von billigen und gesunden Arbeiterwohnungen und die Schaffung von Verkehrsmitteln nach den weniger kostspieligen Vorstädten ermöglichen (siehe dieses VI. Abschnitt, 1. Kap.).

Für die Familie ist die Wohnung als die Stätte der Unterkunft ins Auge zu fassen, und zwar in dem Sinne der oben gegebenen Definitionen. Wir haben aber einen großen Teil der Bevölkerung, der unverheiratet ist und dauernd unverheiratet bleibt.

Für diese Bevölkerungsgruppe schafft die Aftermiete in jeder Form, oder die Benützung von Massenquartieren die nötige Unterkunft. Es ist aber gar nicht zu verkennen, daß die erstere allmählich eine übergroße Ausdehnung angenommen hat und dazu herhalten muß, einer minderbemittelten Familie durch ihre Erträgnisse die Bezahlung einer Wohnung zu ermöglichen. Oft werden die Aftermieter in die besseren Zimmer untergebracht und die Familie in enge, schlechte Räume zusammengedrängt. Recht oft findet man auch den Übelstand, daß die schlechtesten Räume an Schlafgänger zu anscheinend mäßigem, tatsächlich aber verhältnismäßig sehr teurerem Preise vermietet werden. Die Vermietung geschieht natürlich meist so, daß mehrere Personen denselben Raum besitzen, meist mit der erschwerenden Auflage, daß die Räume nur nachts benützt werden dürfen. Eine weitere Abart dieser Systeme der Unterkunft sind dann die sogenannten Massenquartiere und Schlafherbergen. Es wird in denselben ein vorübergehendes Unterkommen genommen, für einzelne Nächte oder wenigstens für kürzere Zeit. Es sind diese Herbergen die Unterkunftsstätten des ärmsten Teiles der Bevölkerung, besonders des männlichen arbeitslosen und arbeits-scheuen Proletariats und eines Teiles der ledigen Arbeiter, namentlich neu Zugereister, bevor dieselben ein dauerndes Domizil gefunden haben.

Diese Herbergen befinden sich meistens in durchaus ungeeigneten Lokalen, in alten, baufälligen, dunklen Häusern oder in Kellerwohnungen. Wo keine Aufsicht besteht, findet weder Reinigung noch Lüftung statt und die Räume werden überfüllt.

Der längere und wiederholte Aufenthalt, das Leben in den engen, überfüllten, unreinlichen Schlafstellen kann nicht ohne nachteilige Einwirkung auf die Gesundheit bleiben, die sich in Herabsetzung der Energie und Leistungsfähigkeit, in vermindertem Widerstandsvermögen gegen krankmachende Einflüsse, in Blutarmut und Körperschwäche zeigt. Weiter wird die Unsittlichkeit in der schlimmsten Weise gefördert, Brutstätten und Herde der verschiedensten Epidemien werden geschaffen.

Es gilt das von den meisten schweren epidemischen Krankheiten, vor allem aber vom Flecktyphus und Rückfalltyphus. In Berlin wurden in einzelnen Massenquartieren 30 bis 100, und aus dem alten, jetzt aufgegebenen städtischen Asyl 291 Fälle von Flecktyphus und Recurrens in einem Jahre in die Krankenhäuser geliefert. In den Logierhäusern Londons erkrankten 1870 10—17mal so viel Personen an Recurrens als in den elenden Bezirken von St. Giles und 100mal so viel als in den benachbarten Bezirken von St. George, Bloomsbury.

Mit Bezug auf die geschilderten Gefahren, welche die Massenquartiere (Schlafherbergen) mit sich führen, lassen sich die Grundsätze, welche für die hygienischen Anforderungen solcher Lokale in Betracht kommen, leicht ableiten. Die Genehmigung zur Errichtung einer Schlafherberge darf nicht erteilt werden, bevor nicht die Ortspolizeibehörde eine genaue Besichtigung der zu der Herberge bestimmten Räumlichkeiten hat vornehmen lassen. Die Genehmigung ist zu untersagen, wenn sie wegen ihrer Lage und Beschaffenheit sich nicht eignet.

Der Quartiergeber muß angehalten werden, die Herberge mit einer guten Aborteinrichtung und Wasserversorgung zu versehen. In jedem Schlafräume dürfen nur so viel Personen untergebracht werden, daß auf den Kopf mindestens 15  $m^3$  Luftraum und 3  $m^2$  Fußboden kommen. Die Fenster der Schlafräume müssen täglich durch zwei zu bestimmende Vormittags- und zwei Nachmittagsstunden offen gehalten werden. Die Fußböden sind am Morgen auszukehren und zweimal in der Woche mit Kaliseifenlösung zu scheuern. Die Wände und Decken sind zweimal im Jahre zu tünchen und, wenn sie mit Ölfarbe angestrichen sind, gründlich zu waschen.

In einer Schlafherberge dürfen Personen verschiedenen Geschlechtes nicht aufgenommen werden, oder höchstens nur bei gehöriger Trennung der für Männer und Frauen bestimmten Räume. Das Bett muß wenigstens in der Art wie jenes der Soldaten in den Kasernen eingerichtet sein.

Von Wichtigkeit ist die Vorschrift, daß in jedem Falle einer ansteckenden oder ernsteren Erkrankung der Quartiergeber auf das strengste verpflichtet wird, binnen 24 Stunden die Anzeige darüber an die betreffende Ortsgemeinde zu erstatten. Die Ortspolizeibehörde muß das Recht besitzen, einen Kranken, der in der Herberge liegt, auch gegen seinen Willen in ein Krankenhaus überführen zu lassen, sobald von dem Amtsarzte attestiert wird, daß der betreffende Kranke für seine Umgebung gefährlich ist.

Der Amtsarzt hat auch die Herberge zu verschiedenen Tages- und Nachtzeiten zu inspizieren.

Die öffentliche Gesundheitspflege in ihrer Fürsorge für gesunde Luft hat sich aber nicht nur allein auf baupolizeiliche Maßregeln zu beschränken, sie hat auch auf Abwehr, Beseitigung und Verminderung der vielen übrigen Momente Bedacht zu nehmen, welche zur Luftverschlechterung in den Höfen, Gassen, Plätzen, überhaupt in den bewohnten Orten und ihrer Umgebung infolge des Verkehres, des industriellen Betriebes und des menschlichen Haushaltes beitragen.

In dieser Beziehung kommen die Pflasterung und Reinhaltung der Straßen, die Beseitigung der Abfallstoffe, die Regelung sanitär bedeutender Gewerbebetriebe, die bei Heiz- und Beleuchtungsanlagen nötige

Vorsicht und viele andere Fragen in Betracht, welche an geeigneten Stellen der nachfolgenden Abschnitte besprochen werden sollen.

Auf die Maßnahmen welche zur Verbesserung des Aftermieterwesens hinwirken können, soll im nächsten Abschnitte näher eingegangen werden.

*Literatur:* Deutsches Bauhandbuch. Bd. II, I. Teil. Berlin 1880. — Schülke, Gesunde Wohnungen, Berlin 1880. — Brentano, Wohnungszustände und Wohnungsreform in München. 1904. — Haase, Gesundheitswidrige Wohnungen und deren Begutachtung vom Standpunkt der öffentlichen Gesundheitspflege. 1905. — Voigt und Geldner, Kleinhaus und Mietkaserno. 1905. — Becker, Die Wohnungsfrage und ihre Lösung auf baugenossenschaftlichem Wege. 1901.

---

## Sechster Abschnitt.

# Städteanlagen.

### Erstes Kapitel.

#### Allgemeine Anforderungen an die Anlage von Städten.

##### a) Nachteile für die Gesundheit in den Städten.

Der Aufenthalt in den Städten ist von altersher als gesundheitsschädlich gegenüber dem Landleben bezeichnet worden. Den Typus des Städters markiert seine bleiche Hautfarbe, seine schwächlich entwickelte Muskulatur und seine Unfähigkeit zu größeren körperlichen Leistungen, indes der Landbewohner mit frischer Gesichtsfarbe und strotzender Kraft als Urbild der Gesundheit gilt. Auch die Statistik scheint auf wesentlich bessere Verhältnisse auf dem Lande hinzuweisen und läßt jene der Stadt zurücktreten; wenige Zahlen können als Beispiel hier für uns genügen. Auf 10.000 Einwohner treffen im Jahre an Todesfällen:

	In den Städten	Auf dem Lande
In Preußen	304	280
" Italien	327	278
" England	242	195

In allen Staaten stellen die Städter verhältnismäßig mehr Tote als die Landbevölkerung; doch beträgt der Überschuß nicht so viel, als manche voraussetzen geneigt sind. Für Preußen z. B. ist die Mortalitätsziffer der Städter nur  $8\frac{5}{10}$  größer als jene der Landbewohner, in England um  $24\frac{1}{10}$  %.

Es bleibt uns die weitere Aufgabe, jene Schäden, welche die Ursache der größeren Mortalität sind, aufzudecken; wir müssen aber dabei des Umstandes, daß die Mortalitätsziffer noch keineswegs ein wahrer Ausdruck bestehender Mißverhältnisse ist, eingedenk sein. Stadt- und Landbevölkerung müssen unzweifelhaft schon um dessen willen gesundheitliche Unterschiede zeigen, weil die Verteilung der Berufsklassen in Stadt und auf dem Lande verschieden ist und weil ferner die Ansprüche an die körperliche Konstitution wesentlich different sich gestalten. Auf dem Lande ist ein wohlgeachteter und gesuchter Arbeiter-

nur der, welcher bei kräftigem Körperbau Wind und Wetter standhält; während zu den mannigfachen Beschäftigungen in der Stadt, wie zu Dienstzwecken im Hause, ferner bei vielen Gewerben, welche letztere ja in Städten überwiegen, und in den Fabriken, welche gleichfalls in den Handelszentren ihre natürliche Heimat haben, auch ein weniger Kräftiger und Gesunder Unterkommen und Unterhalt finden kann. Es tritt also von vornherein schon zwischen Stadt und Land eine gewisse Trennung je nach der körperlichen Beschaffenheit ein, ein Moment, welches in der Statistik der Mortalität seinen Ausdruck finden muß.

Soziale Unterschiede kennzeichnen den Arbeiter der Fabrik und in den Gewerben gegenüber dem bäuerlichen Arbeiter und diese Unterschiede der Stellung bedingen auch gesundheitliche Differenzen. Der ländliche Arbeiter pflegt meist für geringen Barlohn zu dienen; er stellt ein Glied der bäuerlichen Familie dar, erhält das gemeinsame Mittagessen, wie die häusliche Unterkunft, Wohnung und Heizung. Vergnügungen, Wirtshausleben, nächtliche Kneipereien kennt er nur wenig, Auswüchse politischer Tätigkeit bleiben ihm fern. Der Arbeiter in der Stadt erhält seinen Lohn in barem Gelde, er hat für die teuren Nahrungsmittel, für Wohnung, Kleidung, Beleuchtung wie Heizung zu sorgen, die Kneipe stellt für viele den Aufenthaltsort dar, an dem Erholung nach der Arbeit gesucht wird, die Vergnügungen dehnen sich bis in die tiefe Nacht hin aus und kürzen den Schlaf, das rege geistige Leben in der Stadt umfaßt auch den Arbeiter; es bringt die Möglichkeit verfeinerter Genüsse, aber auch die Gefahr einer größeren Konsumtion des Organismus.

In manchen die Gesundheit wesentlich fördernden Richtungen ist der bäuerliche Arbeiter jenem der Stadt gegenüber im Vorteile und erklären gewiß die Verschiedenheiten der Ernährungs- und Wohnungsverhältnisse und die Selektion der Berufswahl in vielen Fällen die körperliche Verschiedenheit.

Die Nahrungs- wie Genußmittel lassen sich in den Städten meist nicht mit nämlicher Zuversicht als unverfälscht und unschädlich gewinnen wie auf dem Lande; letzteres bietet bei bescheidenen Ansprüchen günstige Ernährungsverhältnisse und eine gewisse Gewähr für die Gesundheit der Verdauungsorgane. Der Zwischenhandel verlangsamt den Verkauf der Nahrungsmittel, begünstigt die Zerlegung derselben in den Sommermonaten und gibt Anlaß, durch unerlaubte Zusätze von Chemikalien aller Art die Waren zu verfälschen.

Was wir bisher als die Gesundheit in der Stadt beeinflussende Momente bezeichnet haben, ist strenggenommen nicht unbedingt mit dem Städteleben verknüpft; denn für die besser situirten Klassen treffen die genannten Umstände gar nicht oder nur zum Teil zu und doch ist auch bei ihnen der Typus der verminderten Gesundheit in der Stadt nicht zu verkennen.

Nicht selten hört man daher die Luft in den Städten als schädlich bezeichnen.

Die Luftverunreinigung betrifft verschiedene Vorkommnisse. Jede Stadt besitzt bei dem unvermeidlichen Verkehre einen Boden, der mit verschiedenen in Zersetzung begriffenen Abfallprodukten mehr oder minder beladen ist, die Kanäle, Abortanlagen, welche die Stadt durchziehen, Abfallröhren, die Ausdünstungen gewerblicher Betriebe aller Art und die Begleiter der Kohlensäure, die Rauch-

gase, welche aus den Kaminen aufsteigen, schwängern die Luft und verleihen ihr einen bestimmten Geruch. In der Regel freilich sind unsere Geruchsorgane so weit abgestumpft, daß wir denselben kaum wahrnehmen; doch bedarf es nur einiger Erholung in Waldesluft, um bei Rückkehr in die Stadt die Luftverunreinigung zu bemerken.

Die wichtigste Veränderung der Stadtluft besteht in dem mehr oder weniger großen Reichtum an Rauchgasen (siehe unter Luft), besonders schlimm werden die Zustände sehr häufig bei Nebel, welcher die Anhäufung von Rauchgasen doppelt drückend macht, namentlich bei Windstille, wo es an gehöriger Mischung mit frischer Luft fehlt. Es wird dann auch weniger empfindlichen Naturen ein Unterschied der Luftbeschaffenheit in den Straßen und Höfen wahrnehmbar. In der Regel sind diese verschiedenen riechenden Bestandteile und Rauchgase das Charakteristische der Stadtluft. Mitunter treten freilich einzelne Bestandteile in meßbarer Menge in den Vordergrund, wie die schweflige Säure, z. B. bei Verwendung von schwefelhaltigen Stein- oder Braunkohlensorten.

Außer den chemischen Veränderungen der Stadtluft, die wir wohl dem Ursprunge nach bezeichnen, nicht immer aber der Quantität nach feststellen können, zeichnet sich dieselbe durch einen Gehalt an Staubpartikelchen aller Art aus, welche, wie es in der Natur der Sache liegt, reichlich Mikroorganismen zu führen pflegen. Dem Boden nahe Schichten und namentlich die Straßenluft sind reicher an diesen als höher gelegene. Gleichmäßiger verteilt in der Stadt ist der Ruß, der den Schornsteinen entströmt. Die Verschlechterung der Luft durch den Ruß und Rauchgase hängt ganz von den lokalen Betriebsverhältnissen ab. Mit der Entwicklung einer kohlezehrenden Industrie werden die Verhältnisse ganz ungleich. Wir befinden uns noch im fortschreitenden Stadium der Luftverschlechterung in den Großstädten.

Auf einen Einwohner trifft im Jahre als Kohleverbrauch

in Berlin	1561 kg
„ London	1436 kg
„ Dresden	1939 kg
„ Köln	3626 kg
„ Florenz	250 kg.

(Letztere Zahl auf Kohle berechnet, tatsächlich wird fast nur Holz oder Holzkohle gebrannt.)

Florenz kann als Beispiel einer industriearmen Stadt uns zeigen, wie sehr die kohlenzehrenden Betriebe bei unseren Städten ausschlaggebend sind. Privat- und Heizgebrauch der Kohlen macht in Berlin nur 23% des ganzen Konsums aus. Im Durchschnitte hat nach des Verfassers Untersuchungen eine Stadt wie Berlin eine Luft mit  $\frac{1}{1000}$  Gehalt an Rauchgasen. Dieser Gehalt genügt, um Pflanzen zu benachteiligen und einen störenden klimatischen Einfluß zu üben.

Die Atmung der nach verschiedenen Richtungen hin bedenklich veränderten Luft kann zweifellos der Gesundheit nicht nützlich sein. Zum mindesten fehlen der Stadtluft jene Beigaben, welche wie z. B. der Duft des Waldes, der Wiesen, der Blumen, offenbar „Genüßmittel“ der Luft genannt werden könnten, weil sie uns mit Behagen die Atmung

vornehmen lassen, ja vielleicht zu tieferen Atemzügen anregen. In ihrem Staubgehalte bringt sie aber wirklich schädigende Stoffe in den Körper hinein, die mechanischen Reiz in den Luftwegen ausüben, und gelegentlich werden pathogene Keime von den Luftwegen oder durch Verschlucken von dem Darm aus den Zutritt in das Körperinnere erreichen.

Obschon wir also mit einem gewissen Rechte die „Stadtluft“ als etwas Gesundheitsnachteiliges ansehen müssen, ist sie doch der einzige Quell, aus dem unsere Wohnräume die „frische Luft“ schöpfen können. Zu den bereits vorhandenen treten die weiteren Verunreinigungen der Stubenluft hinzu.

Der Städter, meist an Gewerbe und Beschäftigungen gebunden, welche den Aufenthalt innerhalb des Hauses zur Notwendigkeit machen, und angestrengt, da die Arbeit, namentlich in den Wintermonaten, auch nach Sonnenuntergang bei künstlicher Beleuchtung fortgesetzt werden muß, ist also durchwegs gezwungen, den größten Teil des Tages Stubenluft zu atmen, welche ebensosehr durch die Atmung des Menschen wie durch die Beleuchtung und ebenso oft durch den Gewerbebetrieb entmisch ist.

Ein wesentlicher Unterschied in der Güte der Luft liegt zwischen Hofluft und Straßenluft vor. Die erstere nimmt an der lebhafteren Windbewegung der Straßen, die übrigens meist schon geringer ist als jene auf dem freien Lande, nicht oder nur wenig teil. Der Wind wird in Höfen auf  $\frac{1}{100}$ — $\frac{2}{200}$  der Kraft, die er in den Straßen hat, gedämpft. Daher häufen sich in ihnen auch die unreinen Beimengungen aus den Häusern, der Staub durch Gewerbebetrieb u. s. w. mehr an als in der Straßenluft.

Die Temperatur der Luft einer Stadt ist höher als jene des umgebenden Landes. Die mittlere Wintertemperatur ist z. B. für Wien Stadt um  $0.3^{\circ}$ , die Sommertemperatur um  $0.9^{\circ}$  höher als im Umkreise von Wien (Hann). Ähnliches gilt für Berlin. Die Ursache dieser Erscheinung dürfte vielleicht in der geringeren Luftbewegung in der Stadt und in der reichlichen und unter dem Einflusse der Besonnung sich erhaltenden Häuserflächen und in der Wärmeabgabe der Häuser während des Winters zu suchen sein. Störend wirken jedenfalls die hohen Sommertemperaturen, welche in den extremeren, für die Wärmewirkung der Sonne günstigen Lagen auch schädigend werden können.

Besonders unangenehm macht sich auch die starke Wärmestrahlung von den beschienenen Bodenflächen und Häuserwänden bemerkbar.

Die Wärme erreicht an den Westseiten des Hauses wegen des Wärmeverzuges in der Wandung oft erst vor Mitternacht die maximalsten in Schlafzimmern unangenehm fühlbaren höchsten Temperaturen.

Was aber ganz besonders einen durchschlagenden Unterschied ergibt, das ist die sehr herabgesetzte Windbewegung. Eine stärkere gleichmäßige Luftbewegung, wie sie im Freien auf dem Lande besteht, wird stark abgeschwächt, sie wird vielfach zu jener unangenehmen Bewegungsform des Zuges, sie wird aus einer fortschreitenden Bewegung zu nutzlosen rotierenden Wirbeln an den schmalen Höfen, sie wird

zu rasch in den Straßen nach Stärke und Richtung wechselnden Strömungen umgewandelt.

Dem Winde in der Stadt fehlt das erfrischende, den Stoffwechsel anregende Element, das die Landluft in so reichem Maße besitzt.

Der Genuß frischer und guter Luft ist nach dem Gesagten dem Städter versagt und nur verhältnismäßig selten kann er sich die Erholung im weiteren Umkreise der Stadt gewähren.

Der lebhafteste Verkehr der Straßen erzeugt zahlreiche Unglücksfälle und das sich da entwickelnde Leben wirkt entschieden ungünstig auf den Menschen ein, namentlich auf schwächliche und kranke Personen. Besonders die Straßenbahnen und der Automobilverkehr haben die Gefahren enorm erhöht. Der Straßenlärm ist ins Unerträgliche gesteigert.

In der Stadt sind die Berufe mit geringen körperlichen Leistungen, d. h. mit geringer Steigerung der Stoffwechselgrößen in der Oberhand. Der Städter ist ein Stubenbewohner, wenigstens die Hauptmasse der Bewohner gehört dazu. Beamte, Kaufleute, Fabrikarbeiter, Heimarbeiter, groß und klein lebt in geschlossenen Räumen. Die Folgen einer solchen Lebensweise haben wir schon an anderen Stellen berührt. Zum Gesundsein gehört ein bestimmtes Maß körperlicher Arbeit, nicht ungestraft wird diese Gesundheitsregel vernachlässigt, das Leben wird dadurch gekürzt. Man kann Jahrzehnte dagegen sündigen, anscheinend ohne Schaden, schließlich zeigen sich doch die Nachteile; bei den Wohl-situierten in der Beleidtheit und der Fettsucht, namentlich der Unterleibsorgane, bei der ärmeren Bevölkerung im Gegenteil gerade in schlechter Ernährung des Körpers, weil billige Nahrungsmittel meist auch geringen Eiweißgehalt besitzen und den Muskelschwund begünstigen.

Die oft krankhaft gesteigerte Bewegungslust während kurzer Sommerferien kann die Folgen einer fehlerhaften Lebenshaltung nicht beseitigen.

Der Aufenthalt in geschlossenen Räumen bedingt aber nicht allein eine fehlerhafte Beschränkung der Bewegung und der Muskelpflege, sondern namentlich auch mangelhafte Blutbildung, in der Jugend ungenügende anatomische Ausbildung des Thorax, der Lunge und des Herzens, sondern auch eine Beförderung der Lungenkrankheiten überhaupt, der Tuberkulose im speziellen. Die Tuberkulosehäufigkeit geht, wie erwiesen, umgekehrt proportional der Ausdehnung des landwirtschaftlichen Betriebes, sie ist groß in allen Industriebezirken, deren Arbeiterschaft in geschlossenen Räumen sich aufhält. Gelehrte und industrielle Berufe zeigen mit Bestimmtheit die Nachteile geschlossener Räume.

Die Gefahren für die Verbreitung von Krankheiten sind in der Stadt weit größer als auf dem Lande, einmal wegen des dichteren Bewohnens der Häuser, dann aber auch, weil der lebhafteste Verkehr zahllose Berührungen schafft und Übertragungen begünstigt. Die ohne geeignete Maßnahmen unausbleibliche Bodenverunreinigung erhöht die Krankheitsgefahr, weil sie zur Verbreitung von Epidemien beizutragen im stande ist.

Eine unzuweckmäßige Bauweise verkümmert häufig dem Städter den Genuß des Sonnenlichtes. Schlecht gelegene Wohnungen

empfangen monatelang keinen direkten Sonnenstrahl, und selbst Fälle eines vollständigen Mangels der Besonnung sind nicht ausgeschlossen.

Der Hauptübelstand des städtischen Aufenthaltes ist in den Folgen der Wohnungsnot zu suchen. Eine solche entsteht manchmal akut, wenn plötzlich ein besonders großer Zuzug nach einer Stadt erfolgt, also in den ersten Zeiten eines wirtschaftlichen Aufschwunges, wenn die Bautätigkeit diesem zu folgen noch nicht in der Lage war. Wichtig ist eine Art von chronischer Wohnungsnot, die man überall zu finden Gelegenheit hat, die aber in verschiedenen Ländern verschiedene Formen annimmt. Bei uns äußert sie sich darin, daß ein mehr oder minder großer Prozentsatz der Bevölkerung in Räumen lebt, welche entweder in ihrer ganzen Beschaffenheit sich nicht als menschliche Wohnungen eignen oder aber durch Überfüllung ungesund sind und ihren Insassen nachteilig werden. Unter überfüllt betrachtet man solche einfenstrige Zimmer, welche mehr als fünf Bewohner beherbergen; besser richtet man sich nach dem Luftkubus. Meist erklärt man eine Wohnung für überfüllt, wenn per Kopf der Erwachsenen und Personen über 10 Jahre weniger als 10 m<sup>3</sup> Raum an Schlafraum vorhanden ist. (Zwei Kinder werden als eine erwachsene Person berechnet.)

Die Überfüllung hat hygienisch betrachtet ungemein große Nachteile. Die Luft solcher Räume ist im höchsten Maße verunreinigt durch den Mangel genügender Ventilation, durch den Staubgehalt der Luft, sei es, daß derselbe vom Bodenschmutz stammt, oder daß daran sich der Auswurf der Menschen beteiligt, und die Sprüherstäubung beim Husten in Betracht kommt; die Leuchtmaterialien, der Betrieb der Hausindustrie fügen weitere gasige und staubförmige Verunreinigungen hinzu. Die Luft solcher Räume riecht muffig und ist immer zu feucht.

Der enge Kontakt der Menschen, der durch die gemeinsame oder alternierende Benützung der Betten und anderweitiger Lagerstätten, durch die gemeinsame Benützung des Hausrats, des Eßgeschirres, der Wascheinrichtungen, der Klosette u. s. w. herbeigeführt wird, gibt die günstigste Möglichkeit für die Seuchenverbreitung.

Das enge Zusammenleben der ganzen Familie in einem Raume oder der Familie und der Aftermieter oder selbst mehrerer Familien führt zu einem sittlichen Verfall, der nicht nur den Kriminalisten interessiert, sondern auch für den Hygieniker, wegen der Schwierigkeit einer geordneten Schulbildung und als Vorstufe zur Prostitution, die allerbedenklichsten Seiten hat.

Die Übelstände des Zusammenwohnens werden meist noch durch die große Unreinlichkeit, welche in solchen Quartieren herrscht, gesteigert.

Für die zahlreichen Erkrankungen, welche in diesen überfüllten Wohnungen entstehen, muß die öffentliche Fürsorge große Aufwendungen machen. Überfüllte Wohnungen führen zu dauernder Belastung der Kranken- und Invaliditätsversicherung, zu Aufwendungen für Ferienkolonien, Verpflegung in Heilstätten, weiter aber sind sie zumeist der Ausgangspunkt für manche schwere Epidemien, von welchen die ganze Bevölkerung heimgesucht werden kann.

Der Grund der Wohnungsnot liegt in erster Linie in dem Umstand, daß die Kosten des Wohnens in besseren Wohnungen nicht bestritten werden können, oder darin, daß es überhaupt viel zu wenig

kleine Wohnungen gibt. Die maßgebenden Einflüsse werden später zu erörtern sein.

Das Dichtwohnen ist also eine Folge des hohen Wohnungspreises, es ist daher Wohlhabenheit und Wohnungsdichte verbunden wie Ursache und Wirkung.

In den überfüllten Wohnungen sind alle Krankheiten, die es überhaupt gibt, zahlreicher wie in anderen Wohnungen, nicht etwa nur die Infektionskrankheiten. Von besonderer Bedeutung sind aber doch die Vorkommnisse an Tuberkulose in ihrer Beziehung zur Wohnungsdichte. Für Mannheim wurde unter Weglassung der Kinder von 0 bis 5 Jahren folgendes gefunden:

	Bevölkerung in Wohnungen:				
	6 u. mehr Zimmer	4—5 Zimmer	bis zu 3 Zimmern mit einer Wohnungsdichte per Zimmer		
			unter 2 Köpfen	2—3 Köpfe	mehr als 3 Köpfe
Von allen Todesfällen sind „Tuberkulose“	10·3%	22·2%	23·4%	34·0%	42·2%

Je schlechter die Wohnungen sind, um so reicher die Ernte der Tuberkulose. (S. Rubner, Die Wohnung und ihre Beziehung zur Tuberkulose, Deutsche Klinik 1905.)

#### b) Mittel zur Bekämpfung der Gefahren für die Gesundheit.

In der Tat liegen also Verhältnisse vor, welche die Gesundheit in den Städten mehr bedrohen als auf dem Lande. Wenn diesen Nachteilen begegnet werden soll, so muß bei der Anlage der Städte beziehungsweise bei der Stadterweiterung den hygienischen Anforderungen Beachtung geschenkt werden. Man wird schon bei der Auswahl des Untergrundes, auf welchem die Stadterweiterung sich erstrecken muß, Rücksicht zu nehmen haben, um so mehr, als die einzelnen Personen, welche das Bau-terrain benützen wollen, keine Macht besitzen, prinzipielle Fehler erster Anlagen wieder wettzumachen. Zu feuchter Untergrund soll vermieden oder nur, wenn er durch Drainage zu ändern ist, benützt werden. Wo ein solcher nicht umgangen werden kann, müssen die Untergeschosse durch geeignete Bauart gegen Feuchtigkeit geschützt werden. Die Lage im Wasser (wie z. B. bei Venedig) kann nicht in Parallele gestellt werden mit dem feuchten Boden, da ersteres meist nichts weiter darstellt als ein durch die ganze Stadt sich erstreckendes Kanalsystem, welches die Reinhaltung besorgt. Mißstände aller Art zeigen sich nur dort, wo es sich um stagnierende Feuchtigkeit handelt.

Die energischsten Verunreinigungen des Bodens werden häufig durch die Unwissenheit hervorgerufen, indem man zur Erhöhung des Terrains Bauschutt und Kehricht verwendet, um tiefegelegene Punkte zu Bauplatzen vorzubereiten.

Eine verständige, das Wohl der Bewohner ins Auge fassende Verwaltung sollte nie eine planmäßige Erweiterung der Stadt zugeben, die nicht nachgewiesen ist, in welcher Weise für die Beseitigung der Abfallstoffe (durch Kanalisation, Abfuhr etc.) gesorgt werden kann (siehe 3. Kapitel).

Wenn es sich um die Bebauung eines Gebietes handelt, ist es hygienisch nicht gleichgültig, wie eine solche vorgenommen wird; in erster Linie handelt es sich um die Stellung der Gebäude zu einander, sollen dieselben in geschlossener Baulinie, in offenem Bausystem, nach dem Pavillonsystem, mit Vorgärten hergestellt werden?

Eine vollkommene Schematisierung einer ganzen Stadt erscheint nicht wohl zweckmäßig. In allen größeren Orten ist den einzelnen Straßen, wie oft Stadtteilen, ein besonderer Charakter aufgedrückt. Die einen sind Verkaufs- und Verkehrsstraßen, die anderen in der Regel vom Zentrum abgelegeneren Wohnstraßen. Je nach diesem Charakter sind offenbar auch die hygienischen Bedürfnisse, soweit sie zu generellen Maßnahmen führen sollen, verschieden aufzufassen. (Zonenbildung.)

Für Stadtgebiete und Straßen, welche vorwiegend zu Wohnzwecken dienen sollen, hat das Pavillonsystem und offene Bausystem gewisse Vorzüge. Bei ersterem sind die einzelnen Häuser getrennt durch einen mehr oder minder breiten Bauwich von Gärten umgeben, mäßiger Höhe und ohne Hintergebäude von wesentlicher Ausdehnung. Die Ausnützung des Baugrundes ist eine beschränkte, insofern auf den einzelnen Bewohner eine nicht unbedeutende Bodenfläche trifft. Die Straßenbreite ist relativ zur Höhe der Häuser erheblich. Durch diese Anordnung gelangen wir zu dem Vorteile, Luft, Wärme, Sonnenlicht ziemlich uneingeschränkt zu genießen, die Belästigung durch den Verkehr und Straßenstaub vermindert sich, die Dichtigkeit der Bevölkerung wird geringer, die Zimmerluft reiner, da die mit Rasen oder Büschen bebauten Vorgärten zur Ablagerung der Staubmengen der Straßenluft außerdem Gelegenheit bieten, der Anblick der mit Gärten besäumten Straßen gibt dem Auge einen befriedigenden Ruhepunkt. Die Gebäude können *a*) Doppelhäuser sein, *b*) einzelne Gebäude mit mehreren Stockwerken und für mehrere Familien, oder *c*) Einfamilienhäuser.

Das Idealste wäre natürlich das letztere System. Doch läßt es sich nur unter besonderen Umständen erreichen.

Die geringe Ausnützung des Baugrundes hat aber auch gewisse Schattenseiten. Städte, durchwegs nach dem Pavillonsystem ausgeführt, würden offenbar eine sehr große Ausdehnung gewinnen; die Kosten der Straßenanlage und der Straßenunterhaltung, der Anlage von Wasser- und Gasleitungen und der Beleuchtung werden größer, die Notwendigkeit besonderer Verkehrsmittel macht sich lebhaft geltend. Man sagt daher häufig, die Vorteile dieser Bauweisen für die Gesundheit würden nach anderer Richtung hin aufgehoben, weil die Wohnungen verteuert, dem Minderbemittelten also die Nutznießung eines Erwerbes geschmälert würde. Diese letzte Schlußfolgerung ist aber nicht zutreffend, indem keineswegs da, wo nur wenige Mieter ein kleines Haus bewohnen, mehr bezahlt wird als in Städten, welche durch den Mietkasernenstil sündigen.

Es bewohnten z. B.:

in London im Mittel nur	8	Personen	ein	Wohnhaus
„ Berlin	32	„	„	„
„ Paris	36	„	„	„
„ Wien	55	„	„	„

trotzdem lebt der Londoner noch billiger wie der Wiener, denn es zahlen die Mittelklassen für die Wohnung

in London	$\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{8}$	ihres Einkommens	
„ Berlin	$\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$	„	„
„ Paris	$\frac{1}{4}$	„	„
„ Wien	$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$	„	„

Es läßt sich also eine freiere Bauweise durchführen, ohne daß es zur Verteuerung der Mieten kommen muß.

Geringere Ansprüche bezüglich der Platzfrage als das Pavillon-system macht das offene Bausystem; es läßt zwischen den einzelnen Gebäuden mehr oder minder breite Zwischenräume, während die Häuser selbst Massenbauten von beliebiger Höhe sein können. In diesem Falle befriedigt es nicht, wenn schon nicht verkannt werden soll, daß durch das Bestehen von Zwischenräumen zwischen den Häusern der Zirkulation von Luft und dem Zutritte der Sonne wesentlich günstigere Verhältnisse geschaffen werden und für die natürliche Ventilation mehr Flächen zur Verfügung stehen als bei geschlossenem Bausystem. Wieder günstiger ist das offene Bausystem, wenn es zugleich in Verbindung mit Vorgärten zur Anwendung kommt.

Das Bausystem älterer Stadtanlagen und der Geschäfts- und Verkehrsanlagen pflegt das geschlossene Bausystem zu sein.

An ihm treten die Mängel bezüglich der hygienischen Verhältnisse der Städte am lebhaftesten zu Tage. Es vereinigt in sich das Prinzip der größtmöglichen Ausnützung des Grundes, erzeugt enge Straßen, hohe Häuser, finstere und schachtartige Höfe, ausgedehnte Hintergebäude und pflegt, wo nicht gesetzliche Bestimmungen entgegenstehen, die Anlage von Keller- und Mansardenwohnungen zu begünstigen.

Wir haben schon früher hervorgehoben, wie wesentlich durch dieses Bausystem, durch die Unzugänglichkeit zweier Seiten des Hauses für die Luft und den Windstoß, die Ventilation leiden muß, wie durch den Massenbau weiters Luft und Licht den Innenräumen entzogen wird. Die kompakten Häusermassen hindern die freie Luftbewegung in Höfen und es entstehen alle Folgen der Luftstagnation, die Luftverschlechterung und Hitze in den Sommermonaten.

Da mit dem Mangel an Vorgärten u. s. w. die Gebäude nahe aneinander rücken, entsteht bei dem geschlossenen Bausystem als fühlbarster Mangel die Entziehung von Sonnenwärme und Sonnenlicht; die Enge der Straßen gestattet den freien Einfall des Lichtes nur selten.

Eine vermittelnde Stellung unter den Bausystemen nimmt das System der sogenannten „weiträumigen Bauweise“ ein, darunter versteht man die Umbauung eines größeren Areals in geschlossener Bauweise, nur sollen keine Hinterhäuser errichtet, auch die Haustiefe beschränkt bleiben und der von Häusern umschlossene Raum als Garten angelegt werden. Dieser Gedanke ist alt und schon von Peter Frank angegeben worden. Die offene Bauweise ist entschieden vorzuziehen.

Können wir nun auch alle die Nachteile des geschlossenen Bausystems nicht beheben, so lassen doch manche derselben eine Verminderung zu.

Wie wir schon im vorigen Abschnitt erwähnten, kann die Anlage der unsanitären Kellerwohnungen verboten, die Haushöhe beschränkt, ungeeignete Wohnungen in Hintergebäuden geschlossen werden. Jedenfalls müßte der Dichtigkeit der Bebauung durch baupolizeiliche Vorschriften begegnet und allmählich bei baulichen Veränderungen in den zentralen Stadtteilen zu sanitären Zuständen zurückgekehrt werden.

Dahin zielen die verschiedensten Bauordnungen; in manchen Städten werden etwa 33% der Grundfläche bei Neuanlagen von Häusern nicht mehr überbaut (Posen, Berlin); nur bei bereits bebautem Grunde werden 25% freigelassen und 75% überbaut. Vorgärten werden dabei nicht als unbebaute Fläche in Abzug gebracht. Alle Vorbauten, bedeutende Gesimsvorsprünge gelten als bebaute Fläche. Diese Bestrebungen der neueren Bauordnungen sind nur unter großen Schwierigkeiten erreicht worden, da man früher Grund und Boden in unbegreiflicher Weise ausnützte. Gruber teilt mit, daß man in Wien vielfach nur 8% und darunter an Bodenfläche für Höfe und Lichtschachte freiließe.

Wie sehr man Grund hat, der zu dichten Bebauung entgegenzutreten, mögen folgende Zahlen dartun:

Bei dichter Bebauung trifft auf 1 Person an Bodenfläche	10—20 m <sup>2</sup>
bei mittlerer Bevölkerung	20—40 m <sup>2</sup>
bei schwacher Bevölkerung	40—80 m <sup>2</sup>

Der gefährlichste Auswuchs der Beschränkung der Überbauung des Bodens beruht darin, daß man durch Steigerung der Höhendimensionen des Hauses das Verlorene wieder zu gewinnen versucht, weshalb Beschränkungen der Haushöhe aus diesem Grunde doppelt nötig werden.

Ganz besondere Aufmerksamkeit erfordern die Straßen einer Stadt, gleichgültig, ob wir es mit dem Pavillon-, dem offenen oder geschlossenen Bausystem zu tun haben, wenn schon gerade die Anlage der Straßen bei letzterem System die meisten Klagen zu Tage gefördert hat. Die Breite und Himmelsrichtung der Straßen zweckmäßig zu bemessen, ist eine der wichtigsten, allerdings auch eine der schwierigsten Aufgaben.

Die Stellung der Wohngebäude einer Stadt sollte so getroffen werden, daß Sonnenwärme, direktes Sonnenlicht und diffuses Sonnenlicht in ausreichendem und gleichheitlichem Maße den Bewohnern gesichert werde. Ist hiefür gut gesorgt, dann bedarf es in der Regel keiner weiteren Fürsorge für die Luftzirkulation in den Straßen. Zunächst sei besprochen, wie weit sich eine Versorgung mit Warmestrahlen erreichen läßt.

In unserem Klima macht sich offenbar die Forderung geltend, für die kalte Jahreszeit an Sonnenwärme zu gewinnen, soviel erreichbar ist. Da nicht allen Seiten eines Hauses die gleiche Menge Sonnenwärme zufließt, ist es auch nicht gleichgültig, nach welcher Himmelsrichtung die die Straßen orientiert sind und nach welcher Seite die Wohnräume in den Straßen gelegen sind.

Charakteristisch für die Wintermonate ist der geringe Hochstand der Sonne, der um die Zeit des 21. Dezember in unseren Breiten nur zwischen 15° und 20° während der Mittagszeit beträgt.

Die Variation des Sonnenstands ergibt am besten folgende Berechnung der Sonnenhöhe zur (wahren) Mittagszeit für den 21. jeden Monats (für Marburg):

Datum	Wahre Höhe	Scheinbare Höhe
21. Jänner . . . . .	19° 13'	19° 16'
21. Februar . . . . .	28° 32'	28° 34'
21. März . . . . .	39° 42'	39° 43'

Datum	Wahre Höhe	Scheinbare Höhe
21. April . . . . .	51° 17'	51° 18'
21. Mai . . . . .	59° 31'	59° 32'
21. Juni . . . . .	62° 38'	62° 38'
21. Juli . . . . .	59° 33'	59° 34'
21. August . . . . .	51° 5'	51° 6'
21. September . . . . .	39° 38'	39° 39'
21. Oktober . . . . .	28° 14'	28° 16'
21. November . . . . .	19° 6'	19° 9'
21. Dezember . . . . .	15° 44'	15° 47'

Die Sonnenstrahlen verlieren daher während der Morgen- und Nachmittagszeit durch den schiefen Einfall und wegen des Durchganges durch die Atmosphäre außerordentlich viel von ihrem wärmenden Einflusse. Wenn bei vollem Zenithstand 75% der in die Atmosphäre tretenden Wärme durchgelassen werden, so gehen bei 10° Hochstand nur mehr 20%, bei 20° Hochstand nur mehr 43·4% hindurch. Dazu kommt noch, daß vielfach Morgennebel oder die Kondensation des Wasserdampfes gegen den Abend hin noch weiter wärmeabsorbierend wirken. Wir haben also für die Ost- und Westseite im allgemeinen nur wenig wärmende Wirkung zu erwarten, dagegen am meisten noch an der Südseite, wie Knauff auch durch Rechnung zu zeigen vermochte. Es wäre sehr zu wünschen, wenn durch direkte Messungen, wie sie Vogt allerdings nur für Sommertage durchführte, die Wärmeverteilung für die einzelnen Himmelsrichtungen und für die besonders wichtige Zeitperiode vor und nach dem Wintersolstitium näher bestimmt würde; namentlich hätte man festzustellen, inwieweit die Bewölkung und lokale Verhältnisse die Erwärmung verschieden orientierter Flächen zu ändern vermögen. Sonach müßte als einzuhaltende Hauptrichtung der Straßen die äquatoriale gelten, wobei freilich nur die eine Seite der Häuser mit Wärme versorgt würde, oder eine nach Südost-Nordwest oder Südwest-Nordost abweichende Richtung, wobei beide Seiten Wärme erhalten können. Die von Vogt angenommene meridionale Straßenrichtung gewährt nur während der warmen Jahreszeit für die Ost- und Westseite mehr Wärme als für die Süd- und Nordseite zusammen genommen. Im Sommer aber ist gerade dieser Wärmeüberschuß unbequem. Die Äquatorialstellung ist kein Straßenrichtungssystem, welches allen Bewohnern gleiche Mengen strahlender Wärme sichert, wenn man daran festhält, speziell die nach der Straße zu gelegenen Räume mit Wärme versorgen zu wollen; anders liegt die Sache, wenn die Rückseite der Gebäude mit zu Wohnzwecken verwendbar ist, weil alsdann die nach der Straßenlage als Schattenbewohner Aufzufassenden an der Rückseite der Gebäude der Wärme teilhaftig werden können. Eine Südost-Nordwest und Nordost-Südwest verlaufende Straße wird den Bedürfnissen besser entsprechen.

In den Städten tritt als erschwerender Umstand für die Versorgung mit Wärme die Beschattung durch benachbarte Gebäude entgegen; eine Versorgung mit Sonnenwärme ist nur möglich, wenn die Straßenbreite eine zureichende ist. Es hat keine Schwierigkeiten zu ersehen, wie breit die Straßen werden müßten, wenn durch einige Zeit hindurch ein Gebäude bis zu seinem Fußpunkte zur Zeit des Wintersolstitiums — am 21. Dezember — von den Sonnenstrahlen getroffen werden soll; man kann sich leicht die Verhältnisse durch Zeichnung

oder Rechnung vor Augen führen.<sup>1)</sup> Da der Hochstand der Sonne zu dieser Zeit 15—20° beträgt, ist die Schattenlänge am Mittag 3·7- bis 2·8mal so groß als die Höhe des schattengebenden Gegenstands. Der Schattenlänge entsprechend würde sich auch die Breite der Straßen zu verhalten haben. Suchte man aber eine mehrstündige Bescheinung durch die Sonne zu erreichen, dann wären, weil die Sonne zu früher Tageszeit einen noch geringeren Hochstand hat, noch bedeutendere Straßendimensionen zu wählen. So würden also schon für die Südseite sich Schwierigkeiten ergeben; noch ungünstiger würden sich die Verhältnisse für die Ost- und Westseiten gestalten, weil diese nur zu früher Morgenstunde beziehungsweise gegen den Abend hin von Strahlen getroffen werden, welche unter zu spitzem Winkel auffallen und fast unwirksam sind. Gerade um diese Zeit steht die Sonne im Winter aber schon wieder so tief, daß nur ein gewaltiger Abstand gegenüber liegender Gebäude die Beschattung vermeiden kann.

Diesen Anforderungen kann man bei Stadtanlagen nicht genügen, denn Straßen, welche drei- und viermal so breit sein sollen, als die Häuser hoch sind, würden eine gewaltige Ausdehnung der Städte und große Kosten für Unterhaltung der Straßen, für Beleuchtung, Wasserversorgung, Kanalisation u. s. w. erfordern und Unbequemlichkeiten mancher Art schaffen. Es ist auch sehr fraglich, ob nicht durch das ungehemmte Anstürmen der Winterwinde bei abnorm breiten Straßen dem Hause weit mehr Wärme durch Abkühlung entzogen wird, als es an Sonnenwärme gewonnen hat. Dagegen wird man bei einzelnen Anlagen von Krankenhäusern wohl der Besonnung während der Wintermonate mehr Aufmerksamkeit schenken müssen und sie in dem gedachten Sinne zu lösen versuchen, namentlich bei Baracken und Pavillonbauten ist ausreichende Besonnung und genügender Abstand der Gebäude leicht zu erreichen, weil sie ja keine bedeutende Höhendimensionen haben.

Wollte man sich also im allgemeinen bei Anlage von Straßen an den Gesichtspunkt halten, denselben tunlichst viel und gleichmäßig Wärme zukommen zu lassen, so wäre eine mittlere Orientierung Nordost bis Südwest u. s. w. zweifellos eine zweckmäßige und durch die Erfahrung anscheinend als gut erkannte. Im großen und ganzen erfolgt die Anlage von Straßen in den Städten nur selten nach hygienischen Grundsätzen, vielmehr entwickeln sie sich in der Regel nach den Verkehrsbedürfnissen. Der Verkehr einer Stadt gravitiert überall nach einem Zentrum zu, wodurch die Anlage radiärer Straßenzüge und die Abgrenzung nach dem Dreieckssystem notwendig wird. Dieser Forderung des Verkehrs könnte man aber doch genügen und dennoch für die demselben nicht streng unterzuordnenden Straßen eine Orientierung nach günstiger Himmelsrichtung verlangen.

Da es gewiß wünschenswert ist, die Wohnräume mit Sonnenwärme zu versehen, so sind bei Auswahl der Räume zu Wohnzwecken in den Straßen die von der Besonnung nur zum Teil getroffen werden, jene

<sup>1)</sup> Nennt man  $a$  die Häuserhöhe,  $b$  den Schatten und  $\alpha$  die Sonnenhöhe, so ist der Wert  $\frac{b}{a}$ , d. h. die Angabe, um wievielfach der Schatten länger als das Haus hoch ist, die Kotangente von  $\alpha$ ; also  $\frac{b}{a} = \text{ctg } \alpha$ .

mit günstiger Orientierung vorzuziehen. Gerade in den Verkehrsstraßen mit zentraler Lage pflegen die Übelstände am bedenklichsten zu sein, weil hier durch die Preise des Bodens die Bebauung am dichtesten zu sein pflegt. Die Übelstände werden aber vielfach dadurch gemildert, daß in solchen Lagen die Parterrelokalitäten oder selbst die unteren Stockwerke für Lagerräume und zu Verkaufszwecken benützt werden, und die höher gelegenen Stockwerke, welche der Sonne leicht zugänglich sind, zu Wohnräumen. Wenn nur die höheren Etagen zu Wohnzwecken zugelassen werden (Expropriation horizontale), ist für viele unzweckmäßig gebaute Straßen Abhilfe zu schaffen, wobei aber noch vorausgesetzt werden muß, daß die Gebäude nicht sanität unzulässiger Weise eine zu große Stockwerkzahl besitzen.

Von großer Wichtigkeit wäre das Bestreben, die Hofräume dort, wo nach ihrer Seite zu bewohnte Räume zu liegen kommen, so zu erweitern, daß die Sonnenstrahlen die Hausfläche zu treffen vermögen. Es erscheint noch etwas verfrüht, heutzutage bereits mit ganz bestimmt formulierten Forderungen behufs der Größe des notwendigen Minimums der Bestrahlung gesunder Wohnräume hervorzutreten, denn es fehlt dazu an der nötigen experimentell begründeten Basis; aber daran muß man festhalten, daß je mehr Sonnenwärme Wohnräume in den Wintermonaten empfangen, desto gesünder sind sie.

Es ist übrigens nicht allein die Sonnenwärme, weswegen wir den Zutritt der Sonnenstrahlen an den Häusern ungehemmt lassen wollen, sondern ebensowohl der Einfluß des direkten Sonnenlichtes, das wir für sanitär wichtig und bedeutungsvoll halten müssen. Hinsichtlich dieser Versorgung mit Lichtstrahlen gilt genau dasselbe, was wir betreffs der Zugänglichkeit der Straßen in den Städten betreffs der Wärmeversorgung gesagt haben; je mehr wir auch in den Wintermonaten dem Genuß der Sonnenstrahlung uns hingeben können, um so freundlicher, beglaglicher und gesünder sind unsere Wohnräume. Die Straßenbreiten erfordern aber bedeutende Ausdehnung, wenn die Häuserhöhe eine bedeutende ist; die Orientierung muß eine zweckmäßige sein.

Viele vernachlässigen bei ihren Betrachtungen über die Anforderungen, welche an Straßenanlagen zu stellen sind, vollkommen die Gesichtspunkte, welche wir bezüglich der Versorgung mit direktem Sonnenlichte und Sonnenwärme eben entwickelt haben, und wollen Anforderungen an die Bauvorschrift nur insoweit erhoben wissen, daß jedem Wohnraume an diffusem Himmelslichte so viel zukommen solle, als zum Arbeiten erforderlich sei. Damit wäre ausgesprochen, daß die Art der Orientierung eines Gebäudes gleichgültig sei; denn wenn auch das diffuse Himmelslicht von der Nordseite des Firmamentes geringere Helligkeit besitzt, wie jenes des südlichen Himmels, so fällt das doch nicht wesentlich ins Gewicht. Außerdem aber bleiben natürlich Räume verwendbar, welche jahraus, jahrein von keinem direkten Sonnenstrahle berührt werden.

Stellt man die Anforderung, daß in den Parterräumen noch in einiger Entfernung von dem Fenster (2 m) den größten Teil des Tages genügend Licht zur Arbeit (Lesen oder Schreiben) vorhanden sei, so wird bei richtiger Anlage und Größe der Fenster eine Straßenbreite, die der Häuserhöhe entspricht ( $H : B = 1$ ), den Bedingungen genügen (Vorschläge des deutschen Vereines für öffentliche Gesundheits-

pflege, Clément), aber der übrige Teil des Zimmers wird kein direktes Himmelslicht erhalten, sondern nur insoweit hell sein, als reflektierte Strahlen gegenüberliegender Gebäude dazu beitragen. Deswegen wird auch vorgeschlagen, das Verhältnis von Straßenbreite zu Häuserhöhe auf 1:1,3 (Clément) bis 1:1,5 (Trélat) zu erhöhen. Dies sind also die Forderungen, welche man mit Rücksicht auf die Verbesserungen der Beleuchtungsverhältnisse der Wohnräume wünschen muß. Es wird aber kaum möglich sein, generell dieser Forderung nachzukommen. Es mag aber nochmals darauf hingewiesen werden, wie notwendig es ist, darauf zu achten, daß das zur Verfügung stehende Licht auch den Räumen zur Benützung zu gute komme. Es wird genügende Fenstergröße, die Anbringung derselben bis nahe unter die Decke, das Freihalten von störenden Gardinen und eine nicht zweckwidrige Tiefe der Räume vorausgesetzt.

Soll für die Verteilung von Licht (und Wärme) ausreichend gesorgt werden, so muß berücksichtigt bleiben, daß auch die Hofräume ebenso wie die Straßen hinsichtlich der Breite zu behandeln sind und daß nicht Rückgebäude durch enges Aneinanderbauen den Lichtzutritt vollkommen abschließen.

Im vorstehenden haben wir die Aufgaben betrachtet, wie sie für die Versorgung mit Sonnenwärme und Sonnenlicht einer in ebener Lage befindlichen Stadt sich gestalten. Komplizierter werden die Aufgaben bei Städten in hügeliger Lage oder in Mulden und Talern. Hier kann es wichtig werden, durch besondere Untersuchungen die günstigste Lage für die Straßen festzustellen. Im allgemeinen wird der Südrand des Hügels jene Straßen in sich begreifen, welche am günstigsten mit Licht und Wärme versorgt sind; doch sind gesonderte Untersuchungen gewiß nicht ohne Berechtigung. Es liegen gerade über den Einfluß der Exposition bezüglich der Boden- und Luftwärme nur wenige Messungen vor. v. Kerner hat in Innsbruck an einem exponiert gelegenen Hügel Messungen der Bodenwärme durch drei Jahre hindurch fortgesetzt, wobei sich ergab, daß die Exposition Südost, Süd und Südwest fast gleich waren  $12,7^{\circ}$  C, die Nordseite hatte dagegen nur  $9,4^{\circ}$  C. Im Sommer (Mai bis August) war die Südost-Exposition wärmer als die südwestliche (Hann).

Naturgemäß werden die luftigen und freier gebauten Straßenanlagen weit weg von dem Zentrum einer Stadt liegen; da hier der Baugrund billig ist und auch eine weniger intensive Bebauung noch rentabel erscheinen läßt. Die billigeren Wohnungen haben aber den Nachteil des schwierigeren Verkehrs mit der Stadt, weshalb es die erste Fürsorge bei der Anlage von billigeren Straßen zu Wohnzwecken sein müßte, auch gute Verkehrsmittel nach den Zentren herzustellen.

Die Straßenanlagen haben nicht nur die bis jetzt besprochene Aufgabe, Luft, Licht und Wärme freieren Zutritt zu gestatten, sondern sie dienen wesentlich dem Verkehre. Ihre Anlage erfordert Rücksicht hierauf und meist verdanken wir dieser und dem Bestreben, die Sicherheit des Verkehrs zu heben, den ersten Anstoß zur Straßenerweiterung in den älteren Zentren der Großstädte. Die Verkehrssicherheit liegt freilich auch im hygienischen Interesse.

Die Sicherheit des Verkehrs erfordert eine angemessene Straßenbreite.

Man bemißt die Straßenbreite nach der Frequenz der Fuhrwerke, indem man die Breite eines solchen mit 2·5 *m* zu Grunde legt. 60% der Straße macht die Fahrbahn, 40% machen die Bürgersteige aus, so daß man der Fahrbahnbreite zwei Drittel hinzuzuzählen hat, um die ganze Breite einer Straße zu berechnen. Für Pferdebahnbetrieb wird der dafür nötige Raum der sonstigen Straßenbreite zugelegt.

Außerdem wird teils im Sinne der gleichen Bestrebung auf eine gute Ebnung und Festigkeit des Bodens der Straße Rücksicht genommen werden müssen durch Makadamisierung, d. h. Aufschütten von schwer zerreiblichem Material, wie Basaltschotter, das durch geeignete Walzen fest aneinandergepreßt wird, oder durch Steinwürfelpflasterung, Holz-, Eisen- oder Asphaltpflasterung. Um den Schall und Lärm des Verkehrs zu dämpfen, verwendet man Holz- und Asphaltpflasterung; es gehen diese bei schwerem Lastenverkehr bald zu Grunde und letztgenannte ist namentlich wegen der Glätte der Bahn bei Frost den Pferden gefährlich. Doch werden in dieser Hinsicht die Bedenken vielfach übertrieben.

Von Wichtigkeit für den Nachtverkehr ist die Straßenbeleuchtung. Geeignet zur Straßenbeleuchtung ist besonders das Leuchtgas, das elektrische Glühlicht, namentlich aber das Bogenlicht. Die Aufstellung kleinerer Lichtquellen, wie die Gaslampen, von denen Schnittbrenner oder Auersche Glühlichtbrenner (Lukas-Licht) verwendet werden, erfolgt meist 3 *m* über dem Boden. Die einseitige Beleuchtung einer Straße ist unzweckmäßig, weil Begegnende sich gegenseitig den Boden beschatten, die alternierende Stellung auf beiden Seiten einer Straße muß, wo irgend tunlich, eingehalten werden.

Die Bedürfnisse einer Straßenbeleuchtung sind äußerst verschieden, je nach der Lebhaftigkeit des Verkehrs; je größer der letztere und je ausgedehnter namentlich der Wagenverkehr ist, je schneller die Verkehrsmittel sind (Trambahn, Dampfbahnen u. s. w.), desto heller muß eine Straße erleuchtet sein.

Meist werden die Straßen nicht durch die eigentlichen Straßenlaternen auf den genügenden Grad der Helligkeit gebracht, sondern durch das von Schaufenstern ausgehende Licht. Eine Straßenbeleuchtung sollte zum mindesten unter der Laterne ausreichend Licht gewähren, um Gedrucktes bequem lesen zu können, und zwischen zwei Laternen (an dem lichtschwächsten Orte) so viel, um Passanten in einiger Entfernung wahrnehmen, Hausnummern und diesen an Buchstabengröße ähnliche Aufschriften (Straßenbilder), Wegehindernisse u. dgl. erkennen zu können. Whybaw meint, daß eine Meterkerze eine allen Bedürfnissen genügende Beleuchtungsgröße einer Hauptverkehrsstraße wäre. Nach statistischen Erhebungen des Verfassers bleiben in deutschen Städten die Beleuchtungsgrößen weit unter dieser Zahl: Unter günstigen Verhältnissen beträgt die Helligkeit zwischen zwei Laternen 0·22 Meterkerzen, in der Mehrzahl der Fälle aber nur 0·1 Meterkerzen und darunter. Ja vielfach dient die Straßenbeleuchtung nur „Illuminationszwecken“, indem man weniger auf den Effekt der Beleuchtung, d. h. die Erhellung der Straße sieht, als auf das Vorhandensein von Lampen überhaupt. Es gibt Städte, welche sich mit  $\frac{1}{100}$  Meterkerze als Straßenbeleuchtung genügen lassen.

Vielfach herrscht die Unsitte, die „Mondbeleuchtung“ als Aushilfsmittel der Straßenbeleuchtung heranzuziehen; während der Mondscheinstunden werden nur Richtungslaternen angezündet. Da nur zu häufig durch die Bewölkung das Mondlicht vollkommen fehlt, so sind diese Städte an vielen Tagen des Jahres ganz ohne Beleuchtung. Zu große Lichtquellen mit großen Abständen geben bisweilen in der Nähe der Laterne zu viel Licht. Durch eine Anzahl kleiner Lichtquellen und bei geringen Abständen wird die Verteilung des Lichtes günstiger.

Wesentlich anders liegen die Beleuchtungsverhältnisse großer Plätze, wie sie ja besonders in den Städten sich finden und die gerade für die Fußgeher die größten Gefahren durch Fuhrwerke herbeiführen. Hier sind die starken Lichtquellen in ganz bedeutendem Vorteile gegenüber den kleineren Lichtquellen. Die Platzbeleuchtung ist ein Arbeitsfeld für die Bogenlampen und ähnliches.

Sie werden so verteilt, daß sie in den Ecken gleichseitiger Dreiecke zu stehen kommen (Uppenborn). Das Maximum der Beleuchtung ist dann am Schwerpunkte jedes Dreieckes vorhanden. Ist  $h$  die Höhe der Lichtquelle über dem Boden,  $a$  die Entfernung voneinander in Metern,  $J$  die Intensität der Lichtquelle, so ist die Intensität des Minimums

$$B \text{ Min.} = 3 \times \frac{J}{h^2 + \frac{1}{3}a^2}$$

des Maximums:

$$A \text{ Max.} = \frac{J}{h^2}$$

Eine Bogenlampe von 800 Meterkerzen Helligkeit sei 8 m hoch und in Abständen von 54 m aufgestellt; dann ist:

$$\begin{aligned} B \text{ Min.} &= 0.94 \text{ Meterkerzen} \\ B \text{ Max.} &= 12.5 \text{ „} \end{aligned}$$

dreimal so starke Lampen von 2400 Kerzen Helligkeit in ein Drittel so großer Anzahl, liefern aber, da  $a = a\sqrt{3}$  wird:

$$\begin{aligned} B \text{ Min.} &= 3 \times \frac{3J}{h^2 + a^2} \\ B \text{ Min.} &= 1.12 \text{ Meterkerzen} \\ B \text{ Max.} &= 37.5 \text{ „} \end{aligned}$$

also eine wesentliche Verbesserung der Beleuchtung (Krüss).

Das eifrigste Bestreben einer Stadt muß dahin zielen, die Verschlechterung der Luft möglichst zu vermeiden. In erster Linie gehört zu den Aufgaben also die Erzielung von staubfreier Luft. Vor allem wird die Pflasterung und Pflege der Straßen viel dazu beitragen können, Schaden zu vermeiden. Frequente Straßen müssen aus diesem Grunde mit einer schwer abnutzbaren Pflasterung versehen werden. In allen Fällen wird ein sorgsames Besprengen der Straßen die besten Früchte tragen, verbunden mit einer zielbewußten Reinigung der Straßen. Etwa 120 Tage des Jahres benötigen ein Besprengen der Straßen. Ein Fuhrwerk versorgt mit 25 bis 35  $m^3$  Wasser 4 oder 2 km Straßen mit ein- beziehungsweise zweimaligem Besprengen; ein Arbeiter reinigt 3000 bis 4000  $m^2$  Straßenfläche, eine Kehrmaschine das Zehnfache.

In neuerer Zeit hat man die Ölung der Straßen empfohlen und ausgeführt. Diese ist bei einfach chaussierten und makadamisierten Straßen, besonders auch in Kurorten zu empfehlen.

Zur Verbesserung der Luft gehört auch die Rauchbekämpfung, für die zurzeit noch wenig geschieht. Abgesehen von Verbesserungen der technischen Einrichtung der Heizung und ihrer Bedienung, kann durch Zusammenlegung der Fabriken in bestimmte Viertel die übrige Stadt etwas geschützt werden. Die Benützung von Gasöfen würde die aus häuslichen Quellen fließende Verunreinigung der Luft (besonders in Kurorten) wesentlich einschränken können.

Die Vorgärten vermindern wesentlich die Belästigung durch Staub; zu dem gleichen Zwecke ist es wertvoll, die freiliegenden, zum Verkehre nicht benützten Plätze einer Stadt zu bepflanzen.

Durch Rauch stark belästigende Fabriken sollten zwangsweise zu Anlagen behufs Minderung der Rauchgefahren angehalten werden. Belästigende Gewerbe können wenigstens an die Peripherie der Städte zurückgedrängt werden. (Zonenbildung s. o.)

In den Städten tritt mit Rücksicht auf das Wohlbefinden der Kinder wie alter oder schwacher Personen noch die Aufgabe heran, für diese Aufenthaltsplätze zu schaffen, welche während der wärmeren Jahreszeit das ermöglichen sollen, was der andauernde Wohnsitz in einer Stadt am meisten entbehren läßt — die ungezwungene Bewegung im Freien. Die Anlagen und Kinderspielplätze mit Bäumen und Buschwerk sind keineswegs dazu bestimmt, wie viele meinen, die Luft durch den von den Pflanzen ausgeatmeten Sauerstoff zu verbessern — in dieser Hinsicht leisten sie gar nichts — sondern sie sollen einen staubfreien, dem Verkehre entrückten, schattigen Aufenthalt gewähren und müssen zu diesem Behufe von geeigneter Ausdehnung sein. Sie sollten sich gleichmäßig durch die Stadt verteilt finden, damit zur Erreichung derselben nicht etwa große Wegstrecken zurückgelegt werden müssen. Alte Leute, welche nicht mehr die Fähigkeit haben, das Weichbild der Stadt zu verlassen, um vor derselben sich zu ergehen, und Kinder, welche ja bei der Benützung von Straßen mit lebhaftem Verkehre besonders gefährdet sind, sollen in den Anlagen ihre Erholungsplätze finden. Für viele sind diese Plätzchen jahraus, jahrein das einzige, was an Naturgenuß geboten wird.

Im Umkreise einer Stadt wird man fast überall ausgedehnte Anlagen treffen, welche, für mäßige Fußgeher oder mit Kommunikationsmitteln leicht erreichbar, Erholung in körperlicher Leistung gestatten; sie können, wie oben gesagt, die kleineren Anlagen und Spielplätze im Innern der Stadt nicht ersetzen.

Eine äußerst humane, sanitären Bestrebungen entgegenkommende Einrichtung sind die in neuester Zeit in Aufnahme gekommenen Ferienkolonien, welche kränklichen Stadtkindern einen zeitweisen Aufenthalt auf dem Lande ermöglichen.

Ein sehr fühlbarer Mangel trifft in den Städten die Pflege der Haut. Sie ist auch gewiß in den Städten nicht minder wichtig als auf dem Lande, zumal die staubreiche Luft zur Unreinlichkeit wesentlich beiträgt. Dazu kommt, daß in den größeren Städten es nur zu häufig an Badegelegenheit überhaupt oder doch an bequem zu erreichender Gelegenheit fehlt. In den Sommermonaten gewährt ein Bad nur Erholung und Behaglichkeit, wenn man dasselbe benützen kann, ohne einen langen Marsch zurücklegen zu müssen. Es haben daher die vor den Städten in weiter Entfernung gelegenen Badeplätze nicht die volle Bedeutung. Außerdem bedarf es aber nicht nur zu jener Zeit, während welcher kalte Fluß- oder Seebäder genommen werden können, sondern auch im Winter entsprechender Badeanlagen, welche um billigen Preis benützbar sein sollten. Die Dusche, welche man vielfach einzuführen bestrebt ist, kann ein Vollbad nie ersetzen; kalt angewendet, entspricht sie namentlich den Bedürfnissen des Arbeiters nicht. Wir haben die nähere Besprechung über die Notwendigkeit der Hautpflege schon früher gegeben. Die öffentliche Fürsorge für die Hautpflege ist heutzutage kaum in den Anfängen; es ist dies eine sehr betrübende Tatsache, zumal wir aus dem Altertum die leuchtendsten Vorbilder betreffs gemeinnütziger Anlagen zum Zwecke der Hautpflege besitzen.

Die Berufsgeschäfte und Gewerbe in den Städten sind meist derart, daß sie eine gesundheitsgemäße Anstrengung des Körpers vermissen

lassen. Für alle hierher gehörigen Klassen besteht die dringende Veranlassung, ihrem Körper und der Muskulatur eine ausreichende Übung zu verschaffen. Zwar bieten Spaziergänge oder manche Zweige des Sports in dieser Hinsicht gewisse Vorteile. Keines von beiden kann jene rationelle und allseitige Übung von Muskeln, welche das Turnen gewährt, ersetzen. Die Pflege des Turnens ist in den Städten eine Maßregel von hoher sanitärer Bedeutung.

Die Übervölkerung in den Städten führt, wie wir schon besprochen haben, leicht zu einer bedeutenden Verschmutzung des Stadtbodens. In dicht bewohnten Teilen einer Stadt treffen oft nur 10 m<sup>2</sup> Bodenfläche auf den Menschen, ja bisweilen noch weniger, wobei nicht einmal in Erwägung gezogen wurde, daß der größte Teil dieser Fläche überbaut ist. Nun gibt es gerade in den Städten zahllose Quellen für die Bodenverunreinigung; die Fäkalien der Menschen und Tiere, Wasch- und Küchenwasser, Küchenabfälle, Speisereste, Schlachtabfälle, gewerbliche und industrielle Abfälle u. s. w. machen unglaubliche Quantitäten aus und eine nicht eben vorsorgliche Behandlung vertraute in früheren Zeiten meist alle diese Stoffe entweder dem Boden an, oder man ließ sie in wenig kontrollierter Weise durch Straßen und Wege und unterstützt von einem kräftigen Regenfall ihren Ablauf nach dem nächsten Flusse suchen.

Die Beladung des Bodens mit Abfallstoffen ist an sich noch keineswegs bedenklich; denn derselbe vermag ja diese Stoffe allmählich zu zerstören, so daß es innerhalb gewisser Grenzen noch nicht zu Mißständen zu kommen braucht; jeder Acker oder Gartenboden verarbeitet die ihm zu Düngezzwecken zugeführten Verunreinigungen. In der Tat stünde also nichts entgegen, dem Stadtboden eine ähnliche Leistung zuzumuten. Es ist aber einerseits die Qualität des Stadtbodens eine wesentlich andere als jene des Ackerbodens, dann aber auch die Quantität des in den Städten abfallenden Unrats viel größer, bis sechzigmal so groß, als die vom Kulturboden zu Düngezzwecken aufgenommenen Stoffe ausmachen. Diese Mengen erträgt ein Boden nicht, ohne alsbald an Übersättigung zu leiden und bis in bedeutende Tiefen von Schmutzstoffen durchtränkt zu bleiben. Die verschiedenartigsten Verkehrsmittel bringen die Lebensbedürfnisse den Städten zu, für die Abfuhr der Stoffe aus der Stadt pflegt entweder gar nicht oder nur kümmerlich gesorgt zu sein.

So kommt es denn bei ungenügender Rücksicht auf diese Verhältnisse zu einer intensiven Verschmutzung und Übersättigung des Bodens, die ihrerseits in bedenklichem Grade niederen Organismen die Vegetationsbedingungen liefert. Höfe und Winkel füllen sich mit Abfällen aller Art, die Filtrationswirkung des Bodens vermag das Grundwasser nicht weiter vor Verunreinigung zu schützen, der Bodenverunreinigung gesellt sich die Brunnenverderbnis hinzu.

Hat sich irgendwo durch Außerachtlassung der öffentlichen Reinlichkeit eine wirkliche Verschmutzung einer ganzen Stadt herausgestellt, so leidet auch die private Reinlichkeit in empfindlichem Grade darunter. Die Reinlichkeit der Stuben, die Reinlichkeit der Wäsche und des Körpers sinkt von Stufe zu Stufe, und so hat die Epidemien begünstigende Bodenverschmutzung ein neues wichtiges

Moment für die Verbreitung von Krankheiten, den Mangel privater Reinlichkeit erzeugt.

Gerade die erziehliche Wirkung, welche die Hebung der öffentlichen Reinlichkeit hat, sollte nie außer acht gelassen werden, und hier sollte stets der erste Hebel zur Verbesserung gesundheitlicher Zustände eingesetzt werden.

Die Mittel, die öffentliche Reinlichkeit einer Stadt zu heben, sind sehr umfassende, vor allem die Beschaffung des wesentlichsten Reinigungsmittels, des Wassers, und ferner die Maßnahmen für die Beseitigung der Abfallstoffe, welche wir in besonderen nachfolgenden Kapiteln erörtern wollen.

Einer ganz besonderen Fürsorge bedarf die Beschaffung geeigneter Unterkunft, um die Überfüllung der Wohnungen zu beseitigen; einer der wesentlichsten Gründe, welche den Bau kleiner Wohnungen den Privat- und anderen Ständen nicht rationell erscheinen lassen, liegt nicht in den Kosten der Herstellung des Hauses selbst, sondern in dem teureren Preise des Grund und Bodens. Man hofft durch Maßregeln, welche nicht Sache einer eingehenden hygienischen Darstellung sein können, diese Schwierigkeiten entweder auf dem Wege der Reichsgesetzgebung oder mit Hilfe der Gemeinden selbst zu beseitigen.

Als einen anderen Weg, der aber nicht zur Lösung der Frage führen kann, empfiehlt man die Förderung des Baues von Arbeiterwohnungen durch die Arbeitgeber (Staat, Gemeinde, Private), die Förderung gemeinnütziger Baugenossenschaften, eventuell unter Gewährung von billigem Baugeld u. s. w.

Nur dann, wenn wirklich die Zahl der sanitär brauchbaren Wohnungen zugenommen hat, läßt sich an eine Beseitigung der schlechten und überfüllten Wohnungen denken; ein Wohnungsgesetz hätte dann die Minimalstforderungen zu normieren (Raum, Ausstattung), festzustellen, bis zu welchem Grade eine Wohnung an Mietern aufnehmen darf, für heizbare Räume, Nebenräume u. s. w. Bedingungen aufzustellen.

Wenn auch in vielen Fällen das zu erstrebende Ziel das Einfamilienhaus sein kann und wird, so ist es doch nicht möglich, generell eine solche Forderung aufzustellen. Namentlich im Innern der Stadt werden Massenbauten auch für Wohnzwecke nicht zu umgehen sein.

Der Bau von Wohnhäusern in „Vororten“ mit Hebung des Bahnverkehrs stellt gleichfalls kein generelles Programm zur Lösung der Frage vor; für den Minderbemittelten führt die Notwendigkeit, außerhalb der Familie das Mittagsbrot einnehmen zu müssen, zu einer unerwünschten Lockerung des Familiengefühles und zu pekuniärer Mehrbelastung.

Einer besonderen Fürsorge bedarf es bei der Herstellung von Unterkünften für alleinstehende Persönlichkeiten, die nach unseren bisherigen Einrichtungen in Aftermiete zu wohnen gezwungen waren.

Man denkt daran, nach englischem Vorbilde sogenannte Logierhäuser zu bauen. In diesen werden einzelne Zimmer zu Wohn- und Schlafzwecken abgegeben, außerdem finden auch in den einfacheren dieser Häuser gemeinsame Räume für Lese- und Unterhaltungszwecke, Badeeinrichtungen. Während der Arbeiter als einfacher Aftermieter außer-

halb der Schlafzeit nur das Gasthaus als Unterkunftsstelle benützen muß, bieten die Logierhäuser zu jeder Tageszeit eine wirkliche Heimstätte und die Möglichkeit eines geordneten Lebens.

Die Logierhäuser sind eine generelle Institution, je nach den Vermögensverhältnissen der Bewohner in der Ausstattung natürlich etwas verschieden.

Es wäre als lohnend für diese, auch nach Art der englischen Vorbilder, durch Gründung von gemeinsamen „Logierhäusern<sup>1)</sup>“ speziell auch verarmten, aber erwerbsfähigen Familien eine Unterkunft zu bieten, wo für billiges Entgelt wenigstens jeder Person neben den allernotwendigsten Gebrauchsgegenständen eine eigene Liegestätte geboten wird und die Einrichtungen der Häuser Gelegenheit zur Herstellung der Mahlzeit, zum Wäschewaschen, zum Baden u. s. w. gewähren. Solche immerhin nicht ganz befriedigende Zustände würden also dem Kampieren in schmutzigen, überfüllten Wohnungen weit vorzuziehen sein. Sie müßten aber in gemeinnütziger Weise verwaltet und bewirtschaftet werden.

Für die ganz erwerbslosen Personen muß, wie dies schon jetzt geschieht, durch Asyle für Obdachlose Unterkunft geschaffen werden.

Die Reformen der Wohnungshygiene haben nur Wert, wenn zugleich die Einrichtung der sanitären Wohnungsinspektion geschaffen wird, wie eine solche das englische Wohnungsgesetz kennt. Der Wohnungsinspektor muß weitgehende Vollmachten besitzen, um den Eigentümer zur Abstellung von Mißständen zwingen zu können, und es ist notwendig, daß Häuser, welche ungesund sind und zum Wohnen sich nicht mehr eignen, expropriert werden können.

Literatur: Flügge, Anlage von Ortschaften, Handbuch der Hygiene, II. Teil, 1. Hälfte, Leipzig 1882. — Moderne Städterweiterungen v. Baumeister. Holtzendorfs Vorträge. Neue Folge. 7. — Bauer, Der Zug nach der Stadt und die Städterweiterung 1904.

## Zweites Kapitel.

### Die Wasserversorgung.

#### Zweck der Wasserversorgung.

Die Wasserversorgung stellt sich in der Regel als eine Kardinalfrage der öffentlichen Gesundheitspflege dar und sie ist auch fast durchwegs jene Maßregel, mit welcher die Gemeinden die Lösung sanitärer Aufgabe zu beginnen pflegen.

Das Wasser ist ein Nahrungsstoff und kann nie in einer Nahrung fehlen. Das normale Leben der Zellen ist an einen ziemlich eng begrenzten Gehalt an Wasser gebunden und schon sehr geringe Schwankungen im Wassergehalte rufen die allerbedenklichsten Zustände hervor. Da wir jeden Tag in Harn und Kot und durch die Lungen

<sup>1)</sup> Common Lodging houses.

und Hautatmung bedeutende Mengen von Wasser abgeben, welche nur zum kleinsten Teil aus der Zersetzung der Nahrungsstoffe und der Oxydation von Wasserstoff in den Nahrungsmitteln entstammen, so muß zum Wiederersatz des zu Verlust gegangenen Wassers, solches aufgenommen werden. Bei Tieren läßt sich mit aller Bestimmtheit erweisen, daß der Dursttod eintritt, wenn sie etwa 20—22% des im Körper vorhandenen Wassers abgegeben haben. Krankhafte Störungen, wie große Unruhe, Schwäche in den Beinen, Zittern, werden schon durch einen Verlust von 10% des Wassers zu stande gebracht (Nothwang). Auflösung der Blutkörperchen, Vermehrung der Eiweißzersetzung tritt bei starker Wasserentziehung ein. Andere Substanzen unseres Körpers vermögen wir weit leichter zu entbehren; ein Hungernder kann alles Fett verlieren und die Hälfte seines Eiweißes, ehe der Tod eintritt. Der Durst ist demnach ein weit gefährlicherer Feind als der Hunger.

Die Wasserabgabe eines Menschen kann recht wohl eine so hochgradige werden, daß durch die Zurückhaltung von Zersetzungsprodukten Störungen der Gesundheit auftreten. Wir bemessen in unserem Klima die Durstgefahr gering, weil wir überall Wasser zur Befriedigung des Durstes finden; die Reisenden der Tropen wissen, wie unendlich gefährlich und schmerzhaft der Durst werden kann. Die Größe des Wasserverlustes ist eine äußerst schwankende, weil die verschiedenartigsten Umstände, die Temperatur der umgebenden Luft, die Windbewegung, die Kleidung, Nahrungsaufnahme, die Arbeitsleistung u. s. w., darauf einwirken (siehe oben unter Luftfeuchtigkeit). Durch Oxydation von H zu Wasser entstehen nur etwa 16% der im ganzen vom Körper abgegebenen Wassermenge (Voit). Das für den Organismus benötigte Wasser wird zum großen Teil durch die Speisen, namentlich durch die mit reichlichem Wassergehalt ausgestatteten Speisen vegetabilischer Herkunft uns zugeführt. Eine intensive Wasserentziehung führt in der Regel unter Krämpfen zum Tode (Cholera, Verbrennungen); Wasseransatz und Aufspeicherung findet sich in den Geweben (von Hydrops u. s. w. abgesehen) meist infolge von schlechter Ernährung. Auch von der Art der Ernährung hängt der Wasserbedarf ab; je eiweißreicher die Kost ist, um so mehr Wasser muß dem Körper einverleibt werden.

Das Wasser ist übrigens für uns nicht allein Nahrungsstoff, sondern findet als Nutzwasser die allermannigfachsten Verwendungen im Haushalte des Menschen. Es ist vor allem ein Lösungsmittel für Stoffe der allerverschiedensten Herkunft und die Grundbedingung zur Reinhaltung des Körpers, des Hausstands und seiner Umgebung.

Eine befriedigende Reinlichkeit kommt aber nur zu stande bei reichlicher Versorgung mit Wasser, und nie soll das Wasser etwa nur zu kümmerlicher Befriedigung des Reinlichkeitsbedürfnisses führen, sondern dem letzteren muß mit allen Mitteln entgegengekommen werden. Das Wasser soll nicht nur hinreichen zu einer sorgfältigen Waschung, vielmehr sollen Bäder und zwar nicht allein während der Sommermonate, sondern zu jeder Jahreszeit durch Anlage von Volksbädern jedermann zugänglich werden, und je früher dem Menschen diese Reinlichkeitspflege zur Gewohnheit wird, desto besser.

In den Wohnräumen, beziehungsweise der Küche muß jederzeit das Wasser reichlich zur Benützung vorhanden sein; denn auch in den

bestangelegten, geräumigen und luftigen Wohnungen kann gesunde Luft nur herrschen, wenn zu gleicher Zeit die Reinlichkeit ein Gast im Hause ist, und Reinheit der Wäsche findet sich nirgends, wo Wassermangel herrscht.

Eine gute Wasserversorgung hat eine häufig viel zu gering angeschlagene erziehlche Aufgabe, die in der Verbesserung nicht nur der privaten Reinlichkeit liegt, sondern auch auf die Verbesserung oder die leichtere Durchführung der öffentlichen Reinlichkeit hinwirkt. Mit dem Steigen der Nachfrage nach Wasser ist eine Hebung des ganzen Kulturzustands einer Bevölkerung verbunden, und diese indirekten Wirkungen müssen unbedingt auch einen Einfluß auf die Ausbreitung und Verschleppungshäufigkeit der Krankheiten üben. Wer das Wasser richtig zu verwenden gelernt hat, hat einen großen Schritt in der Verbesserung seiner Gesundheit vorwärts getan.

Der hohe Staubgehalt der Stadtluft kann nur durch ausgiebiges Sprengen der Straßen mit Wasser bekämpft werden. Die Anlage gut funktionierender Kanäle, welche zur Entfernung der Unratstoffe einer Stadt zu dienen haben, ist auch wieder abhängig von einer guten und zureichenden Wasserversorgung und Spülung der Kanäle.

In hohem Grade aber erfordern namentlich die verschiedenen Industrien eine reichliche Zufuhr von Wasser, nicht nur weil der Dampf als Triebkraft allüberall Verwendung findet, oder weil wir es auch für andere Motoren (z. B. Gasmotoren zur Kühlung des Kolbenraumes) benutzen, sondern es bedürfen Papierfabriken, Gerbereien, Bierbrauereien, Stärkefabriken, chemische und Zuckerfabriken u. s. w. bei der Frage der Wasserversorgung eingehendster Berücksichtigung.

Wir können also das Wasser nirgends missen, wo es sich um eine gesunde Entwicklung des Menschen handelt.

### Die Wasservorräte der Natur.

Die Wasservorräte der Natur, aus welchen wir unseren Bedarf zu decken im stande sind, treten uns in mannigfaltiger Weise und in einem sich ewig erneuernden Kreislaufe entgegen. Durch die Wirkung der Sonne verdampft das Wasser der Ozeane und unzähliger kleiner Wasserflächen, welche die Erde bedecken; der sich kondensierende Wasserdampf kehrt als Regen, Schnee, Hagel, Tau, Nebel zur Erde zurück. Wo die Feuchtigkeit auf den Boden fällt, verdunstet ein Teil des Meteorwassers sofort, ein anderer sickert in den Boden ein und kehrt als Quelle an den Tag zurück, um vereinigt mit dem sofort abströmenden Reste des Meteorwassers Bäche und Flüsse zu bilden und im Strome zu dem Meere zurückkehrend den Kreislauf zu vollenden.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß andauernd ein Verlust des Wasservorrats der Erde durch allmähliches Einsickern des Wassers in die tieferen Schichten des Erdkörpers statthaft, ein Verlust, der vielleicht wieder ausgeglichen wird durch das Ausströmen von Wasserdämpfen aus den zahlreichen, zurzeit noch tätigen Vulkanen.

#### a) Das Meteorwasser.

Das Meteorwasser (die Niederschläge) bildet je nach dem Regenfalle und der Lage des Ortes eine mehr oder minder ausgiebige Quelle

der Wasserversorgung. In Suez fallen z. B. im Jahre nur 3 *cm* Regen, in Cerra Punjii in Assam die unglaubliche Menge von 14 *m*.

Da das Regenwasser durch die Atmosphäre fällt, so nimmt es aus derselben verschiedene Bestandteile mit auf. Es ist deshalb nicht unter allen Umständen als ein reines und gesundes Wasser anzusehen. Zwar enthält es immer die kleinste Menge von Aschebestandteilen, aber reichlich Staubteilchen und damit auch Mikroorganismen. Noch mehr verunreinigt ist häufig das Schneewasser, da der Schnee bei langem Liegen sehr bedeutende Mengen von Staub und Verunreinigungen aufzunehmen in der Lage ist. Nach längerem Regen vermindert sich die Menge der festen Bestandteile im Regenwasser.

Der Gasgehalt des Regenwassers, d. h. die absorbierte Luft, ist abhängig von der Temperatur, der Zeitdauer des Regens und beträgt ca. 25—32 *cm*<sup>3</sup> per Liter mit 23—32% Sauerstoff, 62—65% Stickstoff, 7—13% Kohlensäure. Außerdem sind Ammoniakverbindungen, schweflige Säure, Schwefelsäure, kleine Mengen von Wasserstoffsperoxyd, von Salpetersäure, salpetrige Säure, stickstoffhaltige organische Verbindungen und geringe Mengen fester Stoffe: Kochsalz (namentlich bei seewärts kommendem Regen), Kalksalze, Eisen, Kohle, die häufigsten Bestandteile des Regenwassers.

#### b) Quellwasser und Grundwasser.

Von dem auf die Erdoberfläche fallenden Meteorwasser dringt ein Teil in den Boden ein und sinkt in diesem tiefer, bis es auf eine für Wasser undurchlässige Schicht trifft, auf der es weiter fließt, um schließlich durch Brunnen künstlich gehoben zu werden oder als Quelle zu Tage zu treten oder als Grundwasserstrom einem Flusse zuzufließen.

Mit dem Eindringen in den Boden beginnt eine Reihe neuer Vorgänge und Umwandlungen der Zusammensetzung des unterirdischen Regenwassers.

Die oberen Bodenschichten halten durch Absorption vorwiegend alle jene Substanzen zurück, welche der wachsenden Pflanze Vorteil verleihen; außerdem aber auch alle suspendierten Teilchen und Mikroorganismen. So bleiben vor allem die Ammoniakverbindungen, die Phosphorsäure, die Kalisalze in der Ackererde zurück, das Wasser nimmt aber auch andere Stoffe, die in dem Boden sich finden, auf. Große Mengen Kohlensäure werden der Bodenluft entzogen und zu gleicher Zeit schwindet der in dem Wasser absorbierte Sauerstoff, indem er zur Oxydation organischer und anorganischer Stoffe im Boden verwendet wird.

Der Kohlensäuregehalt des Wassers ist eine Hauptbedingung zur Auflösung der mineralischen Bestandteile des Bodens. Das kohlensäurehaltige Wasser bringt Salze, wie z. B. kohlensaure Erden, auch kohlensaures Eisenoxydul und Manganoxydul als leichtlösliche doppeltkohlensaure Verbindungen in Lösung. Selbst die Silikate der Alkalien und Erden, welche in der Form von Ton und Feldspat teils für sich, teils als Gemengbestandteil im Boden überall verbreitet sind, erfahren trotz der Widerstandsfähigkeit, die sie sonst den eingreifendsten Reagenzien darbieten, unter der Einwirkung des kohlensaurehaltigen Wassers tiefgreifende Umsetzungen, durch welche Alkalien und Kieselerde in lösliche Form übergeführt werden. Eisen und Eisensulfid kann durch das

kohlensäurehaltige Wasser zu doppeltkohlensaurem Eisenoxydul und Schwefelwasserstoff umgewandelt, Nitrate und Nitrite durch naszirenden Wasserstoff im Ammoniak übergeführt werden.

Bei dem Durchsickern des Wassers findet aber auch ein Ausscheidungsprozeß statt. Das Wasser tauscht einzelne seiner Bestandteile in Berührung mit neuen Bodensubstanzen aus, so z. B. verliert das Wasser, über Anthrazitboden gleitend, von seinem Kalkgehalt und nimmt dafür schwefelsaures Salz auf. Das zu Tage tretende Wasser ist das Resultat der Aufnahme und Abgabe, welche wieder wie von der Natur des Bodens, so auch von der Zeitdauer, innerhalb welcher das Wasser damit in Berührung war, bedingt wird.

Der vielfache Wechsel der örtlichen Bodenbeschaffenheit und deren verschiedene physikalische und chemische Einwirkung auf das Wasser sind die Ursachen, daß das nach seiner Wanderung durch den Boden zu Tage kommende eine so überaus wechselnde Beschaffenheit zeigt.

Man unterscheidet Quell- und Brunnenwasser. Die Quelle entsteht, indem das innerhalb des Erdbodens über einer für Wasser undurchgänglichen Schicht angesammelte Grundwasser sich selbst einen natürlichen Durchbruch schafft. Der Brunnen dagegen ist ein Schacht, der von der Erdoberfläche in das Grundwasser getrieben wird.

Nach Reichardt enthalten im Mittel per 100.000 Teile reines Quellwasser:

	Abdampf- rückstand	Orga- nische Substanz	Salpeter- säure	Chlor	Schwefel- säure	Kalk	Tonerde	Härte
Granitformation . . .	2.44	1.57	0	0.33	0.37	0.97	0.25	1.27
Bunter Sandstein . . .	12.5—22.5	1.38	0.98	0.42	0.88	7.30	4.80	13.96
Muschelkalk . . . . .	32.50	0.90	0.021	0.37	1.37	12.0	2.90	16.95
Dolomit . . . . .	41.80	0.53	0.23	Spur	2.10	14.9	6.50	23.1
Gips . . . . .	236.50	Spur	Spur	1.61	110.83	76.6	12.25	92.78
Tonschiefer . . . . .	12.00	0	0.054	0.247	2.40	5.04	0.73	6.06

Die Menge und das Verhältnis der mineralischen Bestandteile des Wassers hängen, nach dem oben Gesagten, sicherlich von der Bodenformation ab, ohnedasß man aber von einer durch die Gesteinsart des Bodens gegebenen typischen Zusammensetzung reden könnte.

Die Reinheit der Quellen bleibt nicht immer erhalten. Namentlich nach heftigen Regengüssen bringen Quellen, welche aus Lehmboden strömen, Lehmartikelchen mit sich und machen das Wasser opalisierend oder trübe.

Nicht alles aus Gestein zu Tage tretende Wasser ist Quellwasser. Im Gebirge trifft man oft anscheinend auf Quellen, die oft nichts anderes sind als irgend ein Rinnsal, das nach oberflächlichem Laufe wieder in Gerölle getreten ist. Man erkennt dies Wasser meist an seiner abnormen Temperatur, die des Nachts unter, des Tags über einer normalen Quelltemperatur liegt.

Auch die zu Tage tretenden Wasser ohne schwankende Temperatur können unter Umständen ungenügend filtrierte Wasser liefern.

Dies trifft man oft im Kalk- und Dolomitgebirge namentlich da, wo eine richtige Humusschicht und Wald fehlt. Das Kalk- und Dolomitgestein wird von  $\text{CO}_2$ -haltigem Wasser ausgespült und unterirdische Kanäle geschaffen. Beispiele dafür bietet der Karst (zwischen Triest und Fiume). In solch unterirdischem Laufe reinigt sich das Wasser zwar bei gleichmäßigem Ströme auch ohne Filtration, aber es kann das Wasser bei Änderung der Strömungsgeschwindigkeit wieder unrein werden.

Steht Humus und namentlich Wald auf Kalk und Dolomit, so bildet sich ein gut filtrierender Boden, namentlich der Pflanzenwuchs zerkleinert diese Gesteine, so daß gut filtrierende Schichten entstehen.

Andere Gesteine, wie Feldspate, Granite, Tonalite u. s. w., zerfallen bei der Verwitterung in sandige Massen, die größere Spalte im Gestein füllen und dadurch gute Filtration geben.

Häufiger noch ist die Ursache der Verunreinigung von Quellen aber sanitär bedenklicher Art. Es kann durch die Ausbreitung von Städten über einem Quellgebiete, durch Überladung des Bodens mit Abfallstoffen dahin kommen, daß von den verunreinigenden Bestandteilen und ihren weiteren Zersetzungsprodukten ein Teil mit ausgelaugt wird und daß organische und selbst organisierte Bestandteile (Mikroorganismen) dem Wasser sich beimengen. Häufige Begleiter des in dieser Weise verunreinigten Wassers sind Ammoniak, Salpetersäure und das für die menschlichen Abfallstoffe so charakteristische Chlornatrium.

Die zu Tage tretenden Quellen benennt man mit verschiedenen Namen. Rasenquellen sind solche, welche nur unter der Humusdecke verlaufen und die täglichen Schwankungen der Temperatur mitmachen; sie gefrieren im Winter, versiegen im Sommer. Die Bodenquellen stammen aus den tieferen Schichten und entnehmen dem obersten Grundwasserniveau ihre Speisung und schwanken mit der wechselnden Temperatur der Jahreszeiten. Die Gesteinsquellen kommen aus bedeutender Tiefe und sind völlig unabhängig von dem Wechsel der Temperatur der Luft.

Das Grund- oder Brunnenwasser verhält sich im allgemeinen, was seine Zusammensetzung und sein Entstehen anlangt, wie das Quellwasser. Sind die Brunnen nicht tief in den Boden eingetrieben, so spricht man von Flachbrunnen; reichen sie aber über 100 Fuß in die Tiefe, so bezeichnet man sie als Tiefbrunnen.

Bei den Flachbrunnen sollte man übrigens noch weitere Unterscheidungen machen; vor allem sind Brunnen, welche nur 5—6 *m* in den Boden abgeteuft sind, minderwertig, weil sie noch ganz innerhalb der meist durch Bakterien und anderweitig verunreinigten Zone des Bodens liegen.

Eigenartige Verhältnisse bietet das Grundwasser der norddeutschen Tiefebene, womit nicht gesagt sein soll, daß nicht anderen Orten ähnliche Zustände sich finden.

Neben den sonstigen Charakteren dieser Grundwässer, die manchen Variationen unterliegen, findet man bei Wasser, das aus einer Tiefe von 28 bis 30 *m* stammt, ein zwar bakterienfreies, aber Eisen, Schwefelwasserstoff, auch Ammoniak führendes Wasser. In den meisten Fällen, aber nicht immer, ist das Eisen als doppeltkohlen-saures Eisenoxydul vorhanden,

das beim Stehen an der Luft seine Kohlensäure verliert und Eisenoxydhydrat abspaltet.

Den Prozeß der Entstehung dieses Wassers kann man sich in folgender Weise vorstellen.

Das Kohlensäure und auch Salpeter führende Grundwasser oberer Schichten gelangt in die Tiefe; stößt es auf Schwefeleisen, das am Boden weit verbreitet ist, so löst die Kohlensäure das Eisen unter Bildung von doppeltkohlensaurem Eisenoxydul und freiem Wasserstoff, der seinerseits den Schwefel des Schwefeleisens in Schwefelwasserstoff und den Salpeter in Ammoniak überführt. Schwefelwasserstoff und Ammoniak sind also unter diesen Umständen sanitär unbedenklicher Herkunft.

In vielen Fällen findet man oft bis zu bedeutender Tiefe entweder zu wenig oder der Qualität nach unbefriedigendes Wasser; dann wird man gezwungen, die erste wasserführende Schicht zu durchbrechen und tiefer einzubohren. Bisweilen werden sodann tiefgelegene wasserführende Schichten, welche von einem entlegenen, höher gelegenen Grundwasserbecken gespeist werden, getroffen; es tritt alsdann Wasser durch eigenen Druck aus dem Bohrloche zu Tage. Man nennt solche Brunnen *artesische*.

Das Gewinnen von Grundwasser ist meist eine etwas unzuverlässigere Art der Wasserversorgung, weil wir über der Nachhaltigkeit der Grundwasserreservoirs meist weniger genau unterrichtet sind als bei den Quellen, deren Mächtigkeit und Regelmäßigkeit sich leichter kontrollieren läßt. Oft nach Jahren zeigt sich erst das Versiegen von Grundwasser.

Das Grundwasser, welches man oft in der Nähe von Flüssen findet, ist oft nichts anderes als im Geröll weiter ziehendes Flußwasser. Es kommt auch vor, daß Flußwasser nur zeitweise in den Grundwasserstrom eindringt, z. B. bei Hochwasser, oder starkem Abpumpen des Grundwassers in der Nähe eines Flusses.

Das Brunnenwasser ist auch, weil es innerhalb der Städte oder nahe den Wohnplätzen der Menschen geschöpft wird, meist weniger den hygienischen Anforderungen entsprechend als Quellwasser. Durch undichte Kanäle oder durch undichte Abtrittgruben, Schwindgruben, wegen der Nähe oft unzuweckmäßig angelegter Friedhöfe können die sanitär bedenklichsten Stoffe dem Brunnenwasser zufließen, ganz abgesehen davon, daß bei schlecht abgedeckten Brunnen Spül- und Waschwässer gleich direkt in den Brunnenkessel dringen. Bisweilen geben auch die von Ratten oder Mäusen gebohrten Gänge zur Kommunikation mit Kanälen der Abtrittgruben Veranlassung. Bei unreinem Boden erzeugt der auffallende Regen eine periodische Verschlechterung des Trinkwassers der Brunnen (Wagner, Aubry), während bei reinem Boden Trockenheit oder Regen eine derartige Beeinflussung des Grundwassers nicht erkennen lassen (Aubry).

Wenn das Regenwasser wegen oberflächlich gelegener, für Wasser undurchgängiger Schichten nicht versickern kann, bilden sich Tümpel, Pfützen, Teiche oder Sümpfe. Die großen Mengen organischer Stoffe, welche namentlich mit den Laub- und Pflanzenresten diesen stagnierenden Wässern zugeführt werden, liefern zu Zersetzungsprozessen teils biologischer, teils chemischer Art das Material. Neben zahlreichen Mikroorganismen, welche Regen, Staub- und Pflanzenteile dem Wasser zuführen, stellen sich namentlich Verwesungspflanzen aller Art, welche

die organischen Substanzen zum Neuaufbau ihres Leibes verwenden können, ein. In faulenden Wassern treffen wir das grüne *Horpidium murale*, *Oscillaria limosa* und die schleimig-weiße *Beggiatoa versatilis*, in dem Moorwasser neben Protokokkus, Fadenalgen und Oszillarien auch dunkle Moosarten. Im allgemeinen ist dieses Wasser selten zum Genusse tauglich. Anders verhält es sich mit dem Wasser größerer Süßwasserseen, welche in der Regel sehr reines Wasser zu enthalten pflegen. Die suspendierten Substanzen aller Art, die diesen Seen zugeführt werden, gehen zu Boden, oder es findet eine Aufzehrung und Zerstörung dieser Substanzen, also ein Selbstreinigungsprozeß des Wassers statt. Tiefere Wasserschichten sind auch kühl; bei 30 m Tiefe wurde von Thiel für den Starnbergersee vom Juni bis August nur 5.0 bis 6.2° C gemessen.

### Flußwasser.

Das Meteorwasser, welches nicht in den Boden sickert und nicht verdunstet, fließt in geneigten, durch die Bodenformation bedingten Rinnen weiter und reißt Teilchen des Bodens mit sich fort; indem es mit immer neuen Boden- und Luftflächen in Berührung kommt, nimmt es aus diesen einzelne Boden- und Luftbestandteile auf und gibt sie an andere wieder ab: Es vermengt sich ferner mit dem aus Quellen abfließenden Wasser oder dem unterirdisch eindringenden Grundwasser und ferner mit demjenigen Wasser, das durch den fallenden Schnee und Regen direkt zu ihm gelangt. Es setzt dort, wo es langsam fließt, Bodensatz ab und verändert sich durch die fortwährend wechselnden Umstände in unberechenbarer Weise.

Die einander begegnenden Wasserläufe vereinigen sich zu Bächen, Flüssen und Strömen. Infolge der wechselnden Art, wie das Flußwasser und Bachwasser entsteht, läßt sich eine bestimmte, für alle Fälle gültige Zusammensetzung des Bach- oder Flußwassers gar nicht geben. Im allgemeinen kann man nur sagen, je weiter das Wasser von der Quelle sich entfernt, desto mehr entweicht die Kohlensäure und um so ärmer muß es deshalb an kohlensauren Erdalkalien werden. Das Flußwasser ist daher meist weiches Wasser und reich an Sauerstoff.

Ein Fluß führt immer je nach seiner Strömungsgeschwindigkeit verschiedene Mengen suspendierter Stoffe, anorganischer und organischer Natur mit sich, z. B. der Rhein zwischen 17.5 und 205 Teilen in 1 m<sup>3</sup>, der Ganges bis zu 1943 Teilen.

Die Temperatur des Flußwassers ist sehr wechselnd mit den Schwankungen der Lufttemperatur, ferner je nach der Bescheinung durch die Sonne, je nach der Tiefe und Farbe des Wassers und der Farbe des Flußbettes.

Die offenen Wasser sind allen Verunreinigungen am leichtesten ausgesetzt und leiden namentlich unter der Haus- und industriellen Wirtschaft des Menschen. Unter Umständen kann die Verschmutzung des Wassers freilich so gering sein, daß sie weder für die Sinne noch für die chemische und bakteriologische Untersuchung bemerkbar wird.

Aber meist schon im Quellgebiete finden die Abgänge von Menschen und Tieren den Weg in den Bach- oder Flußlauf. Grenzen an den Fluß Ortschaften, so wird die Verunreinigung durch öffentliche oder heimliche Zuflüsse von Abgangs-

wässern bereits ziemlich erheblich. Da auch große volkreiche Städte nach Flüssen entwässern, so wird die Beschaffenheit des Flußwassers oft eine recht bedenkliche. Aber es hängt sehr viel in dieser Hinsicht von dem Wasserreichtum und der Geschwindigkeit des Flußwassers einerseits und dem Abwasser und der Kanalwassermenge andererseits ab. Noch gefährlicher werden der Reinheit der Flüsse die Fabriken. In langsam fließenden Strömen von geringer Wasserführung, wie z. B. der Spree, kann auch der Schiffsverkehr eine Quelle starker Verunreinigung sein.

Ein Flußwasser eines Kulturlandes wird daher stets die Gefahr einer Verunreinigung mit Krankheitskeimen vermuten lassen und sich direkt nicht zum Genusse eignen. Die Wahrscheinlichkeit einer Gesundheitsschädigung bei solchem Genusse hängt natürlich von dem Grade der Verunreinigung und dem Umstand, ob man einmal, öfter, oder gewohnheitsgemäß das Wasser trinkt, mit ab.

Auch anorganische Verunreinigungen, die die Benützung eines Flußwassers unmöglich machen, kommen vor; z. B. solche durch Chloride bei der Saale und Elbe, durch Blei bei der Innerste.

Das Flußwasser kommt also in allen möglichen Abstufungen der Unreinheit zur Beobachtung; erhält ein Fluß auf weite Strecken keine Verunreinigungen mehr, so kann sich das Wasser wieder bessern oder auch völlig reinigen, hauptsächlich in solchen Fällen, in welchen nur organisches Material die Verschmutzung herbeiführt.

Ganz unkontrollierbare Verunreinigungen des Flusses entstehen bei Hochwässern, wenn der Boden aufgewühlt wird und das ganze Flußbett sich füllt. Flußwasser ist vom hygienischen Standpunkte betrachtet, immer als minderwertiges Wasser anzusehen.

Die Menge des Flußwassers ist zeitlich äußerst schwankend; so liefert der Neckar bei Mannheim im Minimum 32 Sekundenkubikmeter, im Maximum 4860 Sekundenkubikmeter. In den Wintermonaten pflegen im Durchschnitt 65% der Niederschlagsmenge mit dem Flußwasser abzufießen; im Sommer nur 18%.

### Die Bestandteile des Wassers.

Das in der Natur vorkommende Wasser ist nie chemisch reines, sondern es hat, wie schon mitgeteilt, eine sehr verschiedenartige Zusammensetzung, doch betrifft die Verschiedenheit mehr die Quantität, seltener die Qualität der Bestandteile.

Die Reaktion des Wassers pflegt in der Regel neutral zu sein; doch hat das Wasser wald- und wiesenreicher Gelände oder jenes der Torfmoore und mancher Tümpel eine saure Reaktion.

Die Gase des Wassers sind demselben meist durch Absorption mitgeteilt, wie dies auch bei dem Meteorwasser und Flußwasser durch Absorption von Luftbestandteilen gegeben ist oder durch Absorption von Gasen durch Berührung mit der Bodenluft, wie bei dem Quellwasser; mitunter können aber auch Zersetzungsprozesse in dem Boden sowohl wie im Wasser demselben Gase wie Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Kohlenoxyd, Schwefelwasserstoff beimengen.

Von den festen Bestandteilen treffen wir in allgemeinsten Verbreitung gelöst anorganische Stoffe. Chlorverbindungen, ferner Verbindungen der Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kieselsäure, Kohlensäure

mit Kali, Natron, Ammoniak, Kalk, Magnesia, Tonerde und Eisen, neben Spuren anderer Elemente. Die Erden- und Eisensalze sind, durch Kohlensäure gelöst, besonders reichlich im Quell- und Grundwasser vertreten.

Außer gelösten kommen vielfach suspendierte Stoffe, Sand- und Lehmteilchen vor; namentlich finden sich letztere in den Flüssen, aber auch in Quellen. Sie setzen sich, weil sie von außerordentlicher Feinheit sind, nur schwer ab. Die einzelnen Ton- und Lehmteilchen haben oft weniger als 0.1 Mikre im Durchmesser.

Noch mannigfacher ist die Natur der organischen Stoffe, die sich im Wasser finden. Auch die reinsten Gebirgsquellen enthalten gelöste organische Stoffe, wie uns das Wachstum mancher Schimmelpilze, von *Omphala*, *Peziza*, die zu den Verwesungspflanzen gehören, beweist. Wir dürfen annehmen, daß diese organischen Substanzen der Zersetzung von Pflanzengeweben, also wesentlich dem Humus (Quellsäure und Quellsalzsäuren neben anderen unbekannteren Verbindungen) zugehören. Dazu gesellen sich aber häufig offenbar noch viele andere Stoffe, welche je nach dem Reichtum des Wassers an vegetabilischen Stoffen, die der Zersetzung anheimfallend (Laub, Holzteilen, Pflanzenresten), sehr wechseln können. Da vielfach auch anderweitige Verunreinigungen organischer Natur dem Wasser beigemischt werden können (Abfallstoffe, Harn, Kot, Industrieabgänge), so sind wir kaum in der Lage, alle diese Stoffe besonders aufzuzählen. Die Exkremente der in Wasser lebenden Tiere bilden auch bei sonst guten Wässern eine Quelle der Verunreinigung.

Außer gelösten Stoffen treffen wir dann weiters suspendierte Körperchen aller Art neben lebenden tierischen wie pflanzlichen Wesen, welche als Verunreinigungen auftreten und in reinem Wasser nicht vorkommen sollen. Man kann sich durch Absetzenlassen und durch die mikroskopische Untersuchung der Sedimente von der Natur eines großen Teiles der suspendierten Substanzen überzeugen. Am raschesten erreicht man Aufschluß durch Zentrifugierung des Wassers in einer rasch rotierenden Zentrifuge. Häufig finden sich scharfkantige Sandteilchen, unlöslich in Säuren wie Alkalien neben den amorphen, gelbgefärbten und unlöslichen Ton- und Mergelpartikelchen und neben den durch ihre Löslichkeit in Säuren charakterisierten Kreideteilchen und Pflanzenfragmenten (Pflanzenzellen, Pflanzenhaare, Spiralen, Leinen- und Baumwollfasern, Teilchen von Blättern, Holz, Stroh). Die Pflanzenzellen sind vielfach durchwachsen von Schimmelpilzfäden und erfüllt von in die Zellen getriebenen Haustorien.

Auch Tierreste finden sich — Organstückchen, Haare, Vogelfedern, Schmetterlingsschüppchen.

Das Wasser bildet vielfach den Aufenthaltsort für lebende Organismen pflanzlicher wie tierischer Herkunft.

#### a) Pflanzenorganismen.

Je nach seiner Zusammensetzung, je nach seinem Reichtum an faulnis- und zersetzungsfähigen Stoffen lassen sich die verschiedenartigsten Pflanzen als Bewohner des Wassers auffinden. Manchmal sind es Spalt- und Schimmelpilze, noch viel häufiger gehören sie aber jener Pflanzen-

gruppe zu, die man Verwesungspflanzen nennt und welche sich an der Aufsaugung organischer Stoffe beteiligen, indem sie die letzteren zu Bestandteilen ihres Leibes machen.

In manchen, namentlich langsam fließenden Wassern und in seichten Seen findet man in den Sommermonaten die Wasserpest (*Elodea canadensis*) in ungeheuren Massen entwickelt, so daß sie oft geradezu der Schifffahrt Schwierigkeiten bereitet und die Benützung solchen Wassers zu Trinkzwecken behindert, da sie leicht in Saugröhren von Wasseranlagen hineingelangt. Sie bildet auch eine Ablagerung auf dem Boden von Teichen, welche oft meterdick sein und zu ausgedehnten Faulnisprozessen und zur Entwicklung stinkender Gase Veranlassung geben kann. Die Wasserpest ist ein dunkelgrünes, stark verzweigtes Wassergewächs, zu den Hydrocharideae gehörig (siehe Fig. 113). Sie wurde von Nordamerika 1847 nach England und von dort nach Norddeutschland verschleppt.



Fig. 113.

Häufig finden sich im Wasser Algen. Man unterscheidet mehrere Algenfamilien. Die höchstehenden Familien unter den Algen, zu denen die Sectange gehören, zeigen noch die Formen höherer Pflanzen und zeichnen sich auch durch ihre üppige Gestaltenfülle aus. Während die Tange fast ohne Ausnahme in Salzwasser leben, finden die übrigen Algen die Oszillariaceen und Diatomaceen zumeist in Flüssen und Brunnenwässern ihre Heimat. Bald schwimmen sie frei als schleimige Flockenmassen im Wasser umher, bald überziehen sie die Oberfläche als sogenannte Wasserblüte, während andere sich am Grunde des Wassers oder an beliebigen Gegenständen festsetzen, als grüne Schicht sie bedeckend. Die Algen haben sehr verschiedenartige Farben, grüne, gelbe, braunrote und auch bläuliche kommen vor. Bald sind es längere Fäden, aus zylindrischen oder aus kugelförmigen Zellen aneinandergereiht, im letzteren Falle Rosenkränzen vergleichbar, oder es sind Zellflächen, oder aber schließlich auch einzellige Organismen. Die grüne Wasserblüte wird gewöhnlich von Chrookazeen und Nostokazeen, die rote Wasserblüte durch *Chlamydomonas pluvialis* hervorgerufen; letztere Alge tritt oft plötzlich nach Regen auf, sogenannter Blutregen.

Mikroskopisch kleine Algen finden sich in der Familie der Oszillariaceen. Die Gattung *Anabaena* hat kugelige oder elliptische Glieder und goldgelbe oder braungelbe Sporen. *Anabaena circinalis* (Fig. 114) findet man in stehenden Wassern.

Den Diatomaceen (Kieselalgen) (Fig. 115), einzelligen Algen, fehlt das Chlorophyll, dagegen tritt in ihnen ein gelblicher oder bräunlicher Farbstoff (Diatomin) auf, der grün wird, wenn sie absterben. Sie schwimmen entweder frei im Wasser oder sind an einer Unterlage angewachsen oder in Schleim eingebettet. Die Zellen sind zweiklappig



Fig. 114.

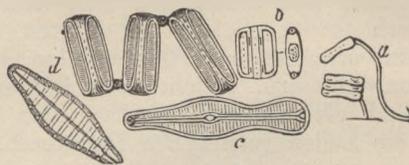


Fig. 115.

und symmetrisch gestaltet; die Klappen durch eine in Salpetersäure lösliche Zellsubstanz zusammengeleimt. Die Membran (Cytoderm) der Diatomaceen besteht nicht aus Zellulose, wie bei anderen Algen, sondern aus Kieselerde, die weder durch Faulnis, noch durch Glühhitze zerstörbar ist. Die Gestalt dieses Kieselpanzers ist sehr verschieden, rund, scheibenartig, kugelförmig, prismatisch, nachenförmig, keilförmig, oft mit symmetrisch geordneten Erhebungen, wodurch der Panzer mit mannigfachen Verdickungen geziert erscheint. Die Diatomaceen sind allerorten auf der Erde verbreitet und ihre abgestorbenen Vorfahren bilden an vielen Stellen mächtige Lager und Felsen. Es ist dies der Fall in der Lüneburger Heide, in Oberschlesien, auf Rügen, und auch Berlin steht teilweise auf mächtigen Diatomaceenlagern. (Fig. 115: *a* *Achnantes oxilis*, *b* *Diatomella*, *c* *Gomphonema*, *d* *Diatoma vulgare*.)

Unter den Algen gibt es zahlreiche Gattungen und Arten, welche sich in mancher Beziehung als nützlich erweisen, während andere schädlich werden können. Gewisse Algen, z. B. Diatomeen und grüne Algen (Konferven, Protokokkus, Synedasmus) gedeihen nur in einem an organischen Substanzen armen Wasser und bedürfen des Zutrittes von Licht, unter dessen Einflusse sie die Kohlensäure des Wassers zerlegen.

Auch die sogenannte Wasserblüte verbraucht zu ihrem Aufbau die im Wasser enthaltene Kohlensäure und entwickelt Sauerstoff, wodurch die im Wasser gelösten organischen Stoffe schneller oxydiert werden, das Wasser also gereinigt wird. Anders verhält es sich mit dieser Alge, wenn dieselbe in so großer Menge sich entwickelt, daß das Wasser sie nicht zu ernähren vermag, große Massen von Algen sterben dann ab und gehen in Faulnis über. Ein derart faules Wasser wird für die Fische und für Vieh, welches damit getränkt wird, verderblich.

Die zu den Pilzen gehörigen Saprolegniazen sind in mehrfacher Beziehung von Interesse. Diese Organismen, welche farblosen Inhalt führen, leben von organischen Überresten von toten Tierleibern, faulenden Wurzeln; gewisse Gattungen (Achlya und Saprolegnia) greifen aber auch Fischeier und lebende kleine Fische an und vernichten einen erheblichen Prozentsatz der Fischbrut. Zu dieser Familie gehört auch die unter dem Namen *Leptomitus lacteus* (Saprolegnia lactea, Wasserhaar, Wasserschimmel) bekannte Pflanze, deren weiße, durch regelmäßige Einschnürungen sich charakterisierende Fäden alle organische Substanz in langsam fließenden Gewässern überziehen. Sie entwickelt sich in der Regel da, wo die Abflußwasser der Zuckerfabriken, Spiritusraffinerien, Malzereien und ähnlicher Etablissements, welche stärke- und eiweißartige Produkte verarbeiten, mit fließendem reinen Wasser zusammenkommen. Diese Pilze können bei reichlichem und fortwährendem Zufusse unreiner Fabrikwasser in solcher Menge auftreten, daß die Gewässer in kurzer Zeit gänzlich verschlammten und einen ekelhaften Faulnisgeruch entwickeln. (Näheres darüber in der Gewerbehygiene.)

Fig. 116 zeigt in I einen von *Leptomitus* bewachsenen Strohhalm, in II die verzweigten Glieder bei 40facher Vergrößerung, in III und IV die durch Einschnürung

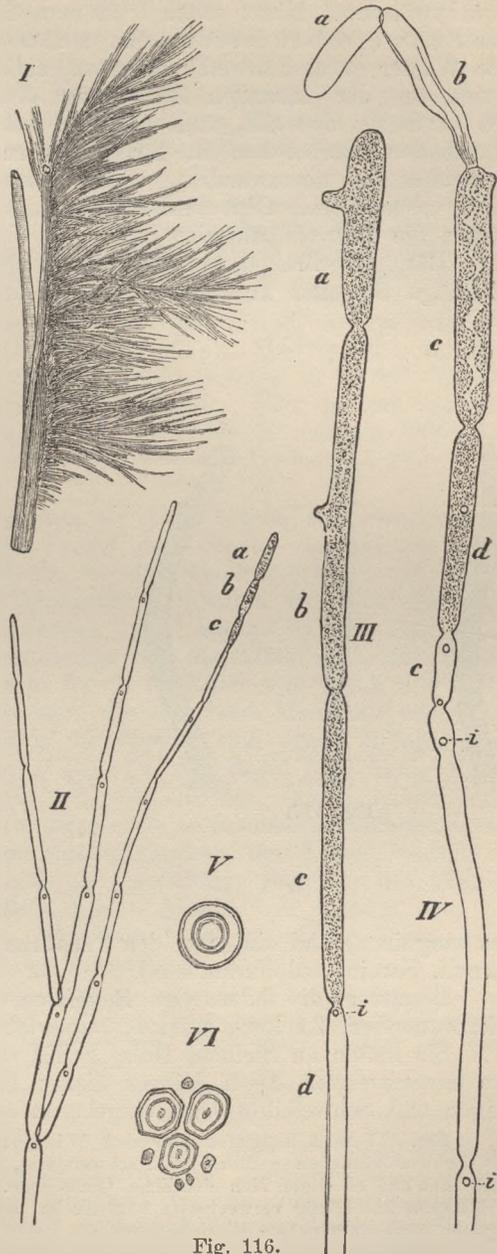


Fig. 116.

getrennten Glieder (250fache Vergrößerung), in V und VI Zellenschlüsse, sogenannte Zellulinkörner (750fach).

Außerdem finden sich eine mehr oder minder große Menge von Spaltpilzen. Nicht selten trifft man in Abwässern auf die Gruppe der Schwefelbakterien. Sie stellen sich namentlich dort ein, wo das Wasser etwas Schwefelwasserstoff enthält, wo sich also Faulnisbakterien an der lebhaften Zersetzung eiweißartiger Massen beteiligen. Sie oxydieren den  $\text{SH}_2$  und speichern zeitweise Schwefel in Form von glänzenden Körperchen in ihrem Innern auf, um ihn allmählich in Schwefelsäure umzuwandeln, welche letztere vorhandenen kohlensauen Kalk zerlegt und Gips bildet (Winogradsky). Freie Säuren vertragen die Schwefelbakterien nicht.

Häufig verbreitete Schwefelbakterien sind *Beggiatoa alba* und deren oftmalige Begleiter *Thiothrix*, ferner *Spirillum sanguineum* (*Ophidomo-*

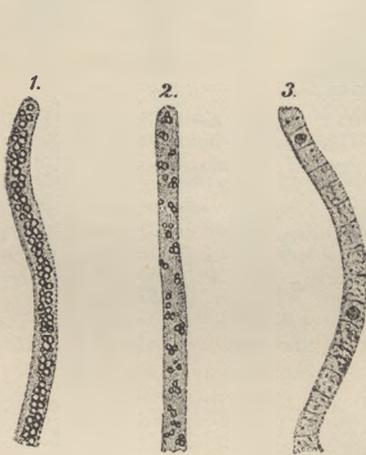


Fig. 117.

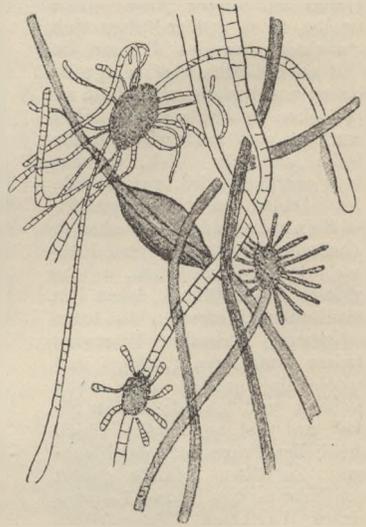


Fig. 118.

*nas sanguinea*) und einige zu den Purpurbakterien gehörige Arten (*Monas Okenii*, *Sarcina sulphurata* etc.).

Besonders die fadenartige *Beggiatoa* trifft man in Abwässern von Bierbrauereien, Zucker-, Stärke-, Papierfabriken, Gerbereien.

Sie haften an Steinen, Holz, Schilf etc. Mikroskopisch besteht sie aus unverzweigten, 1–5 Mikren dicken Fäden, welche eine Gliederung zeigen und Schwefelkörnchen eingelagert enthalten.

Fig. 117 zeigt *Beggiatoa alba* nach Winogradsky. Bei 1 ist der Faden dicht mit Schwefelkörnchen gefüllt, bei 2 schwefelarm, bei 3 ist der Schwefelvorrat aufgebraucht und es zeigen sich deutliche Querwände. Makroskopisch werden *Beggiatoa* und *Leptomitus* häufig verwechselt; letzterer ist dichotom verzweigt und zeigt an den Hyphen stark ausgeprägte Einziehungen.

Nahezu in jedem Brunnenwasser trifft man auf *Crenothrix poly-sporea*, in Wasserleitungen dichte Rasen bildend. Scheint nahe verwandt den Oszillarien, wird aber, wie *Beggiatoa*, den pleomorphen Bakterien zugezählt. Ihr Organismus besteht aus dünnen, langen, farblosen Fäden,

die aus einer einfachen Reihe gleichartiger Zellen zusammengesetzt und in eine starre Scheide eingeschlossen sind, die ebenfalls farblos ist. Solange die Alge farblos bleibt, ist sie im Wasser mit bloßen Augen nicht zu bemerken. Wenn aber *Crenothrix* eisenhaltiges Wasser vorfindet, so werden die Fäden dadurch gelb oder braun, daß Eisenoxydhydrat in der Membran der Scheide abgelagert wird. Die im Wasser vorhandene durch Eisen gefärbte *Crenothrix* wird dann sichtbar und erscheint als eine starke Verunreinigung des Wassers, so daß man dasselbe als Koch- und Trinkwasser zu verwenden sich scheut.

Fig. 118 zeigt *Crenothrix polyspora*; die Zellen teilen sich durch Querwände in kleine kubische oder abgeplattete Stückchen, die aber gegen das Ende eines Fadens selbst wieder in noch kleinere, kugelartige Teilchen zerfallen können. Indem diese letzteren auskeimen können, noch ehe sie den *Crenothrix*faden ganz verlassen haben, entstehen eine Reihe von Stäbchen, die eine Art Strahlenkranz bilden.

Außer den eben genannten Pflanzen finden sich, so gut wie ausnahmslos, verschiedene Spaltpilze, selten Hefepilze in dem Wasser. Freilich sind deren manchmal nur wenige in 1  $cm^3$  Wasser, manchmal aber deren Hunderte und Tausende. Wir müssen sie teils als zufällige Verunreinigungen bezeichnen, indes in anderen Fällen das Wasser manchen Bakterienarten als gewöhnlicher Aufenthalt zuzukommen scheint.

Als Verunreinigungen finden sie sich bereits im Meteorwasser; nach freiliegenden Gewässern bringt der Staub die Keime. Noch reichlicher aber finden sie sich da, wo das Regenwasser mit dem Boden in Berührung war. Fluß- und Teichwasser enthalten daher in der Regel reichlich Keime. Das Brunnenwasser wird schon bei dem Bau durch Hereinfallen von erdigen Bestandteilen von der Oberfläche des Bodens oder bei offenem Brunnenschacht durch Einfallen von Staub und später durch mancherlei Verunreinigungen, die sich beim Haushaltsbetriebe ergeben, infiziert. Dagegen führen die Quellen und durch Röhren gehobenes Grundwasser aus größerer Tiefe in der Regel nur wenig Keime oder sind auch ganz keimfrei, weil das in den Boden eindringende Wasser durch die Filtration die Keime in den oberen Bodenschichten zurückgelassen hat. Trotz der Mannigfaltigkeit der Keime, welche in das Wasser gelangen, finden sich als regelmäßige Begleiter des Wassers eines Ortes doch nur eine relativ kleine Anzahl von Arten, eben nur solche, denen das Wasser als „Nährboden“ zusagt. Diese haben daher den Namen Wasserbakterien erhalten.<sup>1)</sup>

In dem Göttinger Brunnen fand Bolton etwa 16 Arten; in dem Marburger Brunnen finden sich etwa 20 (Rubner), in dem Leitmeritzer Wasser traf Maschke über 50: ähnliche Ergebnisse hat man an anderen Orten erzielt. Einige von diesen sind als spezifische Wasserbakterien anzusehen.

Viele der in einem Wasser sich findenden Bakterien vermehren sich, wenn man Wasser längere Zeit stehen läßt, sehr bedeutend. Man hat dieses Verhalten dadurch erklären wollen, daß die Kohlensäure des frischen Wassers hemmend auf die Entwicklung von Bakterien im Wasser wirke. Aber dies ist keineswegs allgemein der Fall; denn selbst in künstlichem Selterswasser finden sich oft massenhaft Keime. Bereits bei niedriger Temperatur von 6° ab findet eine Vermehrung der Wasserkeime statt, bei höheren Temperaturen ist sie aber viel lebhafter. Von den

<sup>1)</sup> Nähere Angaben über die Eigenschaften der Wasserbakterien finden sich bei Lustig, Diagnostik der Bakterien des Wassers. Jena, 2. Aufl., 1893.

aus Trinkwässern gezüchteten Keimen wachsen manche bei Temperaturen von 36 bis 37° nicht.

Die Vermehrungsweise der Bakterien des Trinkwassers ist eine ganz eigentümliche. Wenn man in sterilisierte Gläser Wasser aus einem Brunnen schöpft und die Anzahl der vorhandenen Wasserkeime bestimmt, die Gläser sofort mit Watte schließt und in den Brunnen hängt, so daß nur der Hals des Glases mit dem Pfropfen aus dem Wasser taucht, findet man auch in diesem mit dem Brunnenwasser bei gleicher Temperatur gehaltenen Gläschen eine bedeutende Vermehrung der Wasserkeime, obschon eine wiederholte Untersuchung des freien Brunnenwassers keine Vermehrung der Keimzahl nachweist. Mit einer beständigen Vermehrung der Keime im Brunnenwasser geht also ein gleichzeitiges Absinken der Keime Hand in Hand. Beide Prozesse, Neubildung wie Absinken, können durch Monate hindurch im Gleichgewicht stehen, so daß ein Brunnen während dieser Zeit seine Keimzahl nicht zu wechseln scheint (Rubner).

Wenn ein Brunnen einige Zeit außer Gebrauch steht, so enthalten die ersten Proben gepumpten Wassers mehr Keime als die späteren *a)* weil aus den Röhren Bakterien abgerieben werden, *b)* weil durch Stagnation die Keimzahl gestiegen. Beim Abpumpen tritt bakterienfreies Grundwasser ein. Niedrige Brunnentemperatur ruft auch bei längerem Stehen des Wassers ein Sinken der Keimzahl hervor, aber man trifft trotzdem in den in den Handel gebrachten Natureisarten, wie Kunsteis, häufig eine außerordentlich große Anzahl von Keimen.

Die Keime machen nur einen minimalen Bruchteil der Gesamtmenge der im Wasser vorhandenen organischen Substanzen aus.

Nimmt man für 1 l Wasser eine Keimzahl von 300.000 Keimen an, so beträgt das Gewicht derselben nicht mehr als 0·00015 mg. Bei einem Gehalte des Wassers von etwa 25 mg organischer Substanz für das Liter treffen auf die Bakterien eines nicht eben keimarmen Wassers erst 0·0001% des Gewichtes der gesamten organischen Substanz. Dabei sind die Bakterien im feuchten Zustand berechnet. Nach mehrfacher Untersuchung des Verfassers beträgt die Trockensubstanz der im Wasser vorkommenden Arten aber nur (im Mittel) 17%, also wären statt 0·00015 g Bakterienmasse sogar nur 0·000025 mg in Rechnung zu setzen. Die Bakterien befinden sich im allgemeinen im Wasser in einer überwältigenden Menge von organischen Substanzen gegenüber, aus welchen sie die zum Lebensunterhalt dienenden Nahrungsstoffe entnehmen.

Es ist einleuchtend, daß eine strenge Abhängigkeit zwischen der Zahl der Bakterien und der Menge der vorhandenen Substanzen organischer Natur nicht gefunden werden kann. So wenig bei den höher stehenden Organismen jede beliebige organische Substanz als Nahrungstoff verwendet werden kann, sondern von der Unzahl der organischen Verbindungen nur wenige als Nahrungsstoffe verwertet werden und zum Aufbau oder der Erhaltung des körperlichen Bestandes dienen, ebensowenig kann bei den Bakterien jede beliebige Substanz als Nahrungsstoff fungieren.

Ferner ist zu erwägen, daß nicht die Menge der vorhandenen Nahrungsstoffe allein die Lebenstätigkeit bestimmt, sondern die Größe des Verbrauches durch die Lebenstätigkeit bedingt wird. Eine Vermehrung der Nahrungsvorräte über eine gewisse Grenze braucht also keineswegs jedesmal eine Steigerung des Wachstums und also der Bakterienzahl zu erzeugen.

Die Bakterien sind übrigens nicht die einzigen Konsumenten der organischen Substanz in dem Wasser, sondern sie teilen sie mit Verwesungspflanzen, wie *Omphala*, *Peziza*, die fast ebenso anspruchslos wie die Bakterien sind, und mit niederen Tieren, wie sich solche in fast allen Wässern finden.

Versorgt man ein Wasser mit gutem Ernährungsmaterial, so nimmt im allgemeinen die Keimzahl zu.

Im Wasser findet man, wenn Bakterien anwesend sind, stets eine Sauerstoffzersetzung und Kohlensäureproduktion.

Außer den Bakterien finden sich tierische Organismen in den Wässern verschiedenartiger Herkunft.

Rubner M., Beitrag zur Lehre von den Wasserbakterien, 11, 90, 365.

### b) Tierische Organismen.

Von den im Wasser, das mit der Bodenoberfläche oder der Luft in Berührung war, vorkommenden tierischen Organismen sind die wichtigsten und am häufigsten vorkommenden folgende:

#### Rhizopoden,

deren Körper aus homogenem, kernhaltigem Plasma besteht und fähig ist, Fortsätze auszustrecken und wieder einzuziehen. Dieselben dienen sowohl zur Ortsveränderung wie zum Eingreifen der Nahrung. (Fig. 119—121.)

#### Infusoria.

Der Körper der Infusorien besteht aus weichem, farblosen, körnigem Parenchym, welches nach außen in eine etwas dichtere Rindenschicht übergeht, deren äußere Begrenzung eine durchsichtige strukturlose Membran — Cuticula — bildet. Manche Arten können sich nur wenig krümmen, bei anderen streckt und kontrahiert sich der ganze Leib. Außerlich ist der Körper entweder mit einigen peitschenförmigen Anhängen — Geißeln — oder mit Saugröhren — Tentakeln — deren Enden scheibenförmig oder napfförmig erweitert sind, oder mit Wimpern von verschiedener Länge und Stärke ganz oder stellenweise bekleidet. Hienach zerfällt die Klasse der Infusorien in drei Ordnun-

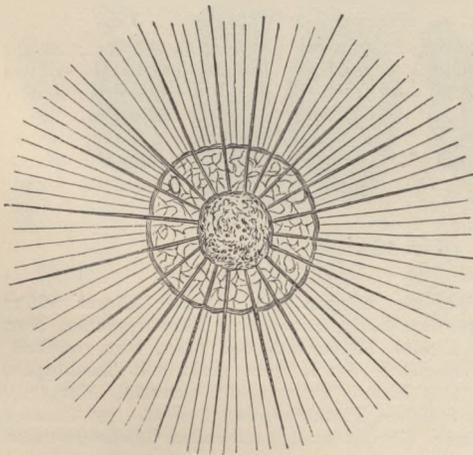


Fig. 119.

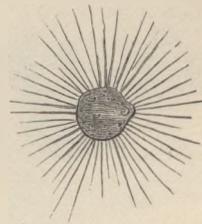


Fig. 120.

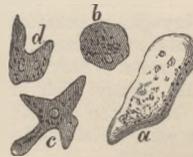


Fig. 121.

Actinophrynien: Actinophris sol, Fig. 119, Actinophris Eichhornii, Fig. 120.

Amöben: a Amoeba princeps, b, c, d. Amoeba diffluens, Fig. 121.

gen: Flagellata (Geißel-Infusorien), Acinatina (Azineten) und in Ciliata (Wimper-Infusorien). Die letzteren sind mit einer Mundöffnung versehen.

I. Flagellaten. Fig. 122. Familie Monaden: a Trichomonas, b Cercomonas, c) Monas lens mit einer Geißel.

Familie Cryptomonadina: *d* Anisonema sulcata, *e* Anisonema acinus. Ihre Bewegung ist wankend und zitternd; sie finden sich in Altwasser. Mit zwei Geißeln.

II. Die Azineten. Fig. 123. Um ihre Nahrung aufzunehmen, sind sie auf ihre Fangfäden beschränkt.

*a* und *b* Euglena deses. Körperform langgestreckt, Bewegung träge, nie schwimmend, sondern langsam windend. Zwischen Algen nicht häufig.

*a'*, *b'*, *c* Euglena viridis. Körper grün, schwimmt drehend in weiten Spiralen vorwärts. Häufig in stagnierendem Wasser, massenhaft in stinkenden Pfützen und Gossen.

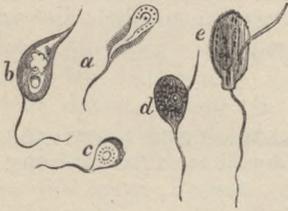


Fig. 122.

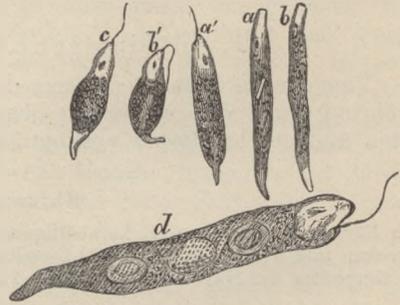


Fig. 123.

*d* Euglena spirogyra. Körper spiralig, mit zwei sehr großen Nuclei. Farbe grün oder bräunlich. Bewegung träge, aber stetig formwechselnd. Zwischen Algen einzeln.

III. Ziliaten. Fig. 124. Holotricha: *a* Lacrimaria olor. Farblos oder grün. Nucleus oval. Blasen meist drei. Schwimmt mit steifem, gestrecktem Halse bald vorwärts, bald rückwärts, stets um die Längsachse sich drehend. Im klaren Wasser zwischen Algen häufig zu finden.

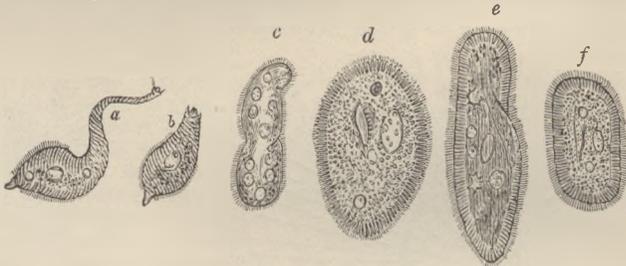


Fig. 124.

*b* Enchelis farcimen, *c* Colpodium colpoda (Paramecia). Körper eiförmig, *d* Ophryoglena acuminata. Körper fast herzförmig, mit starken Tastkörperchen, Nucleus oval. Mehrere Blasen. *e* Paramecium aurelia. Körper lang und dünn, vorn rundlich und hinten spitz. Farbe gelblichweiß. Oberfläche des Körpers dicht mit Tastkörperchen besetzt. Findet sich in allen faulen Aufgüssen. *f* Paramecium bursaria. Körper platt, oval, Oberfläche des Körpers meist mit dicken Tastkörperchen besetzt. Im Parenchym finden sich meist zahlreiche grüne Kerne. Kommt in allen stehenden Gewässern zwischen Pflanzen vor.

Hypotricha (s. Fig. 125). *a* und *b* Euplotes Charon. Körper kurz, oval, vorn und hinten etwas schief abgeschnitten, nach links schwach bauchig erweitert. Findet sich überall an der staubigen Oberfläche des Wassers fauliger Infusorien. Das Stehen, Laufen und Schwimmen wechselt plötzlich.

*c* Euplotes patella. Körper vorn gerade abgestutzt mit einer dreieckigen Oberlippe, Körper oft grün, Bewegung schnell und anhaltend. Ist in allen stagnierenden Wassern häufig zu finden.

*d* Pleurotricha grandis. Körper breit, eiförmig, jederseits drei Reihen borstenförmiger und sehr dicker Bauch- und Afterwimpern.

*e* *Urostila glandis*. Körper dick, mit zahlreichen Reihen Bauchwimpern und 10—12 Afterwimpern. Sehr gefräßig, verschlingt andere große Infusorien, auch gepanzerte Rädertiere. Farbe gelblich. In Gräben und in Altwasser zu finden.

*f* *Stylonchia histrio*. Körper länglich, vorn und hinten zugespitzt. Bewegung abwechselnd mäßig rasch vorwärts und blitzschnell im Bogen zurück. Überall in klaren Gewässern, zwischen Algen und Pflanzen.

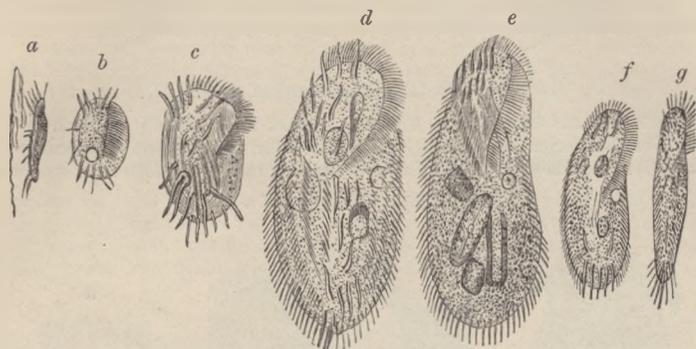


Fig. 125.

*g* *Uroleptius agilis*. Körper schlank, spindelförmig, vorn gerundet, vor der Mitte am breitesten und nach hinten allmählich spitz mit langen Endwimpern. Schwimmt schnell in oft wechselnder Richtung. In stagnierenden Wässern oft zahlreich, in Altwasser lang zu halten.

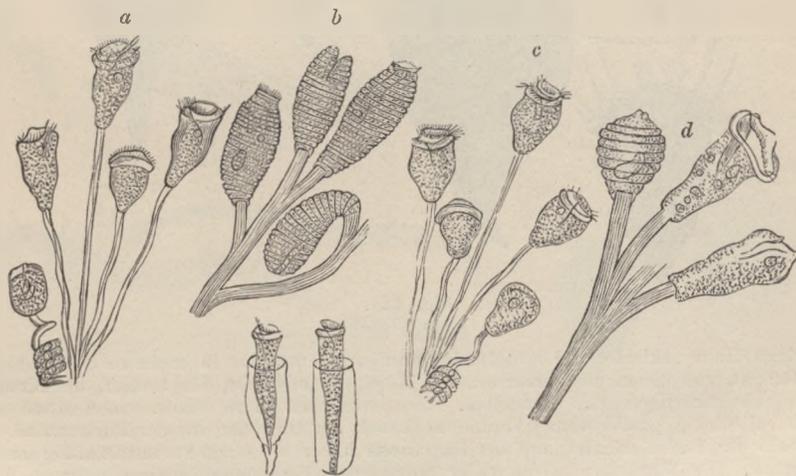


Fig. 126.

*Vorticellina* (Glockentierchen) findet man beinahe stets, wo überhaupt Infusorien sich vorfinden (s. Fig. 126). Sie haben einen glockenförmigen, kontraktilen, auf einem Stiele sitzenden panzerlosen Körper, dessen Zilienkranz bald hervorgestülpt, bald eingezogen ist.

*a* *Vorticella nebulifera*. Körper glockenförmig, zuweilen grün. Findet sich im klaren Wasser an Pflanzenstengeln und dergleichen.

*b* *Opercula berberina*. Walzenförmig stark gewimpert. An Wasserkäfern, besonders an der Spitze des Hinterleibes.

*c* Vorticella microstoma. Körper eiförmig, vorn stark verengt, mit starken, gekreuzten Furchen, die besonders bei der Kontraktion hervortreten. Farbe blaulich oder grün. Überall in fauligen Infusionen, stinkenden Pfützen und Gossen gemein.

*d* Epistylis plicatilis. Körper glockenförmig, langgestreckt, hinten faltig. Stiele gestreift. Man findet sie an den Gehäusen von Wasserschnecken.

*e* Cothurnia astaci, deren Hülse gekrümmt ist.

*f* Vaginicola crystallina. Haben walzenförmige, glashelle Hülse, die hinter der Mitte bauchig erweitert ist. Der Körper dieses Tieres hat häufig hinten einen Stiel.

#### Rotatorien (Rädertierchen) (s. Fig. 127).

Die äußere Haut besteht aus Chitin, welches am Rumpfe panzerartig verhärtet. Der Körper der Rotatorien im allgemeinen schlauchförmig, bilateral symmetrisch. Bauch und Rückenseite verschieden. Äußerlich ist dieselbe mit einer festen, homogenen durch-

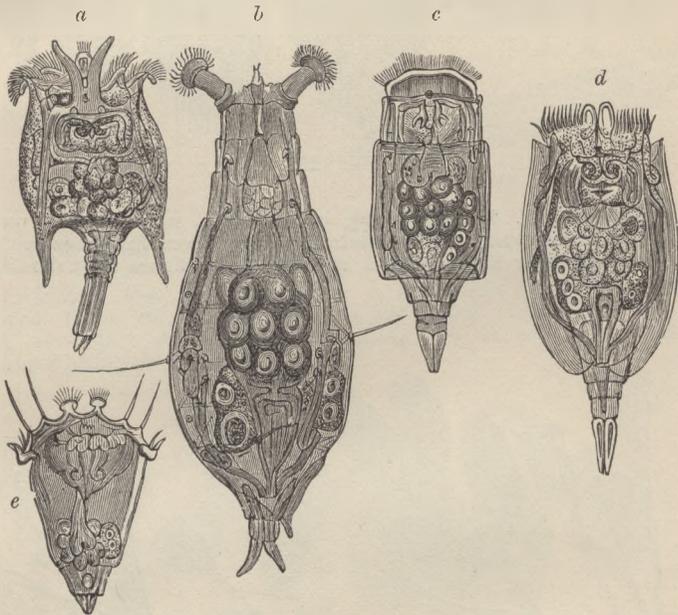


Fig. 127.

sichtigen Haut bekleidet, die mittels ringförmiger Hautfalten in mehrere Segmente gliedert ist, von denen die vordersten den Kopf, die mittleren den Rumpf, die hinteren einen schwanzartigen Fuß darstellen. Die weiblichen Tiere haben einen Mund und einen vollständig geschlossenen Verdauungskanal, der entweder auf der Rückenseite oder oberhalb des Fußes mündet; auf der Bauchseite haben sie einen verhältnismäßig großen Eierstock. Die Männchen haben weder Mund noch Verdauungskanal; eine große Hode füllt einen Teil der Leibeshöhle aus und mündet durch den Samenleiter in die Kloake. Die Mundöffnung ist mit schwingenden Wimpern besetzt, deren lebhaftere Bewegung kleine Strudel erregen, welche entweder das Tier selbst fortbewegen oder ihm Nahrungsstoffe verschaffen. Der Schlundkopf oder Kauer besteht aus einem hornigen Kiefergerüste, an welches die kräftigen Kaumuskel sich anheften.

*a* Brachionus Bakeri. Panzer gehört, vorn mit sechs Zacken, von denen die mittleren als lange gekrümmte, an der Innenseite gezähnelte Hörner erscheinen, deren gemeinschaftliche Basis eine vorspringende Liste bildet. Man findet sie in langsam fließendem Wasser häufig.

*b* Notommata copeus. Kopf jederseits mit radförmigem, langgestieltem, retraktilem Räderorgan und eingespaltenen Tastborsten.

c *Eosphora Najas*. Körper oblong, mit stark abgesetzten Füßen, Kopf flach, Auge unter dem Hirnknoten über dem Schlundkopfe. Es sind das kraftige Raubtiere, die andere Rotatorien, besonders Rotiferen und selbst das große *Netommata copeus* verzehren.

d) *Euchlanis dilatata*. Panzer oval, verbreitert, flach, am Bauche gespalten, Zehen lang, ohne Borsten.

e) *Synchaeta tremula*. Körper kurz, kegelförmig mit sehr kleinem Fuße. Kopf sehr groß, halbkugelig gewölbt, oben mit einer oder zwei kurzen, geknöpften, steife Borsten tragenden Tastern und jederseits eine oder zwei sehr lange, steife, griffelwarzige Tastborsten. Räderorgane seitlich schwach, obförmig erweitert. Hirnknoten flach, unten mit rotem Auge. Schlund groß und lang, Magen klein. Die Tiere sind sehr beweglich, unruhig kreisend.

#### Turbellarien oder Strudelwürmer.

Ihre ganze Körperoberfläche ist dicht mit Flimmerzilien besetzt (Fig. 128), durch deren gemeinsame Tätigkeit sie sich fortbewegen. Ein ziemlich langer Rüssel, ein einfacher Nahrungsschlauch, granuliert Kugeln zu beiden Seiten des letzteren kennzeichnen diese Tiere, von denen viele weit unter einem Millimeter Länge zurückbleiben.

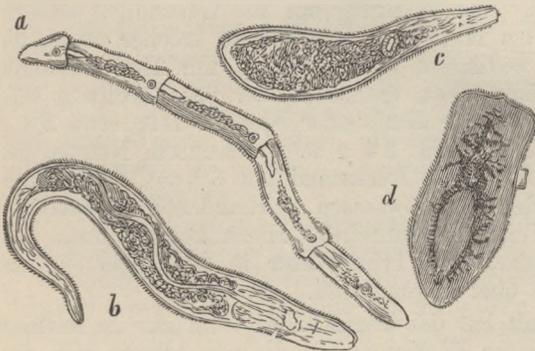


Fig. 128.

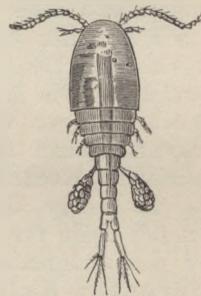


Fig. 129.

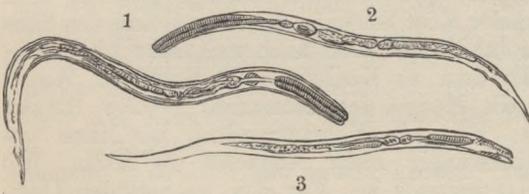


Fig. 130.

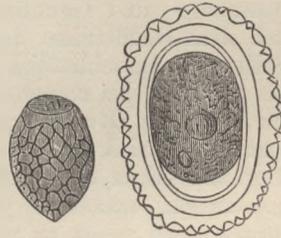


Fig. 131.

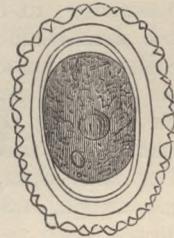


Fig. 132.

Aus der Klasse der Krebse kommt *Cyclops quadricornis* häufig im Pfützenwasser vor. Dieser zu den Wasserflöhen gehörige kleine Krebs läßt sich schon mit dem unbewaffneten Auge als ein weißer Punkt wahrnehmen, der zickzackförmige, schnellende Bewegungen ausführt (Fig. 129).

*Anguillula*, ein würmchenartiges, für das unbewaffnete Auge nicht mehr wahrnehmbares Tierchen, das sehr lebhaft schlängelnde Bewegungen macht, jedoch nicht im stande ist, zu schwimmen, ein stetiger Befund in stehenden Gewässern mit schlammigem Bodensatz. Man vermutet, daß *Anguillula* eine Entwicklungsform von Eingeweidewürmern (Nematoden) sei (Fig. 130). 1. *Anguillula aquatica*; 2. *Anguillula acetii*; 3. *Anguillula fluviatilis*.

Fig. 131 stellt das Ei von *Ascaris lumbricoides* mit Schale und Eihülle dar; Fig. 132 das Ei von *Botriocephalus latus*, welches bisweilen im Wasser gefunden wird.

Die Tierwelt ist besonders stark in erheblich verunreinigtem Wasser zu finden, doch kommen ihre Vertreter auch in mäßig verunreinigten Brunnen vor. Künstlich eingesäte Bakterien fallen häufig den Protozoen zum Opfer.

### Die Gefährdung der Gesundheit durch das Wasser.

Das zu Trinkzwecken benützte Wasser ist durchaus nicht immer von einer für die Erhaltung der Gesundheit tauglichen Zusammensetzung, wenn schon vielleicht eine oberflächliche Beobachtung dasselbe viel häufiger als Krankheitsursache annimmt, als zulässig sein mag. Gesundes Wasser darf nicht frei von gelösten Bestandteilen sein. Destilliertes Wasser, Eiswasser ist dem leeren Magen gefährlich. Es gibt auch einige Quellen, deren Wasser durch abnorme Salzarmut als ungesund gilt.

Zumeist spielt aber im täglichen Leben ein abnormer Gehalt des Wassers an verschiedenartigen Bestandteilen eine Rolle.

Die anorganischen Bestandteile können, wenn ihre Menge eine gewisse Größe erreicht, eine Wirkung auf die Gesundheit äußern, und wir bedienen uns bei den Heilquellen gerade solcher durch die anorganischen Bestandteile bedingter Eigenschaften, um Heilwirkungen zu erzielen. Die Mineralquellen enthalten aber fast durchweg sehr reichliche Mengen von Salzen; der Karlsbader Sprudel läßt etwa 5·4 *g* Trockenrückstand für den Liter mit 2·4 *g* schwefelsaurem Natron, der Wiesbadener Kochbrunnen 8·3 Teile Rückstand mit 6·8 *g* Chlornatrium, indes die Menge der in den Genußwässern vorhandenen Bestandteile selten 0·5 Teile für 1000 Teile überschreitet. Hiezu kommt noch, daß unter den anorganischen Salzen der Trinkwässer in der Regel die indifferenten Kalksalze überwiegen sind.

Durch seinen Salzgehalt hat das Genußwasser wohl nur in seltenen Fällen einen Einfluß auf unser Wohlergehen, da wir bereits mit den Nahrungs- und Genußmitteln so reichlich Salze aufzunehmen pflegen, daß dem Bedürfnisse des Körpers nach solchen Genüge geleistet wird. Selbst bei ausschließlich animaler Kost betragen die aufgenommenen Salze bis zu 17 *g*, bei mancher vegetabilischen Kost noch weit mehr bis zu 70 *g* für den Tag (Rubner). Mit dem zu Kochzwecken benützten Wasser und dem Trinkwasser wird die Menge der Salzzufuhr 1—2 *g* für den Tag nur selten überschritten. Fast alle Nahrungsmittel, die Milch ausgenommen, enthalten verhältnismäßig mehr Magnesia als Kalk. Wir führen auch meist zu viel Magnesiasalz zu. Für den wechselnden Organismus kann daher der Kalkgehalt des Trinkwassers von Nutzen und Wert sein.

Die Kalk-, Magnesia-, Eisen-, und Tonerdeverbindungen erzeugen die sogenannte Härte des Wassers; mangeln sie, so nennt man ein Wasser weich. Die häufig ausgesprochene Behauptung, daß harte (d. h. an Härte machenden Bestandteilen verhältnismäßig reiche) Wässer Stein- und Grießbildung und Kropf verursachen, ist bis jetzt durch nichts erwiesen. In neuerer Zeit wird behauptet, in Gegenden mit weichem Wasser seien Zahnerkrankungen häufiger als dort, wo hartes Wasser getrunken wird; es bedarf aber diesbezüglich weiterer Feststellungen.

Dagegen läßt sich an der Hand der Erfahrung immerhin behaupten, daß unter sonst gleichen Verhältnissen der Genuß eines weicheren

Wassers einem sehr harten aus allgemeinen gesundheitlichen Rücksichten vorzuziehen ist.

Die Härte des Wassers kann als permanente auftreten; so benannt, wenn das Kochen des Wassers keine Ausscheidung von härtegebenden Substanzen hervorruft; sie beruht auf Anwesenheit von Chlor-, Schwefelsäureverbindungen, Nitraten und Nitriten der alkalischen Erden.

In anderen Fällen wird durch Kochen das Wasser weicher. Den dabei beseitigten Härteanteil nennt man transitorische Härte; er wird bedingt durch die Anwesenheit von Bikarbonaten der alkalischen Erden u. s. w., welche beim Erwärmen Kohlensäure verlieren, dann in Wasser unlöslich werden und ausfallen. Derartiges Wasser wird nach dem Kochen mehr oder minder weich.

Man hat im Einzelfalle genau zu unterscheiden, welche Härteart vorliegt; transitorische Härte stört für viele Verwendungen und in gesundheitlicher Rücksicht weit weniger als permanente.

Wenn die Härte hauptsächlich eine Folge der Anwesenheit von kohlensaurem Kalk ist (transitorische), so wird erfahrungsgemäß auch ein verhältnismäßig härteres Wasser gut vertragen. Ein Wasser, das aber infolge eines bedeutenden Gehaltes von Gips oder an Verbindungen der Bittererde erheblich hart ist (permanente Härte) erzeugt Diarrhöen und übt auf viele Personen einen nachteiligen Einfluß aus. Mit Recht hält man Wasser mit einem erheblichen Gehalte an Magnesiumsalzen für nicht gesund. Es erzeugt bei vielen Personen leichten Stuhlgang oder geradezu Diarrhöe.

Wasser, welches Bikarbonate der Erden führt, kann einen Bodensatz absetzen und die Leitungsröhren inkrustieren (Sinterbildung).

Hülsenfrüchte kochen sich in hartem Wasser schlecht, weil ihre Eiweißkörper (Legumin) mit den Erdsalzen des Wassers unlösliche Verbindungen bilden. Die harten Leguminosen werden schlecht im Darne ausgenützt. Hartes Wasser gibt dünnen, wenig schmeckenden Tee und Kaffee, auch das Koffein löst sich ungenügend. Zum Reinigen des Körpers und der Wasche ist ebenfalls weiches Wasser vorzuziehen, weil bei hartem Wasser die alkalischen Erden mit den Fettsäuren der Seife unlösliche Verbindungen eingehen und die letzteren ihrer eigentlichen Bestimmung entziehen, so daß hierbei große Mengen von Seife verloren gehen. Die Kalk- und Magnesiaseifen bleiben in der Wasche leicht haften und geben zu Zersetzungen Veranlassung. Auch zu vielen industriellen Verwendungen, z. B. zum Bierbrauen, Färben, zum Speisen von Dampfkesseln ist namentlich permanent hartes Wasser schlecht geeignet.

Man halte daran fest, daß das Wasser nicht mehr als 18—20 Härtegrade besitze, d. h., daß in 100.000 Gewichtsteilen Wasser nicht mehr als 18—20 Gewichtsteile Kalk und Bittererde enthalten seien.

Die anorganischen Bestandteile können auch Einfluß auf den Geschmack des Wassers gewinnen. Am stärksten wirkt Chlormagnesium. 70 *mg* per Liter erzeugen nach dem Trinken bitteren, kratzenden Geschmack.

Kochsalz nehmen wohl die meisten bei 300 *mg* im Liter wahr, von anderen Substanzen Chlorkalzium, schwefelsaurem Magnesium, Kalk, Kohlensäurer Kalk u. s. w. erzeugen erst etwa 1000 *mg* per Liter einer sicheren Geschmacksempfindung (Rubner). Sehr empfindlich sind wir für Eisensalze (wenige Milligramm per Liter stören bereits sehr).

Stark chloridhaltige Wässer sind für Kaffee, Tee unbrauchbar, besonders ungünstig ist Chlormagnesium.

Sehr ungleich ist die Bedeutung der gelösten organischen Stoffe für die Gesundheit. Manche derselben sind sehr harmloser Natur, indem sie z. B. der Verwesung der Humussubstanzen entstammen (Quellsäure, Quellsatzsäure), andere organische Beimengungen, wie wir sie namentlich in Flüssen oder Brunnen auftreten sehen, sind dagegen Reste von Abfallstoffen und als solche nur zum Teil indifferent für die Gesundheit. Freilich ist nicht jeder Abfallstoff und jedes Produkt der Fäulnis uns schädlich. Unsere Kenntnisse von dem Vorkommen verschiedenartiger gelöster organischer Stoffe in Trinkwässern sind sowohl was die Natur dieser Stoffe als ihren gesundheitlichen Wert anlangt, noch recht unvollkommen. Man kann nur sagen, wenn sehr reichlich organische Stoffe in dem Wasser auftreten, so wird dies immer ein bedenkliches Zeichen sein, das aller Beachtung bedarf. Eine reichliche Menge gelöster organischer Stoffe in dem Wasser begünstigt die Entwicklung mancher pathogener Keime in dem Wasser, während reines Wasser hiezu ungeeignet erscheint; auch besteht stets die Befürchtung, daß da, wo viel gelöste organische Stoffe in das Wasser gelangen können, auch zeitweise Mikroorganismen den Weg zum Wasser finden.

Wenn auch zugegeben werden muß, daß in manchen Fällen gelöste toxisch wirkende Stoffe im Trinkwasser vorkommen (Flußwasser mit Fabrikabwässern!), so dürfte doch in den meisten Fällen die Konzentration an solchen eine zu geringe sein, um bedenkliche Erscheinungen und Störungen der Gesundheit zu erzeugen. Wesentlich anders verhält es sich mit den belebten Bestandteilen des Wassers.

Das Wasser hat man in vielen Fällen als krankmachende Ursache angesehen, und namentlich bei gewissen Infektionskrankheiten schreibt man ihm eine Rolle in der Weiterverbreitung derselben zu, wie z. B. bei Cholera, Typhus abdominalis, Weilscher Krankheit. Häufig findet sich die Angabe, daß unreines Flußwasser zur Entstehung von Gastroenteritis Veranlassung gibt; ähnlich wirkt Wasser, in welches Kanalinhalt geraten ist.

Unter den tierischen Parasiten sind es vorzugsweise Eingeweidewürmer, welche durch Trinkwasser verschleppt werden können; besonders wo Wasser aus Teichen oder Tümpeln geschöpft wird, ist die Ansteckung mit Helminthen keine Seltenheit, da diese Gewässer von zahlreichen kleineren Tieren, die sich von Abfällen des organischen Lebens nähren, bewohnt sind. Gewisse mit dem Wasser verschluckte Krebschen (Zyklopen) liefern den Medinawurm, der in ihnen seine frühen Entwicklungszustände verlebt. Auch finden sich hie und da in den Gewässern die freien Jugendformen mancher Helminthen, z. B. jene von *Dochmius duodenalis*, die mit dem Trunk in den Darm gelangen und sich hier ansiedeln. Der *Botriocephalus* scheint durch kleine Würmer (Naiden) oder von den oben schon genannten Zyklopen importiert zu werden; die Embryonen des *Botriocephalus* tragen Wimpern und vermögen sich im Wasser zu erhalten. Auch den Leberegel vermittelt uns wahrscheinlich das Wasser, und zwar durch ganz kleine Schnecken, die sich gern z. B. auf Brunnenkresse niederlassen und die man leicht beim Verspeisen von Kressensalat mitschluckt. Da außerdem das Wasser durch die Fäkalien der Menschen und Haustiere verunreinigt

werden kann, so führt es wohl auch Wurmglieder (Proglottiden) oder Bandwurmeier mit sich, welche zur Infektion führen können. Die Verschleppung parasitärer Krankheiten durch tierische Organismen kann demnach als eine Gefahr bei Wassergenuß bezeichnet werden.

Die Frage nach der Bedeutung und dem Vorkommen pathogener pflanzlicher Organismen gestaltet sich wesentlich schwieriger. Nachgewiesen ist mit Sicherheit das Vorkommen von Cholera-vibrionen sowohl in öffentlichen Wasserläufen, in Wasserleitungen, sowie in Brunnen. Aus Indien wurden in den letzten Jahren mehrfach solche Beobachtungen veröffentlicht. Auch das Vorkommen von Typhusbazillen in Trinkwässern ist bestimmt, wenn auch nur in wenigen Fällen nachgewiesen. Von anderen pathogenen Keimen mag das Auffinden von *Streptococcus pyogenes* und Milzbrand in Wasser noch erwähnt sein.

Wahrscheinlich liegt es in vielen Fällen an unserer Methodik, wenn man — wenigstens in grob verunreinigten Wässern — pathogene Keime nicht aufzufinden vermag; offene Wasserläufe, namentlich Flüsse sind ja jeder beliebigen Infektion ausgesetzt.

Versuche, welche man durch künstliches Einimpfen von cholera-, typhus-, milzbrand- und eitererregenden Keimen im Wasser vorgenommen hat, zeigen, daß sich kein einziger dieser Organismen als echte Wasserbakterie erweist; über kurz oder lang sterben sie alle ab.

Die Geschwindigkeit der Vernichtung hängt ab:

a) Von dem Reichtum oder der Armut an organischen Nährstoffen. Letztere sind im guten oder wenig verunreinigten Wasser zu gering, als daß ein Wachstum der pathogenen Keime erzielt würde.

b) Von der Temperatur. Bei hoher Temperatur scheinen die Bedingungen des Absterbens günstiger.

c) Die Konkurrenz mit anderen Wasserkeimen Bakterien und Protozoen. In künstlich steril gemachtem Wasser, das allerdings in der Natur nie vorkommt, halten sich alle pathogenen Keime besser. Milzbrandbazillen, Cholera-vibrionen, Typhusbazillen gehen in nicht sterilem Leitungswasser in wenigen Tagen bei 10·5° zu Grunde.

d) Der Einfluß des Lichtes wirkt abtötend.

Mehr den praktischen Verhältnissen nachgebildet sind die Versuche von Karliński, welcher Brunnen mit Milzbrand- und Typhusbazillen sowie mit Dejektionen von Typhuskranken infizierte und hier gleichfalls etwa nach einer Woche oder etwas länger die Keime nicht mehr auffand.

Untersucht man mit guten modernen Methoden, so findet man Cholera- und Typhuskeime wochenlang in selbst unreinem Wasser (Wernicke, Hoffmann). Man muß unter geeigneten Umständen auf eine sehr lange Haltbarkeit dieser Bakterien im Wasser gefaßt sein. Auch die weitere Angabe über das regelmäßige Zugrundegehen der Cholera-bakterien in Eis hat sich nicht als zutreffend herausgestellt (Christian).

Nach den Ergebnissen der Versuche steht also fest, daß die genannten Keime im Trinkwasser keine Gelegenheit zur Vermehrung finden, aber immerhin einige Tage, selbst längere Zeit, entwicklungsfähig sich erhalten. Die Keime haben, weil sie sich nicht zu vermehren vermögen, einen großen Teil ihrer Gefährlichkeit eingebüßt.

Unter anderen Verhältnissen, bei reichlichen Mengen von organischen Stoffen, wie solche sich in Tümpeln, Teichen nicht selten finden, und bei der höheren Temperatur, welche solche stagnierende Wasser zeitweise annehmen, ist allerdings ein abweichendes Verhalten der pathogenen

Bakterien von dem, was eben für Trinkwasser dargelegt wurde, wohl denkbar.

Man hat aber viel zu wenig beachtet, daß es bezüglich der Frage, ob gewisse pathogene Bakterien im Wasser vorkommen und leben können, sich im praktischen Leben durchaus nicht allein um das Wasser handelt, sondern weit mehr um den Boden des Brunens oder eines Flußbettes. Dort finden zahlreiche, sehr anspruchsvolle Arten die besten Bedingungen des Lebens. Wie Wernicke durch Versuche erwiesen hat, trifft man Choleravibrionen noch lange im Boden, wenn das darüber stehende Wasser längst frei von Vibrionen ist. Ähnliches gilt nach Versuchen von Hoffmann für Typhusbakterien.

#### *Eigenschaften eines tadellosen Trinkwassers.*

Ein gutes, für den Genuß durch Menschen zuzulassendes Trinkwasser darf in erster Linie nicht gesundheitsschädlich sein; so selbstverständlich diese Kardinalbedingung ist, so schwierig fällt es, dieser Forderung mit aller Sicherheit zu genügen. Für die anorganischen gelösten Bestandteile zwar sind wir in der Lage, die einzelnen Stoffe genauestens zu bestimmen und nach ihrer Natur die Zulässigkeit oder Zweckwidrigkeit eines Wassers feststellen zu können. Doch bereits für die gelösten organischen Stoffe fällt es (siehe oben) schwer, ihre Qualität und zulässige Menge zu benennen. Nur so viel ist sicher, daß die Anwesenheit nennenswerter Mengen organischer löslicher Bestandteile nie bei reinen Wässern beobachtet wird; je weniger also von gelösten organischen Stoffen vorhanden ist, desto tauglicher ist das Wasser.

Ein tadelloses Trinkwasser muß frei von schädigenden tierischen wie pflanzlichen Organismen sein.

Dieser Bedingung wird bezüglich der tierischen Organismen im allgemeinen schon genügt werden, wenn man auf ein an organischen Stoffen reines Wasser achtet. Lebende Infusorien sollen in gutem Wasser ganz fehlen. Hinsichtlich der Spaltpilze dürfte es aber fast unmöglich sein, nach wenigen, selbst sorgfältigen Untersuchungen zu sagen, daß ein Wasser frei sei von jedweden schädlich wirkenden Keimen. Hier müssen die Garantien für den Genuß gesunden Wassers nach anderer Richtung erweitert werden.

Da wir noch keineswegs alle krankmachenden Spaltpilze kennen und noch weniger mit Sicherheit auffinden und nachweisen können, werden wir begreiflicherweise Bedacht nehmen, nur Wasser, welches überhaupt arm an Spaltpilzen ist, zu verwenden. In der Tat wirkt die natürliche Filtration durch den Boden, der das Quellwasser und Grundwasser unterliegt, so vorzüglich reinigend auf die Gewässer, daß sie fast bakterienfrei zu Tage treten.

Dagegen ist man bei Kesselbrunnen nicht in der Lage, eine bestimmte Grenze für die zulässige Bakterienzahl anzugeben; sie sind alle reich an Bakterien. Ist der Brunnen seicht, so strömt ohne weiteres Wasser aus der bakterienführenden Schicht des Bodens zu. Der Boden des Brunnens ist vom Bau her mit infiziertem Erdreich bedeckt. Tritt auch das Grundwasser keimfrei in den Kessel, so infiziert sich dort doch das Wasser. Die echten Wasserbakterien vermehren sich ständig in dem

Wasser des Brunnenkessels und fallen zu Boden. Die Bodenschicht ist ebenso wie die Wandungen des Brunnens und die Pumpvorrichtung von Bakterienkulturen überzogen. Pumpt man den Brunnen ab, so werden Bakterien von der Pumpvorrichtung losgerissen und der Brunnenkessel und das Rohr unter Umständen vom keimfreien Grundwasser gewissermaßen ausgewaschen. Ist der Einstrom des Grundwassers nicht zu rasch, so kann die Keimzahl des geschöpften Wassers abnehmen bis auf wenige Keime per 1  $cm^3$ ; strömt aber, wie es bei starkem Sinken des Brunnenpiegels die Regel zu sein pflegt, das Grundwasser rasch ein, so werden von dem Bodenschlamm und den Wänden nach tagelangem Abpumpen immer noch Bakterien fortgeführt. Man ist also nicht in der Lage, das durch das Abpumpen aus Brunnen geförderte Wasser als „Grundwasser“ zu betrachten, solches müßte es aber sein, wenn man aus dem Bakteriengehalte des Wassers auf einen insanitären Untergrund schließen sollte; denn die in Brunnenkessel eingewanderten Keime haben keine wesentliche hygienische Bedeutung.

Bei Brunnenuntersuchungen wird also die Prüfung der Bakterienzahl des Wassers sehr häufig ein eindeutiges, sicheres Resultat nicht ergeben. Die Beurteilung des Brunnenwassers sollte durch das Studium der in dem Brunnen vorkommenden Arten von Keimen und den Vergleich mit den am Untersuchungsorte sonst vorkommenden Arten der Wasserkeime gestützt werden.

Es kann sich aber unter manchen Verhältnissen auch um Wasser handeln, welches durch unreine Zuflüsse eine bedenkliche Verunreinigung mit Bakterien aufweist, z. B. kommen bei Brunnen, einem Reservoir u. dgl. durch Ritzen und Spalten oft Kommunikationen mit Kanälen, Schwind- und Abtrittgruben zu stande, durch welche bakterienhaltige Flüssigkeit eindringt und sich dem ursprünglich reinen Wasser mitteilt. In solchen Fällen kann das Abpumpen des Brunnens oder das Ablassen des Wassers zum Zwecke der Füllung eines Bassins mit frischem Wasser die bestehende Gefahr geradezu verdecken.

Von den Quellwässern führen manche fast keine Bakterien, die wenigen, die man findet, manchmal nur 2—3 per 1  $cm^3$ , selten bis 50 und 60, rühren zumeist aus dem Reservoir, der Quellsfassung, der Leitung; ähnlich verhält sich Grundwasser, wenn es aus geeigneter Tiefe mittels Röhren gehoben wird. Die ganz überwiegende Mehrzahl der Brunnen in Städten enthalten aber mehrere hundert Keime im Kubikzentimeter, auch wohl Tausende und Zehntausende von Keimen. Reine Gebirgsflüsse führen oft nur wenige hundert von Keimen, die langsam fließenden großen Ströme mehrere tausend bis zu 60.000 und 70.000 per 1  $cm^3$ ; das Wasser größerer Seen wenige hundert Keime.

Wir verlangen von einem tadellosen Trinkwasser, daß in demselben keine Stoffe nachweisbar seien, welche als Zersetzungsprodukte faulen der und sich zersetzender organischer Verbindungen bekannt sind, wie das Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure, Sulfate und das die tierischen wie menschlichen Abfallstoffe fast stets in großen Mengen begleitende Kochsalz.

Diese Stoffe beweisen in ihrem Vorkommen im Wasser stets, daß letzteres auf seinem Wege Orte passiert hat, an denen eine größere Anhäufung zersetzlichen Materials sich findet. Diese verunreini-

genden Substanzen lagern oft im Boden in weitem Umkreise um die Brunnen oder Quellen, ohne daß gerade etwa Keime mitgespült zu werden brauchen. Die genannten Stoffe sind aber oft die Vorläufer einer das Wasser bedrohenden Verschlechterung, man kann sie allerdings auch da noch finden, wo die Zersetzungsprozesse im wesentlichen abgelaufen sind, weil sie allmählich aus dem Boden ausgelaugt werden. Es ist bis jetzt nicht zu erweisen gewesen, daß unter ihnen toxisch wirkende Stoffe vorkommen, sie sind aber vermöge ihrer Abstammung von diagnostischem Werte.

Erst ein großer Gehalt an salpetersauren Salzen, an Chlorverbindungen oder Bittersalz könnte Störungen des Digestionsapparats bedingen (s. oben).

Nur selten kommt eine der genannten Substanzen im Trinkwasser allein vor, und wenn, so ist es gewöhnlich die Salpetersäure; in diesem Falle darf man annehmen, daß die vorhandenen anderen hieher gehörigen Stoffe bereits der vollständigen Oxydation unterlegen sind, und daher kommt es, daß manche Hygieniker einen kleinen Gehalt an Salpetersäure im Trinkwasser noch als unbedenklich ansehen.

Eine besondere Bedeutung in der Beurteilung des Wassers haben die Ammoniakverbindungen und etwa im Wasser vorfindliche größere Mengen von Kali, Chlor, Phosphorsäure. Sie zeigen, da diese aus Abfallstoffen stammenden Körper (abgesehen von dem Cl) von dem nicht übersättigten Boden leicht und vollständig zurückgehalten werden, eine ganz ungenügende Absorption des Bodens an.

Es ist aber folgendes zu bemerken: *a)* Ammoniak gehört im Regenwasser zu den regelmässigen Bestandteilen; *b)* im Grundwasser aus bedeutender Tiefe kann Ammoniak vorkommen, was durch Reduktion der Nitrate und Nitrite in rein anorganischen Umsetzungen entstanden ist.

Sind neben Salpetersäure auch noch salpetrige Säure, Ammon und organische Substanzen vorhanden, dann ist der Beweis geliefert, daß die Selbstreinigung des Bodens eine ganz ungenügende ist.

Das Kochsalz ist als der eigentliche Repräsentant der Abfallstoffe menschlichen Haushaltes anzusehen. Ein größerer Gehalt an Chlorverbindungen läßt daher verunreinigende Zuflüsse zum Wasser vermuten. Da jedoch der Salzgehalt des Bodens und damit auch die Chlormenge der nicht verunreinigten Brunnen- und Quellwasser an den verschiedenen Orten ungleich ist, so ist man nur dann berechtigt, aus der größeren Menge Chlors einen Schluß bezüglich des Grades der Verunreinigung durch exkrementielle Stoffe zu ziehen, sobald der normale Chlorgehalt des Grundwassers in dem betreffenden Terrain entweder bekannt oder durch Untersuchung mehrerer Brunnen desselben Grundwassers ermittelt worden ist.

Öffentliche Flußläufe können unter Umständen durch anorganische industrielle Abgänge geradezu genußunfähig werden; dies ist bei der Saale und einigen ihrer Nebenflüsse zur Regel geworden, und auch die Elbe führte in den Wintermonaten 1892 völlig ungenießbares Wasser. Die Ursache lag in der Zuleitung der Abgangswasser der Staßfurter Kaliindustrie, vor allem aber in der Zuleitung der Solwässer des Mannsfelder Bergbaues. Der Geschmack des Elbewassers bei Magdeburg war bitter und unangenehm. Das Störende ist das Chlor-

magnesium; Kochsalz und schwefelsaure Magnesia, Chlorkalzium stören in weit geringerem Grade den Geschmack (Rubner).

Wenn auch das Trinkwasser nach den beiden bis jetzt genannten Gesichtspunkten befriedigt, so muß es endlich noch nach einer dritten Beziehung hin gewisse Eigenschaften besitzen, die wir als Genußmittel des Trinkwassers bezeichnen könnten.

Es muß klar sein. Trübes Wasser trinken wir nur mit Überwindung, und wenn auch nicht jedes trübe Wasser schädlich ist, so warnt uns doch sehr richtig der Instinkt, trübes Wasser zurückzuweisen, vor mancher Infektionsgefahr. Es muß unterschieden werden, ob das Wasser von Anfang an trüb ist, oder beim Stehen sich trübt. Letzteres findet man bei Wässern, die reich an doppeltkohlensaurem Kalk sind; hier kann beim Stehen die Sinterbildung unter Abscheidung von kohlensaurem Kalk eintreten. Eisenhaltiges Grundwasser enthält meist doppeltkohlensaures Eisenoxydul und scheidet beim Stehen rote Flocken von Eisenoxydhydrat ab. Diese Art von Trübungen sind Schönheitsfehler des Wassers, aber sonst unschädlich. Ein Wasser soll ferner — in mäßig dicker Schicht — farblos sein; es darf keinen Geruch besitzen und nur jenen, bei gutem Quellwasser am markantesten hervortretenden Geschmack. Nicht selten verleihen Eisensalze dem Wasser einen schlechten Geschmack.  $\frac{1}{8000}$  Eisenvitriol schmeckt noch deutlich metallisch. Nicht selten tritt Schwefelwasserstoff bei Wässern auf; noch ein  $\frac{1}{500000}$  dieses Gases entgeht unserem Geruchsorgan nicht.

Eine wesentliche, den Geschmack hebende Beigabe des Wassers ist ein Gehalt an freier Kohlensäure, wenn schon allerdings auch tadellos schmeckende Wasser mit nur gebundener Kohlensäure beobachtet werden. Extrem harte Wässer werden auch dem Geschmacke wahrnehmbar; sie sind auch aus anderen Gründen, weil sie sich zu Nutzwasser in keiner Weise eignen, von der Auswahl zu Trinkzwecken mit auszuschließen.

Höchst bedeutungsvoll ist endlich die Anforderung, welche wir an die Temperatur eines Wassers zu stellen haben.

Bei Brunnen- und Quellwässern ist der wesentliche Faktor die Temperatur der Erdschichten, aus denen das Wasser stammt, oder in denen es sich lange genug aufgehalten hat, um seine Temperatur damit ins Gleichgewicht zu setzen. Je tiefer diese Erdschichten sind, desto geringer sind die Schwankungen um den Wert der mittleren Jahrestemperatur; bei einer gewissen Tiefe (19—24 m) bleibt es auf der mittleren Jahrestemperatur des Ortes zu allen Jahreszeiten stehen. Die Wärmegrade bei Quellen in einer und derselben Gegend, Gebirgsformation und Höhe sind fast durchgängig völlig gleich. Weit mehr schwankt die Temperatur der in Niederungen gelegenen Pumpbrunnen und am meisten jene des Flußwassers. Reichardt, der die Temperatur des Wassers vieler Quellen, Pumpbrunnen und Flüsse zu verschiedenen Jahreszeiten untersuchte, stellt die hiebei gewonnenen Ergebnisse in folgender Tabelle zusammen:

	höchste	Temperatur		Mittelzahl
		niedrigste	Differenz	
Quelle . . .	10·8 (am 27./8.)	9·5 (am 26./5.)	1·3	10·3
Flußwasser . .	18·9 (am 30./7.)	1·4 (am 1./1.)	17·5	10·3
Pumpbrunnen .	11·0 (am 2./10.)	5·4 (am 28./2.)	4·7	9·0

In allen Reservoirien, Teichen, Seen (wie im Meere) nimmt die Temperatur von der Oberfläche gegen die Tiefe rasch ab. Diese Abnahme findet so lange statt, bis jener Temperaturgrad erreicht ist, welcher der größten Dichte des Wassers ( $4^{\circ}$  C) entspricht. So beträgt die Temperatur des Wassers im Chiemsee, der nicht von Gletscherwasser gespeist wird, in einer Tiefe von ca. 80 m  $5.7^{\circ}$  und im Starnberger See in einer Tiefe von ca. 110 m  $4^{\circ}$  C. Während die Oberfläche des Meeres in den Äquatorialgegenden eine mittlere Wärme von  $28^{\circ}$  C hat, findet sich in einer Tiefe von 1300 m eine Temperatur von  $16^{\circ}$  und in 1900 m Tiefe die Temperatur von  $4^{\circ}$  C.

Die Temperatur, welche bei uns der durchschnittlichen Jahrestemperatur des Ortes gleichkommt, ist auch bei Trinkwasser für Gesunde die angemessenste. Doch ertragen die meisten, wenn es sein muß, ein Wasser, dessen Temperatur zwischen  $+5^{\circ}$  und  $+15^{\circ}$  liegt. Wärmeres Wasser als  $15^{\circ}$  erfrischt zu wenig, kälteres als  $5^{\circ}$  ist für viele Personen schädlich, weil es Magenbeschwerden hervorruft. Ein mäßig kühles,  $9-11^{\circ}$  temperiertes Wasser ist am zuträglichsten. Das kühlere Wasser bietet auch im Vergleiche zum wärmeren eine größere Garantie des Frei-seins von zersetzten oder unzersetzten organischen Substanzen.

In den subtropischen und tropischen Gegenden haben natürlich auch Quellen hohe Temperaturen und Mangeln der Frische.

Es war früher üblich gewesen, gewisse Grenzwerte für den Gehalt eines guten Wassers aufzustellen; wir haben schon angegeben, daß solchen Werten eine allgemeine Zulässigkeit kaum zukommt. Doch seien die üblichsten Werte nach Reichardt hier mitgeteilt, um einige Anhaltspunkte zu bieten.

In 100.000 Teilen darf vorhanden sein:

Fester Rückstand . . . . .	10—50	Teile
Gesamtkalk . . . . .	10—20	"
Salpetersäure . . . . .	0.4	"
Organische Substanzen . . . . .	1—5.0	"
Chlor . . . . .	0.2—0.8	"
Schwefelsäure . . . . .	0.2—6.0	"

In neuerer Zeit hat die Vereinigung schweizerischer Chemiker, abgesehen von der Sinnenprüfung, folgende Anforderung an ein gutes Trinkwasser gestellt:

Abwesenheit lebender Infusorien, nicht mehr Keime per  $1\text{ cm}^3$  als 150, höchster Gehalt 500 mg Trockensubstanz, 50 mg organische Substanz, Spuren von Ammoniak, nicht mehr als 20 mg Salpetersäure, 20 mg Chlor und keine salpetrige Säure (für das Liter). Es wurde schon auseinandergesetzt, daß Grenzwerte der Keimzahl für Pumpbrunnen sich kaum festhalten lassen.

### Größe des Wasserbedarfes.

Die Menge des Wassers, welche für den einzelnen Menschen im Durchschnitt beschafft werden muß, würde, falls man nur für Trinkwasser sorgen will, eine nicht erhebliche sein. Bei Fahrten auf dem Meere rechnet man nur 3—4 l per Kopf und Tag an Trinkwasser und Wasser zum Kochen.

Wir benützen aber das Wasser nicht allein als Getränk, sondern zum Kochen der Speisen, zum Reinigen des Körpers, zum Baden, zum Waschen der Wäsche, der Kleidungsstücke und Gerätschaften, zum Ausspülen der Kanäle, Straßenbesprengen, zum Feuerlöschen und unzähligen anderen häuslichen und industriellen Zwecken.

Man hat vielfach gemeint, es ließen sich für die verschiedenen Verwendungszwecke, denen das Wasser unterliegt, auch verschiedene

Qualitäten von Wasser beschaffen — Trink- und Nutzwasser. Ersteres wäre sorgfältig auszuwählen, letzteres dagegen bedürfe keiner allzu großen Rücksichtnahme. Es ist dieses Verfahren jedoch ein ganz unzulässiges und es ist vollkommen ungerechtfertigt, soweit die Reinheit des Wassers in Frage kommt, einen Unterschied zwischen Trink- und Nutzwasser zu machen. Denn auch jenes Wasser, welches zur Reinhaltung des menschlichen Körpers und seiner Wäsche, zum Spülen der Eßgeschirre, zum Scheuern der Wohnungen etc. benützt wird, muß tadellos, zum mindesten aber in gesundheitlicher Hinsicht unbedenklich sein. Unreines Nutzwasser kann ebenso gefährlich werden wie ein verdorbenes Trinkwasser. Die Industrien, namentlich das Gärgerbe, können ohne Wasser bester Qualität nicht mit Erfolg betrieben werden.

Die Quantität des Wasserbedarfes ist für die einzelnen Gewerbebetriebe eine äußerst verschiedene, und je nachdem ein Vorwiegen bestimmter Industriezweige in Städten vorliegt, kann auch der Gesamtverbrauch an Wasser hievon beeinflusst werden. Sie ist aber außerdem noch abhängig von dem Zustand der öffentlichen Reinlichkeit (Kanalisation, Schwemmsystem, Straßenreinlichkeit), dem Reinlichkeitstrieb einer Bevölkerung, von dem Klima, endlich von der Art des Wasserbezuges.

Für letzteren bestehen zwei Systeme; bei dem einen, dem Steffen- oder Aichhahnsystem, ist in der Leitung ein Hahn eingefügt, welcher eine bestimmte, ein- für allemal fixierte Stellung erhält und bei gleichbleibendem Drucke eine gleichbleibende Menge Wassers hindurchläßt. Es ist dem Wasserkonsumenten nicht möglich, beliebig viel Wasser der Leitung zu entnehmen, sondern es wird eine besondere Reservoiranlage in jedem Hause notwendig, wenn nicht ein großer Teil des Wassers ungenützt verloren gehen und wenn für momentanes erhöhtes Wasserbedürfnis Vorsorge getroffen sein soll. Das zweite System für die Wasserentnahme bilden die Wassermesser. Letzterer ist ein nach Art einer Turbine eingerichteter Meßapparat. Die Umdrehungen des Turbinenrades werden durch ein Zählwerk gezählt und die Anzahl der der Wasserleitung entnommenen Kubikmeter registriert. Der Konsument bedarf also keines Reservoirs und entnimmt der Leitung nur jene Wassermenge, welche er eben braucht.

Bei dem ersten System wird in der Regel weit mehr an Wasser verbraucht als bei dem zweiten; es fließt namentlich des Nachts, wenn die Hausreservoirs gefüllt sind, ein großer Teil fast ungenützt nach den Kantilen hinab.

Der Gesamtwasserverbrauch einer Stadt hängt von vielen Umständen und Faktoren ab.

a) Von der für die häusliche Wasserversorgung notwendigen Menge. Zum Trinken, Kochen und Reinigen werden per Kopf täglich 20—30 l zu veranschlagen sein, für die Wasche 10—15 l. Dazu kommt Wasser für die Abortspülung, für Wannensbäder, für Gartenbesprengung, für die Viehhaltung (Pferde), für Wagenreinigung. Im ganzen wird man diesen Bedarf für alle genannten Zwecke auf gegen 60 l schätzen dürfen.

b) Für gewerbliche Zwecke sind die Anforderungen an den Wasserverbrauch sehr wechselnde, so daß man kaum Mittelzahlen angeben kann.

c) Für öffentliche Anstalten und Gemeindefürsorge wird mitunter sehr reichlich Wasser benötigt.

Für Schulen	ist erforderlich per Person und Tag	2 l
" Kasernen	" " " " " "	20 l
" Krankenhäuser	" " " " " "	100—150 l
" Straßenbesprengung, öffentliche Anlagen per 1 m <sup>2</sup>	täglich	1·5 l
u. s. w.		

Erhebliche Wassermengen erfordert die Rinnstein- und Kanalspülung, 2—11% des gesamten Wasserverbrauches.

d) Für Wasserverlust, den man auf 10—15% veranschlagen kann.

Zahlen für den Gesamtverbrauch sind also immer nur als annähernde Anhaltspunkte zu betrachten; für Landgemeinden und kleine Städte rechnet man 50—100 l per Person und Kopf, in größeren Städten mehr. Für schwemmkanalisierte Städte werden 125—150 l (bei Wassermesser) im Durchschnitt angenommen.

In vielen Städten finden sich gemischte Wasserversorgungen, in denen speziell Fabriken nicht so selten ihren Bedarf für technische Zwecke direkt durch Brunnen decken; dies ist meist auch der Fall, wo ein Grundwasser von geringer Härte zu haben ist, wie z. B. in Berlin. Leider wird bei Berechnungen hinsichtlich des Gesamtwasserverbrauches auf solche anderweitige Wasserbezugsquellen nicht immer gehörig Rücksicht genommen.

Der Wasserverbrauch hängt natürlich sehr von klimatischen Schwankungen ab, den geringsten Verbrauch zeigt meist der April (6·8% vom Jahresverbrauche), den größten der Juni (9·7%). Setzt man den durchschnittlichen Verbrauch in der Woche = 1, so ist der Verbrauch an den Wochentagen 1·04—1·08, am Sonntag nur 0·57. An den einzelnen Tagen wird am meisten Wasser zwischen 8 Uhr früh und abends 6 Uhr verbraucht, das Minimum tritt um 1 Uhr morgens ein.

Man muß bei der Anlage städtischer Wasserleitungen die Vermehrung der Bevölkerung im Auge behalten und entweder gleich so viel Wasser zuleiten, daß seine Menge auch bei bedeutendem Anwachsen der Bevölkerung noch genügt, oder man muß wenigstens insofern Vorsorge treffen, daß eventuell die Ergiebigkeit der Leitung entsprechend dem Bedürfnisse gesteigert werden kann.

Die wasserärmste Zeit ist sehr häufig nicht der Juli und August, sondern irgend ein Wintermonat, z. B. bei der Wiener Hochquellenleitung der Februar.

### Die Regenwasserversorgung und Hochlandswasserleitungen.

Muß aus irgend einem Grunde das Regenwasser zur Wasserversorgung mit herangezogen werden, so kann dies auf zweifache Weise geschehen: in Form der kleinen Zisternenanlagen oder als Hochlandswasserversorgung.

Bei der Zisternenanlage wird das Regenwasser, welches auf das Dach auffällt, einer wohl ausgemauerten und wasserdichten Grube zugeleitet und dort für den Gebrauch aufbewahrt. Zum Auffangen des Wassers eignen sich Schiefer- und Metaldächer, nicht aber Stroh- und Pappdächer. Das Wasser ist meist stark verunreinigt und fängt bisweilen in der Zisterne an in lebhaftere Zersetzung zu geraten, bis die Hauptmasse der Unreinlichkeit zersetzt ist; sodann klärt es sich. Die Zisterne muß völlig wasserdicht sein, sie soll vom Hause getrennt an einem schattigen Platze liegen. Das Wasser soll zuerst, ehe es in die

Zisterne gelangt, einen Schlammkasten durchsetzen, wo es die Hauptmasse aufgeschwemmter Partikelchen absetzt. Bleiröhren sind bei der Leitung unbedingt zu vermeiden. Nach der ganzen Art der Gewinnung des Wassers kann die Regenwasserversorgung als eine in jeder Richtung gesundheitsgemäße nicht angesehen werden. Manchmal finden sich in Verbindung mit der Zisterne, wie z. B. früher in Venedig, Filtrations-einrichtungen — dicke Kiesschichten, welche das Wasser erst durchsetzen muß, ehe es in die Zisterne eindringt. Es ist aber anzuerkennen, daß Zisternen immer dicht sein werden, also gegen Eindringen von Schmutzwasser aus dem Boden geschützt sind. Bei den Hochlandswasserleitungen werden tiefe und schmale Täler an einer verengten Stelle durch mächtige quere Dämme abgeschlossen und so künstliche Seen durch Stauung des Wassers erzeugt. Man sucht auf dem Wege einer geregelten Wirtschaft Wasser zu sparen, wenn solches im Überschusse vorhanden ist (bei nasser Witterung), und von letzterem dann bei regenloser Zeit die Bedürfnisse nach Wasser zu bestreiten. Besondere Vorteile bieten die Sammelreservoirs in Talsperren, wenn sie das Gebirgswasser auffangen, das von jeder Verunreinigung durch menschliche Ansiedlungen oder durch Industrieabwässer frei geblieben ist. Solches Wasser zeigt einen hohen Grad von Reinheit und ist auch zum Trinken vollkommen geeignet. Sind die Reservoirs tief genug, so bleibt die Temperatur des Wassers an der Sohle des Reservoirs das ganze Jahr hindurch ziemlich konstant. Schon 12 m Tiefe genügen, um dem aus der Tiefe solcher Reservoirs abgeleiteten Wasser im Sommer und Winter eine nahezu gleiche, der mittleren Jahrestemperatur des Ortes nahekommende Temperatur zu verleihen.

In England bestehen derzeit 232 solcher Anlagen, welche die größten und bedeutendsten Städte Englands mit Trink- und Nutzwasser versorgen. Als die hervorragendsten seien erwähnt: Manchester mit 760.000 Einwohnern, 7700 ha Niederschlagsgebiet, 20.838.000 m<sup>3</sup> Reservoirinhalt; Liverpool mit 630.000 Einwohnern, 4047 ha Niederschlagsgebiet, 19.174.000 m<sup>3</sup> Reservoirinhalt; ferner Bristol mit 150.000 Einwohnern, 10.100 ha Niederschlagsgebiet, 2.208.100 m<sup>3</sup> Reservoirinhalt. Auch Frankreich, Spanien, Alger, Belgien, Rußland, Nordamerika, Indien, China habe solche Anlagen. Die Höhen der Abschlußdämme betragen 15—32 m und sind, wenn sie durchgehends aus Erde mit Tegelkern hergestellt werden, vollkommen verläßlich. Die aus dem grauen Altertum stammenden Dämme der indischen Wasseranlagen stehen bis heute unversehrt. Daß trotzdem in England und Amerika Dammbüche vorkamen, welche die größten Verheerungen zur Folge hatten, lag einzig und allein in einer unbegreiflichen Sorglosigkeit, mit der der Erddamm gebaut war. Ein Damm, nach den Regeln der Ingenieurkunst gebaut, bewährt sich nach den übereinstimmenden Gutachten der Techniker mit voller Sicherheit.

Ist das Gebiet einer Talsperre vor infektiösen Verunreinigungen nicht geschützt, so muß es als Trinkwasser vorher einer Reinigung unterzogen werden.

Literatur: Mattern, Der Talsperrenbau und die deutsche Wasserwirtschaft. 1902. — Humann und Abshoff, Die Talsperren und ihre Einwirkung auf die allgemeine Wasserwirtschaft in Deutschland, insbesondere im Wesergebiet. 1905.

### Quellwasserversorgung.

Quellen aus reinem Boden liefern in der Regel ein Wasser, das allen hygienischen Anforderungen entspricht. Es ist aber stets besonders zu prüfen, ob eine Quelle wirklich gut filtrierte Wasser darstellt. Die Quellen sollen stets gefaßt werden, d. h., in dem zerklüfteten Gestein, aus welchem die Quelle zu Tage tritt, sollte zum mindesten ein gemauerter Behälter mit einer in entsprechender Höhe angebrachten Ausflußöffnung

hergestellt sein, damit kein „wildes“ Wasser von der Seite Eingang finde, ein Aufrühren der Bodenbestandteile und eine Trübung des Wassers vermieden werde. Noch besser ist der Bau eines Quellhäuschens. Fig. 133 stellt eine derartige Brunnenstube dar. Das Wasser der Quelle geht bei *S* in die Rohrleitung, *U* ist ein Überlauf, durch den Hebel bei *L* kann alles Wasser abgelassen und die Brunnenstube ganz entleert werden. Von größter Wichtigkeit ist es, daß der Boden jenes Gebietes, dessen meteorisches Wasser nach dem Durchsickern durch das Erdreich die Quelle speist, möglichst rein gehalten und daß namentlich das Ablassen der Abfälle des Haushaltes und der Industrie in den Boden verhütet werde.

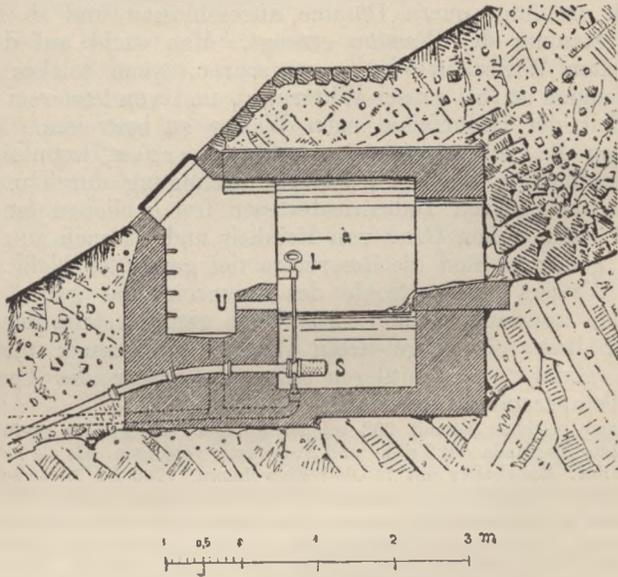


Fig. 133.

Die Ergiebigkeit einer Quelle ist nicht zu jeder Zeit dieselbe, sondern je nach der Jahreszeit und Witterungsverhältnissen oft bedeutend wechselnd.

Ortschaften und namentlich große Städte, welche Quellen, die ausreichendes Wasser liefern, selten in der Nähe haben, sind genötigt, das Wasser aus der Ferne durch Wasserleitungen herbeizuschaffen.

Eine vom hygienischen Standpunkte ganz oder gar verwerfliche Zuleitungsart ist die in offenen oder schlecht bedeckten Rinnen.

☞ Eine zweckmäßige Leitung muß so eingerichtet sein, daß in dieselbe von außen oder aus dem Leitungsmaterial nichts dringen kann, daß die Temperatur des Wassers innerhalb der für ein gutes Trinkwasser geltenden Grenzen erhalten bleibt, ferner, daß eine Sprengung der Leitung durch mechanische Gewalt oder durch Frost ausgeschlossen ist, und daß zur Zeit von Reparaturen das Publikum mit Wasser versorgt bleibt. (Doppelte Sammelreservoirs und Leitungen u. s. w.)

Die Leitung kann in dem Falle, als das Wasser stets nur tiefer zu fließen hat, aus Kanälen bestehen, die nur teilweise mit Wasser be-

spült werden; wenn man gezwungen ist, der Gestalt des Terrains<sup>1</sup> zu folgen und die Leitung bald bergab, bald bergauf zu führen, muß das Rohr den sich hiebei ergebenden, oft sehr bedeutenden hydrostatischen Druck auszuhalten im stande sein.

In nicht ganz oder nicht immer mit Wasser angefüllten Leitungen siedeln sich gern Algen und andere Organismen an, auch finden leichter Ausscheidungen von Erdkarbonaten statt.

Zur Wasserleitung werden häufig hölzerne Röhren gebraucht; sie sind für größere Leitungen nicht zu empfehlen. Am brauchbarsten sind eiserne Röhren. Manche Sorten von Asphaltrohren sollen sich allmählich erweichen.

Eiserne Röhren werden miteinander am besten durch Flanschen verbunden. Bei der Flanschenverbindung sind die Röhren an beiden Enden mit Scheiben versehen, welche nach Dazwischenlegung eines Blei-, Kupfer- oder auch eines Kautschukringes (Fig. 134) zusammengeschraubt werden.

Wo ein größeres Röhrenkaliber notwendig oder ein bedeutender Wanddruck auszuhalten ist, empfehlen sich gußeiserne Röhren wegen der Einfachheit ihrer Fabrikation, wegen ihrer großen mechanischen Widerstandsfähigkeit, ihrer Billigkeit und der Möglichkeit, sie in relativ großer Länge, bis 4 m herzustellen, wodurch die Verbindungsstellen vermindert werden. Für engere und gewundene Röhren ist dagegen Schmiedeeisen seiner Biegsamkeit wegen geeigneter.

Gußeiserne und schmiedeeiserne Röhren rosten nur, wenn die Leitung nicht kontinuierlich mit Wasser gefüllt ist, sondern intermittierend betrieben wird.

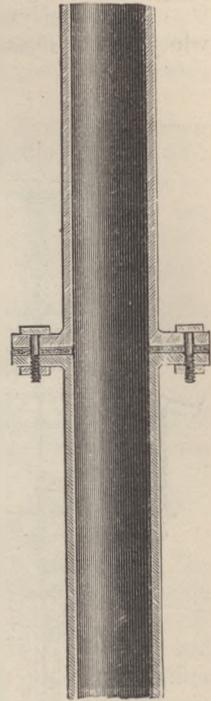


Fig. 134.

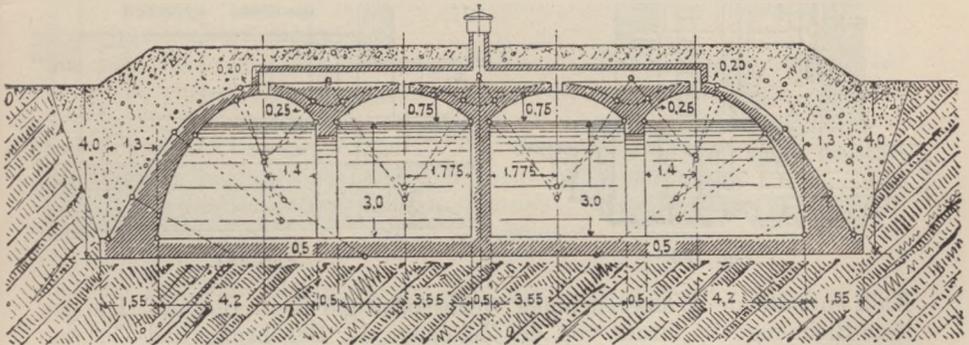


Fig. 135.

Bleiröhren, sind nur für kleinere Zweigleitungen zu verwenden. Sie lassen die Möglichkeit der Wasserverunreinigung durch gelöste und suspendierte Bleiverbindungen zu. Man kann jede Gefahr der Bleivergiftung ausschließen, wenn die Bleiröhren inwendig eine Fütterung mit bleifreiem Zinn haben.

Die innere Wandung solcher Rohre besteht aus einem schwachen, etwa 0,5 mm starken Zinnzylinder, welcher äußerlich mit einem starken Bleimantel versehen ist. Das Überziehen der inneren Bleiröhrenfläche mit Schwefelblei liefert kein befriedigendes Ergebnis.

Die Bleivergiftungen können oft bedeutenden Umfang annehmen, wie jene zu Dessau 1886 gemachten Beobachtungen lehren. Von 28.000 Einwohnern litten 92 unter heftigen Symptomen der Vergiftung. Die Art, wie das Wasser bleihaltig wird, ist noch nicht ganz aufgeklärt. Die Lösungsbedingungen für Blei scheinen dann am günstigsten zu sein, wenn das Blei durch die Luft sich oxydieren kann, wie z. B. bei intermittierendem Betriebe der Leitungen und wenn das Wasser Chloride und salpetersaure Salze in größeren Mengen enthält. Auch bei Gegenwart von Eisen finden Oxydationen des Bleies statt und es entsteht ein bleihaltiger Niederschlag von Eisenoxyd. Harte, Kohlensäure und kohlensaurer

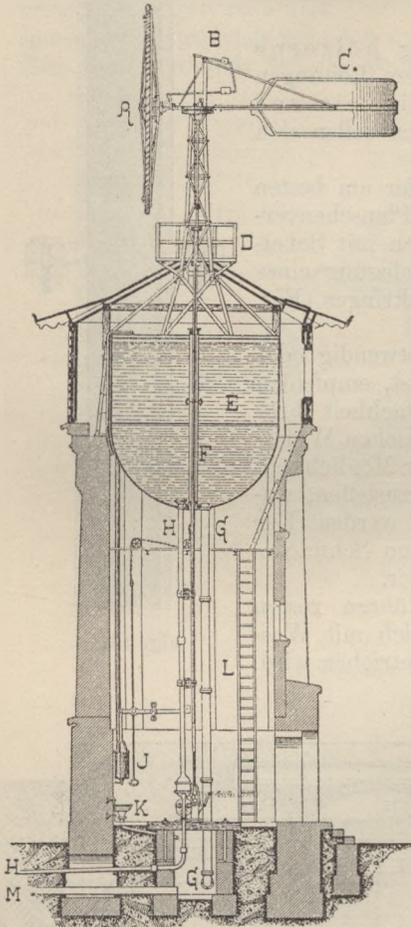


Fig. 136.

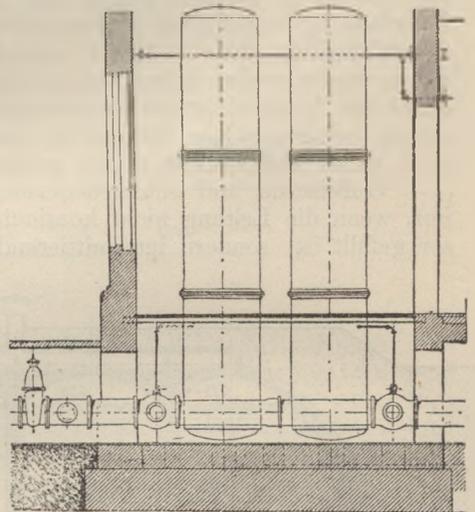


Fig. 137.

Kalk enthaltende Wasser nehmen wenig oder gar kein Blei auf. Die gelöste Bleimenge ist ferner von der Zeitdauer der Berührung und von der Temperatur des Wassers abhängig. Die Schädlichkeitsgrenze wird für Blei verschieden angegeben; von Angus Smith zu 0,357 mg Blei im Liter. Frankland und Parkes nehmen an, daß auch die geringfügigsten Mengen phosphorsauren Kalkes am sichersten Schutz gegen Lösung von Blei gewähren.

Bei einer geordneten Wasserversorgung, welche den Betrieb nie unterbricht, kommt die Bleivergiftung so gut wie nicht in Betracht; das

während der Nacht stagnierende Wasser, das meist eine geringe Blei-reaktion aufweist, läßt man schon deswegen ablaufen, weil man frisches Wasser haben will.

Nebst den eigentlichen Leitungsröhren kommen bei allen größeren Wasserleitungsanlagen noch die Sammel- und Hauptreservoirs, die Vorrichtungen zum Absperrern, Ablassen, zur Wasserverteilung, zum Wassermessen und bei intermittierender Zuleitung auch noch die Einzelreservoirs in Betracht.

Da die Versorgung eines Hauses mit Wasser in allen Stockwerken nicht nur zur Bequemlichkeit dient, sondern auch eine Gesundheitsmaßregel ist, so soll die Höhenlage des Hauptreservoirs möglichst so gewählt sein, daß das Wasser nicht allein die höchsten Stockwerke der zu versorgenden Häuser erreicht, sondern auch mit Hinsicht auf Feuergefahr aus den Straßenhydranten noch im freien Strahl 20–25 m steigt.

Die Hauptreservoirs werden wenn möglich in den Boden eingebaut, wie Fig. 135 dies zeigt. Sie sind überwölbt und werden mit Erde überdeckt, um das Wasser kühl zu erhalten. Lüftung des Reservoirs ist notwendig.

Ist nach den Terrainverhältnissen Anlage von Gravitationsleitungen ausgeschlossen, so wird unter Umständen die Anlage eines Wasserturmes notwendig, Fig. 136 stellt eine solche Anlage mit Windmotor (*A*, *B*, *C*) vor. *E* ist der Wasserraum, *H* das Saugrohr, welches Wasser zuführt, *I* ein Überlauf, durch *G* wird die Leitung gespeist.

Die Reservoirs werden aber auch ganz entbehrlich, wenn die Zuleitung jederzeit genau so viel Wasser in die Verteilungsröhren pressen kann, als konsumiert wird. Solche Anlagen sind wohl weniger für Quellwasseranlagen, als namentlich für Flußwasseranlagen in Gebrauch und durchführbar. Am häufigsten benützt man zum Ausgleich unvermeidlicher Störungen zwischen Wasserhebung und Konsum die Windkessel. Fig. 137 zeigt zwei solche mächtige, in die Leitung eingeschaltete Kessel, in welchen die Luft komprimiert wird, wenn der Konsum geringer als die Wasserförderung ist und sich ausdehnt, wenn plötzlich sich der Verbrauch an Wasser steigert.

Eine besondere Beachtung verdienen die Hausreservoirs, welche bei intermittierender Leitung gewöhnlich in der höchsten Etage oder im Dachraume aufgestellt sind, sie sind den allerbedenklichsten Verunreinigungen ausgesetzt. Ist das Reservoir unter einem metallenen Dache oder überhaupt in einem warmen Lokal aufgestellt, so wird das Wasser desselben, namentlich im Sommer, so hoch temperiert, daß es zum Trinken nicht taugt. Derartige Anlagen sind hygienisch ganz zu verwerfen.

### Brunnenwasserversorgung.

Man unterscheidet Grundwasserbrunnen und artesische Brunnen. Das Grundwasser wird entnommen entweder aus sogenannten Kesselbrunnen oder aus Röhrenbrunnen.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß unter dem ersten erreichbaren Grundwasser eine zweite, eventuell noch eine weitere wasserführende Schicht sich findet. Sobald bei diesen Bohrungen eine Wasserader angestochen wird, welche von einem entlegenen höheren Reservoir gespeist

wird, so kommt aus dem Bohrloche das Wasser in einem Strahl zu Tage. Solche Brunnen nennt man artesische.

Fig. 138 veranschaulicht einen Fall, wie artesische Brunnen zu stande kommen: *a* ist ein sogenannter aufgeschütteter Boden; *b* ein Kesselbrunnen in einer wasserdurchlässigen Sandsteinschichtung *c*; *d* ein Bohrloch auf einer Wasserader *e* über einer undurchlässigen Tonschicht *f*; *g* ist ein Gebirgssee, dessen niedrigster Wasserstand in der Linie *h* liegt; unter der Schicht *c* liegt ein undurchlässiges Tonschiefergebirge. Der Brunnen *b* wird je nach dem Wassergehalte der Schicht *c* mehr oder weniger ergiebig sein. Wenn der Gebirgssee *g* hohes Wasser hat, wird auch die Gebirgsader *e* erfüllt

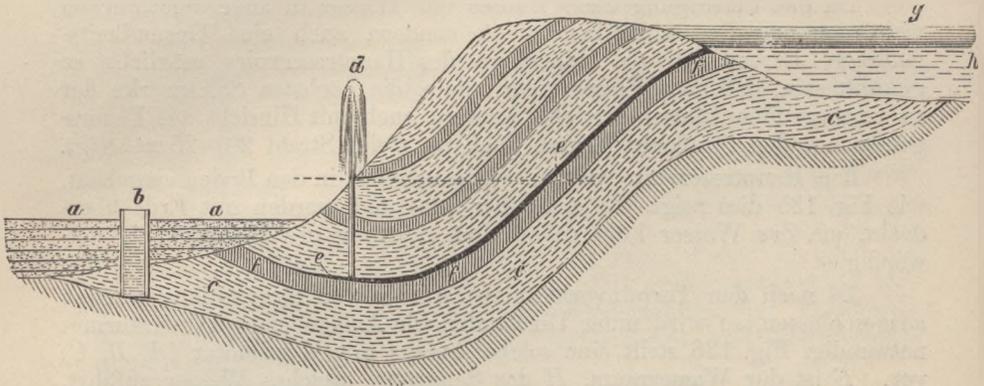


Fig. 138.

sein und aus dem Bohrloche *d* Wasser emporprudeln; fällt der Wasserstand des Sees bis *h*, so kann es vorkommen, daß die Wasserader sich bis zur Mündungshöhe des Bohrloches entleert und daß das Sprudeln aufhört.

Das Grundwasser unter Ortschaften sollte für Trinkzwecke tunlichst vermieden werden. Für kleinere Verhältnisse läßt sich dieser Grundsatz nicht generell durchführen, aber er sollte für alle größeren Anlagen unbedingte Geltung haben.

Die Kesselbrunnenanlagen geben sehr häufig Gelegenheit zu groben Verunreinigungen des Wassers. Freilich kann da, wo von jeher jede Verunreinigung des Bodens und des die Brunnen speisenden Grundwassers hintangehalten wurde, das Wasser eine Beschaffenheit zeigen, welche jener reinen Quelle nahesteht. Artesische und überhaupt Tiefbrunnen führen in der Regel ein gutes, gesundes Wasser. Tiefe Brunnen oder Bohrungen in dem roten Sandstein, in der Oolit- oder Kreideformation geben gewöhnlich reichlich und gleichmäßig ein vorzügliches Wasser, da diese Gesteine Wasser leicht durchsickern lassen und dasselbe in der Tiefe des Bodens als mächtige Reservoirs ansammeln. Wasser, das durch dicke Schichten von porösem, luftigem Gestein und Erde langsam durchsickert, erlangt einen hohen Grad von Reinheit.

Eine ganz andere Beschaffenheit zeigt das Brunnenwasser, welches dem städtischen Untergrunde entnommen wird. Diese Flachbrunnen, welche in der Regel nur eine Tiefe von 4 bis 8, höchstens bis 15 m haben, sind fast durchgehends durch Abfallstoffe und Unratswasser verunreinigt und reichen oft überhaupt in die bakterienfreie Zone des Grundwassers gar nicht hinein. Die seit Jahrzehnten oder Jahrhunderten dem Boden fortwährend zugeführten Schmutzstoffe werden nach der Tiefe gewaschen und in gelöstem Zustand dem Brunnenwasser

zugeführt; nicht selten läuft Jauche und Unratsflüssigkeit in die undichten Brunnen direkt von oben hinein, meist wegen ungenügender Bedeckung.

Die gelösten festen Bestandteile, Chlor, Ammoniak u. s. w., sind stark vermehrt. Fast niemals fehlt die Salpetersäure und fast immer ist die Mitte der Chloralkalien vermehrt. Der Salpetersäuregehalt ist oft ein so großer, daß der Wasserrückstand beim Glühen massenhaft Dämpfe der salpetrigen Säure entwickelt. Die Härte, namentlich die an Magnesia, kann sehr erheblich sein.

Man kommt deshalb heutzutage immer mehr davon ab, den Wasserbedarf der Städte mittels einzelner Kesselbrunnen zu decken.

Dagegen sind häufig Dörfer, kleine Gemeinden, isolierte Gebäude, Irrenhäuser, Gefängnisse, Arbeitshäuser u. s. w. gezwungen, sich mit Brunnenwasser zu versorgen. Die Anlage eines Kesselpumpbrunnens zeigt Fig. 139. Die Saughöhe darf 6 m nicht übersteigen. Für die übrige Wegstrecke muß das Wasser mittels der Pumpe gehoben werden.

Der Brunnen muß in seiner ganzen Anlage gegen eine Verunreinigung durch Eindringen von der Seite wie von oben geschützt sein. Die Brunnenwände sollen eine solche Dichtigkeit haben, daß ein Durchdringen von sogenannten „wildem Wassern“ unmöglich ist. Es sollen deshalb durch Kochsalz glasierte Backsteine, dann die sogenannten Klinker und überhaupt solche Ziegel, die durch die Hitze des Ofens verglast wurden, indem die Silikate auf Kosten des im Ton enthaltenen Kalkes und Eisenoxyds in einen geschmolzenen Zustand übergegangen sind, verwendet werden. Bei der Mauerarbeit hat Zement in Anwendung zu kommen. Man kann auch die Brunnen zum Schutze gegen Verunreinigung von außen mit einem  $\frac{1}{2}$ –1 m starken Gürtel von naß eingestampftem Ton umgeben.

Zum Zwecke der Reinhaltung des Wassers, zur Abhaltung von Luftstaub und der Verunreinigung von oben muß jeder Brunnen durch einen über den Boden genügend herausragenden Mantelkranz gedeckt und entsprechend verwahrt sein. Das Brunnenwasser muß durch Pumpen, aus geeignetem Metall (nicht aus Holz) konstruiert, gehoben werden, Einsenken von an Ketten oder Stangen befestigten Gefäßen führt zu unvermeidlichen Verunreinigungen.

Die Ergiebigkeit eines Brunnens kann dadurch bestimmt werden, daß man den Spiegel durch Auspumpen um eine gemessene Größe erniedrigt und die Zeit feststellt, innerhalb welcher das Wasser sich wieder bis zur ursprünglichen Höhe anfüllt. Doch muß hierbei berücksichtigt werden, daß die Ergiebigkeit der Brunnen zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Umständen bedeutenden Schwankungen unterliegt. Im Durchschnitt liefert 1 m<sup>2</sup> Bodenfläche 50–60 l Wasser per Minute.

Ein Brunnen soll frei stehen und der Platz rings um denselben gepflastert und mit ordentlichem Ablauf versehen sein. Kanäle, Fallrohre u. dgl. dürfen nie in der Nähe von Brunnen vorübergeleitet werden. Die ersten Proben gepumpten Wassers lasse man stets ungebraucht ablaufen. Je länger die Außerbrauchsetzung des Brunnens war, um so mehr muß vor dem Neugebrauch abgepumpt werden. Der Kessel des Brunnens darf nicht zu weit gebaut werden, damit ein Stagnieren des Wassers möglichst vermieden bleibt und der

vorhandene Vorrat durch neu hinzutretendes Grundwasser rasch ausgespült werde.

Die Kesselbrunnen werden manchmal auch zu Zentralwasserversorgungen benützt und ist für diese Zwecke stets unbebauter, von jedweder Beschmutzung freier Untergrund, Wiesenland oder Waldland zu wählen. Die Zuleitung nach den Städten geschieht wie für die Quellwasserleitung durch ein geeignetes Röhrensystem, durch Pumpwerke oder den eigenen Fall. Bei richtiger Auswahl kann das Wasser vorzüglich und nahezu vollkommen keimfrei sein.

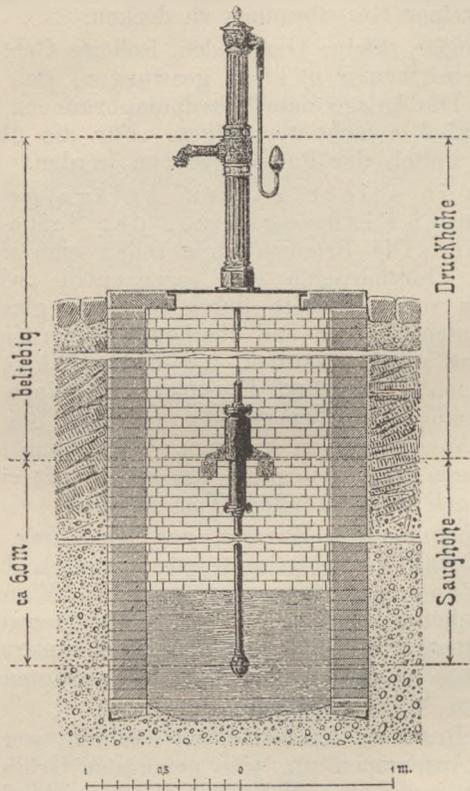


Fig. 139.

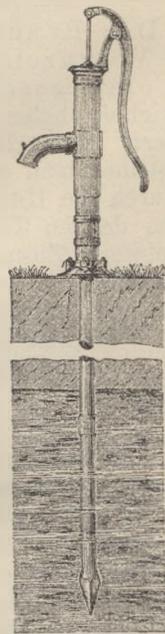


Fig. 140.

In neuerer Zeit werden vielfach Röhrenbrunnen ausgeführt. Die Röhrenbrunnen (Abyssinierbrunnen, auch Rammumpen, Nortonsche Röhren benannt) einfachster Art bestehen aus schmiedeisernen Röhren, welche an dem einen Ende eine Stahlspitze besitzen und oberhalb der letzteren Durchbohrungen der Eisenröhre, die von dichtem Kupferdrahtnetz bedeckt sind (Fig. 140). Die Röhren werden in den Boden getrieben und nach Bedürfnis ein oder mehrere Eisenrohre noch angeschraubt, um tiefer in den Boden eindringen zu können.

Da der Boden durch Aufgraben nicht umgewühlt wird, wie bei den Kesselbrunnen, läßt sich leicht, sobald man in tiefere Schichten des

Bodens eingedrungen ist, bei reinen Röhren Wasser erhalten, welches keimfrei ist. Auch für städtische Wasserversorgungen eignet sich das System und ist in Frankfurt a. M. und vielen anderen Orten namentlich Norddeutschlands durchgeführt. Für derartige Anlagen werden entweder sehr viele Nortonsche Röhren in den Boden getrieben, mehrere untereinander zu einem System verbunden und durch eine Pumpe das Wasser gefördert, oder weitere Röhren von 10 bis 15 cm Weite oder mehr auf Tiefen von 28 bis 30 m abgeteuft. Besonders wichtig ist die Auswahl des Platzes sowohl für die Kessel- wie Röhrenbrunnen. Die Mächtigkeit, das Gefälle, die Richtung und Nachhaltigkeit der Grundwasserreservoirs fordern ein möglichst vorsichtiges Vorgehen.

Das Grundwasser hängt in seiner Güte von dem Boden ab, aus dem es stammt. Es soll aus der Tiefe entnommen werden und aus einem Gelände stammen, das am besten mit Wald bestanden ist.

Abpumpen des Grundwassers bedingt Schaden für das Land darüber. Häufig schwindet das Unterholz in Wäldern, das Erträgnis des Bodens vom Standpunkte der Landwirtschaft wird erheblich reduziert.

Das Grundwasser der norddeutschen Tiefebene ist vielfach stark eisenhaltig, so trefflich das Wasser aus bedeutender Bodentiefe geschöpft in bakteriologischer Hinsicht ist, für Genußzwecke wird es meist zurückerwiesen, es schmeckt tintig und setzt einen roten Bodensatz von Eisenoxydhydrat ab. Außerdem führt das Wasser, namentlich wenn es mit moorigem Untergrund in Berührung war, reichlich organische Substanzen, humussaures Eisen, Ammoniak und Schwefelwasserstoff.

Das eisenhaltige Wasser führt, wenn es mittels Kesselbrunnen geschöpft wird, zur *Crenothrix*-Plage; *Crenothrix* wuchert dann in den Röhren und macht das Wasser unappetitlich, da sie die rotflockigen Ablagerungen vermehrt.

Das Grundwasser ist aber trotz Eisengehalt meist brauchbar und sollte dem Flußwasser vorgezogen werden, weil es durch einfache Lüftung seiner schlechten Eigenschaften mit Sicherheit entkleidet werden kann (siehe später),

Literatur: Voller, Das Grundwasser in Hamburg. 1893. — Hofmann Fr., Über das Eindringen von Verunreinigungen in Boden und Grundwasser. 2, 84, 145.

### Flußwasserversorgung. Teiche. Seen.

Aus dem bereits früher über das Flußwasser Erörterten geht hervor, daß dasselbe höchst selten in seinem natürlichen Zustand zur Versorgung der Ortschaften als geeignet bezeichnet werden darf.

Die Wasserversorgung aus Flüssen ist aber eine so bequeme, daß trotz der erwähnten gewichtigen Bedenken noch immer viele Städte den nötigen Bedarf dem Flusse entnehmen. Meist unterzieht man in Würdigung der Gefahren, die sich durch den Genuß eines unreinen Flußwassers ergeben, dasselbe einer Reinigung, bevor man es zum allgemeinen Gebrauche zuleitet.

Wird aber gereinigtes Flußwasser zum allseitigen Gebrauche dargeboten, so kommt hiebei wieder der später zu erörternde Umstand in Betracht, daß es nur bei größter Sorgfalt gelingt, auf künstlichem Wege jene Reinheit zu erzielen, die von einem tadellosen Trinkwasser zu fordern ist, und daß namentlich im Sommer das Wasser zu warm wird.

Die Filtration vermag auch gelöste schädliche Substanzen nicht zu beseitigen.

Alle diese Erwägungen drängen dazu, wenn möglich, von der Benutzung des Flußwassers behufs Wasserversorgung bewohnter Orte abzusehen.

Von den Oberflächenwässern kommt noch in Betracht das von Teichen und Seen; es ist dem Flußwasser insofern überlegen, als es klares Wasser von konstanter Zusammensetzung darstellt.

Prinzipiell hat man zu scheiden zwischen Flachseen und Tiefseen.

Flachseen haben häufig eine stark entwickelte Flora, wohl gelegentlich Wucherungen der Wasserpest, auch wohl reichlich Algen, die für weitere Verwertung nachteilig sein können. Der Untergrund wird durch Schiffsverkehr leicht aufgewirbelt. Die Temperaturen schwanken mit den Monaten ähnlich wie bei Flüssen. Die bakteriologischen Verhältnisse sind in der Regel günstige, aber bei einigem Verkehre auf diesen Seen dürfte wohl für Reinheit des Wassers für Trinkzwecke keine Gewähr gegeben sein. Wesentlich günstiger steht die Güte des Wassers bei den Tiefseen. Sie sind in ihrer Wasserbeschaffenheit von Pflanzen unbeeinflusst, frei von Suspendierten, denn zumeist üben die zufließenden Ströme keinen wesentlichen Einfluß auf die Wasserbeschaffenheit, Verunreinigungen treffen meist nur die nächsten Stellen der Ufer, und Wasser aus mäßiger Tiefe hat gleichmäßige Temperaturen. Der Keimgehalt ist meist niedrig. Bei geeigneter Wahl der Schöpfstelle kann das Wasser unmittelbar benützt werden.

### Reinigung des Wassers.

Die unter verschiedenen Verhältnissen eintretende Schwierigkeit, sich von Natur reines, gesundes Wasser zu verschaffen, hat zum Ersinnen der verschiedenartigsten Methoden der Wasserreinigung geführt. Schon Plinius erzählt, daß man das Wasser durch Faulenlassen zu reinigen pflegte, und Peter Frank sagt: „Die trinkbarsten Wässer erhält man aus den schlechtesten, wenn man diese in vollständige Fäulnis übergehen läßt, sie dann kocht, durch Sand treibt und einige Zeit in Ruhe stehen läßt.“ Die Methoden der Wasserverbesserung setzen sich sehr verschiedene Ziele, entweder erreichen sie nur eine Geschmacksverbesserung oder eine Schonung, eine chemische Besserung oder eine Beseitigung der Gesundheitsgefahren.

Gegenwärtig übliche Methoden der Wasserreinigung sind folgende:

#### a) Kochen und Gefrierenlassen des Wassers.

Das Abkochen des Wassers geschieht am besten in einem nach dem Prinzip von Siemens gebauten Apparat. In einem Behälter strömt Wasser durch das Rohr *d* (Fig 141), in diesem befindet sich ein Schwimmer *i*, der so lange tief steht, als das Wasser noch kühl ist. Kocht es, so füllt sich *d* mit Dampf, steigt höher und öffnet durch ein Ventil bei *h* den Wassereinlauf bei Rohr *b*. Das erhitzte Wasser zieht bei *h* ab nach *c* und gelangt durch eine Reihe von Röhren bei *e* zum Ablauf. Es kühlt sich dabei ab, weil das bei *d* und *h* zuströmende kalte Wasser durch Röhren dem gekochten entgegenströmt, wobei es sich selbst erwärmt. Dadurch spart man Wärme und erhält Wasser bei *e*, welches um nur etwa 5° wärmer austritt als der Einstrom, demnach für den Gebrauch wohl benützbar ist. Alle bekannten und für Wasserinfektion bedeutungsvollen Krankheitserreger werden durch dieses Verfahren vernichtet (Rubner, Davids).

Durch das Kochen werden die Gase des Wassers vertrieben, etwaiges kohlensaures Ammon zersetzt und verflüchtigt, die durch Kohlensäure in Wasser gelösten Salze werden präzipitiert und organische Substanzen mehr oder weniger verändert. Durch die Siedehitze werden die in dem Wasser vorhandenen Spaltpilze getötet und selbst viele sehr resistente Sporen vertragen diese Temperatur nicht lange. Gekochtes Wasser wird aber wegen des faden Geschmackes nicht gern als Getränk aufgenommen.

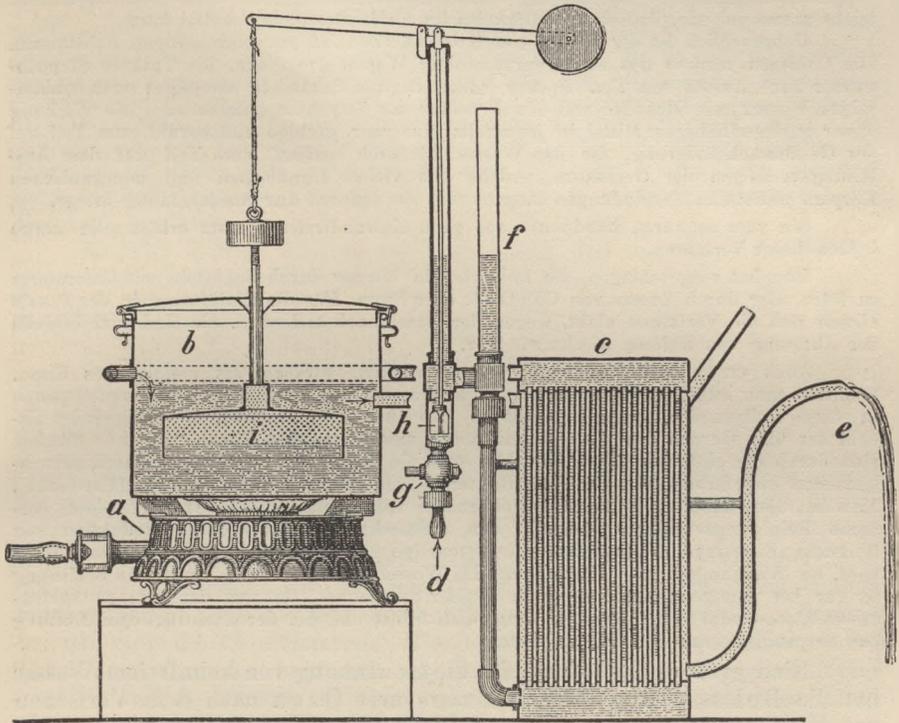


Fig. 141.

Das Gefrierenlassen des Wassers gilt auch als eine Verbesserungsmethode des Wassers, doch mit Unrecht; zwar werden zweifellos einige Arten der im Wasser vorkommenden Keime durch die Kälte geschädigt. Wie aber die Untersuchung der verschiedenen in den Handel gebrachten Eissorten erwies, sind dieselben keineswegs keimarm, im Gegenteil, vielfach recht reichlich mit Bakterien durchsetzt. Nach neuerer Untersuchungen halten sich gelegentlich auch Infektionserreger oder Choleraerkrankungen sehr lange im Eis (Christian).

#### b) Die chemische Reinigung.

Die chemischen Reinigungsmethoden des Wassers zu Trinkzwecken können auf eine allgemeine Verwendung keinen Anspruch erheben.

Wenig praktisch ist der Zusatz von Kalk zu Wasser. Ein schon im 18. Jahrhundert angewandtes Verfahren. Durch die Bindung der freien Kohlensäure, die Fällung der Bikarbonate der alkalischen Erden, Eisen und Mangan, wird ein Teil der suspendierten Verunreinigungen mit niedrigerissen, aber das Wasser durch gelöstes Kalkhydrat oft geradezu ungenießbar, so daß es der Einleitung von Kohlensäure bedarf, um die Genußfähigkeit herzustellen.

Alaun oder schwefelsaure Tonerde, zu Wasser zugegeben, liefern kaum bessere Resultate. Diese Salze zersetzen sich mit dem kohlen sauren Kalk des Wassers unter Freiwerden von Kohlensäure zu schwefelsaurem Kalk und Tonerdehydrat, welches letztere suspendierte Substanzen mitreißt und als Bodensatz ausscheidet. 400 mg feingepulverten Alauns reichen in der Regel für 1 l Wasser aus. Das Wasser klärt sich nach 8—17 Minuten. Wenn das Wasser nicht gerade jene Menge von kohlen saurem Kalk und von Substanzen enthält, welche ausreichen, das Tonerdesalz vollständig zu zersetzen, sondern mehr oder weniger davon, so ist im ersteren Falle die Klärung eine sehr unvollständige, im zweiten aber enthält das Wasser etwas Tonerdesalz, welches demselben einen auffälligen Geschmack beibringen kann, der wieder nur durch Zusatz von doppeltkohlen saurem Natron beseitigt werden kann. Immerhin ist diese Methode eine so leicht anzuwendende, daß sie aushilfsweise im Felde Benützung finden kann.

Gebräuchlich ist der Zusatz von Gerbsäure und gerbsäurehaltigen Substanzen. Die Chinesen trinken das stark verunreinigte Wasser des Peiho, die Tataren Steppenwasser nach Zusatz von Tee. Andere Völkerschaften behandeln sumpfiges oder schlammiges Wasser mit Oleander und den Früchten des *Strychnos potatorum*. Die Wirkung dieser gerbstoffhaltigen Mittel ist jedenfalls eine sehr geringe und beruht zum Teil auf der Geschmacksänderung, die das Wasser hiedurch erfährt, zum Teil auf dem Ausfällungsvermögen der Gerbsäure, welche mit vielen organischen und unorganischen Körpern unlösliche Verbindungen eingeht und sie dadurch zur Ausscheidung bringt.

Ein vom sanitären Standpunkt aus ganz einwandfreies Wasser erhält man durch keines dieser Verfahren.

Man hat vorgeschlagen, die Bakterien in Wasser durch Schütteln mit Chloroform zu töten oder durch Zusatz von Chlorkalk oder Brom. Für die Einführung in der Praxis eignen sich die Verfahren nicht, wegen der Geschmacksänderung. Sie sind auch betreffs der Abtötung von Keimen nicht sicher.

Auch Oxydationsmittel sind versucht worden, wirksam ist metallisches Eisen. Schüttelt man selbst die stinkendste Kanaljauche nur 3 bis 5 Minuten mit Eisenpfailspanen in einem Kolben, der nur halb gefüllt ist, also auch Luft enthält, so verschwindet alsbald der üble Geruch des Wassers und jener metallische des Eisens tritt auf. Filtriert man durch ein einfaches Filter, so erhält man ein eisenfreies, vollkommen klares, geruchloses und ungefärbtes Wasser. Die Bakterien werden größtenteils entfernt (Fromme). Man hat diese Methode auch zum Großbetriebe vorgeschlagen (Anderson). Dieses einfache Reinigungsverfahren übertrifft den Eisenschwamm, eine durch Reduktion von Blutstein (Eisenoxyd) hergestellte schwammartige Masse, durch welche Wasser filtriert wird, an Wirksamkeit. Die Behandlung des Wassers mit Eisen, die künstliche Beeisung ist nur bei genügend Kohlensäure im Wasser anwendbar, da nur dann doppeltkohlen saures Eisenoxydul in genügender Menge sich bildet und bei der nachträglichen Lüftung das Suspendierte aus dem Wasser fällt.

Eine größere Bedeutung für die Gewinnung von keimfreiem Wasser hat die Behandlung des Wassers mit Ozon nach dem Verfahren von Siemens und Halske, das auch für größere Wassermengen anwendbar ist. Nach einer Behandlung mittels Schnellfilter, welches die groben Bestandteile zurückhält, wird das Wasser mittels elektrisch hergestelltem Ozon keimfrei gemacht. Die Methode hat sich bewährt. Es sollte aber das Gesetz gelten, nur solches Wasser, welches seiner Herkunft nach in chemischer und physikalischer Hinsicht als gut erscheint und einer größeren Verunreinigung nicht ausgesetzt war, der Behandlung zu unterziehen. Ozon vertreibt auch den schlechten Geruch und Geschmack des Wassers.

Literatur: Lode A., Die Gewinnung von keimfreiem Trinkwasser durch Zusatz von Chlorkalk. Verfahren von M. Traube. Arch. f. Hyg. Bd. 24, 95, 236. — Basenge, Zur Herstellung keimfreien Trinkwassers durch Chlorkalk. Zeitsch. f. Hyg. XX. 227.

### c) Die Lüftung und Enteisung des Wassers.

In vielen aus Kalk und Dolomit herrührenden Wässern ist der Kalk als doppeltkohlen saurer Kalk vorhanden. Bei Berührung mit Luft entweicht Kohlensäure und eine Sinterbildung beginnt. Kohlensäurer

Kalk scheidet sich ab und inkrustiert alle Gegenstände, welche er berührt. Ähnliche Verhältnisse trifft man bei vielen Wässern hinsichtlich des Eisens. Bekanntlich vermag kohlenensäurehaltiges Wasser metallisches Eisen unter Bildung von Wasserstoff und doppeltkohlen-säurem Eisenoxydul zu zerlegen. Liegt Schwefeleisen vor, so kommt es zur Abspaltung von  $\text{SH}_2$ , das sich mit dem Eisenoxydulsalz nicht verbindet. Dieses Eisensalz läßt sich durch Schütteln mit Luft, unter Entweichen von Kohlen-säure, leicht und vollständig als Eisenoxydhydrat abscheiden. Die Grundwässer Norddeutschlands sind auf weiten Strecken sämtlich mehr oder minder eisenreich, und zwar enthalten sie das Eisen in den eben genannten Verbindungen. Neben dem Oxydulsalz findet sich  $\text{SH}_2$ , auch manchmal Ammoniak; seltener Nitrite. Bei der bedeutenden Tiefe, aus welcher solche Wässer gewonnen werden, können keine biologischen, sondern nur chemische Prozesse, wie wir sie eben angegeben haben, die Ursache für  $\text{SH}_2$ - und  $\text{NH}_3$ -Bildung sein. Für die hygienische Beurteilung solchen Wassers können sie also nur als störende Bestandteile in Betracht kommen.

Manche Wässer sind so reich an Eisen, daß sie wegen des Tintengeschmackes ungenießbar sind. 2—8 mg Eisen im Liter, auch mehr kommen vor; Bruchteile eines Milligramms stören nicht mehr. Beim Stehen werden die erstgenannten Wässer trübe und rostfarben.

Es ist technisch sehr leicht, das überschüssige Eisen (in anderen Fällen den überschüssigen Kalk) zu entfernen, wenn man das Wasser über ein Gradierwerk fließen läßt, wie dies z. B. in Kissingen und anderen Orten seit vielen Jahrzehnten geschieht. Das gleiche Verfahren hat man auch zur Enteisung unserer Grundwässer anzuwenden. Man pumpt das aus Röhrenbrunnen dem Boden entnommene Wasser in eine durchlöcher-te Rinne und läßt es über Koksstücke, die 2—3 m hoch aufgebaut werden, rieseln (siehe Fig. 142). Dabei sättigt sich das Wasser nahezu völlig mit Sauerstoff, es entweicht  $\text{CO}_2$ , auch etwas  $\text{SH}_2$ , das Wasser wird trübe; es muß alsdann durch Filtration gereinigt werden. Zumeist benützt man die Sandfiltration. Da man nur die groben Flocken des Eisenoxydhydrats zu entfernen hat, kann man beliebig schnell filtrieren (meist 10mal so schnell, als wenn es gilt, Bakterien zu beseitigen), sofern man nur noch Klärung des Wassers erzielt. Im enteiseneten Wasser findet man meist nur 0.2 bis 0.05 mg Eisen im Liter. Nicht alles Eisen im Wasser kommt in der Form des doppeltkohlen-säuren Eisenoxyduls vor. Ist Eisen in Form von Eisenchlorid oder schwefelsäurem Eisen vorhanden, so genügt natürlich die einfache Lüftung nicht, um derartige Verbindungen abzuscheiden. Vielfach trifft man auch humussaures Eisen. Lüftung ist nicht in der Lage, diese Verbindung zu zersetzen. In neuerer Zeit glaubt man durch Mischen des Wassers mit humussaurem Eisen mit solchem, das doppeltkohlen-säures Eisenoxydul enthält, eine Umsetzung und Ausscheidung des Eisens überhaupt herbeiführen zu können (Mertens).

Neben Eisen kommt oft auch Mangan im Grundwasser vor; neuerdings wurde ein außerordentlich hoher Mangan-gehalte der das Wasser ganz unbrauchbar macht, gesehen.

#### d) Die Reinigung durch Destillation.

Es ist in der jüngsten Zeit, nach vielen vergeblichen Versuchen, gelungen, das Meerwasser trinkbar zu machen. Durch eine bloße Destil-

lation läßt sich dieses Ziel nicht erreichen. Unter den mineralischen Bestandteilen des Wassers: Kochsalz, Chlormagnesium, Kalk, Alkalien, Schwefelsäure, Brom, Jod u. s. w., ist es besonders das Chlormagnesium, welches bei der Destillation nachteilig wirkt, indem es sich zersetzt, so daß Magnesia ausfällt und Salzsäure verflüchtigt wird, wodurch die Güte des Destillats beeinträchtigt werden muß. Ferner geben die organischen Bestandteile, die zahllosen Organismen des Meeres und die Exkremente der Seetiere, besonders in den Hafen, dem Destillat einen widerlichen ammoniakalischen, fischähnlichen Geschmack. Man hat diese Substanzen zu entfernen.

Zu diesem Zwecke vermengt man das Meerwasser in großen Behältern mit Kalkmilch, mischt eine Viertelstunde und erwärmt es dann

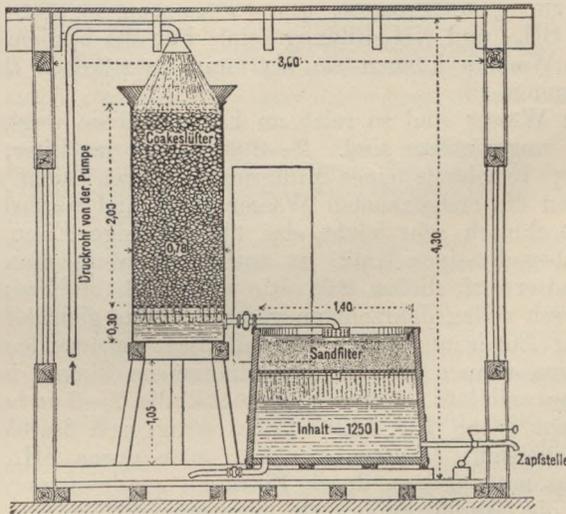


Fig. 142.

durch eingeleitete Wasserdämpfe auf  $50-60^{\circ}\text{C}$ ; hiedurch wird alles organische Leben zerstört. Ferner wird das Chlormagnesium durch den Atzkalk bei der Wärme zersetzt und sämtliche Magnesia ausgefällt; behufs raschen Präzipitierens setzt man alsdann Gerbstofflösung hinzu. Kalk im Überschuße muß vermieden werden, da bei der Destillation nach einem überschüssigen Kalkzusätze das Wasser einen höchst faden, unangenehmen Geschmack, und zwar infolge von ammoniakalischen Verbindungen, welche sich aus den organischen Substanzen, die sich im Wasser noch immer vorfinden, bilden, annimmt. — Nach der vollständigen Klärung wird das Wasser der Destillation unterworfen. Um dasselbe wohl-schmeckend zu machen, läßt man es durch Apparate passieren, welche die Lüftung durch Imprägnierung des Wassers mit zugesaugter Luft bewirken. Das mit Luft geschwängerte Wasser gelangt alsdann auf ein Filtergefäß, welches mit haselnußgroßen Kiesel- und Marmorstückchen gefüllt ist. Hier nimmt das Wasser Kalziumkarbonat auf.

Literatur: Lüdtko F., Über die Beschaffenheit des an Bord von Seedampfschiffen dargestellten destillierten Wassers. Zeitschr. f. Hyg. XXII, 499.

e) *Die mechanische Reinigung mittels Filtration.*

Die Filtration ist ein ganz allgemein geübtes Verfahren zur Reinwassergewinnung, welches namentlich auch zur Verwendung im großen und für die Bedürfnisse von Städten sich eignet. Die Vorbedingung zu jedweder Filtration ist eine ausreichende Enge der Poren eines Filters, damit Körperchen von großer Feinheit noch zurückgehalten werden. Ein ideales Filter müßte demnach wie ein Sieb bei einer minimalen Schicht noch ausreichend sein.

Die kleinsten schwebenden Körperchen, deren Entfernung aus dem Trinkwasser wünschenswert erscheint, sind keineswegs die Spaltpilze, sondern die Lehm- und Tonpartikelchen, deren sich bei leichter Trübung bis zu 30 Millionen in 1  $cm^3$  Wasser finden. Ihr Durchmesser beträgt vielfach weit weniger als  $\frac{1}{1000}$  mm.

Die natürlich vorkommenden Filtrierstoffe sind weit davon entfernt, bereits in dünnster Lage klärend auf Wasser einzuwirken; sie besitzen neben den feinsten, zu befriedigender Filtration ausreichenden Poren eine große Zahl weiter Poren. Man ist daher genötigt, bei Verwendung von Sand, Kies, Quarzpulver, Wolle, Haaren, Glasfäden, Badeschwämmen, Bimsstein, Tierkohle u. s. w. immer viele Lagen übereinandergeschichtet anzuwenden. Je größer die Zahl der Lagen, d. h. die Dicke der filtrierenden Schicht ist, um so häufiger grenzen weite Poren an enge. Je ungleichartiger das Material, um so dicker die Schicht, welche notwendig wird.

Die Aufgaben, welche man durch die Filtration zu lösen versucht, sind sehr verschiedene; es kann notwendig sein, einem Wasser störende Trübungen zu nehmen. Solche kommen bei eisenhaltigen Wässern vor, wenn *Crenothrix* sich in dem Sammelbehälter eingenistet hat. Ferner führen manche Wasser zeitweise, z. B. nach Regen, trübende Stoffe. In diesen Fällen handelt es sich um eine mechanische Beseitigung von Fremdkörpern.

In sehr vielen Fällen aber hat die Filtration die Aufgabe, Bakterien zu beseitigen und die etwaige Verbreitung von Infektionserregern auszuschließen oder doch zu vermindern.

a) Sandfiltration im Großbetriebe.

Das gebräuchlichste Filtriermaterial, speziell für den Großbetrieb, ist Sand und Kies; meist müssen bei Versorgung mit Flußwasser solche Filtrieranlagen angewendet werden, bisweilen aber wird das Wasser nicht direkt dem Flusse entnommen, sondern aus Brunnen, die in unmittelbarer Nähe des Flusses liegen und von letzterem aus das Sickerwasser erhalten, geschöpft. Durch letzteren Prozeß hat es die größten Verunreinigungen bereits abgegeben, eine solche Vorfiltration ist dringend zu empfehlen.

Von dem Flusse oder aus dem eben genannten Brunnen gelangt das Wasser durch ein Hebewerk nach den Filtern.

Fig. 143 zeigt eine solche Filteranlage im Durchschnitt. Das Material ist Sand, Kies, Gerölle, 1,2 bis 2,5 m tief. Das Filtrierende ist die feine Sandschicht, 60–120 cm tief. Diese wird allmählich durch Ablagerung von Substanzen zu dicht, dann muß etwa 10 cm Schicht Sand abgenommen werden. Wenn die Sandschicht auf 50 cm abgesunken ist, muß wieder frischgewaschener Filtersand aufgelegt werden. Die Filterschichte unter

dem Sand kann über zehn Jahre im Betrieb bleiben. Ein Filterbett hat höchstens 2000—3000  $m^3$  Fläche.

Der Boden des Filters ist wasserdicht, mit Kanälen versehen, welche stets gefüllt sind und nach dem Reinwasserschachte führen. Die Druckdifferenz, welche das Wasser durchs Filter treibt, ergibt sich, wenn man den Wasserstand im Luftrohre mit dem Wasserstand im Reinwasserschachte vergleicht.

Manchmal sind die Filter überwölbt, oft auch offen. Sanitär besser funktionieren die ersteren. Die Zeitdauer, nach welcher Sand vom Filter abgenommen werden muß, hängt von dem Reinheitsgrad des Wassers ab und schwankt zwischen einem Tag und 100 Tagen. Der abgenommene Sand wird gewaschen und wieder verwendet. Das erste durch ein neugeordnetes Filter gehende Wasser ist nie gut, man vereinige es mit dem Wasser, mit welchem irgend ein anderes im Betrieb befindliches Filter beschickt wird.

### Quer-Schnitt.

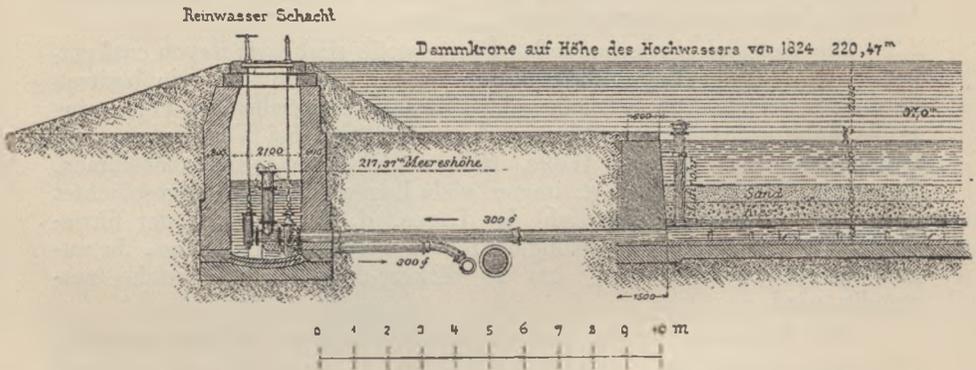


Fig. 143.

Sterilisierter Sand ist wenig wirksam; erst nach längerem Betriebe (8—10 Tage) wird die Wirkung des Filters eine vollkommene und das filtrierte Wasser genügend keimarm. Diese beruht wohl auf der Umhüllung der einzelnen Körnchen des Filters mit schleimigen Massen, an welche die Bakterien zurückbleiben. Es ist aber nicht ohne Belang, aus welchen Stoffen sich die Deckhaut zusammensetzt; am besten filtrierend wirkt eine dünne Lehm- oder Eisenschlammsschicht.

Wesentlich für das Filtrationsergebnis ist die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser die Sand- und Kiesschicht durchsetzt. Bei stark verunreinigten Flußwasser (mit 30.000—40.000 Keimen in 1  $cm^3$ ) muß jedenfalls die Geschwindigkeit im Filter unter 0,1  $m$  per Stunde bleiben. 1  $m^2$  Filterfläche kann also höchstens 100  $l$  Trinkwasser für die Stunde liefern. Jede Unregelmäßigkeit der Geschwindigkeit ist sorgfältig zu vermeiden. Das Filtrat wird bei geordnetem Betriebe, selbst bei großem ursprünglichen Keimgehalte nicht mehr als 50—100 Keime für den Kubikzentimeter Wasser ergeben.

Die Filtration durch Sand entfernt allemal nur einen bestimmten, wenn auch hohen Prozentsatz der im Wasser befindlichen Keime. Eine Garantie für absolute Beseitigung aller im Rohwasser befindlichen Keime kann niemals übernommen werden; vom sanitären Standpunkte sind demnach immer Bedenken zu erheben. Es ist nicht erlaubt, jedes beliebige, seiner Natur nach bedenkliche Wasser, wie jetzt fast allgemein geschieht, für zentrale Wasserversor-

gungsanlagen zu benützen, weil man es durch Filtration zu reinigen gedenkt. Nur solches Wasser ist vom hygienischen Standpunkte nach der Filtration zu empfehlen, dessen einziger Mangel in der Gefahr gelegentlicher Infektion beruht. Keimfreies Wasser ist trotz dieser Eigenschaft noch kein tadelloses Wasser.

Bei den großen Mengen von Wasser, welche ein Filter durchsetzen, kann von einer Entfernung der organischen gelösten Substanzen durch die Filtration keine Rede sein. Nur die suspendierten organischen Substanzen werden wie die Bakterien zurückgehalten. Mitunter tritt bei der Filtration ein minimaler Zuwachs der Salpetersäure oder der Kalksalze ein.

Die an Stelle der Sandfilter vorgeschlagenen künstlichen Sandsteinfilter haben sich nicht bewährt.

Der Filtrationseffekt eines guten Sandfilters wird im günstigsten Falle auf  $\frac{1}{7000}$  geschätzt, von 7000 Keimen des Rohwassers geht 1 Keim durch das Filter. Man hat in neuerer Zeit erfahren, daß der Filtrationseffekt in ganz erheblichem Maße von der bakteriologischen Beschaffenheit des Rohwassers abhängt, schwankt diese sehr, wie z. B. nach Regengüssen, Hochwasser u. s. w., so ist auch das filtrierte Wasser, bakteriologisch betrachtet, ungleich.

Die Keimarmut des filtrierten Wassers kann aber bedeutend vermindert und der sanitäre Wert solcher Angaben gehoben werden:

1. Durch Verwendung eines an sich keimarmen, gleichmäßig beschaffenen Wassers, durch Entnahme aus Brunnen, die in der Nähe eines Flusses liegen und von diesem gespeist werden, also durch natürliche Vorfiltration, noch besser durch Anwendung von Teich- und Seewasser.

2. oder durch doppelte Filtration, indem das filtrierte Wasser nochmals durch ein Sandfilter geschickt wird.

Die Filtrationswerke, welche Flußwasser oder andere unreine Wasser verarbeiten, sollten eine ständige bakteriologische Kontrolle einführen, um sicher zu sein, daß gröbere Fehler nicht mit unterlaufen; die Filter sollen getrennt geprüft werden.

Allerdings darf man den Wert dieser Maßregel nicht überschätzen. Da wir zur bakteriologischen Untersuchung nur Teile eines Kubikzentimeters bis  $1\text{ cm}^3$  Wasser verwenden und täglich nicht wohl viele Proben ausgeführt werden können, so untersuchen wir einen zu minimalen Bruchteil der ganzen Wassermasse, als daß die Sicherheit eines Schlusses auf die Güte des Gesamtwassers völlig befriedigte; ferner können in Filtern Risse vorhanden sein und unbemerkt bleiben, wenn die durch den Riß filtrierende Wassermenge im Verhältnis zur übrigen Wassermenge klein ist, und endlich erfahren wir das definitive Resultat der Bakterienzüchtung erst nach einigen Tagen. Da die Reservoirs noch nicht einmal die in einem Tage geförderte Wassermenge fassen, so muß das Wasser, dessen Teilprobe noch der Untersuchung untersteht, bereits an die Konsumenten abgegeben werden.

Von sanitärer Wichtigkeit ist die ärztliche Überwachung des auf Wasserwerken beschäftigten Personals und die richtige bauliche Anlage, welche jede Beschmutzung des Wassers ausschließen muß.

Die Filtration wird zur Reinigung des Wassers auch bei Brunnen angewandt.

Hiezu wird der Brunnenmantel und Sohle möglichst wasserdicht in Zement hergestellt und durch die Sohle ein Tonrohr mit Öffnungen an beiden Seiten eingesteckt. Das Tonrohr ist noch außerdem mit Kies, Sand oder Kohle gefüllt. Das Wasser wird durch den Druck des Grundwassers durch das Rohr in den Brunnen gedrückt. Die Ein-

richtung soll sich in Niederungen, deren Boden ein an organischen Stoffen reiches Wasser liefert, bewährt haben, dürfte aber keinen erheblichen Wert besitzen.

Auch die Zisternenwasser sollen vorher, wenn möglich, durch Filtration gereinigt werden. In sehr bedeutendem Umfange ist diese Filtration in Venedig früher Jahrhunderte hindurch in Gebrauch gewesen (Fig. 144). Durch kleine Spalten drang das Regenwasser oder das auf

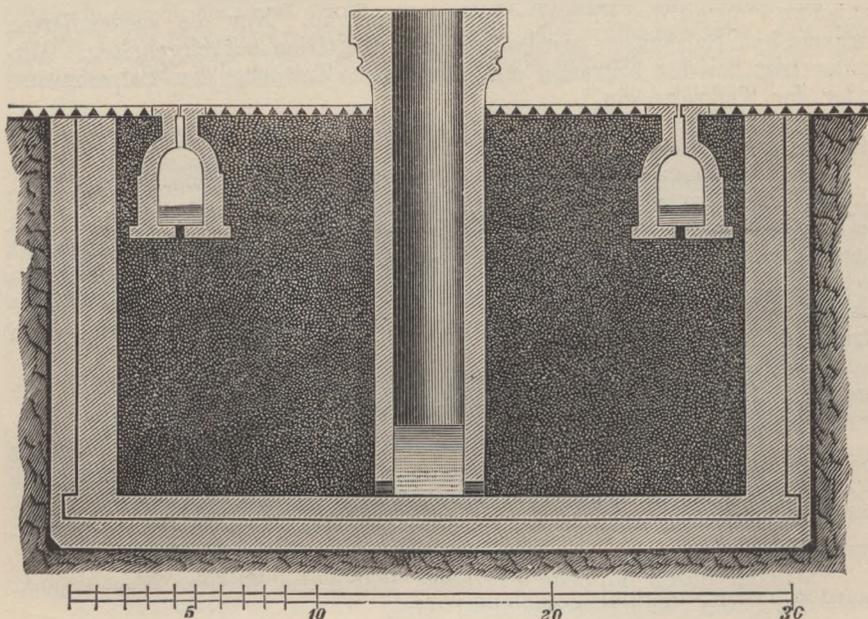


Fig. 144.

Schiffen zugeführte Flußwasser der Brenta in kleine Behälter, versickerte von dort durch die filtrierende Schicht und sammelte sich in der Zisterne.

Literatur: Piefke C., Einrichtungen und Betrieb von Filteranlagen. Zeitsch. f. Hyg. VIII, 331. — Piefke und Fraenkel, Versuche über die Leistungen der Sandfiltration. *ibid.* VIII, 1. — Kabrhel G., Experimentelle Studien über die Sandfiltration. — Götze E., Doppelte Sandfiltration für zentrale Wasserversorgung. Arch. f. Hyg. Bd. 35, 99, 227.

### β) Filtrationseinrichtungen für den Hausbetrieb.

Die für den Kleinbetrieb und Hausgebrauch bestimmten Filtrationseinrichtungen sind fast alle mehr oder minder mangelhaft, wenn es sich um eine bakterielle Reinigung des Wassers handelt; will man dagegen nur gröbere Trübungen beseitigen, so gibt es viele brauchbare Wege hierfür.

Das Wasser kann außer an einer Zentralstelle auch von dem Konsumenten gereinigt werden, doch empfiehlt sich dies Verfahren nicht, da die Kosten der Filtration auf den einzelnen abgeladen werden und die Filtration keineswegs eine in jedermanns Händen zuverlässig wirkende Operation ist. Im Notfalle wird man sich aber solcher Mittel zur lokalen Reinigung des Wassers bedienen müssen.

Im Gebrauche sind mancherlei Filter, z. B. solche aus plastischer Kohle, deren eines in Fig. 145 dargestellt ist. Man legt dieselben in das zu reinigende Wasser, saugt an dem Ende des Schlauches, bis das Wasser das Filter gefüllt hat. Es fließt dann selbsttätig durch den als Heber wirkenden Schlauch ab. Bakterien und Tonpartikelchen werden nur unvollkommen zurückgehalten.

In neuester Zeit hat man für industrielle Zwecke, wo es auf die volle Beseitigung der Bakterien nicht ankommt, oder zur Vorfiltration eines dann noch anderweitig zu behandelnden Wassers sogenannte Schnellfilter angewandt.

Das Filter von Kröhnke (Fig. 146) besteht aus einer Trommel, die aus mehreren Abteilungen zusammengefügt sein kann (im Bilde zwei). Das Wasser tritt durch die hohle Achse und strömt in der Richtung der Pfeile *b* durch den Sand und bei *c* aus; wird die Ergiebigkeit zu klein, so dreht man die Trommel und mischt den Sand, spült einige Minuten durch,

dann kann das Filter wieder benützt werden.

Sicherer in ihrer Wirkung wegen der Feinheit ihrer Poren sind die Tonzellen. Wie längst bekannt, eignet sich nicht glasierter Ton

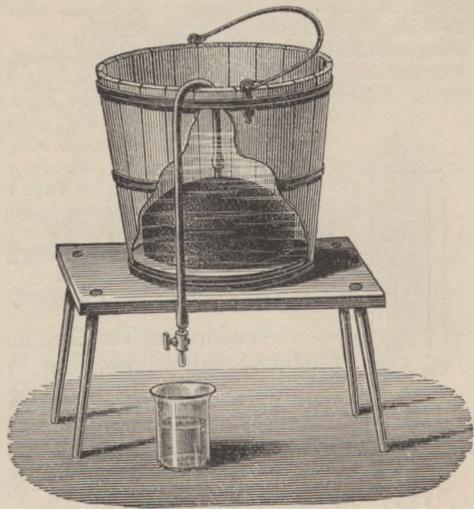


Fig. 145.

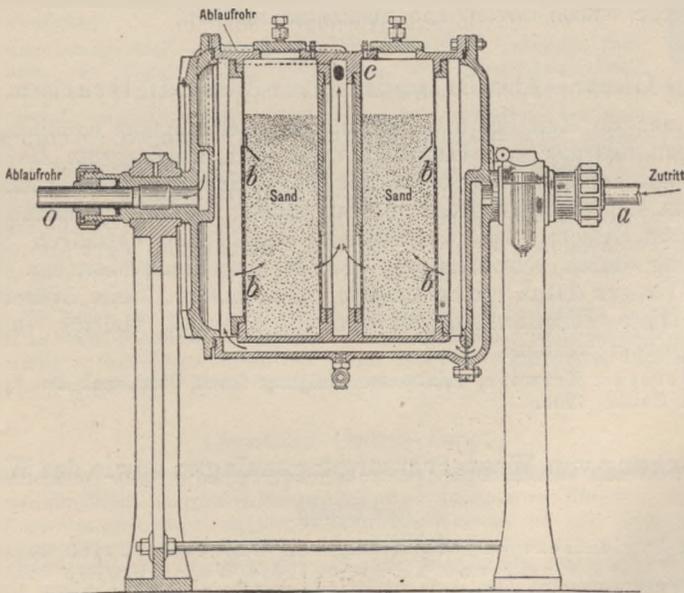


Fig. 146.

zu allerlei Aufgaben der Filtration. Chamberland hat sie in bestimmter Form zur Wasserfiltration eingerichtet (Fig. 147).

In einer Hülse aus starkem glasierten Ton ist ein zylindrisches Gefäß *a* aus feinem weißen Ton eingesetzt und dadurch, daß man die Ränder mit Siegelwachs verklebt, befestigt. Das Wasser wird in die allseitig geschlossenen Zylinder mit mindestens 2—3 *m* Wasserdruck geleitet, filtriert und fließt bei *b* ab. Gelöste organische und anorganische Substanzen, wenn ihre Lösung eine molekulare ist, z. B. Rohrzucker, Milchzucker, Salze u. s. w. gehen hindurch; manche Eiweißstoffe, z. B. Kasein, filtrieren nicht. Ebenso verhalten sich die Bakterien und geformten Elemente.

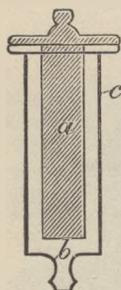


Fig. 147.

Kanaljauche läßt nur die gelösten Stoffe hindurch; diese sind vielfach von ganz anderem Geruche als die ursprüngliche Flüssigkeit, z. B. von aromatischem, obschon die Jauche in stinkendster Faulnis sich befinden kann. Ein Filter liefert im Tage bei 2—3 *m* Wasserdruck nur etwa 1½ bis 2 *l*, bei 1½ bis 2½ Atmosphären aber 48—72 *l*. Will man also reichlich Wasser haben, so muß man mehrere Filter zu einer „Batterie“ vereinigt anwenden oder den Druck stark erhöhen. Die Filter sind sehr zerbrechlich. Lösliche Bakteriengifte u. dgl. werden nicht zurückgehalten. Den Tonfiltern ähnlich sind Berkefeldt Filter ausgebrannter Infusorienerde.

Weder das Tonfilter noch Kieselgur- oder Mikromembran- (Asbest-) Filter lösen die Wasserfiltrationsfrage für den Hausgebrauch; es gibt kein Kriterium, nach welchem der Laie entscheiden könnte, ob diese Filter noch gebrauchsfähig sind oder nicht.

Auch die Filtration im großen ist stets nur als Auskunftsmittel zu betrachten und von vornherein die Gewinnung guten Quell- oder Grundwassers anzustreben.

Überall, wo das Wasser aus Flüssen oder kleineren Teichen, Flachseen entnommen wird, ist das Wasser auch zufälligen Verunreinigungen durch giftige oder anderweitig schädlich wirkende Stoffe ausgesetzt, die im Filter nicht zurückgehalten werden. Außerdem ist das Wasser in solchen Fällen im Winter zu kalt, im Sommer zu warm. Nur das Wasser von Tiefseen würde davon eine Ausnahme machen.

### γ) Chemische Behandlung und Sandfiltration.

In neuerer Zeit hat man in Amerika vielfach eine Kombination der chemischen Klärung und Filtration angewandt, welche gute Resultate in bakteriologischer Hinsicht gibt und für die Einrichtung einer Anstalt durchaus keinen so großen Anspruch an Platz erhebt wie die Sandfiltration nach dem älteren System. Im wesentlichen besteht das Verfahren in einer Vorklärung durch schwefelsaure Tonerde und Hindurchtreiben des geklärten Wassers durch ein Schnellfilter ähnlich dem (Seite 373) beschriebenen. Diese Filtrationsanlagen sind in Amerika vielfach in großem Stil ausgeführt worden.

Literatur: Erlwein, Trinkwasserreinigung durch Ozon nach dem System von Siemens & Halske, 1901.

## Untersuchung von Wasserversorgungsanlagen sowie des Wassers.

### Einleitung.

Die hygienische Begutachtung von Wasser darf sich keineswegs in allen Fällen einzig und allein auf die Wasserproben erstrecken, sondern fast durchgängig wird auch die betreffende Anlage selbst zu prüfen und zu untersuchen sein.

Bei einer Besichtigung eines Filterwerkes, eines Wasserhebewerkes, eines Brunnens, Reservoirs, Quellfassung müssen alle hygienisch wichtigen Gesichtspunkte erwogen werden; die Möglichkeiten der Verunreinigung können selbst in solchen Fällen, in denen man zurzeit reines Wasser vorfindet, Veranlassung zu Bedenken geben. Die Besichtigung der Anlage muß eine gründliche sein und auf eigener, persönlicher Wahrnehmung beruhen.

Wasserproben müssen in reinlichen, eventuell sterilen Gefäßen entnommen und alsbald untersucht werden; eine einmalige Untersuchung gibt in der Regel kein entscheidendes Resultat. Die chemische und bakteriologische Untersuchung sollen nebeneinander Verwendung finden, wenn nicht die speziellen Fälle die eine oder die andere der Methoden als ausreichend erscheinen lassen.

### Physikalische Untersuchung.

Die Temperatur des Wassers wird mit einem genauen Thermometer, welches Zehntelgrade angibt, gemessen. Die zuerst ausfließenden Wasserproben geben keine richtigen Werte.

In Fällen, bei denen man zum Wasser mit einem gewöhnlichen Thermometer nicht direkt hinzu kann, kann der nebenstehende Apparat (Fig. 148) Verwendung finden. Ein kleines Messinggefäß *a* trägt eine Messingleiste *b*, welche oben mit einem Haken versehen ist. An dieser Leiste *b* ist das Thermometer *c* befestigt und taucht mit der Kuvette in das Gefäß *a*. Der Apparat wird in den Brunnen gelassen und mit Wasser gefüllt herausgebracht. Die Thermometerablesung ergibt die Brunnentemperatur.

Färbung und Trübung des Wassers werden am besten erkannt, wenn man das Wasser in ein hohes Gefäß von farblosem Glase schüttet und letzteres dann auf eine Porzellanplatte oder auf einen Bogen weißes Papier stellt. Daneben stellt man ein gleiches mit destilliertem Wasser gefülltes Glas, um den Vergleich vornehmen zu können. Organische, namentlich Huminsubstanzen erzeugen eine gelbe oder gelbbraune Farbe, ebenso suspendierte Bestandteile, z. B. Ton, eisenhaltiger Lehm, Eisenoxydflocken u. s. w. Sobald sich diese Suspensa vollständig abgelagert haben, verliert solches Wasser die gelbe Färbung. — Eine grüne Färbung deutet in der Regel auf Eisen, Kalk oder Algen.

Den Geschmack und Geruch des Wassers prüft man nicht nur bei gewöhnlicher Temperatur, sondern auch bei 30—35°, da er dann schärfer hervortritt.

Überriechendes oder -schmeckendes Wasser enthält entweder faulende Pflanzen- oder Tierstoffe oder auch Gase, wie Schwefelwasserstoff und Ammoniak etc. Bitter schmeckendes Wasser enthält meist Bittersalz, Glaubersalz oder Chlormagnesium; salzig schmeckendes Kochsalz oder Chlorkalium, tintenartig oder adstringierend schmeckendes enthält Eisen.

Zur Bestimmung der suspendierten Substanzen werden 2—3 l des zu prüfenden Wassers nach längerem Stehen durch ein mit Salzsäure und destilliertem Wasser gut ausgewaschenes, bei 100° getrocknetes und gewogenes Filter von bestimmtem Aschengehalt filtriert, der in der Flasche befindliche Absatz mit dem letzten Reste des Wassers auf das Filter gebracht und mit destilliertem Wasser nachgewaschen. Das Filter wird bei 100° C getrocknet und nachdem man es im Exsikkator hat erkalten lassen, gewogen.

Um die Menge der anorganischen Substanzen zu bestimmen, bringt man den Filterinhalt in einen Platintiegel, verascht das Filter in einer Platinspirale und gibt die Asche ebenfalls in den Tiegel hinein und glüht, bis alle organischen Substanzen verbrannt sind. Der erkalte Tiegel wird dann gewogen.

### Chemische Untersuchung.

Nicht immer wird es nötig sein, eine vollständige Analyse des Wassers vorzunehmen, um ein Urteil über seine Brauchbarkeit zu bestimmten Zwecken zu erlangen. Manchmal wird es sich mehr um die Härte des Wassers, oft um einen auffälligen Gehalt an organischen Substanzen oder an Ammon, Salpetersäure u. s. w. handeln. Häufig wird die Bestimmung der Quantität der einzelnen Bestandteile nötig sein, in einzelnen Fällen aber wird schon der qualitative Nachweis eines oder mehrerer Bestandteile zu gewissen Schlüssen berechtigen.

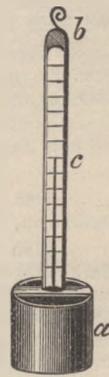


Fig. 148.

### *Bestimmung der Menge der im Wasser enthaltenen Bestandteile.*

500—1000  $cm^3$  Wasser werden in einer gewogenen Platin- oder Porzellanschale auf dem Wasserbade zur Trockene verdampft, alsdann im Luftbade bis zum konstanten Gewicht getrocknet und gewogen.

Will man die organischen Substanzen nicht zerstören, so darf man nicht über 110° C hinausgehen. Da manche die Trocknung des Rückstands auch bei höherer Temperatur ausführen, muß stets hinzugefügt werden, bei welcher Temperatur die Bestimmung gemacht wurde.

### *Die Härtebestimmung.*

Die Härte des Wassers wird wesentlich durch Kalk- und Magnesiaverbindungen des Wassers, selten durch etwaige Eisen- und Tonerdesalze bedingt.

Die durch das Vorhandensein aller Erdalkalien bedingte Härte nennt man die Gesamthärte; jene durch die von Kohlensäure gelösten Karbonaten bedingte, die transitorische Härte und jener Härtegrad, welcher auch nach dem Ausfallen der Karbonate übrig bleibt, wird als permanente Härte bezeichnet.

Die Härte wird nach „Graden bemessen“. Ein deutscher Härtegrad entspricht einem Teil Kalk in 100.000 Teilen Wassers gelöst (= 10 mg CaO für das Liter). Ein deutscher Härtegrad entspricht 1'78 französischen oder 1'25 englischen Graden.

Den Härtegrad des Wassers bestimmt man durch gewichtsanalytische Bestimmung von Kalk und Magnesia.

Berechnet man die für Magnesiumoxyd gefundenen Werte auf das Äquivalentgewicht von CaO, was durch Multiplikation mit 1'4 geschieht, so entsprechen je 10 mg CaO für den Liter einem deutschen Härtegrade.

### *Maßanalytische Bestimmung des Kalkes.*

Der Kalkgehalt des Wassers läßt sich maßanalytisch nach Mohr ebenso genau bestimmen, wie durch Gewichtsanalyse.

Man bringt 100  $cm^3$  des zu prüfenden Wassers in ein Kölbchen, welches bis zur Marke 300  $cm^3$  faßt, fügt 25  $cm^3$   $\frac{1}{10}$  normaler Oxalsäure (bei sehr hartem Wasser mehr), dann einige Tropfen Ammoniak bis zur schwach alkalischen Reaktion hinzu und erhitzt die Flüssigkeit zum Sieden, um den entstandenen Niederschlag von oxalsaurem Kalk kompakter und ohne Trübung filtrierbar zu haben. Man läßt dann das Kölbchen erkalten und füllt es bis zur Marke mit destilliertem Wasser. Das Wasser aus dem Kölbchen wird filtriert; von dem klaren Filtrat werden 200  $cm^3$  in eine größere, weithalsige Kochflasche gebracht, mit 10—15  $cm^3$  konzentrierter reiner Schwefelsäure versetzt und bis auf 60° C erwärmt. Darauf fügt man so lange eine titrierte Chamäleonlösung zu, bis eine bleibende schwache Rötung entsteht.

Da von den 300  $cm^3$  Flüssigkeit nur 200 für die letzte Bestimmung verwendet werden, so muß man die dabei verbrauchten Kubikzentimeter Chamäleonlösung mit  $1\frac{1}{2}$  multiplizieren, um die zur Oxydation der gesamten überschüssig hinzugesetzten Oxalsäure nötige Menge Chamäleonlösung zu erfahren.

Durch einen Vorversuch muß der Wert der Konzentration der Chamäleonlösung ermittelt werden, um zu erfahren, wieviel von derselben nötig ist, damit 25  $cm^3$  der  $\frac{1}{10}$  normalen Oxalsäure vollständig oxydiert werden.

25  $cm^3$  der  $\frac{1}{10}$  normalen Oxalsäurelösung genügen genau zur Ausfällung von 0'070 g Kalk (Kalziumoxyd) und werden zugleich durch eine bestimmte und bekannte Chamäleonlösung oxydiert, die letztere entspricht daher ebenfalls 0'070 g Kalk.

Um den Kalkgehalt des Wassers zu finden, zieht man die Menge Chamäleonlösung, welche durch die von dem vorhandenen Kalk nicht gebundene Oxalsäure reduziert wurde, von der zur Oxydation von 25  $cm^3$  Oxalsäure erforderlichen Menge Chamäleonlösung ab; die in 100.000 Teilen Wasser enthaltenen Teile Kalk berechnen sich danach aus dem einfachen Ansatz  $G:D = 70:x$ , wobei G die Anzahl der zur Oxydation von 25  $cm^3$   $\frac{1}{10}$  normaler Oxalsäurelösung nötigen Kubikzentimeter Chamäleonlösung bedeutet, D aber die Differenz zwischen dieser und derjenigen Chamäleonlösung bezeichnet, welche zur Oxydation der in den 300  $cm^3$  Flüssigkeit überschüssig vorhandenen Oxalsäure verwendet wurde.

*Bestimmung der Magnesia.*

Magnesiumsalze werden durch phosphorsaures Natron bei Gegenwart von Ammon und Ammonsalzen vollständig als basisch-phosphorsaure Ammonmagnesia gefällt und letzteres Salz wird durch Glühen in phosphorsaure Magnesia überführt.

Bei Ausführung des Verfahrens wird das Filtrat, welches man nach Ausfällung von Kalk als oxalsaures Kalzium erhält, mit Salmiak, Ammon und phosphorsauerm Natron versetzt, der gebildete Niederschlag auf einen Filter nach 12 Stunden gesammelt, mit ammoniakhaltigem Wasser gewaschen, geglüht und gewogen. Er stellt pyrophosphorsaure Magnesia dar. Je ein Teil derselben entspricht 0.36 Teilen Magnesia.

*Bestimmung des Chlors.*

Die Chlorbestimmung kann in Trinkwässern in genauer Weise und bequem mittels einer Lösung von salpetersaurem Silber maßanalytisch vorgenommen werden (Mohrsche Methode).

Das Prinzip der Methode besteht darin, daß salpetersaures Silber aus neutralen Flüssigkeiten, welchen neben Chlorverbindungen etwas gelbes chromsaures Kali gelöst enthalten, zuerst alles vorhandene Chlor als weißes Chlorsilber und erst hierauf die Chromsaure als tiefrotes chromsaures Silber ausfällt. Solange daher durch Zusatz der Silberlösung in der Flüssigkeit noch immer ein rein weißer Niederschlag bemerkbar ist, ist noch nicht alles Chlor an Silber gebunden; der erste Tropfen Silberlösung jedoch, welcher der Flüssigkeit eine schwach fleischrote Farbe erteilt, die auch nach dem Umrühren nicht verschwindet, zeigt den Moment an, in welchem alles Chlor ausgefällt ist. Aus der Menge der bis dahin verbrauchten Silberlösung für eine bestimmte Menge Wassers läßt sich nach dem Äquivalentverhältnisse die Menge des in demselben enthaltenen Chlors berechnen. Man löst zur Herstellung der Silberlösung 4.788 g geglühtes  $\text{ClNa}$  zu einem Liter; 1  $\text{cm}^3$  davon = 1 mg Cl und vergleicht damit die Silberlösung. Je nach dem Chlorgehalte verwendet man 20–100  $\text{cm}^3$  des Wassers, eventuell muß das Wasser vorher etwas eingedampft und konzentriert werden.

*Schwefelsäure.*

Die quantitative Bestimmung dieses Bestandteiles der Trinkwässer dürfte sich nur in seltenen Fällen für die hygienische Praxis als notwendig herausstellen.

Man kann die Bestimmung der Schwefelsäure am besten in folgender Weise ausführen:

200  $\text{cm}^3$  des zu untersuchenden Wassers oder mehr, nachdem bis auf dieses Volumen eingedampft wurde, werden mit Salzsäure angesäuert, in einem Becherglase zum Sieden erhitzt und so lange aus einer Bürette mit tropfenweise zugesetzter Chlorbaryumlösung versetzt als noch ein Niederschlag erfolgt; großer Überschuß von Chlorbaryum ist möglichst zu meiden. Nach dem Absetzen wird die klare Flüssigkeit durch ein kleines Filter gegossen, dann der Niederschlag mit heißem Wasser aufgerührt, aufs Filter gebracht und erst mit verdünnter Salzsäure, dann mit heißem Wasser ausgewaschen. Nach dem Trocknen wird das Filter in der beim Kalk angegebenen Weise verbrannt.

*Kohlensäure.*

Die sogenannte halbgebundene und die ganz freie Kohlensäure werden zusammen durch ein einfaches, von Pettenkofer angegebene Verfahren bestimmt, indem man zu Wasser eine Barytlösung von bekanntem Gehalte zusetzt, unter Zugabe von Chlorammonium und Chlorbaryum, und die Veränderung der Alkaleszenz prüft. Es wird kohlenaurer Baryt gefällt; die Monokarbonate stören bei der Bestimmung nicht, obschon ihre Kohlensäure durch den Baryt zur Fällung gelangt; es wird dafür genau ein Äquivalent einer anderen Basis, z. B. Kali, Natron etc., in Freiheit gesetzt und die Alkaleszenz nicht geändert. Die Bikarbonate und freie Kohlensäure werden durch die Verminderung der Alkaleszenz erkannt.

Die Bestimmung wird in folgender Weise ausgeführt: 100  $\text{cm}^3$  Wasser werden in eine trockene Flasche gebracht und 3  $\text{cm}^3$  einer nahezu gesättigten Chlorbaryumlösung und 5  $\text{cm}^3$  einer gesättigten Salmiaklösung zugesetzt, alsdann 45  $\text{cm}^3$  titriertes Barytwasser hinzugegeben, die Flasche geschlossen und ordentlich durchgeschüttelt. Man läßt ruhig zum Absetzen des  $\text{CO}_2$  stehen. Die Flasche enthält 150  $\text{cm}^3$  Flüssigkeit, davon hebt man 50  $\text{cm}^3$  klar ab und titriert nach früher gegebenen Regeln.

Freie Kohlensäure wird nach Pettenkofer im Wasser schon durch Zusatz von Rosolsäure erkannt. Färbt sich letztere gelb, so ist freie Säure vorhanden. Mit den Bikarbonaten aber verbindet sich die Rosolsäure unter Rotfärbung.

### Salpetrige Säure.

Die auf salpetrige Säure zu untersuchende Flüssigkeit wird mit jodkaliumhaltigem Stärkekleister versetzt, sodann, um die salpetrige Säure in Freiheit zu setzen, mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert. An Stelle von Jodkalium verwendet man vielfach auch Jodzink als Reagens. Die Probe ist sehr empfindlich und lassen sich noch geringere Mengen salpetriger Säure als der millionste Teil eines Milligramms nachweisen. Die Prüfung des Jodzink- oder Jodkalium-Stärkekleisters hat eine Reihe von Fehlerquellen. Zutritt von Sonnenlicht ist zu vermeiden. Dasselbe färbt die mit Schwefelsäure versetzte Jodzinkstärke schon innerhalb 10 Minuten, auch bei Abwesenheit von salpetriger Säure.

Da auch die im Trinkwasser häufig spurenweise vorkommenden Eisenverbindungen im stände sind, die Jodzinkstärke zu zersetzen und Bläuung des Stärkekleisters hervorzurufen, ist die Methode nicht unter allen Verhältnissen zuverlässig.

Man verwendet in neuerer Zeit zum Nachweis der salpetrigen Säure das Metadiamidobenzol  $C_6H_4 \begin{matrix} NH_2 \\ NH_2 \end{matrix}$ , welches in mit verdünnter Schwefelsäure (1 : 3) oder mit essigsaurem Ammoniak versetztem Wasser in Triamidobenzol (Phenylbraun) übergeht. In dünnster Schicht ist übrigens der Farbenton nicht braun, sondern schön goldgelb.

Metadiamidobenzollösung ist nicht so empfindlich gegen Licht wie die Jodzinkstärke.

Noch empfindlicher ist folgende, gleichfalls von Peter Gries angegebene, von anderen modifizierte. Man versetzt  $10\text{ cm}^3$  des zu untersuchenden Wassers  $0.5\text{ cm}^3$  einer Mischung von 4 Teilen Eisessig und 3 Teilen Ammoniak und gibt ein Gemenge von  $\alpha$ -Naphthylamin (1 : 1000 mit etwas Schwefelsäure) und Sulfanilsäure (4 : 1000) zu. Bei Gegenwart von salpetriger Säure färbt sich die Flüssigkeit prachtvoll rot.

Zur quantitativen Bestimmung der salpetrigen Säure im Trinkwasser kann nur eine kolorimetrische, d. h. auf die Färbekraft der Reaktion basierende Methode verwendet werden.

Am bequemsten löse man  $2.5\text{ g}$  geschmolzenes salpétrigsaures Kali zu  $100\text{ cm}^3$ ,  $10\text{ cm}^3$  dieser Lösung werden zu einem Liter verdünnt und von dieser Lösung sodann ein Teil nach dem Ansäuern mit verdünnter Schwefelsäure mittels einer Lösung von übermangansaurem Kali, welche im Liter  $0.3163\text{ g}$  reines Salz enthält, titriert, bis eben die rote Farbe des übermangansauren Kali in der Flüssigkeit erhalten bleibt.

Die Lösung des übermangansauren Kali wird mittels eines Eisensalzes auf ihren Gehalt noch genauer untersucht und bestimmt, wie vielen Milligramm Eisen  $1\text{ cm}^3$  der Lösung entspricht; diese Zahl multipliziert mit 0.337 ergibt dann den Wert für Salpétrigsäureanhydrid.

Mit Hilfe dieser Vergleichsflüssigkeit, welche man bereitet hat, ist es dann leicht, den Gehalt an salpetriger Säure zu finden. Man bedient sich am bequemsten eines Kolorimeters nach Wolff (Fig. 149). Auf einem, an einem Stativ befestigten Tischchen *d* stehen die beiden zu dem Versuche benötigten graduierten Zylinder *b*, die an der Bodenfläche von einer völlig weißen abschraub-

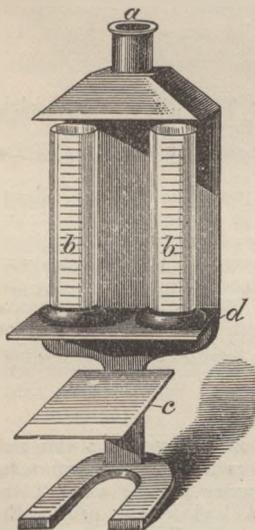


Fig. 149.

baren Glasplatte abgeschlossen sind und seitlich nahe dem Boden je einen Ablasshahn besitzen (der in der Zeichnung weggelassen wurde).

Der Boden des Tischchens *d* ist an der Stelle, an welcher die Zylinder zu stehen kommen, durchbrochen, so daß Licht von dem Spiegel *c* durch die Zylinder fallen kann. Über den beiden Zylindern ragt ein kleines Dach hervor, welches das Okular *a* und Prismen enthält. Letztere vereinigen die beiden Bilder von *b* so, daß dem Auge bei *a* das Gesichtsfeld in zwei Teile getrennt erscheint, welche aber unmittelbar aneinander grenzen.

Die kolorimetrische Messung ist nun einfach auszuführen; man stelle zunächst das Instrument so auf, daß ein über  $a$  befindliches Auge die beiden Gesichtsfeldhälften gleich erleuchtet sieht.

Dann bringt man in  $b$  die Probeflüssigkeit und in den anderen Zylinder die zu prüfende. Bei Ungleichheit der Farben läßt man durch den Glashahn von der stärker gefärbten Flüssigkeit abfließen, bis Farbgleichheit eintritt. Die verwendeten Flüssigkeiten müssen ganz frei von jeglicher Trübung sein.

Die Berechnung ist äußerst einfach; der Gehalt an wirksamen Stoffen ist umgekehrt proportional der Höhe der angewendeten Schicht. Haben wir die Probeflüssigkeit bis auf die halbe Höhe des Zylinders ablaufen lassen, ehe Farbgleichheit entstand, so muß die Konzentration der untersuchten Flüssigkeit gerade die Hälfte der Probeflüssigkeit sein.

### *Salpetersäure.*

Für die Beurteilung eines Wassers kann oft der bloße qualitative Nachweis des Vorhandenseins von Salpetersäure von Interesse sein. Sind in einem Wasser nur sehr geringe Mengen von salpetersauren Salzen vorhanden, so muß man eine größere Menge des Wassers bis auf einen geringen Rest eindampfen.

Die wichtigsten Reaktionen auf Salpetersäure sind:

1. Fügt man zur Auflösung eines salpetersauren Salzes etwas Schwefelsäure und so viel Indigolösung, daß die Flüssigkeit deutlich hellblau erscheint, und erhitzt die Mischung zum Kochen, so verschwindet die blaue Farbe, wenn man nicht zu viel Indigo zugesetzt hat, indem sich der Indigo auf Kosten des Sauerstoffes der durch die Schwefelsäure freigemachten Salpetersäure oxydiert. Die Flüssigkeit wird schwach gelblich oder farblos. Ebenso wirkt auch die salpetrige Säure.

2. Diphenylamin gibt mit salpetrigsauren wie mit salpetersauren Salzen unter Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure eine intensive Blaufärbung. Man gibt eine kleine Menge Diphenylamin und einen Tropfen konzentrierter Schwefelsäure auf einen Porzellantielgedeckel und fügt einen Tropfen des zu untersuchenden Wassers hinzu; bei sehr geringen Mengen von salpetersauren Salzen wird der Trockenrückstand des Wassers zur Prüfung zu verwenden sein. Die blaue Farbe der Reaktion verschwindet namentlich bei kleinen Mengen von Salpetersäure sehr rasch, weshalb man vorsichtig auf das Auftreten der Farbe zu achten hat.

Zur quantitativen Bestimmung der Salpetersäure empfehlen sich nachfolgende zwei Methoden, und zwar die unter  $a$  beschriebene wegen der Einfachheit und Raschheit der Ausführung und die unter  $b$  erörterte wegen ihrer größeren Genauigkeit.

#### *a) Maßanalytische Bestimmung der Salpetersäure und salpetrigen Säure mittels Indigo.*

Das Prinzip, auf das sich diese Methode stützt, ist bereits bei Besprechung der qualitativen Bestimmung der Salpetersäure (und salpetrigen Säure) mit Indigo berührt worden.

Zur Bereitung der Indigolösung verwendet man Indigokarmin, wie er im Handel vorkommt. Die Indigolösung ist stets auf ihren Wert durch eine Salpetersäurelösung von bekannter Konzentration zu prüfen.

Nimmt man 160  $mg$  Salpeter mit 100  $cm^3$  destilliertem Wasser auf, so enthält jedes Kubikzentimeter dieser Lösung gerade 1  $mg$  Salpetersäure.

Um die Stärke der Indigolösung zu erfahren, vermischt man in einem 100 bis 150  $cm^3$  fassenden Kochkölbchen 1  $cm^3$  der Salpetersäurelösung mit 23  $cm^3$  destilliertem Wasser und 1  $cm^3$  einer einprozentigen Kochsalzlösung und setzt rasch 50  $cm^3$  reiner konzentrierter Schwefelsäure zu; dadurch erwärmt sich das Gemisch so bedeutend, daß ein Erhitzen überflüssig ist. Unter fortwährendem Schütteln des Kolbens wird nun zu der Flüssigkeit von der eben bereiteten und filtrierten Indigolösung (Indigokarmin in Wasser aufgelöst) aus einer Bürette, ohne dabei zu zögern, so lange zugesetzt, bis die blauen Tropfen nicht mehr verschwinden, sondern einen bläulichgrünen Farbenton in der Flüssigkeit verbreiten. Der Versuch wird nochmals wiederholt, dabei aber die Indigolösung in einem Strahle in die Flüssigkeit eingelassen; meistens wird jetzt wegen der raschen Manipulation noch nicht Grünfärbung eingetreten sein, sondern man wird noch etwas Indigolösung zufügen müssen, um die Endreaktion zu erreichen. Das letztere Resultat ist das richtige. Betrag die Zahl der bis zum Eintritt der Grünfärbung verbrauchten Kubikzentimeter weniger als 10, so ist es zweckmäßig, die Indigolösung so zu verdünnen, daß je 10  $cm^3$  derselben etwa 1  $mg$  salpetriger Säure anzeigen.

Das auf Salpetersäure zu untersuchende Wasser ( $25\text{ cm}^3$ ) wird genau so behandelt, nur wird keine Salpeterlösung zugefügt.

Aus der bis zum Eintritt der bleibenden, grünen Färbung der Flüssigkeit verbrauchten Menge der Indigolösung kann nach dem vorigen die Menge Salpetersäure, die sich in den  $25\text{ cm}^3$  verwendeten Wassers befand, berechnet werden.

Wohl ins Auge zu fassen ist bei dieser Bestimmung, daß das fragliche Wasser nicht mehr als  $8\text{ mg}$  per  $50\text{ cm}^3$  an Salpetersäure enthalten darf, weil sonst die Flüssigkeit durch die Oxydationsprodukte des Indigos (Isatin) zu stark sich färben und die Endreaktion dadurch an Schärfe verlieren könnte. In diesem Falle wird das zu untersuchende Wasser mit destilliertem entsprechend verdünnt.

Bei dieser Methode treten weitere Ungenauigkeiten ein, wenn leicht oxydierbare organische Substanzen vorhanden sind, weil alsdann die in Freiheit gesetzte Salpetersäure nicht bloß auf den Indigo, sondern auch auf jene wirkt.

### b) Quantitative Bestimmung der Salpetersäure und salpetrigen Säure aus dem daraus entwickelten Stickoxyd.

Diese Methode ist die genaueste und auch bei Gegenwart von organischen Substanzen ausführbar. Sie beruht darauf, daß Salpetersäure, Chlorwasserstoff und Eisenchlorür (hergestellt durch Auflösen von Eisen in Salzsäure bei Luftabschluß) in

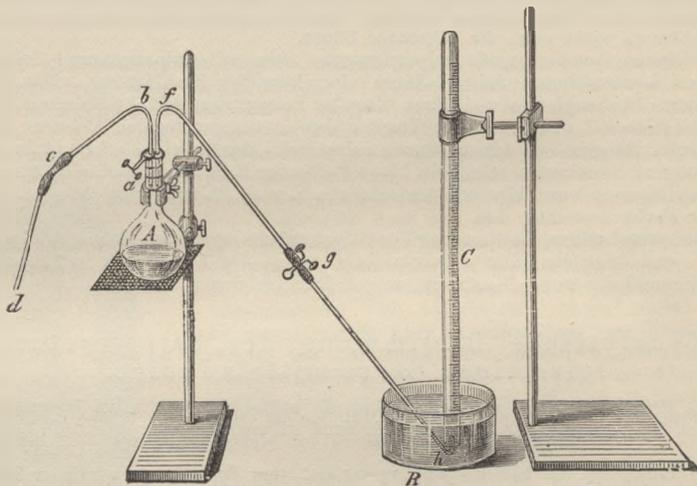


Fig. 150.

Eisenchlorid und Stickoxyd zerfallen. Aus der Menge des zersetzten Eisenchlorürs oder des entwickelten Stickoxyds läßt sich somit die angewandte Salpetersäure berechnen.

$100$  bis  $300\text{ cm}^3$  Wasser werden in einer Schale auf etwa  $50\text{ cm}^3$  eingedampft und diese zusammen mit den abgeschiedenen Erdalkalibicarbonaten in ein etwa  $150\text{ cm}^3$  fassendes Kөлbehen A (Fig. 150) gebracht und mit wenig destilliertem Wasser nachgespült. Der Kolben ist mit einem doppelt durchbohrten Kautschukpfropfen verschlossen und mit den beiden gebogenen Röhren abc und fgh versehen, von denen die erstere unterhalb des Stopfens zu einer nicht zu feinen Spitze ausgezogen ist. Die zweite schneidet genau mit der unteren Fläche des Stopfens ab. Bei c und g befinden sich Kautschukschläuche, die durch Quetschhähne verschlossen werden können. B ist eine mit  $10\%$ tiger Natronlauge gefüllte Glaswanne; C eine in  $\frac{1}{10}\text{ cm}^3$  geteilte enge, mit ausgekochter Natronlauge gefüllte Meßröhre. Noch bequemer ist die Anwendung der von Zulkowsky angegebenen Doppelröhre zum Auffangen der Gase. Man kocht bei offenen Röhren das Wasser im Kөлbehen A weiter ein und bringt gegen Ende der Operation das Rohr fgh, welches bei h einen Kautschukschlauch übergeschoben erhält, in die Lauge, so daß die Wasserdämpfe durch dieselben teilweise entweichen. Steigt dann

beim Zudrücken des Schlauches *g* die Lauge schnell zurück, so schließt man denselben mit dem Quetschhahn und läßt die Dämpfe durch *a b c d* so lange entweichen, bis die Flüssigkeit im Kolben ca. 10  $\text{cm}^3$  beträgt. Man schließt alsdann auch *c* und füllt *c d* mit Wasser. Hierauf wird die Röhre *C* über *f g h* geschoben und durch das entstandene Vakuum in *A* durch *a b c* 15—20  $\text{cm}^3$  konzentrierter Eisenchloridlösung und darauf eine geringe Menge konzentrierter Salzsäure eingesaugt. Jetzt wird der Kolben *A* gelinde erwärmt und, sobald sich die Kautschukschläuche aufbauchen, der Hahn *g* durch den Finger so lange ersetzt, bis der Druck stärker wird, worauf man das Gas nach *C* übersteigen läßt. Gegen Ende der Operation wird nochmals, um Reste des NO überzutreiben, Salzsäure angesaugt, dann eingedickt und nun stärker erhitzt, wodurch das entwickelte Salzsäuregas sämtliches Stickoxyd in die Röhre *C* treibt, während es selbst von der Natronlauge absorbiert wird. Nimmt dann das Volum in *C* nicht mehr zu, so entfernt man *g h*, bringt *C* in einen mit kaltem Wasser (15—18° C.) gefüllten Zylinder und liest nach 20 Minuten das Volumen des Stickoxyds ab. Man reduziert dasselbe nach der Formel  $v' = \frac{v(B-f)273}{(273+t)760}$ , worin *B* den Barometerstand, *f* die der Temperatur entsprechende Tension des Wasserdampfes, *t* die Temperatur und *v* das abgelesene Volumen bedeuten, auf 0° C und 760  $\text{mm}$  Barometerstand und berechnet daraus die Menge der vorhandenen Salpetersäure. Das aus 1  $\text{mg}^3$  Salpetersäure entwickelte Stickoxyd nimmt bei 0° und 760  $\text{mm}$  Barometerstand den Raum von 0.41  $\text{cm}^3$  ein; multipliziert man daher die Anzahl der reduzierten Kubikzentimeter Stickoxyd mit 2.43, so enthält man die Anzahl der Milligramme Salpetersäure.

### Nachweis des Ammoniaks.

Ammoniak wird qualitativ im Wasser am besten mittels des Neßlerschen Reagens nachgewiesen.

Zur Bereitung des Neßlerschen Reagens werden 50  $\text{g}$  Kaliumjodid in 50  $\text{cm}^3$  heißen destillierten Wasser gelöst und mit einer konzentrierten heißen Quecksilberchloridlösung in solcher Menge versetzt, daß der dadurch gebildete rote Niederschlag aufhört, sich wieder zu lösen (20—25  $\text{g}$  Quecksilberchlorid sind hiezu erforderlich). Man filtriert, vermischt mit einer Auflösung von 150  $\text{g}$  Kaliumhydrat in 300  $\text{cm}^3$  Wasser, verdünnt auf 1  $\text{l}$ , fügt noch eine kleine Menge (etwa 5  $\text{cm}^3$ ) der Quecksilberchloridlösung zu, läßt den Niederschlag sich absetzen und dekantiert. Die Lösung muß in wohlverschlossenen Flaschen aufbewahrt werden. (Wenn sich nach längerer Zeit noch ein Bodensatz bildet, so hindert dies ihre Anwendung nicht.)

Zur Prüfung des Wassers auf einen etwa vorhandenen Ammongehalt werden 100  $\text{cm}^3$  Wasser mit einigen Tropfen des Neßlerschen Reagens versetzt. Sind auch nur Spuren von Ammoniaksalzen im Wasser, so entsteht eine gelbliche bis rötliche Trübung. Bei sehr harten Wässern ist es notwendig, zuerst durch eine Lösung reinen kohlen-sauren Natrons den Kalk und die Magnesia niederzuschlagen, hierauf die Flüssigkeit zu filtrieren und das Filtrat mit dem Neßlerschen Reagens zu prüfen.

Für die quantitative Bestimmung des Ammoniaks können verschiedene Methoden gewählt werden; vollkommen ausreichend ist die Methode von Frankland und Armstrong. Sie benützt das Neßlersche Reagens und ist eine kolorimetrische.

Man benötigt dazu einer Ammonlösung von bekanntem Gehalte. Diese Lösung wird durch Auflösung von 3.147  $\text{g}$  reinen, fein gepulverten und bei 100° getrockneten Ammoniumchlorids in 1  $\text{l}$  ammonfreien Wasser bereitet, 1  $\text{cm}^3$  dieser Lösung enthält 1  $\text{mg}$  Ammoniak. Für die Zwecke des Versuches werden 50  $\text{cm}^3$  dieser konzentrierten Lösung zu 1  $\text{l}$  verdünnt, 1  $\text{cm}^3$  der verdünnten Lösung enthält danach  $\frac{50}{1000} = 0.05$   $\text{mg}$  Ammoniak.

Die Farbenunterschiede werden am besten wahrgenommen, wenn die Lösung zwischen 0.1 und 0.005  $\text{mg}$   $\text{NH}_3$  in 100  $\text{cm}$  Wasser enthält. Wasser mit mehr Ammoniak sind zu verdünnen, schwächere zu destillieren.

Die Bestimmung wird in folgender Weise ausgeführt: 300  $\text{cm}^3$  Wasser werden in einem Glaszylinder mit 2  $\text{cm}^3$  Natriumkarbonat und 1  $\text{cm}^3$  Ätznatron versetzt, der Zylinder geschlossen und nun geschüttelt. Man läßt alsdann einige Stunden zum Absetzen des Niederschlages stehen. Alsdann wird die klare Flüssigkeit abgehoben.

100  $\text{cm}^3$  dieses Wassers kommen nun in den Zylinder des Kolorimeters (s. unter Nachweis der salpetrigen Säure) und werden mit 2  $\text{cm}^3$  Neßlers Reagens versetzt. Die Farbe darf nur gelblich, nicht rotbraun sein.

Als Probeftüssigkeit zum Vergleiche verwendet man  $100\text{ cm}^3$  ammoniakfreies destilliertes Wasser, dem man  $2\text{ cm}^3$  der obengenannten verdünnten Salmiaklösung und  $2\text{ cm}^3$  Neßlers Reagens hinzufügt. Die Mischung wird in den zweiten Zylinder des Kolorimeters gebracht und durch Ablassen des einen oder des anderen Zylinders auf Farbgleichheit gebracht.

### *Nachweis der Oxydierbarkeit des Wassers.*

Um organische Substanzen nur qualitativ nachzuweisen, kann man etwa  $100\text{ cm}^3$  Wasser unter Abhaltung von Staub eindampfen und den Rückstand glühen. Er schwärzt sich, wenn er organische Substanzen enthält, entsprechend. Entwickelt sich beim Glühen ein Geruch nach verbranntem Horn, so deutet das auf Stickstoffgehalt der organischen Substanzen.

Soll entschieden werden, ob die organischen Substanzen stickstoffhaltig sind, so kann man eine größere Portion von Wasser unter Zusatz von Salzsäure abdampfen und den Trockenrückstand mit Natronkalk glühen. Entwickeln sich hiebei ammoniakalische Dämpfe, so deutet das auf Stickstoffgehalt der organischen Substanz.

### *Bestimmung der Gesamtmenge der organischen Substanzen.*

Eine genaue Bestimmung der Gesamtmenge der organischen Substanzen ist bis jetzt nicht möglich.

Wenn man den zum Zwecke der Bestimmung der Gesamtmenge fester Bestandteile gewonnenen Trockenrückstand bis zum konstanten Gewichte glüht und dadurch die organischen Substanzen, verbrennt, so entspricht der Glühverlust nicht der Menge organischer Substanzen und zwar deshalb, weil man über den Zustand, in welchem sich die Magnesia in dem Trockenrückstand und wieder in dem Glührückstand befindet, nie völlige Sicherheit hat, indem die Kieselsäure bald mehr, bald weniger Kohlensäure austreibt, welche beim Behandeln mit kohlensaurem Ammon nicht wieder aufgenommen wird.

Man begnügt sich fast allgemein damit, festzustellen, wieviel übermangansaures Kali durch die im Wasser gelösten organischen Substanzen reduziert wird und somit, welche Sauerstoffmengen erforderlich sind, um die organischen Bestandteile des Wassers zu oxydieren.

Aber auch diese Methode enthält ihre Fehler, zumal nicht einmal alle organischen Stoffe durch das genannte Verfahren zerstört werden und ferner solche vorkommen, welche nur zum Teil gespalten werden und in durch den Sauerstoff schwer weiter spaltbare Verbindungen übergehen. Zuckerarten nehmen nur  $\frac{1}{2}$ , Leucin  $\frac{1}{10}$ , Tyrosin  $\frac{1}{3}$ , Asparagin  $\frac{1}{9}$ , Allantoin  $\frac{1}{4}$  des zu völliger Verbrennung benötigten Sauerstoffes auf; Harnstoff bleibt unverändert.

Sonach kann bei Verbrauch der gleichen Menge von übermangansaurem Kali eine sehr verschiedene Menge von organischer Substanz vorhanden sein; wir können nie angeben, wieviel organische Substanz in einem Wasser sich findet, sondern nur, wieviel wir etwa übermangansaures Kali verbraucht haben, oder wieviel Sauerstoff an die organischen Substanzen übertragen wurde; letzterer Wert ist leicht aus den Äquivalentzahlen abzuleiten.

Und selbst die Erkenntnis der summarisch vorhandenen organischen Substanz könnte nicht befriedigen, weil ja die einzelnen organischen Stoffe von ganz verschiedener Dignität sind.

Als Vergleichsflüssigkeit wird für diese Bestimmungen gewöhnlich Hundertstel-Normal-Oxalsäurelösung gewählt. Um sie herzustellen, werden genau  $63\text{ g}$  reiner, trockener, nicht verwitterter Oxalsäure in einem Liter aufgelöst, wodurch man eine Normal-Oxalsäurelösung erhält, die man aufbewahren kann, und benützt, um durch Verdünnen von  $10\text{ cm}^3$  derselben mit destilliertem Wasser auf ein Liter die Hundertstellösung jedesmal ex tempore darzustellen.

Hiemit ist der Wirkungswert der Chamäleonlösung zu bestimmen. Zu diesem Zwecke werden  $100\text{ cm}^3$  destillierten Wassers in einen Kochkolben gebracht, hiezu aus einer bis zum Nullpunkte mit der bereiteten Chamäleonlösung gefüllten Bürette zunächst so viel zugesetzt, daß die Flüssigkeit deutlich rot ist, und einige Minuten gekocht. Der hierauf etwas abgekühlten Flüssigkeit werden genau  $10\text{ cm}^3$  der Hundertstel-Normal-oxalsäure und eine geringe Menge, etwa  $5\text{ cm}^3$ , Schwefelsäure (1:3) zugefügt, worauf vollständige Entfärbung eintritt. Jetzt wird auf dem Wasserbade bei  $60^\circ$  gehalten und aus derselben Bürette so lange vorsichtig Chamäleonlösung zugetropfelt, bis die anfangs sich immer entfärbende Mischung einen bleibenden, eben wahrnehmbaren schwachroten

Farbenton angenommen hat. Ist dieser Moment eingetreten, so wird die Menge der verbrauchten Chamäleonlösung an den Teilstrichen der Bürette abgelesen und notiert, sie entspricht  $10 \text{ cm}^3$  der Hundertstel-Normal-Oxalsäurelösung (=  $6.3 \text{ mg}$  Oxalsäure =  $3.16 \text{ mg}$  übermangansaurem Kali =  $0.8 \text{ mg}$  O).

Die Bestimmung der durch die organischen Substanzen veranlaßten Oxydierbarkeit des Wassers wird mit den eben geschilderten Reagenzien verschiedenartig ausgeführt, am besten nach Kubel in folgender Weise:

Zu  $100 \text{ cm}^3$  Wasser setzt man zuerst  $5 \text{ cm}^3$  verdünnte Schwefelsäure (1 Volum zu 3 Volum), dann eine genau gemessene größere Menge von Chamäleonlösung, wie sie voraussichtlich zur Oxydation der organischen Substanzen nötig sein dürfte, kocht und fügt dann  $10 \text{ cm}^3 \frac{1}{100}$  normaler Oxalsäure hinzu; die dadurch farblos gewordene Flüssigkeit mit Chamäleonlösung wird bis zur schwachen Rötung titriert. Was hierbei an Chamäleon mehr gebraucht wird, als der dem Wasser zugesetzten Menge von Oxalsäure titremäßig entspricht, ist der Ausdruck für die im Wasser befindlichen organischen Substanzen und läßt sich, wie oben erörtert wurde, durch einfache Rechnung auf Oxalsäure beziehen und dann in bestimmten Zahlen darstellen. Diese Art der Ausführung bietet verhältnismäßig wenig Fehlerquellen.

### *Schwefelwasserstoff.*

Der Schwefelwasserstoff findet sich in manchen Mineralwässern und in vielen Grundwässern der norddeutschen Tiefebene, vielfach aber auch in unreinen Gewässern. Zum qualitativen Nachweise des Schwefelwasserstoffes benützt man eine alkalische Bleilösung, welche bei Gegenwart von Schwefelwasserstoff eine Bräunung oder schwarze Fällung (Bleisulfid) erzeugt.

### *Nachweis des Bleies.*

Die im Wasser durch die Berührung mit Bleiröhren vorkommenden Bleimengen sind in der Regel sehr gering; zur Aufsuchung derselben genügt meist eine kolorimetrische Methode. Man fügt dem zu untersuchenden Wasser, das in einen hohen Glaszylinder gegossen wird, etwas Essigsäure und Schwefelwasserstoffwasser zu. Daneben stellt man eine Probeflüssigkeit, welcher so viel Bleizuckerlösung zugesetzt ist, als dem Grenzwerte des zulässigen Bleigehaltes entspricht (etwa  $0.347 \text{ mg}$  für das Liter nach Angus Smith) und fügt Schwefelwasserstoffwasser hinzu. Die Braunfärbung beider Flüssigkeiten wird dann miteinander verglichen.

### *Mikroskopische und bakteriologische Untersuchung des Wassers.*

Durch die mikroskopische Untersuchung des Wassers kann die Ursache einer mit freiem Auge beobachteten Trübung gefunden und es können ferner solche Partikelchen, die für das freie Auge nicht wahrnehmbar sind und sich demnach der Beobachtung entziehen könnten, festgestellt werden. Wenn durch die chemische Prüfung die Anwesenheit von organischen Substanzen konstatiert wurde, so bietet die mikroskopische Untersuchung für den Fall, als diese organischen Substanzen suspendierte Körper sind, die wertvollsten Aufschlüsse bezüglich deren Natur. Sie sichert und vervollständigt so die Resultate der chemischen und physikalischen Wasseruntersuchung und darf deshalb, namentlich wenn es sich um trübe Wasser handelt, niemals unterlassen werden.

Bei Wässern, welche ihre trübenden Partikelchen absetzen, untersucht man den Bodensatz; Zentrifugieren ist vorzuziehen.

Von den feineren Objekten, wie sie die Bakterien darstellen, wird man, von reichlicher Verunreinigung abgesehen, bei direkter Beobachtung mit dem Mikroskop nur wenig erkennen können. Günstiger für die sofortige Beurteilung des Wassers ist es, wenn man einen oder mehrere Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit auf dem Deckglas verdampft, dann das Deckglas zur festeren Fixierung des Trockenrückstands mehrmals durch eine kleine Gasflamme zieht und nun einen Tropfen eines Anilinfarbstoffes, am besten Anilinwassergentianviolett, Fuchsin etc. darauf gibt. Nachdem man kurze Zeit zugewartet hat, wäscht man den überschüssigen Farbstoff dadurch ab, daß man den Strahl der Spritzflasche auf das Deckglas, jedoch nicht auf den Trockenrückstand des Wassers selbst richtet. Das Präparat wird nun mittels Ölimmersionslinsen und unter Anwendung des Abbéschen Kondensors untersucht. Zu einem endgültigen Urteile über die Güte des Wassers oder auch nur über die Größe des Bakteriengehaltes reicht diese Methode aber nicht aus.

Zur genaueren Untersuchung kann man die wesentlich durch Koch ausgebildeten bakteriologischen Kulturverfahren nicht entbehren.

Das zu untersuchende Wasser muß stets in sterilisierten und bakteriendicht zu verschließenden Gefäßen aufgefangen werden. Die bakteriologische Untersuchung hat tunlichst sofort zu beginnen. Längeres Zuwarten ist wegen des immerhin raschen Wachstums der Wasserbakterien unzulässig.

Der Transport kann auch in Eisverpackung auf weitere Strecken nicht vorgenommen werden, weil dabei manche Bakterienarten zu Grunde gehen.

Von dem zu untersuchenden Wasser werden mittels sterilisierter Pipette  $1\text{ cm}^3$ ,  $0.1\text{ cm}^3$  oder  $0.01\text{ cm}^3$  u. s. w. entweder direkt abgemessen, oder man stellt sich unter Zumengung von sterilem Fleischextrakt oder Wasser Verdünnungen (1:10 u. s. w.) her, von welchen man alsdann zur Untersuchung wegnimmt.

Der abgemessenen Wassermenge wird verflüssigte Nährgelatine zugesetzt und durch Drehen des Reagenszylinders möglichst gleichmäßig gemischt. Alsdann gießt man die Nährgelatine in ein sterilisiertes Schälchen mit flachem Boden und flachem Glasdeckel, welch letzterer gut aufsitzt (Petrische Schälchen). Manchmal empfiehlt es sich, das Wasser direkt in das Schälchen zu gießen und dann die verflüssigte Gelatine zuzusetzen. Die Schälchen setzt man in eine Glocke, in welcher für Befeuchtung der Luft gesorgt wird. Gibt man der neutralen Gelatine noch 0.15% Soda zu, so soll diese Alkaleszenz am förderlichsten für die Entwicklung der Keime sein.

Nach einigen Tagen — verschieden je nach den vorhandenen Arten und der Zimmertemperatur — werden die Kolonien so weit ausgewachsen sein, daß man sie zählen kann. Man bringt zu diesem Behufe die Schälchen auf eine in Quadrate geteilte Glasplatte von Wolffhügel und notiert die Anzahl der Kolonien. Sehr störend ist das lebhaftes Wachstum mancher Wasserbakterien, welche die Gelatine äußerst rasch verflüssigen, ehe noch die langsamer sich entwickelnden Keime herangewachsen sind. Man saugt, um dies zu verhindern, mittels einer langen sterilen Pipette den Inhalt der verflüssigten Kolonien ab, bringt mit der Pipette etwas von konzentrierter Sublimatlösung an Stelle der verflüssigten Gelatine und nimmt nach kurzem Warten das Sublimat wieder möglichst sorgfältig weg.

Näheres siehe unter „Spaltpilze“.

Literatur: Wolffhügel, Die Wasserversorgung, Handbuch der Hygiene 1882. — Fischer, Technologie des Wassers, Braunschweig 1878. — Eifert, Süßwassertiere. Braunschweig 1878. — Tiemann und Gärtner, Die chemische und bakteriologische Untersuchung des Wassers, 1889. — Lueger, Die Wasserversorgung der Städte, Darmstadt 1890. — Chlopin G. W., Untersuchungen über die Genauigkeit des Winklerschen Verfahrens zur Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes im Vergleiche mit der gasometrischen Methode. Arch. f. Hyg. Bd. 27, 96, 18.

## Z BIBLIOTEKI

k. kursu naukowego gimnazyjnego

W KRAKOWIE.

Drittes Kapitel.

### Beseitigung der Abfallstoffe aus den Städten und die Entwässerung.

Der Mensch erzeugt, wo immer er leben mag, eine große Menge von Abfallstoffen, d. h. Produkten, welche nicht weiter verwendbar sind und deswegen meist auf dem kürzesten Wege beseitigt und dem Boden überantwortet werden. Die menschliche Kultur hat solche Abfallstoffe mit der Ausdehnung der Industrien noch mehr geschaffen, aber freilich greift gerade auch wieder die Industrie auf die Beseitigung von Abfallstoffen ein, indem sie manche derselben als Rohmaterialien für ihre Zwecke benützt. Die Abfallstoffe sind organischer wie anorganischer Natur; wenn wir auch bei der Gewerbehygiene namentlich auf die anorganischen Stoffe noch zurückgreifen müssen, so bleiben doch die

wichtigsten jene Stoffe, welche organischer Natur sind, und diesen haben wir zunächst unsere Aufmerksamkeit zu schenken.

Man rechnet pro 1000 Personen und Jahr:

Straßendünger . . . . .	12	Tonnen
Straßenkehricht . . . . .	199	„
Kanalisationsaushub . . . . .	7·5	„
Abfälle, Asche, Schlacken	319	„

Die Schmutzstoffe, deren sich eine Stadt zu entledigen hat, sind also sehr mannigfache. Dazu kommen die menschlichen und tierischen Abfallstoffe in engerem Sinne.

Die Erzeugung einer großen Menge von Abfallstoffen hängt mit den Ernährungsvorgängen des Menschen zusammen. So entstehen in erster Linie solche schon bei der Zubereitung der Nahrungsmittel zu den Speisen, sowohl bei Vegetabilien wie bei Animalien.

Die Speisen werden nur selten in der zubereiteten Quantität völlig aufgegessen, sie verderben beim Aufbewahren, das Spülwasser nimmt aus den Gefäßen noch erhebliche Quantitäten mit, und so mag es wohl nicht übertrieben sein, wenn wir für viele Fälle annehmen, daß von dem eingekauften Rohmaterial nicht die Hälfte den Weg zum Magen findet. Höchst bedeutungsvolle Abfallsprodukte sind namentlich Harn und Kot.

Sehen wir von denjenigen Abfallstoffen ab, die mit dem Ernährungsvorgänge zusammenhängen, so liefern die Reinhaltung des Körpers, die Reinigung der Wäsche und der Wohnräume Flüssigkeiten, welche eine nicht unbeträchtliche Menge von Schmutzbestandteilen (und Bakterien) mit sich führen. Werden Tiere gehalten, so liefern diese gleichfalls eine sehr zu berücksichtigende Menge Unrats.

Besonders die wirtschaftlichen und gewerblichen Betriebe liefern quantitativ oft unglaubliche Mengen von Schmutzwässern gefährlicher Art: hiezu gehören namentlich die Schlächtereien, Zuckerfabriken u. s. w.

Die Menge des mit dem Kanalwasser allein abfließenden Schmutzes beträgt rund 156 g Trockensubstanz per Kopf und Tag = 56·84 kg per Jahr und per Kopf und 56·84 Tonnen per 1000 Personen und das Jahr.

Da alle bis jetzt genannten Abfälle wesentlich organischer Natur sind, so gehen sie, sich selbst überlassen, in Fäulnis oder anderweitige Zersetzung über. Unter günstigen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen werden sie von den niederen Pilzen: Schimmel-, Hefe- und Spaltpilzen besiedelt. Die Keime der letzteren finden sich ja überall. Die Abfallstoffe führen aber häufig von Haus aus große Mengen von Bakterien mit sich, so z. B. die Exkremeute der Menschen und Tiere.

Die ursprünglichste Beseitigungsart der Abfallstoffe bestand stets darin, daß man sie wenigstens aus der unmittelbarsten Nahe der Wohnräume entfernte. So entstanden die Dungstätten, die Senk- und Schwindgruben, oder die Ablagerung von Abfällen in den dunklen Höfen der engegebauten Straßen großer Städte. Die Bodenverschmutzung wird dabei der Sache nach nicht geändert.

Für die sanitäre Bedeutung der Notwendigkeit der Bodenreinhaltung aber lassen sich zahlreiche Gründe ausführen; wir sind in unserem Befinden vom Boden keineswegs unabhängig, Fürs erste

muß man festhalten, daß eine nachlässige Behandlung des Bodens und seine Verschmutzung einerseits immer auch die Unreinlichkeit im Hause selbst zur Folge hat, wie sie anderseits die Folge der Unreinlichkeit im Hause ist. Wie der Boden, auf dem die Menschen sich wohl fühlen, in seiner Reinlichkeit beschaffen ist, so sind die Menschen selbst geartet.

Wir tragen den Boden der Umgebung unseres Hauses (namentlich an feuchten Tagen) mit unserem Schuhwerk direkt nach den Wohnräumen, dort verstaubt er, oder er gelangt an trockenen Tagen auch direkt als Straßenstaub ins Innere des Hauses. Wir atmen also auch im Hause den Bodenstaub, wir verschlucken ihn mit dem Speichel und mit den Speisen, auf welchen er sich abgelagert hat.

In stark verschmutztem Boden verlaufen geradezu Fäulnisprozesse mit allem für derartige Vorgänge charakteristischen Gestank um so störender, als diese letzteren namentlich in den obersten Bodenschichten naturgemäß zumeist zu finden sind. Liegt, wie bei Senkgruben und ähnlichem, die Fäulnisquelle tiefer, so absorbiert darüber liegender, reiner Boden einen Teil der übelriechenden Gase.

Derjenige, der sich beständig in der Stadt aufhält, wird meist die verdorbene Luft nicht besonders gewahr. Nach dem Genusse frischer Luft im Freien, nach Windstille und fallendem Barometer (vor Gewittern) können auch weniger Empfindliche die Unterschiede gewahr werden. Die Luft einer ganzen Stadt erlangt zweifellos in vielen Fällen ein ganz bestimmtes Aroma, je nach dem Grade der Bodenunreinlichkeit.

Durch die Zirkulation der Bodenluft gelangt diese geradezu ins Haus; in Parterrelokalitäten kann bisweilen die Luft zur Hälfte aus Bodenluft bestehen (Forster). Wir leben also im Innern des Hauses manchmal in stark verdorbener Luft und geradezu in verdünnten Fäulnisgasen. Dagegen brauchen wir keine Befürchtungen zu hegen, daß die Bodengase etwa häufig Bakterien beziehungsweise Krankheitskeime mit sich führen.

Eine zweite Schädigung durch die Bodenunreinlichkeit liegt in der Verschmutzung der Brunnen. Bei fortschreitender Bodenverunreinigung können sowohl die Schmutzbestandteile als auch die Keime tiefer eindringen und nach den Brunnen getrieben werden. Die hochgradige Verunreinigung der Brunnen in den älteren Städten beweist, wie ausgebreitet die Verschmutzung ist.

Wenn die Verschmutzung des Bodens durch Abfallstoffe schon hinreicht, das Brunnenwasser zu schädigen, obschon die Brunnen durch die filtrierende Wirkung des Bodens vor der Infiltration geschützt sind, so leuchtet wohl ein, daß die Bodensubstanz selbst nicht indifferent für die Gesundheit der auf ihr lebenden Personen sein kann. Gerade durch die Filtrationswirkung des Bodens, welche die Brunnen schützt, wird anderseits der sanitäre Zustand des Bodens selbst verschlechtert. Alles häuft sich an der Oberfläche, stets bereit für weitere Verschleppung.

Wie die Natur dieses Staubes oder Schmutzes ist, so verhält sich auch der Schaden, den er hervorruft; zum mindesten kann er dazu beitragen, daß die Nahrungsmittel und Speisen rascher verderben wie sonst; aber eine Verschleppung pathogener Keime ist auf diesem Wege des Imports nach dem Hause auch nicht ausgeschlossen.

Wir erkennen also, daß die Beschaffenheit des Bodens unserer Umgebung nicht für die Gesundheit gleichgültig ist.

Außer den genannten Bedenken über die Gefährdung der Gesundheit durch einen von Abfallstoffen aller Art beschmutzten Boden kommt noch die wichtige Erfahrungstatsache hinzu, daß man an vielen Orten, an welchen sich epidemische Krankheiten, z. B. der Abdominaltyphus, in hohem Maße festgesetzt hatten, durch die Maßnahmen der Bodenreinhal tung, die wir auch späterhin besprechen werden, nachgerade eine Immunität erzielt hat (Danzig, München.) Im Jänner 1840 bis März 1841 starben in München von noch nicht ganz 100.000 Einwohnern 511 Personen an Abdominaltyphus; durch die fortschreitenden Maßnahmen der Bodenreinhal tung verminderte sich die Sterbeziffer vom Jahre 1880 ab bis auf 17 für 100.000 im Durchschnitte, um später noch weiter abzusinken. Die Sterblichkeit an Typhus hat gegenüber den Vierzigerjahren um das Fünffzigfache abgenommen; ein Erfolg, wie man ihn kühner nicht hätte erwarten können.

Wenn wir die Überantwortung aller Abfallstoffe an den Boden als ungezund und unzweckmäßig bezeichnen müssen, so wird man einwenden können, daß der Boden doch gerade der eigentliche naturgemäße Ort für die Unterbringung der genannten Stoffe sei. In dem Boden werden sie zerlegt und mineralisiert und geben der Pflanzenwelt neues Leben. Die Düngung verbessert wesentlich den Boden und niemand wird wohl durchweg behaupten wollen, daß ein gedüngter Boden ein ungesunder sei. Für den Städteboden liegen die Verhältnisse anders. Denkt man sich die Menschen so verteilt, wie es zu einer ausgiebigen Düngung des Bodens vom landwirtschaftlichen Gesichtspunkte aus wünschenswert wäre, so ist es mehr als ausreichend, wenn 80 Personen auf 1 *ha* Bodenfläche hausen und letzterer ihre Abfälle behufs Düngung zuführen. Diese Verhältnisse sind in den Städten meist weit überschritten. Auf 1 *ha* wohnen bis zu 800 Personen und darüber, d. i. also zehnmal mehr, als zu einer ergiebigen Düngung ausreicht. Dabei ist davon ganz abgesehen, daß in den meisten Städten drei Viertel der Bodenfläche mit Häusern bedeckt sind, für die Bodendüngung also nur ein Viertel übrig bleibt, und daß kein Pflanzenwachstum die raschere Zerstörung der Stoffe begünstigt.

Die Abfallstoffe einer Stadt führen, wenn keine besonderen Einrichtungen für deren Beseitigung getroffen werden, unbedingt zur hochgradigen Überdüngung des Bodens.

Die Menge der entstehenden Abfallstoffe wird für die mittlere Bevölkerung, d. h. Kinder und Erwachsene, annähernd wie folgt, nach der Meinung des Verfassers allerdings zu hoch berechnet, angenommen: es treffen im Jahre auf einen Bewohner in rohen Werten:

34	kg	Kot,
228	„	Harn,
90	„	Küchenabfälle und Hauskehricht,
15	„	Asche bei Holzfeuerung (1·5% des Holzes)
<hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/>		
= 567 kg <sup>1)</sup>		

<sup>1)</sup> Verfasser hält per Person und Tag die Menge der trockenen organischen Substanz im Kot mit 21 g und der organischen Substanz in Harn mit 41 g ausreichend hoch angenommen. = 7·7 kg Kottrockensubstanz und 15 kg Harnrockensubstanz (organisch) per Jahr.

Außerdem entsteht noch eine nicht unbedeutende Quantität von flüssigen Abfällen, das Haus- und Gebrauchswasser, welches außer den Schmutzbestandteilen der Haut, dem Schmutze des Bodens, wohl auch nicht selten noch etwas Harn mit sich führt, ferner das Küchen- und Waschküchenwasser. Nimmt man bei 30 l für die einzelne Person im Tage und rechnet, daß ein Drittel verdunstet, was offenbar hoch gegriffen ist, so treffen nicht weniger als 7300 kg derartige Abwasser per Kopf und Jahr. Alles zusammengenommen etwa 7867 kg, das sind mehrere Wagenladungen (Pettenkofer).

Alle diese Stoffe müssen aus den Städten tunlichst beseitigt werden; auch bei der größten Sorgfalt wird es nicht gelingen, jedwede Bodenverschmutzung zu beseitigen. Wir können dies Ziel gar nie erreichen; wir wünschen nur die Bodenverschmutzung auf ein solches Maß zurückzuführen, daß die Selbstreinigung des Bodens zur Zerstörung der organischen Stoffe ohne die Einleitung von Fäulnisprozessen ausreichend ist.

Neben der Beseitigung der Abfallstoffe im engeren Sinne, wie sie eben geschildert worden sind, besteht für die Ortschaften noch die Notwendigkeit, Einrichtungen zu treffen für den geordneten Ablauf des Wassers bei Regenfall. Zur Entwässerung dienen unter einfachsten Verhältnissen Gräben, die nach einem See, Flusse, Bache u. s. w. führen. Man nennt diese letzteren die „Vorfluter“. In ländlichen Verhältnissen bei lockerem Boden versickert zum großen Teile das Wasser; nur größere und längere Regenfälle und Schneeschmelzen liefern viel abzuführendes Wasser. Je größer eine Ortschaft, je dichter bebaut, je besser gepflastert sie ist, um so lebhafter drängt sich die Notwendigkeit, auf besondere Anlagen zum Ablauf des Regenwassers zu treffen, auch das Harn- und Küchenwasser wird nicht einfach mehr versickern können; man schreitet zur unterirdischen Ableitung, zur Kanalisation. Die Beseitigung *a)* der Abfallstoffe, *b)* die Kanalisation sind also Hauptaufgaben der Reinhaltung der Städte.

Während auf dem Lande die Beseitigung der Abfallstoffe sich noch vielfach in der einfachsten Form bewegt, daß der Düngerhaufen die gemeinsame Stätte der Ablagerung bildet; wird diese Beseitigung der Abfallstoffe in den Städten gegliedert *a)* in die Abfuhr des Straßenkehrichts, *b)* die Abfuhr von Hauskehricht, Speiseabfällen, Aschefall u. s. w. — dem Müll und *c)* die Beseitigung der festen Abgänge mit teilweise beigemengtem Harn durch Grubensysteme, Tonnen u. s. w., *d)* der Ableitung der flüssigen Schmutzstoffe (Harn, Küchenwasser, Waschwasser). Feste Abgänge und flüssige Schmutzstoffe werden häufig zusammen kontinuierlich abgeleitet bzw. den Kanälen übergeben. So entsteht das wichtige System der Schwemmkanalisation.

Mit der Fürsorge der Beseitigung der Abfallstoffe aus der Stadt ist übrigens die sanitäre Aufgabe nicht beendet; wir haben uns namentlich noch bezüglich des Verbleibes der Abfallstoffe zu unterrichten. Mit der Frage der Städtereinigung werden namentlich noch die Mittel zur Verhütung der Flußverunreinigung zu besprechen sein.

Wir wenden uns zunächst der Betrachtung jener Methoden zu, welche sich mit der Entfernung von Harn und Kot aus den Städten beschäftigen.

### Senkgruben.

Die Senkgruben sind gemauerte Behälter und in der Regel in unmittelbarer Nähe der menschlichen Wohnungen angelegt. Von den Düngergruben auf dem Lande sind sie durch ihre hygienische Bedeutung nicht unterschieden, sondern nur dadurch, daß man diese Senkgruben in den Städten zu bedecken pflegt.

Die Senkgruben gestatten vielfach den völlig freien Austritt des Grubeninhaltes in das umgebende Erdreich. Bei den Versitzgruben oder Schwindgruben werden absichtlich die Wände nicht dicht ausgemauert, ja der Boden der Grube sogar vollkommen frei von Mauerwerk belassen, um die in Wasser löslichen Bestandteile der Abfallstoffe in den Boden sickern zu lassen. Derartige Anlagen vermögen oft für viele Jahre zur Aufnahme von Fäkalien in Verwendung zu stehen, ehe sie einer Räumung bedürfen. Je besser die Versitzgrube die Fäkalien durchsickern läßt, um so schlimmer steht es mit der Reinheit des Bodens in der Umgebung der Grube.

Außer den obgenannten Schwind- und Versitzgruben werden auch vollkommen ausgemauerte und zementierte Gruben angelegt. Dieselben sind wohl anfänglich, selten aber für die Dauer undurchgängig, da die Jaucheflüssigkeit lösend auf den Zement wirkt und das Ammoniak der faulenden Jauche sowie Kali und Natron mit der Kieselerde des Zements lösliche Verbindungen eingehen. Gasteeranstrich im Innern der Grube nützt wenig, weil sich auch das Ammoniak mit den harzigen Bestandteilen des Asphalts zu einer löslichen Seife verbindet; nur wenn die Grube aus einem doppelten zementierten Mauerwerk und einer dazwischen gestampften, mindestens 0,3 m breiten Schicht in plastischem Ton hergestellt wird, kann genügende Dichtigkeit erreicht werden.

Die in den Boden sinkende Abtrittjauche unterliegt dort der Zersetzung, die sich um so mehr einer stinkenden Fäulnis nähert, je zahlreicher die Schmutzbestandteile gegenüber der Menge der damit infiltrierten Erde sind. Die Bodenluft nimmt die riechenden Bestandteile und die Gase in sich auf und transportiert dieselben weiter.

Das Zementieren der Gruben bringt eminente Vorteile gegenüber den durchlässigen Schwindgruben.

Auch die in den Senkgruben aufgelagerten und aufgespeicherten Stoffe befinden sich in andauernder Zersetzung. Im ganzen und großen charakterisieren sich die in den Senkgruben abspielenden Prozesse als Fäulnisvorgänge. Erismann hat untersucht, wieviel Gase von dem Grubeninhalte unter Verhältnissen, die den natürlichen nachgebildet sind, abgegeben werden. Er berechnet für eine Grube von 3 m Quadrat und

2 m Tiefe für 24 Stunden eine Abgabe von

Kohlensäure . . . . .	11.44 kg	oder	5.67 m <sup>3</sup>
Ammoniak . . . . .	2.64 "	"	2.67 "
Schwefelwasserstoff . . . . .	0.03 "	"	0.02 "
Organischen Stoffen (auf Sumpfgas berechnet) . . . . .	7.46 "	"	10.43 "

Der in der Grube vorhandene Luft wird gleichzeitig Sauerstoff entzogen; für die vorgenannte Menge von Fäkalien beträgt die Gesamtmasse der Gase 13.85 kg an einem Tage.

Die stinkenden Gase der Abtrittgruben werden meist durch das Bedecken und Verschluss der Gruben mit Holz- oder Steindeckeln, mit

Bohlen u. s. w. an der freien Kommunikation mit der Luft gehindert, aber in den meisten Fällen nur unvollkommen.

Schlimmer ist es, daß die Abtrittgruben durch die Fallschläuche in direkter Verbindung mit den Wohnungen stehen und die belastigenden Gase direkt nach den Wohnräumen gelangen können. Jeder Windstoß, der die Gruben oder das Haus trifft, bedingt ein Wandern dieser Gase. Vor einem Regen, d. h. bei sinkendem Barometerdruck, wird der üble Geruch vermehrt. Die Geschwindigkeit, welche die Abtrittluft bisweilen erreicht und mit der sie nach bewohnten Räumen strömt, beträgt 1 m per Sekunde und darüber und reicht auch hin, dann leichtere Gegenstände, wie Papier, nach oben zu tragen. Durch eine einzige nicht verschlossene Abtrittsöffnung drangen in einem Falle während eines Tages 1172—1156 m<sup>3</sup>, in einem anderen 518.400 m<sup>3</sup> Abtrittgase nach dem Hause zu. In konzentriertem Zustand sind die Abtrittgase (Kloakengase) zweifellos gefährlich für die Gesundheit wie für das Leben. Die Grubengase können frei von Sauerstoff sein. Zumeist treten sie mit Luft gemischt auf. Obschon sie ein variables Gemenge von Gasen darstellen, so tritt bei der Einwirkung auf den Menschen stets das Schwefelwasserstoffgas (vielleicht auch Merkaptan) in den Vordergrund. Bei den gelinden Formen der Vergiftungserscheinungen zeigt sich beim Menschen Übelkeit, Aufstoßen wie von faulen Eiern, Erbrechen, Eingenommenheit des Kopfes; bei den schweren Formen werden unter Ohnmacht und Bewußtlosigkeit klonische und tonische Krämpfe beobachtet, und schließlich kann durch Asphyxie der Tod eintreten.

In manchen Fällen ist in den Abtrittgasen das Ammoniak in solcher Menge vorhanden, daß es wesentlich belästigt und die Schleimhäute reizt.

Die Frage, ob die Abtrittgase auch bei dem höheren Grade der Verdünnung noch schädlich für die Gesundheit sind, ist nicht leicht zu beantworten. Zweifellos wirken sie in bedenklichem Grade auf unser Geruchsorgan ein und erzeugen Ekelgefühl und hochgradiges Mißbehagen und müssen schon deshalb von den Wohnräumen ferngehalten werden.

In der Regel werden wohl durch die Abtrittluft feste Partikelchen nicht mitgeführt, wenn schon ausgedehntere Prüfungen dieser Frage zur Zeit nicht vorliegen. Es wird aber bei den hohen Graden der Geschwindigkeit, welche sie bisweilen an schlecht konstruierten Abfallröhren erlangt, nicht zu bezweifeln sein, daß zerstäubtes Material (bestehend aus Wassertröpfchen) mit fortbewegt werden kann. In nicht gespülten, namentlich den weiten hölzernen Abtrittschläuchen lassen sich oft Hunderte von Fliegen nieder, die Infektionsstoffe jeder Art, und zwar von großen Mengen verschleppen.

Die Störungen von seiten einer Senkgrube lassen sich einerseits durch geeignete Behandlung des Grubeninhaltes beseitigen, die Faulnisvorgänge können gemildert und behoben werden durch Zusatz von Torfmull, von Erde oder Holzkohle zu den Fäkalien. Die Zersetzung des Grubeninhaltes hört deswegen nicht auf; vielmehr wird Kohlensäure, Grubengas und Ammoniak abgegeben und reichlich Sauerstoff aufgenommen, aber kein Schwefelwasserstoff, die übelriechenden Substanzen sind wesentlich beseitigt (Erisman n).

In weit wirksamerer Weise können die Abtrittgase durch folgende Maßnahmen von den Wohnräumen ferngehalten werden.

a) Eine richtig konstruierte Senkgrube muß möglichst luftdicht nach oben abgeschlossen sein; Überwölbung der Grube, Stein- oder Eisendeckel, eventuell mit Erdeüberdeckung dient dem Zwecke am besten.

b) Die Grube wird durch aus glasiertem Tone hergestellte Abfallrohre mit den Kabinetten verbunden, die ihrerseits gut lüftbar sein müssen, und zwar durch direkte Kommunikation mit dem Freien. Die Räumlichkeiten sollen hell sein, damit die Reinlichkeit dadurch gehoben wird.

c) Zwischen jedem Abort und den Wohnräumen sollte sich eine Art Vorzimmer befinden, groß genug, um durch Öffnen der Fenster eine wirksame Ventilation auch in diesem Raume herbeiführen zu können.

d) Das Abfallrohr muß unbedingt in gleicher Weite nach Art eines Kamins über

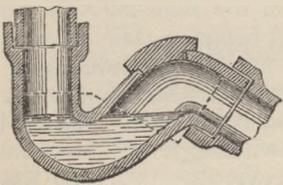


Fig. 151.

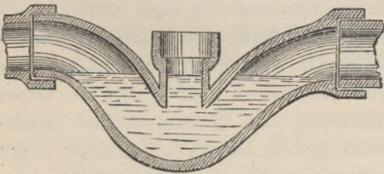


Fig. 152.

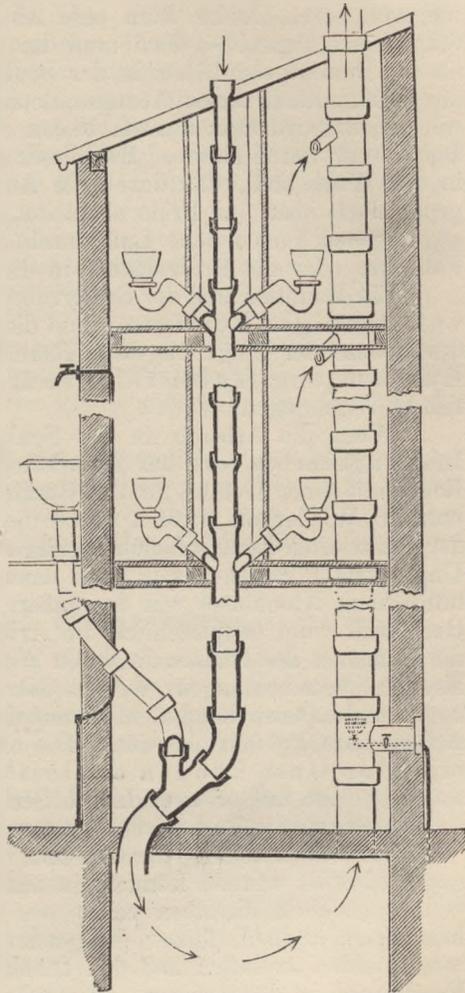


Fig. 153.

Dach geführt werden. Die Grube steht durch das Abfallrohr dann in direkter Verbindung mit der Atmosphäre.

Zur weiteren Sicherung der Hausluft gegen das Einströmen von Abtrittluft dienen Wasserklosette mit Wasserverschluß (Siphons). In beiden Fällen wird ein Wasserverschluß an dem Abfallrohr angebracht; er wirkt jedoch nur, wenn, wie oben auseinandergesetzt, daß letztere über das Dach verlängert ist.

Die Einrichtung eines Siphons erläutern die nebenstehenden Zeichnungen (Fig. 151 und 152). Nach jedesmaliger Spülung des Klosetts bleibt Wasser zurück und hindert das Durchtreten von Gasen.

Eine sehr gute Abhilfe gegen das Eindringen der Senkgrubengase gewährt ferner eine gute Ventilation der Abortgrube. Eine solche läßt sich dadurch herstellen, daß man die Senkgrube dicht verschließt und von deren Decke dann eine Abzugsröhre über das Dach hinausführt (siehe Fig. 153), doch muß der Querschnitt der Röhre größer sein als die Summe sämtlicher in der Senkgrube mündender Fallröhren. Soll die Wirksamkeit dieses Abzugsschlotes erhöht und gleichmäßig gestaltet werden, so wird man ihn am besten durch eine Gasflamme (oder andere Beheizung) warm halten. Bei dieser Einrichtung findet die Ventilation in der Weise statt, daß durch die Abzugsröhre die Stinkgase der Senkgrube nach oben ins Freie abgeleitet werden, während zum Ersatz der abgezogenen Luft frische Luft durch die bis über das Dach ragenden Fallrohre oder die Brillenlöcher in die Senkgrube nachströmt.

Ein Hauptnachteil der Senkgrube ist die Unmöglichkeit einer vollständigen Reinigung und die fast unvermeidliche Beschmutzung des Bodens der Umgebung beim Räumen, ferner die langandauernde Ansammlung fäulnisfähigen Materials in der Nähe der menschlichen Wohnungen.

Wenn die Arbeiter in die Senkgrube einsteigen müssen, um den Inhalt auszuheben oder um Reparaturen vorzunehmen, so ist das in der Regel mit einer Gefahr für die Gesundheit, ja sogar für das Leben verbunden. Wiederholt wurden durch die über den Exkrementen oder über der infiltrierten Erde stehenden giftigen Gase die Arbeiter getötet; diese Unglücksfälle ereignen sich auch dann, wenn die Behälter sich nicht in luftdichtem Abschlusse von der äußeren Luft befinden. Die Wirkung der Gase trifft wohl hauptsächlich die Arbeiter, unter Umständen aber auch die Personen des Hauses, in deren Wohnungen die Gase eindringen. Die Krankheitserscheinungen, welche dabei entstehen, werden Plomb genannt und müssen hauptsächlich auf die Einwirkung von Schwefelwasserstoffgas zurückgeführt werden. Die in den Abtrittgruben sich ansammelnden Gase können explosibel sein; wiederholt wurden Personen, welche mit offenem Lichte Senkgruben betraten, durch den sich entzündenden Schwefelwasserstoff lebensgefährlich verletzt.

Zur Sicherstellung der Arbeiter, welche durch diese Senkgrubengase gefährdet werden können, ist eine Umgürtung erwünscht, um in Ohnmachtsfällen dieselben sofort aus dem Bereiche der giftigen Gase bringen zu können, ferner dringend anzuraten, die Grube durch mehrere Stunden zu lüften und den Inhalt womöglich durch Chlorkalk oder Eisenvitriol zu desinfizieren. Bei sehr durchlässigen Gruben und Infiltration des Bodens kann nach dem erstmaligen Räumen das aus der Umgebung der Grube einsickernde Schmutzwasser eine erneute Verschlechterung und Vergiftung der Grubenluft herbeiführen.

Die zweckmäßigste Entleerungsart der Gruben ist jene auf pneumatischem Wege. Eine auf einem Wagen befindliche eiserne Tonne, welche mit der Grube durch einen weiten Kautschukschlauch verbunden ist, wird mit einer transportablen, durch Hand- oder Dampftrieb bewegten Luftpumpe luftleergepumpt; es steigt dann der Grubenhalt nach der Tonne. Die ausgepumpten Gase werden, ehe sie ins Freie gelangen,

durch ein kleines Kohlenfeuer getrieben oder durch die Feuerung der Lokomobile und hier zerstört. Die dicken Massen einer Senkgrube müssen aber in allen Fällen besonders ausgehoben werden.

Die Nachteile des oftmaligen Raumens der Grube hat man an manchen Orten durch einen Überlauf der Grube nach den Kanälen zu beseitigen versucht. Dabei wird alles Lösliche und leicht Schwemm- bare den letzteren zugeführt. Es ist aber kein sanitärer Grund einzu- sehen, warum man dann nicht durchweg die Fäkalmassen direkt, und zwar frisch und unzersetzt den Kanälen zuführt.

Man hat das Gruben- und die mit ihm verwandten anderen Systeme namentlich mit Rücksicht auf die Landwirtschaft empfehlen zu müssen geglaubt, damit die wertvollen Dungbestandteile nicht verloren gehen. Der Grubeninhalte besteht nach König für 100 Teile im Mittel aus

96.3	Teilen	Wasser,
3.6	"	Trockensubstanz,
2.8	"	organischer Substanz,
0.16	"	Phosphorsäure,
0.37	"	Stickstoff.

Die Nachfrage nach dem Grubeninhalte ist eine sehr beschränkte und in den meisten Fällen kann man nur für teures Geld die Abfuhr desselben erlangen. Vielfach wird der Inhalt außerhalb dem Bereiche der Städte den Flüssen übergeben.

Des Grubensystem entspricht im allgemeinen den sanitären Ansprüchen nur annähernd, kann aber bei peinlicher Sorgfalt bezüglich der Dichtigkeit der Gruben als ein Übergangssystem zur besseren Beseitigung der Abfallstoffe angesehen werden.

### Die Klosett- und Tonnensysteme.

Es ist bei den mannigfachen Unannehmlichkeiten, welche das Grubensystem mit sich bringt, ein naheliegender Gedanke, die Übelstände durch Anwendung von kleinen transportablen Behältern und kurzer Entleerungsfristen zu vermindern. In dieser Weise sind die Klosette und das eigentliche Tonnensystem entstanden.

Im wesentlichen bestehen die Abortanlagen dieser Art aus dem Sitztrichter und einem Gefäße, in welchem die Fäkalien sich ansammeln. Letzteres wird meist in dem unteren Stockwerke eines Hauses aufgestellt; bisweilen führt auch ein Abortschlauch, der durch mehrere Stockwerke geht, die Fäkalien nach einem gemeinsamen Behälter, welcher entweder täglich oder wenigstens nach Ablauf weniger Tage abgeholt und entleert wird.

Die Fäkalien lassen sich — weil sie wenig mit Wasser verdünnt sind — gut zu Düngzwecken für die Landwirtschaft oder zur Poudrette- bereitung verwenden.

Die Ausführung der dem Tonnensystem nachstehenden Klosett- systeme und des eigentlichen Tonnensystems ist eine sehr verschiedene.

Wesentlich unterschieden sind die Klosettssysteme dadurch, daß bei manchen Harn oder Kot zusammen aufgefangen wird, bei anderen da- gegen eine Scheidung von festem und flüssigem Unrat statt- findet. Ersterer wird an die Tonnen abgeführt, letzterer nach den Kanälen ablaufen gelassen.

### a) Systeme mit Trennung.

Eine große Anzahl von Erfindungen bemühte sich, der gestellten Aufgabe der Trennung von Harn und Kot in mannigfacher Weise gerecht zu werden.

Eine befriedigende Trennung von flüssigem und festem Inhalte ist aber nie erreicht worden.

Mag auch die Separation an einigen Orten eine durch besondere Verhältnisse begründete Berechtigung besitzen, so bringt sie im allgemeinen keine hygienischen Vorteile.

Die Verfahren, in Tonnen u. s. w. die menschlichen Abfallstoffe durch Zusätze (zumeist recht ungenügend oder gar nicht desinfizierende) zu klären und die Flüssigkeiten den Kanälen zu überantworten, das Sediment abzuführen; haben sich nicht genügend bewährt und sind entbehrlich.

### b) Das Tonnensystem.

In einer sehr zweckmäßigen Weise können Tonnen zum Auffangen der Fäkalien ohne Trennung benützt werden und dieses System läßt sich auch zu einer selbst für größere Gebäude vollkommen befriedigenden Anlage durcharbeiten. In größeren Orten ist es auf dem Aussterbeetat.

Durch die Gebäude sind die Aborte ebenso wie bei dem Grubensystem verteilt, die Abfallröhren führen nach dem an einem tiefgelegenen Punkte des Hauses eingebauten Tonnenraume in die dortselbst befindliche Tonne. Diese werden am besten aus Metall hergestellt, oder man verwendet adaptierte Petroleumfässer. In Fig. 154 ist die hölzerne Tonne dargestellt; sie hat oben eine weite Öffnung, an welche das Fallrohr angeschlossene wird. Während des Transports wird die Tonne durch einen aufschraubbaren Deckel verschlossen.

Die eiserne Tonne, Fig. 155, ist ähnlich konstruiert, sie trägt außerdem ein Überlaufrohr, durch welches bei Überfüllung der Tonne von dem Inhalt nach einem untergestellten Eimer fließt.

Die Tonne schließt möglichst luftdicht an das Abfallrohr, die unvermeidlichen Fugen werden vielfach mit Lehm gedichtet. Das Abfallrohr hat an seinem unteren Ende ein vertikal verschiebbares Rohrstück. Soll die Tonne entfernt werden, so wird dieses Rohr in die Höhe geschoben, die Tonne weggehoben und eine leere neu eingesteilt. Das untere Ende des Abfallrohres ist ferner syphonartig gekrümmt, wodurch die Luft in den Abfallrohren gewissermaßen durch einen Wasser-, bezw. Kotverschluß von der Tonnenluft abgeschlossen und die freie Zirkulation gehemmt wird.

Die Tonnen sollen mindestens zweimal die Woche entleert werden; aus tiefliegenden Tonnenräumen werden dieselben in der durch Fig. 156 veranschaulichten Weise gehoben.

Das Tonnensystem ist in seiner ganzen Durchführung im wesentlichen ein Grubensystem, nur ist eben die Grube klein und frei aufgestellt, so daß die Bodenverunreinigung vermieden bleibt. Ohne weitere Maßnahmen würde dasselbe aber doch nicht befriedigen. Für das Abfallrohr des Tonnensystems gilt dasselbe, was wir schon bei der Grube besprachen, es muß über Dach geführt werden. Da mit dem Tonnensystem, wegen der Kleinheit des die Fäkalien aufnehmenden Raumes und mit Rücksicht auf die Verwertung der Fäkalmasse als Dünger, kein Wasserklosett Anwendung finden kann, so wird eine völlige Geruchlosigkeit bei dem Tonnensystem ohneweiters nicht zu erzielen sein. Man kann jedoch durch Verbindung eines Ventilationsrohres mit der Tonne und Erwärmung dieses Rohres, wie wir es oben für das Grubensystem beschrieben

haben, eine durchaus geruchlose und vollbefriedigende Anlage erzielen.

Ein wichtiger ökonomischer Vorteil des Tonnensystems besteht darin, daß durch dasselbe die menschlichen Abfallstoffe in einfacher Weise für die Landwirtschaft verwertet werden können. Aber nicht jederzeit bedarf die letztere des Düngers, weshalb man bei fehlendem Absatz genötigt ist, außerhalb der Stadt Sammelbecken für die Fäkalien zu errichten, in denen sie magaziniert werden müssen. Vielfach haben sich die Hoffnungen, den Inhalt der Tonnen an die Land-



Fig. 154.

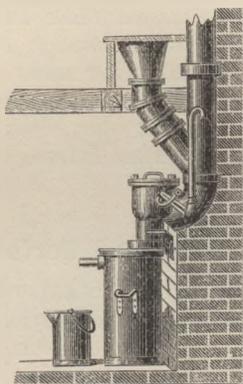


Fig. 155.

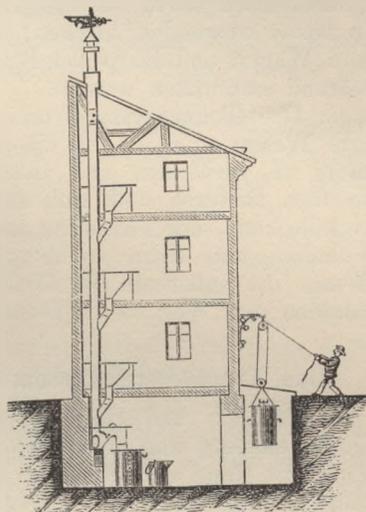


Fig. 156.

wirte verkaufen zu können, als eitle erwiesen; ja meist sind sogar erhebliche Geldaufwendungen notwendig, um überhaupt den Tonneninhalt loswerden zu können. Eine rationelle Verwertung läßt sich durch die Poudrettierung erreichen (Podewils).

Nach dem Dargelegten wird bei sorgfältigem Betriebe die sanitäre Bedeutung des Tonnensystems für die Reinhaltung des Bodens nicht zu leugnen sein. Wir sehen, welcher wesentlichen Fortschritt bereits dichte Gruben an Stelle von undichten herbeiführen. Und doch sind auch gut angelegte Gruben kaum auf die Dauer vollkommen dicht zu halten. Wir dürfen aber nicht vergessen, wie es so vielfach geschieht, daß das Tonnensystem im wesentlichen sich nur auf die Entfernung der Fäkalien und des Harnes beschränkt, soweit diese eben den Tonnen oder unter anderen Verhältnissen den Senkgruben zugeführt werden.

Wie neben der besten Grubenanlage eine zweckentsprechende Kanalisation nicht entbehrt werden kann, so ist dies auch beim Tonnensystem der Fall.

Als Schattenseiten des Tonnensystems bezeichnet man häufig die Kosten, welche dem einzelnen für die periodische Abfuhr erwachsen und welche um so größer sind, je richtiger das System ge-

handhabt wird. Soll das System befriedigen, so muß eine genaue Kontrolle über den Zustand der Tonnen geübt werden, desgleichen über die rechtzeitige Entleerung und über die Reinlichkeit des Verfahrens beim Auswechseln der Tonne. Letzteres läßt vielfach zu wünschen übrig; und nicht selten sieht man Fäkalien den Tonnenraum verunreinigen, oder der Tonnenwagen hinterläßt bei seinem Transport durch die Straßen deutlichst seine Spuren. Die Eisentonnen unterliegen einer ziemlich raschen Abnutzung und stellen für den Transport eine unbequeme tote Last dar. Das System eignet sich, wenn man überhaupt darauf zurückgreifen will, am ehesten noch für eben gelegene und mittlere Städte, welche den Tonneninhalt leicht an die Landwirte absetzen und allenfalls Wassertransport anwenden können; in Großstädten würde die große Anzahl von Wagen und die großen Strecken, welche durchfahren werden müssen, störend empfunden werden.

Das Tonnensystem verbietet in den meisten Fällen das Einschütten von Wasser u. s. w., um einerseits den Tonneninhalt zu Düngerzwecken nicht zu verdünnen und andererseits das allzu häufige Abholen zu vermeiden. Dadurch stellt sich aber leicht die sanitär nicht gleichgültige Gewohnheit ein, der Tonne nur jene beim Gebrauche der Klosette abfallenden Fäkalien und Harn zu übergeben, während die nicht unbeträchtliche Menge des außerhalb der Defäkation entleerten Harnes und die Kinderfäkalien den Weg in die Gosse finden.

### Das Trockenerdesystem nach Moule und Torfmullanlagen.

Fäkalien und Harn werden bei dem Trockenerdesystem in ein Gefäß entleert und durch eine selbsttätige Streuvorrichtung (eventuell auch mit Hand und Schaufel) feingesiebte Erde aufgestreut. Die letztere saugt die Stoffe auf und macht die Fäkalien geruchlos. In der Erde beginnt eine Zerlegung der Abfallstoffe, daher kann man die Erde nach einigem Lagern ein zweites, drittes und viertes Mal verwenden. Da zu jedem Stuhl etwa 3·7 kg Erde zugesetzt werden müssen, sind per Jahr für eine Person 25·6 Zentner Erde nötig.

Die Durchführung dieses Systems für Städte ist wegen der schwierigen Herbei- und Wegschaffung des Erdquantums unmöglich. Dagegen hat es bei einzelnen Gebäuden gewiß seine Anwendbarkeit. Am wirksamsten sind Erdsorten mit viel Tonerde und kiesel-sauren Verbindungen und lehmhaltige Gartenerde. Die mit Exkrementen vermischte Erde hat bedeutenden Wert für die Landwirtschaft; da sie geruchlos bleibt, kann sie in beliebiger Weise transportiert werden.

Eine ähnliche Einrichtung ist das englische Aschenklosett. Die Fäkalien werden durch aufgeschüttete Asche geruchlos werden.

Aus den mächtigen Mooren Norddeutschlands wird Torf gewonnen. Nachdem derselbe durch geeignete Maschinen zerkleinert und zerrissen ist, wird das Gemenge gesiebt, die feine durch das Sieb fallende Masse stellt den Torfmull dar, die verfilzte und faserige Masse die Torfstreu. Erstere eignet sich in trockenem Zustand vorzüglich zum Aufsaugen von Flüssigkeit und man hat sie empfohlen, um die Fäkalien zu bestreuen, geruchlos und transportabel zu machen. Die besseren Sorten saugen das Zehnfache ihres Gewichtes an Exkrementen auf, und zwar mit großer Schnelligkeit. Der Torfmull wirkt desodorisierend; da er, mit Wasser

befeuchtet, sauer reagiert, bindet er Ammoniak. Die einzelnen Teilchen verkleben nicht, sondern bilden eine pulverige Masse. An luftigen Stellen ausgebreitet, gibt er das Wasser leicht ab und kann, wenn keine anderen Bedenken entgegenstehen, ein zweites und drittes Mal verwendet werden. Der Dungwert von Torfmull steigt dabei.

Die fast geruchlose Torfmullfäkalienmasse kann offen verfrachtet werden. Torfmull hat also die Vorzüge des Trockenerdeverfahrens, ohne durch seine Menge und die Schwierigkeiten des Transports lästig zu fallen.

Vielfach werden Torfmullklosette hergestellt, welche selbsttätig bei jeder Benützung des Klosets eine zureichende Menge von Torfmull in das Abfallrohr fallen lassen. Das Torfmullfäkaliengemenge wird nach den bis jetzt vorliegenden Angaben in Fässern oder ähnlichen Geräten gesammelt.

In dieser einfachen Weise hergestellt, genügt aber die Anlage nicht; es müssen auch bei Anwendung der Torfstreu die Regeln beachtet werden, welche wir für die Anlegung von Abortanlagen schon gegeben haben. Die Abfallrohre sind über Dach zu führen, die Gefäße, welche Fäkalien und Torfstreu aufnehmen, luftdicht mit dem Abfallrohre zu verbinden, und es ist auf eine geeignete Ventilation der Anlage Bedacht zu nehmen.

Die Tonnen werden mit leicht abnehmbarem Deckel versehen. Das Torfmullsystem ist dem gewöhnlichen Tonnensystem vorzuziehen; aber nur dann, wenn die Kosten für den Mull genügend gering sind.

Auch in Verbindung mit Grubensystem hat man Torfmull verwendet. Man bringt in die Grube eine dicke Schicht Torfstreu, um die auffallenden Fäkalien und Harn aufsaugen zu lassen. Außerdem wird von Zeit zu Zeit noch Torfmull aufgeschichtet. Bei gewissenhafter Vornahme dieser Prozedur bietet dieses Verfahren manche Vorzüge. Da der Inhalt der Grube alsdann nicht flüssig, sondern fest ist, kann bei Torfmullverwendung eine Verunreinigung des Bodens nicht stattfinden. Die in der Grube sich entwickelnden Gase sind nicht oder nur wenig übelriechend. Die Räumung der Grube und die Verfrachtung des Inhaltes bietet keinen Anlaß zu Beschwerden (siehe auch unter Desinfektion).

### Das Feuerklosett.

Man hat seit ein paar Jahren auch Versuche gemacht, Harn und Kot verbrennen; wegen des großen Wasserreichtums des Harnes macht diese Methode mancherlei Schwierigkeiten und Kosten. Wenn jedoch, wie das z. B. bei Soldaten der Fall ist, viel Harn außerhalb der Kaserne abgegeben wird, verringern sich die Schwierigkeiten. Der Harn wird in einer Art Pfanne eingedickt und dann mit den Kotbestandteilen, die ja einen höheren Verbrennungswert besitzen, in einer Feuerung vernichtet. Die Zweckmäßigkeit des Verfahrens muß noch weiter festgestellt werden.

### Kontinuierliche Ableitung der Fäkalien nach dem Liernur-System.

Bei den Gruben- und Tonnensystemen u. dgl. muß für eine periodische Entfernung der angehäuften Fäkalien Fürsorge getroffen werden; diese geschieht durch Abfahren, weshalb man diese Systeme auch kurzweg Abfuhrsysteme nennt.

Es sind aber auch eine Reihe von Einrichtungen getroffen, durch welche permanent die Fäkalien und der Harn, d. h. die in Klosetten abgesetzten Massen, durch Ableitung in einem geschlossenen unterirdischen Röhrensystem beseitigt werden. Da ein derartiges Gemenge von Harn und Kot zu zähflüssig ist, um bei schwachem Gefälle sich leicht vorwärts zu schieben, muß man mechanische Kräfte verwenden.

Beim Liernur-System steht das ganze Röhrensystem mit einer Pumpstation vor der Stadt in Verbindung. Durch eine Dampfmaschine wird zeitweise in dem Röhrennetze ein negativer Druck erzeugt, die Fäkalien fließen der Zentralstation zu.

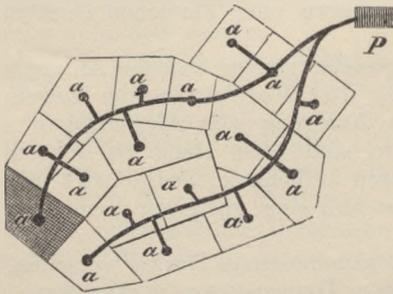


Fig. 157.

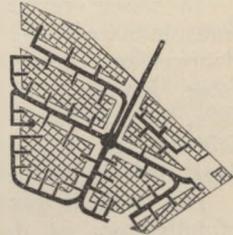


Fig. 158.

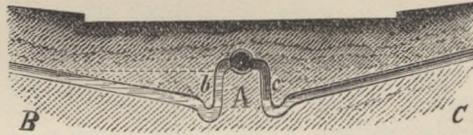


Fig. 159.

Die Städte werden bei Einführung des Liernur-Systems in Bezirke von 4 bis 10 ha Bodenfläche geteilt. In dem Zentrum dieser Bezirke befindet sich je ein gußeiserner zylindrischer Kessel (Reservoir) etwa an dem Kreuzungspunkte zweier Straßen unter dem Pflaster. Die Reservoirs werden durch weitere Sammelrohre, die vor dem Reservoir absperrbar sind, mit der Pumpstation verbunden.

In Fig. 157 sind *a* die Sammelrohre, *P* die Pumpstation. Von den Reservoirs führen die engeren Rohre nach den Straßen des Bezirkes und nach den Klosetten, wie Fig. 158 dies weiter veranschaulicht. Die Hausrohre *BC* sind durch syphonartige Biegungen (*bc*) mit der anhängenden Röhre, die nach dem Reservoir führt, verbunden (Fig. 159).

In den Röhren *BC* sammelt sich der aus den Abfallrohren einströmende Kotinhalt; er wird in denselben verschieden hoch stehen. Arbeitet die Maschine der Pumpstation, so wird durch die Luftverdünnung im Reservoir und in der Röhre *A* der Fäkalieninhalt angezogen, und zwar aus jenem Rohre zuerst, welches am meisten mit Fäkalien gefüllt ist. Die Hausleitungen entleeren sich immer gleichheitlich.

Das Auspumpen des ganzen Röhrensystems und der Reservoirs findet nicht kontinuierlich, sondern nur ein- oder zweimal im Tage statt.

Außerhalb der Zeit des Evakuierens ist in den Leitungen ein positiver Druck vorhanden; bei etwaigen Rohrbrüchen können daher die Fäkalien aus dem Rohrsysteme ausfließen.

Das Einströmen von Fäkalien setzt übrigens noch weiters voraus, daß die in den Rohren vorhandene Luft zähflüssigen Massen keinen Widerstand entgegensezt. Dies würde bei vollkommen geschlossenen Leitungen aber der Fall sein. Es müssen daher

an dem höchstgelegenen Kniestücke der Hausrohrleitung und an den hochgelegenen Punkten der Stammrohre Klappventile, welche unter dem Drucke der Luft sich öffnen, vorhanden sein. Es muß Fürsorge getroffen werden zur Ableitung dieser bei nachrückenden Fäkalien fast ständig aus den Röhren strömenden Luft.

Der Aborttrichter ist bei dem Liernurschen System sehr eng, damit keine Körper, welche die Röhren verstopfen könnten, in die letzteren gelangen können. Die Reinhaltung des Trichters begegnet daher Schwierigkeiten, um so mehr, als die Verwendung des Wassers zum Spülen sehr beschränkt bzw. ganz ausgeschlossen ist.

Das Liernur-System sucht Harn und Faces in möglichst unverdünntem Zustand zu gewinnen, da mit demselben eine am Orte der Pumpstation befindliche Poudrettefabrik verbunden ist. Man hofft durch die Herstellung des Düngers wesentliche pekuniäre Vorteile zu erreichen.

Solche Poudrette enthält:

11·9%	Wasser.
53·3%	organische Stoffe,
7·5%	Stickstoff,
29·8%	anorganische Stoffe,
2·7%	Phosphorsäure,
3·1%	Kali

und kann als guter Dünger für Landwirtschaft Verwendung finden.

Der Dampf der Dampflluftpumpen laßt sich gleichzeitig auch zur Eindickung der Fäkalien benützen. Die Fäkalien werden zur Bindung des Ammoniaks erst mit Schwefelsäure versetzt und dann in einer geschlossenen Verdampfungsbatterie eingedickt. Die ganze Fäkalmasse wird dabei längere Zeit bis auf 115° erhitzt also sterilisiert. Die Liernur-Poudrette ist ein nach Buttersäure riechendes schwarzes Pulver.

Das System Liernur hat in Holland zum Teil eine Durchführung erlitten; am vollkommensten in Amsterdam, in beschränktem Maße in Dortrecht und Leiden. Es ist nicht zu bezweifeln, daß das System in hygienisch befriedigender Weise sich durchführen laßt, wenn schon die Einrichtung des Sitztrichters und der „Kotverschluß“ Abänderungen erfahren müssen. Von den Rohrbrüchen wird eine wesentliche Gefährdung kaum zu befürchten sein. Verstopfungen der Röhren sollen nicht sehr häufig beobachtet werden und den Betrieb im ganzen fast nicht stören.

### Die Entwässerungsanlagen (Kanalisation).

Die wichtigeren für die Beseitigung der Hauptmasse der menschlichen Fäkalien und des Harnes verwendeten Methoden sind im vorstehenden beschrieben. Als brauchbar erweisen sich auch für den Großbetrieb mannigfache. So kann z. B. eine mit wasserdichten Senkgruben versehene Stadt ohne wesentliche Bodenverunreinigung bestehen, das Tonnensystem gewährleistet noch sicherer die Reinhaltung, ebenso würde vielleicht auch ein pneumatisches System der Fäkalbeseitigung nach gewissen Modifikationen den Ansprüchen genügen können.

Keines dieser Systeme stellt aber an sich ein System der Stadtreinigung dar; außer einer wohlorganisierten Einrichtung zur Abfuhr des Straßenkehrichts und von Müll und der Beseitigung von Harn und Kot bedarf es noch außerdem der systematischen Entwässerung; dieselbe ist im wesentlichen aus der Notwendigkeit, dem Regen Abfluß zu gewähren, herausgewachsen. Meist bezeichnet man sie glattweg mit dem Namen Kanalisation.

Da die oberirdische Abführung auch nur der Regenwässer in den größeren Städten mancherlei Schwierigkeiten begegnet, so sehen wir schon in alten Zeiten die Durchführung des unterirdischen Kanalsystems sich entwickeln. Wir erinnern hier an die musterhafte Kanalisation des alten Rom, welche bereits unter seinem fünften König Tarquinius Priscus begonnen wurde; der große Sammelkanal, die Cloaca

maxima, führte die Abwässer des alten Rom nach dem Tiber, und heute noch ist er vollkommen erhalten.

Von größter Wichtigkeit für die Anlage der Kanäle ist die Kenntnis der Regenfälle und ihrer Wirkungen, denn ihre Menge bestimmt die Größe der Kanalisationsanlage.

Die Regenmengen sind lokal verschieden; vor allem kommt es darauf an, die maximalsten Regenmengen kennen zu lernen; sie bewegen sich bei uns in Deutschland wohl zwischen 30—40 *mm* stündlichen Regenfall. Die Menge des abzuleitenden Wassers gibt man in der Regel in Sekundenlitern per 1 *ha* Fläche an. Würde sich ein Regen von 40 *mm* per Stunde = 4 *cm* auf einem Hektar stauen, so hätten wir  $10.000 \times 0.04 = 400 \text{ cm}^3$  Wassermasse, welche in 3600" zum Ablauf kommen = 111 Sekundenliter.

Starke Regen sind stets von kurzer Dauer. Von dem Regen läuft stets nur ein Teil ab, weil durch Benetzung des Bodens Wasser zurückgehalten wird, weil ferner Wasser in den Boden eindringen kann, und Wasser in den Unebenheiten in der Form von Pfützen zurückbleibt und mehr oder minder reichlich verdunstet. Für nicht zu dicht bebaute, eben gelegene und nicht asphaltierte oder sonst mit undurchgängigem Boden versehene Städte kann man  $\frac{1}{3}$  als Ablauf annehmen, sonst wohl  $\frac{1}{2}$ . Das Wasser läuft auch nicht so schnell ab, wie der Regen fällt; es braucht Zeit zum Ablauf und dieser letztere kann bis  $3\frac{1}{2}$ mal so lang sein als die Dauer des Regenfalles. Alles in allem genommen, richtet man sich meist nur auf den Ablauf von 10 bis 20 Sekundenliter per Hektar ein. Auch die hieraus folgenden Dimensionen der Kanäle würden eine große Belastung der Kanäle darstellen. Man hilft sich in der Weise, *a*) daß man kleinere Straßen nur mit Rinnen neben dem Bürgersteig versieht und so an tiefen Kanälen spart, *b*) durch Anlage der Notauslässe (Sturmauslässe), indem man die weiten Kanäle auf dem kürzesten Wege in einen Verfluter münden läßt.

Die regelmäßig fließenden Schmutzwasser einer Stadt mögen sich von 0.3 bis 1 Sekundenliter per Hektar bewegen; die zu ihrer Ableitung notwendigen Dimensionen der Kanäle sind also sehr klein.

Die Entwässerungsanlagen einer Stadt können nach zwei verschiedenen Grundprinzipien gebaut werden,

- a*) nach dem Trennungssystem,
- b*) nach dem Mischsystem.

#### *a) Das Trennungssystem.*

Man hat vorgeschlagen und zum Teil auch solche Systeme praktisch ausgeführt, für die Beseitigung der Wasser aus den Städten zwischen dem Regenwasser, das ungleichmäßig fließt, und den regelmäßig entstehenden Abfallwässern zu scheiden und für beide getrennte Ableitungen anzulegen.

Die Trennungssysteme wollen das Meteorwasser durch eigene Leitungen oder mittels der Gossen neben den Bürgersteigen auf kürzestem Wege aus der Stadt nach dem Flusse bringen. Dieses Wasser führt natürlich den Straßenschmutz und Schmutz der Höfe mit fort.

Das Waschwasser, überhaupt die Abwässer der Gewerbe, Fäkalien und Harn, also alles, was zur trockenen, regenfreien Zeit ohnedies in Kanäle fließt, wird durch ein besonderes Kanalsystem weiter geführt, welches in seiner Konstruktion vereinfacht, aber im allgemeinen den auch sonst angewandten Kanälen entspricht.

Die Kosten des Trennungssystems sind größer als die eines einheitlichen Systems. Das abfließende Meteorwasser ist natürlich nichts weniger als reines Wasser, es führt ja den Straßen- und Hofschmutz mit sich. Da die Meteorwasserkanäle nur bei Regen in Tätigkeit sind, sonst aber trocken liegen, kommen wohl unliebsame Zersetzungen der zurückgebliebenen Massen vor. Frei von Infektionserregern wird das Wasser auch nicht sein können. Eingehende Untersuchungen fehlen noch. Das Trennungssystem kann an kleineren Orten und da angewandt werden, wo man das sonstige Abwasser einer weiteren Reinigung unterziehen soll (siehe später). Die Technik dieses Systems ist keine andere als die der Kanalisation im allgemeinen. Dabei kann auf das nachfolgende verwiesen werden.

#### b) Die Mischsysteme.

Die Mischsysteme sind heute noch am häufigsten eingerichtet.

Die Kanäle, in erster Linie bestimmt, das Regenwasser zu beseitigen, haben überall die Reinigung der Städte von den Schmutzstoffen mit übernommen.

Wenn ein systematisch angelegtes unterirdisches Röhrensystem sich nur mit der Beseitigung der Tagewasser, ausschließlich der in Gruben u. s. w. aufgefangenen Stoffe, beschäftigt, so reden wir von der  $\alpha$ ) Kanalisation; entleeren sich aber auch die Aborte nach der Kanalanlage, so spricht man  $\beta$ ) von der Schwemmkanalisation und dem Schwemmsystem.

Da die beiden Einrichtungen, Kanalisation und Schwemmsystem, sich nur durch die Hausanschlüsse der Waterclosets unterscheiden, bedarf es im folgenden keiner wesentlichen Trennung der Betrachtung.

Welche bedeutenden Mengen von Unratstoffen dem Boden überantwortet werden, wenn keine Kanalisation dieselbe beseitigt, ergibt sich aus der hochgradigen Verschmutzung, welche die Kanalwässer auch dort aufweisen, wo man die Fäkalien von ihnen fernhält; und doch geben die Kanalwässer nur ein annäherndes Bild der Bodenverunreinigung.

Die Unratmengen werden besser verständlich, wenn man folgendes erwägt. In schwemmkanalisierten Städten gelangt der mit Wasser zu beseitigende Schmutz aller in die Kanäle. In Berlin fließen nach Erhebungen des Verfassers im Durchschnitte täglich per Kopf 113 l Sielwasser ab mit 156 g Unrat, der dem Wasser übergeben ist. Davon schwebende Teile (46%) 72 g und gelöst 84 g Unrat.

Unter den zur Entfernung der Meteorwässer und flüssigen Abgänge aus den Städten dienenden Einrichtungen sind die Gossen und offenen Rinnen vom hygienischen Standpunkte völlig zu verwerfen.

Auch die älteren Kanalsysteme waren, vom sanitären Standpunkte aus betrachtet, recht ungenügende Einrichtungen, namentlich

dort, wo es an Wasser zur Durchspülung mangelte. Die Schwemmstoffe setzten sich ab, füllten die Kanäle mehr oder minder aus, die Undichtigkeit der Kanäle führte zu hochgradiger Bodenverunreinigung. Wenn man daher Gossen und schlechte Kanäle als langgestreckte Senkgruben zu bezeichnen pflegte, so war dies in der Tat zutreffend.

Die Kanäle haben die Aufgabe, die schmutzigen und faulnisfähigen Stoffe möglichst rasch aus den Städten zu entfernen und auch dem Meteorwasser jederzeit den raschen Ablauf zu gestatten.

Ein Kanalsystem stellt ein meist unter dem Straßendamme gelegenes, weit verzweigtes Röhrennetz dar. Die kleinsten Kanäle beziehungsweise

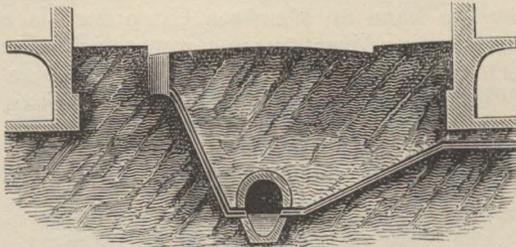


Fig. 160.

Röhren liegen in der Kellersohle des Hauses (siehe Fig. 160) und empfangen von hier entweder die Fäkalien und Hauswässer und jene Regenwässer, welche von den Dächern und Höfen abfließen, oder den Zulauf von Schmutzwasser vom Straßendamme und Drainagewasser.

Diese kleinsten Hauskanäle münden in die Straßenkanäle, und zwar am besten unter spitzem Winkel in einiger Höhe über dem Boden. Mehrere Straßenkanäle vereinigen sich zu einem größeren Sammelkanal, der in der Regel einer der Hauptstraßen folgt, und mehrere Sammelkanäle geben ihren Unrat an den Hauptkanal ab.

Vielfach legt man den Hauptkanal parallel einem Flusse (Abfangsystem) und läßt seitlich die Sammelkanäle einmünden (Bazalgette); in anderen Fällen teilt man eine Stadt in mehrere „Entwässerungsbezirke“ mit mehreren radial gestellten Hauptkanälen, weshalb man auch von dem Radialsystem spricht (Hobrecht).

Welches von diesen Systemen gewählt werden soll, hängt ganz von den örtlichen Verhältnissen ab; wohl selten wird eine Stadt in die Lage kommen, nach allen Richtungen hin ein genügendes Gefälle für ihre Abwässer zu finden, wie dies bei dem Radialsystem erforderlich wäre. In Berlin ist das Radialsystem bedingt durch die im ganzen Umkreise der Stadt gelegenen Rieselfelder.

Die Hauptkanäle führen die Abwässer einer Stadt, am besten erst weit entfernt von dieser, entweder direkt den Flüssen oder dem Meere zu, oder die Kanaljauche wird vorher bestimmten Reinigungsprozessen, sei es durch chemische Fällungsmittel, sei es durch Filtration oder Berieselung u. s. w. unterworfen.

Der sanitäre Wert einer Kanalisation ist wesentlich von der Art ihrer technischen Durchführung abhängig.

Zu Hauskanälen verwendet man meist Röhren aus gebranntem Ton von 16 bis 34 cm Durchmesser; zu den Straßenkanälen benützt man dann weiters Röhren aus glasiertem Ton oder auch Steingut- und Betonröhren. Die Sammelkanäle und Hauptkanäle werden aus Mauerwerk und in solchen Maßen ausgeführt, daß sie begehbar sind. Als Fundamente zu den gemauerten Kanälen dienen hartgebrannte Sohlstücke aus Ton von der in Fig. 161 abgebildeten Form. Dieselben haben bei *b* eine etwa zollgroße Öffnung, so daß hier Wasser aus dem umgebenden Erdreich in den Hohlraum dringen kann. Der Kanalinhalt hat dagegen mit letzterem keinerlei Kommunikation. Das Bodenwasser fließt demnach in den Sohlstücken wie in einem besonderen Kanalsystem durch die Hohlräume *c*; *a* bezeichnet das sichtbare Muffenende des folgenden Sohlstückes und erzielt eine bedeutende Drainage des Stadtbodens, durch welche namentlich die Kellerräume trockengelegt werden.

Auf das als Grund dienende Sohlstück aus Ton wird der übrige Kanalteil mit gut gebrannten Ziegeln in Zement gemauert oder in Beton gearbeitet. Soweit das Sohlstück reicht, ist von einem Durchdringen von Kanalflüssigkeit nach außen keine Rede. Dagegen hegt man Befürchtung bezüglich des gemauerten Teiles der Kanäle.

Für die Kanäle ist die Gefahr der Zerstörung des Mauerwerkes allerdings viel geringer als bei den Gruben, weil die Kanaljauche außerordentlich verdünnt ist. Ja man hat auch durch direkte Untersuchung zeigen können, daß in der Tat bei gut gemauerten Kanälen ein Hindurchtreten von Flüssigkeit nach außen nicht nachweisbar ist.

Bei Kanalanlagen, welche in dem Grundwasser liegen, will man das Eindringen von Grundwasser beobachtet haben. Dieses Wasser wird offenbar durch kleine Fugen hindurchgepreßt und läßt noch nicht auf ein Aussickern der Kanalflüssigkeit nach außen schließen (Danzig, Breslau). Der Druck des auf den Kanalwänden lastenden Grundwassers kann ja manchmal ein bedeutender sein und trifft den Kanal an allen Stellen, auch an solchen, welche von dem Kanalwasser nie berührt werden. Die Kanalflüssigkeit dagegen vermag nie einen größeren Filtrationsdruck auf die Wänden auszuüben und fließt meist auf dem vollständig impermeablen Sohlstücke.

Nach erfolgter Kanalisation pflegt in der Regel der Grundwasserstand etwas zu sinken und der Boden trockener zu werden. Dies wird selbst da beobachtet, wo die Sohlstücke nicht zur Drainierung des Bodens benützt werden.

Es beruht dies aller Wahrscheinlichkeit nach darauf, daß durch das Ausheben des Bodens zum Zwecke des Kanalbaues die natürliche Lage der wasserführenden Schichten durchbrochen wird und das Grundwasser Gelegenheit findet, neben dem Kanal in lockerem Erdreiche sich auszubreiten und weiterzuströmen (Erismann).

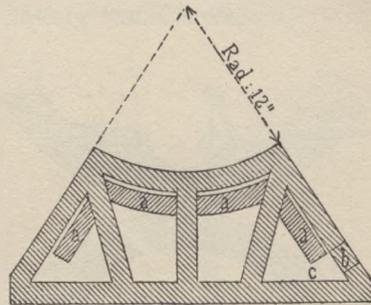


Fig. 161.

Die Güte eines Kanalsystems hängt wesentlich von dem richtig gewählten Kanalprofil ab. Die beste Form für die als Straßenkanäle fungierenden Tonröhren sowie für die Sammel- und Hauptkanäle ist die Eikonur (siehe auch Fig. 162) mit dem schmalen Ende nach unten gerichtet. Diese Form der Kanäle erlaubt auch bei sehr geringen Flüssigkeitsmengen noch eine große Geschwindigkeit derselben und verhindert das Absetzen von Schlamm. Damit jederzeit genügend Wasser im Kanalsystem sich finde, muß die Größe des Querschnittes sorgfältig ausgewählt werden.

Auch hat man unter Umständen das Sohlstück so eingerichtet, daß es einer schmalen Rinne gleicht, die innerhalb der eiförmigen Kontur gewöhnlich etwas seitlich liegt (Fig. 163). Diese Rinne ist seicht; sobald das Wasser aber steigt, überflutet es von einer gewissen Höhe den gesamten Querschnitt.

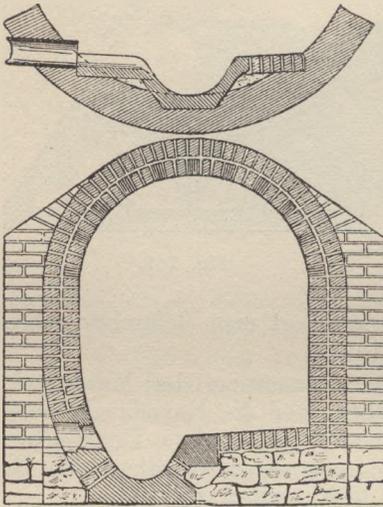


Fig. 162.

Der Zufluß der Kanäle hängt einerseits von dem Regenwasser, andererseits aber von dem Zulaufe der Hauswässer (Küchenspülwasser, Klosettwater u. s. w.) ab.

Ein geordnetes Kanalsystem soll diesen verschiedenen Bedürfnissen angepaßt sein. Das sogenannte Verbrauchswasser wird oft um das Zwanzig- bis Dreißigfache durch das Regenwasser übertroffen, weshalb die Größe der Kanalquerschnitte von dem letzteren, wie oben auseinandergesetzt, bestimmt wird; Die großen Mengen des Regenwassers werden durch die so-

genannten „Not- und Sturmauslässe“ abgeführt. Man versieht die Kanäle mit Klappvorrichtungen oder mit festen Überläufen, welche nach einem weiten direkt dem Flusse zuführenden Kanal führen.

Ein Übelstand bei den Notauslässen mancher Städte liegt darin, daß in der ersten Zeit nach heftigen Regen Kotballen, Papier und aller mögliche Unrat mitgespült wird. Die Ursache liegt in unzureichender Spülung der Hausanschlüsse, in denen der Unrat haftet und durch das Wasser der Regenrohre bei Regen ausgewaschen wird. Der Übelstand wächst mit gewissen Eigentümlichkeiten der Bauordnung, je größer die Baublocks, um so tiefer wird das einzelne Grundstück und um so kleiner das Gefälle der Hausleitungen. Es ließe sich aber auch durch Anwendung von Gittern das Mitspülen grober Kotmassen verhüten.

Bei dem obgenannten Trennungssystem (Seite 400) fungiert der Meteorwasserkanal als „Notauslaß“, der Unterschied im Verhältnisse zu dem Schwemmkanalisationssystem liegt also nur darin, daß namentlich wenn der Regenfall bei Tag eintritt, bei den Notauslässen der Schwemmkanali-

sation auch menschliche Abgänge und sonstiges Hausabwasser mit weggeführt wird.

Den Kanälen soll nur leicht schwemmbares Material überantwortet werden; je größer die festen Partikelchen sind, welche das Kanalwasser transportieren soll, um so lebhafter muß auch der Wasserstrom in den Kanälen werden. Feiner Ton bedarf nur einer Stromgeschwindigkeit von  $0.076\text{ m}$  per Sekunde; feiner Kies bedarf aber bereits einer Geschwindigkeit von  $0.305\text{ m}$  per Sekunde, und eigroßer Schotter einer solchen von  $0.91\text{ m}$  (Bazalgette).

Die Einläufe in den Kanal, namentlich jene von den Straßen aus, sollten stets mit Gittern versehen sein. Außerdem aber lagert sich besonders leicht in den Kanälen der Straßenschlamm ab, welcher die durch den Gebrauch abgeriebenen Bestandteile des Pflasters mit sich führt; auch diese Teilchen bleiben daher von vornherein den Kanälen am besten fern.

Man erreicht die Beseitigung dieser Massen durch die Anlegung sogenannter Schlammkisten (Gullys) (Fig. 163). Die Straßenwässer laufen durch das Gitter  $b$  erst in einen in einer engen Grube ( $a$ ) befindlichen eisernen Kasten ( $d$ ), setzen dort die schwersten Bestandteile ab und fließen durch Überlauf ( $c$ ) nach den Kanälen. Der Schlammkasten muß von Zeit zu Zeit ausgehoben und entleert werden; er faßt meist nicht mehr als  $1\text{ m}^3$  Inhalt.

Da ein großer Teil der den Kanal verschlammenden Absätze durch schlechtes und leicht abnützbare Pflaster erzeugt wird, z. B. durch Makadam, so kann eine gute Pflasterung die Kanalisation wesentlich fördern und unterstützen.

Die Schlammfänge oder Gullys haben ( $c$ ) ein nach oben gebogenes Überlaufrohr, wodurch ein Wasserverschluß des Kanals herbeigeführt wird. Die Kanalgase würden nur bei völliger Austrocknung nach  $a$  und von dort durch das Gitter  $b$  nach der Straße gelangen können.

Die den Kanälen überantworteten Flüssigkeiten enthalten immer neben den gelösten eine große Menge suspendierter Stoffe. Es ist daher eine reichliche Wasserversorgung einer Stadt meist eine Maßregel, welche der Kanalisation vorausgehen muß. Außerdem muß man aber zeitweise eine Spülung des Kanals mit Wasser vornehmen, oder es werden vielfach an den Einsteigeschächten der Kanäle Türen angebracht, welche mehr oder minder hoch das Kanalprofil schließen, das Wasser stauen. Dann wird mittels eines Hebels plötzlich die „Schwemmtür“ geöffnet. Der mächtige Anprall des Wassers reißt kleinere Ablagerungen der Siele mit sich fort. Die begehbaren Kanäle werden mechanisch gereinigt.

In der Neuzeit wendet man auch Spülgalerien, d. h. große unterirdische Wasserbehälter, welche sich langsam füllen und periodisch schnell entleeren, zur Reinhaltung der Kanäle an.

Zum Betreten der Kanäle dienen Einsteig- oder Lampenschächte. Dieselben werden auch zweckmäßigerweise zwischen nicht

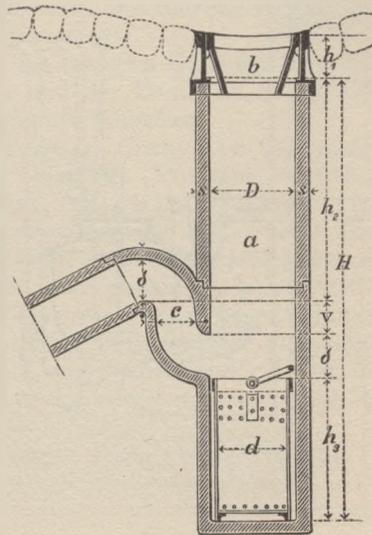


Fig. 163.

begehbaren Kanala bschnitten eingebaut, damit man etwaige Verstopfungen der Röhren leicht wahrnehmen und beseitigen kann.

Die Kanäle müssen in möglichst geraden Linien angelegt sein, in spitzem Winkel ineinander münden und mit einem derartigen Gefälle angelegt sein, daß einerseits die fein verteilten Gegenstände weggeschwemmt werden und daß andererseits die Kanäle nicht trocken laufen. Die Erfahrung lehrt, daß diesen Forderungen am besten entsprochen wird, wenn die Abflußgeschwindigkeit in den Kanälen, die einen Durchmesser von 1 m und darüber haben, mindestens 0·6 bis 0·8 m in der Sekunde, für kleine Kanäle von 0·15 bis 0·5 m Durchmesser mindestens 1 m beträgt, so daß das Wasser in den großen Kanälen etwa 2 km in der Stunde zurücklegt, in den kleineren aber etwas über 4 km.

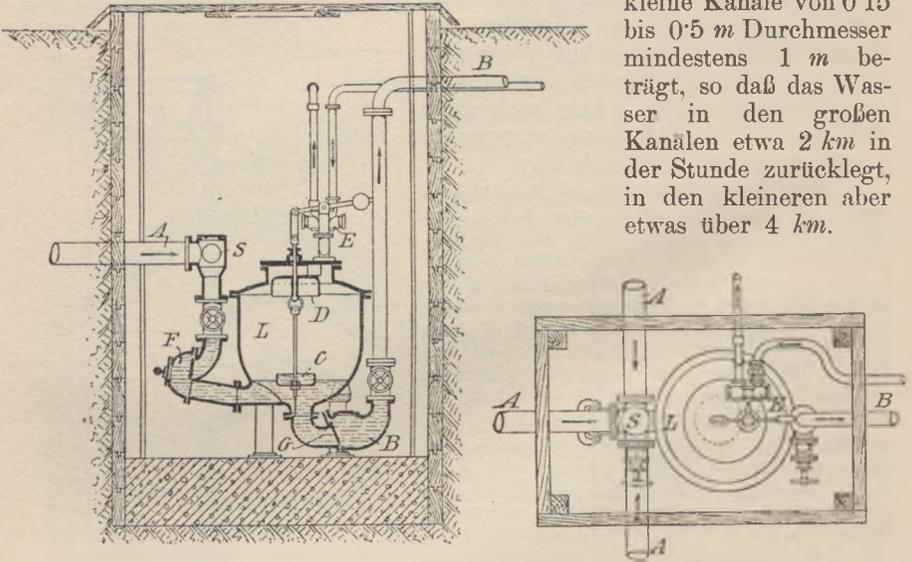


Fig. 164.

Für größere Kanäle mit 1 m Durchmesser und 0·5 m Wassertiefe reicht ein Gefälle von 0·75‰ (bei 0·8 m Geschwindigkeit), für mittlere Kanäle ein Gefälle von 2·4‰, für kleine ein solches von 10‰ (Bürckli). Je kleiner die Wassermenge aber wird, um so geringer wird auch die Spülkraft des Wassers.

Bei sehr ebener Lage eines Ortes ist es oft schwer, das an sich unbedeutende Gefälle herauszubekommen, welches für die Kanäle notwendig ist. Es wird daher häufig nötig, die Kloakenstoffe mittels Maschinen zu heben, was durch sogenannte Pumpstationen geschieht.

Diese Pumpeinrichtungen können einfache Kolbenpumpen sein, oder man benützt pneumatische Systeme.

Bei Shones pneumatischer Spüljauchenbeförderung fließen die Abwasser unter der eigenen Schwere durch das Rohr A (Fig. 164) nach einem kugelförmigen eisernen Gefaße L und sammeln sich dort an. Das Eisengefaß steht mit einer Leitung für komprimierte Luft in Verbindung. Die Fäkalien heben einen Schwimmer c, welcher bei genügender hoher Schicht der ersteren ein Ventil öffnet und komprimierte Luft eintreten läßt. E. Die komprimierte Luft drückt dann selbsttätig in einem Röhrensystem die Fäkalmassen weiter. Sobald das kugelförmige Gefaß — Ejektor genannt —

sich entleert hat, schließt sich selbsttätig das Ventil für komprimierte Luft. Die Leitung kann sich allen beliebigen Terrainunebenheiten anpassen.

Berliers pneumatisches System, das in Paris auf einer kleinen Strecke zur Ausführung gekommen ist, ist ziemlich identisch mit dem Liernurschen (siehe Seite 398), indem falls negativer Druck in den Röhren ein Ansaugen der Fäkalien erzeugt.

Um Flußläufe mit Kanälen zu kreuzen, führt man Eisenrohre unter dem Flußbette weiter, sogenannte Dück er; eine Verschlammung findet an diesen Stellen nur selten statt. In neuerer Zeit leitet man die Abwässer wohl auch mittels bogenartig über den Fluß geführter, als Heber fungierender Eisenrohre.

Die in den Kanälen fließende Jauche besteht zwar aus faulnisfähigen Stoffen aller Art, welche auch eine sehr bedeutende Menge von niederen Organismen mit sich führen, neben reichlichen Mengen anorganischer Bestandteile; trotzdem ist das Aussehen des Sielwassers meistens nicht so schlimm, als man sich vorzustellen pflegt.

Der Kanalinhalt ist ein ziemlich wechselndes Gemenge von Substanzen und je nach der Konzentration und der Zeitdauer des Aufenthaltes in den Kanälen von sehr verschiedenem Aussehen.

Das Wasser des Sammelkanals von Paris bei Clichy war tiefschwarz, mit organischen Resten aller Art, mit Gemüsen, Pfropfen, Geweben, Haaren, Kadavern von Haustieren beladen, mit einer fettigen Schicht überzogen. Es brachte große Mengen schlammiger und suspendierter Massen mit sich und befand sich in hochgradigster, ekelregender Zersetzung.

Das Kanalwasser muß aber nicht die eben genannten Eigenschaften besitzen. In gut angelegten, gut ventilierten und reichlich geschwemmten Kanälen ist es in der Regel leicht gelblich bis braun gefarbt, in mäßiger Schicht ziemlich durchsichtig, ja vielfach nur opalisierend. Unter den suspendierten Teilchen wird namentlich bei der Schwemmkanalisation das Papier auffällig.

Die chemische Zusammensetzung einiger Kanalwasser ist, für 1 l berechnet, folgende:

Kanalwasser aus Städten	Suspendierte Schlammstoffe		Gelöste Stoffe				
	unorgan. mg	organ. mg	im ganzen	Gesamt- stickstoff	Chlor	Salpeter- säure	organ. Stoffe (Glühver- lust)
<b>I. Mit Schwemmsystem</b> (inkl. der Fäkalien).							
1. Englisch es Kanalwasser, 50 Analysen aus 16 Städten	241·8	205·1	722·0	77·3	106·6	0·03	46·9*)
2. Berliner Kanalwasser, 2 Analysen . . . . .	209·5	326·5	850·0	86·7	167·5	0	292·1
<b>II. Mit Abortgruben</b> (exkl. der Fäkalien).							
1. Englisch es Kanalwasser, 50 Analysen aus 16 Städten	178·1	213·0	824·0	64·5	115·4	0	44·8*)
2. Münchner Kanalwasser bei Tag . . . . .	49·0	31·0	381·0	—	—	—	219·0
Münchner Kanalwasser bei Nacht . . . . .	84·0	77·0	342·0	—	—	—	333·8

\*) Als Kohlenstoff bestimmt.

Interessant sind in diesen Zusammenstellungen die Analysen der englischen Kanalwasser, da sich aus denselben ergibt, daß die prozentige Zusammensetzung des Kanalinhalt fast gar nicht durch die Zuleitung der Fäkalien oder deren Ausschluß von dem Siele beeinflusst wird.

Die Menge des Kanalwassers bei Schwemmsystem wird in der Regel aber größer sein, als ohne Anschluß der Klosette. Da man per Person täglich nur 10 l Spülwasser zu rechnen pflegt, so macht das einen geringen Unterschied. Wenn also Städte ohne Wasserklosette ihre Abwassermenge auf 80—90 l per Person angeben, schwemmkanalisierte aber 150—160 als Abwasser annehmen, so kann dieser Unterschied nur als ein Ausdruck für eine bessere Reinhaltung bei Schwemmkanalisation im allgemeinen angesehen werden. Die Menge der festen Stoffe, welche die Fäkalien dem Sietetze zuführen, wird vielfach auf Grund irriger Annahmen sehr überschätzt.

Wenn die organischen Abgänge an Fäkalien 21 g betragen, wovon mindestens  $\frac{1}{10}$ , wohl auch mehr, anderweitig zu Verlust gehen, so machen die menschlichen Fäkalien noch kaum  $\frac{1}{7}$  der ganzen Masse, welche abgeschwemmt wird, aus. Die Angaben von Baumeister, der die Fäkalverunreinigung auf die Hälfte der sonstigen rechnet, sind zu groß.

Grandeau hat die Spüljauche von Roubaire untersucht, und zwar an Wochentagen und an Sonntagen.

In 1 l Spüljauche sind

	an Werktagen	an Sonntagen
Rückstand	5911 mg	1300 mg
Fette	1663 "	35 "
Organisches	80 "	6 "
Ammoniak	15 "	1 "
Stickstoff	95 "	7 "
Phosphorsaure	559 "	44 "
Kali	348 "	108 "

Am schmutzigsten war das Sielwasser um 5 Uhr morgens, was wohl auf den geringen Zulauf reinen Wassers während der Nacht zu beziehen sein dürfte; die Verhältnisse sind aber nach der Erfahrung des Verfassers ziemlich wechselnde.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Kanalwassers findet sich eine sehr reichliche Menge von Organismen. Von Infusorien kommen in großer Zahl Monaden, Euglenien, reichlich Amöben, Vortizellen, Kolepinen, Paramezen und Oxytrichen vor. Von Rädertierchen namentlich Rotifer vulgaris; von Algen Diatomazeen, besonders Navicula, Diatoma, dann Bazillarien, Protokokkus, Oszillarien, Hormidium; ferner Hefe-, Schimmel- und Spaltpilze. Die niederen tierischen Organismen sieht man vielfach an den flockigen Partikelchen haften. Dies gilt besonders von den Amöben. Das Sielwasser führt also stets eine beträchtliche Menge der Zersetzung fähigen Materials mit sich und diesem beigemengt niedere Organismen tierischer und pflanzlicher Herkunft. Näheres ist uns über die Zahl der in den Sielwassern vorkommenden niederen Pilze bekannt geworden. In der Berliner Spüljauche finden sich zeitweise bis 20—40 Mill. Keime in 1 cm<sup>3</sup>, im Pariser Kanalwasser 120.000 bis 6 Mill. Keime, im Petersburger Kanalwasser 10.500 bis 21.632. Letzteres dürfte wohl mit einer sehr reichlichen Menge reinen Wassers gemengt sein. In dem Pariser Straßen-

wasser, das nach den Kanälen fließt, sollen für 1  $cm^3$  127.000 Keime (Durand-Cleye), im Waschwasser von Waschanstalten 25 bis 40 Mill. (Miquel) vorhanden sein. 1 g frischer Fäces liefert bei mittlerer gemischter Kost des Menschen 381 Mill. Keime (Sucksdorff).

Da von dem Menschen auf den verschiedenartigsten Wegen im Verlaufe von Krankheiten die Infektionserreger abgegeben werden, z. B. bei Typhus und Cholera mit dem Kote, bei Typhus mit Harn, bei Cholera im Erbrochenen, bei Phthise mit dem Auswurf und den Dejektionen u. s. w., da es sich ferner mit Krankheitskeimen der Tiere ähnlich verhält, da endlich manche Keime wohl auch als eigentliche Bodenkeime anzusehen sind, so unterliegt es keinem Zweifel, daß pathogene Keime aller Art mittelbar oder unmittelbar nach den Kanälen gelangen müssen.

Selbst wenn man die Fäkalien bei Abfuhrsystemen von den Kanälen frei zu halten sich bestrebt, wird die Qualität wie Quantität der Keime im Sielwasser kaum eine sehr wesentliche Änderung erfahren und das letztere von seinen sonstigen Eigenschaften wenig einbüßen. Einerseits geht dies aus dem Vergleiche der Sielwässer in England mit und ohne Einleitung der Fäkalien deutlichst hervor, es wird auch noch dadurch verständlich, daß es eben nie gelingt, die Fäkalien ganz exakt vom Kanalsystem fern zu halten und daß, abgesehen von den Fäkalien in dem Straßenwasser, Küchen- und Waschwasser u. s. w. sehr keimreiche Flüssigkeiten den Kanälen zugeleitet werden. Namentlich auf die vielfach ganz unterschätzten Abgänge aus den Waschküchen sei hier hingewiesen. Die pathogenen Keime werden, von Ausnahmefällen abgesehen, immer nur einen sehr kleinen Bruchteil von den übrigen Organismen ausmachen.

Das Kanalwasser verweilt innerhalb des Stadtbezirkes bei normalem Gefälle nur ganz kurze Zeit, oft weniger als eine Stunde. Bei der niedrigen Temperatur des Kanalwassers und der Konkurrenz mit anderen Keimen ist trotz höheren Nährwertes des Kanalwassers nach Analogien der bei dem Trinkwasser zitierten Versuche eine wesentliche Vermehrung der pathogenen Keime kaum anzunehmen.

Können nun aber von dem Sielinhalte weitere Gefahren für die Gesundheit ausgehen?

Man hat die Kanalluft für das Entstehen einer Reihe von Krankheiten verantwortlich gemacht, namentlich den Abdominaltyphus hat die englische Sewergas-Theorie als eine durch die genannten Gase erzeugte Krankheit bezeichnet und von mancher Seite werden die epidemisch auftretenden Diarrhöen (Wilson), Gastroenteritis, Nephritis, allgemeine Abgeschlagenheit, Angina, Neuralgie, hinzugerechnet. In diesem Umfange aber ist eine schädigende Wirkung der Kanalluft sicherlich nicht zu erweisen.

Wenn wir uns dem sanitären Einflusse der Kanal-gase zuwenden, so verstehen wir unter letzteren nur jene Luft, die sich in normal eingerichteten und normal betriebenen Kanälen findet. In erster Linie fällt jedem beim Betreten eines Kanals auf, daß die Luft sicherlich nicht hochgradig verunreinigt ist, und zeitweise kann überhaupt kaum ein empfindliches Geruchsorgan einen Unterschied zwischen Straßen- und Sielluft konstatieren.

Der Sauerstoffgehalt der Sielluft wird meist völlig normal befunden, erhöht dagegen stets der Kohlensäuregehalt. 0·1—0·3% Kohlensäure sind nicht selten. Es ist wenig Ammoniak und kein Schwefelwasserstoff oder nur Spuren davon vorhanden. Die Sielluft eines guten Kanalsystems ist demnach ihrer chemischen Zusammensetzung nach nur unwesentlich verändert. Ja, die Veränderungen beweisen nicht einmal, daß Fäulnis- und Zersetzungsprozesse wesentlicher Natur in dem Kanal selbst stattfinden. Die Kohlensäure der Sielluft kann zum großen Teil durch Abdunsten von Kohlensäure aus dem Leitungs- und Sickerwasser entstanden sein, zum Teil auch durch Ausscheidung bei der Vermengung des Sielwassers mit außerhalb der Siele zersetzten Abfallwässern, und ebenso dürfte es sich mit dem Ammoniak und den riechenden Stoffen verhalten.

Man hat auch die Sielluft auf Bakterien untersucht und gefunden, daß sie weit weniger Keime enthält als die Luft in den Straßen (Arnould, Petri). Carnelley und Haldane bestimmten

in 1 l Kanalluft . . .	8·9 Keime.
„ 1 l Außenluft . . .	15·9 „
„ 1 l Wohnungsluft . .	60·0 „

Unter den Keimen der Kanalluft fanden sich bis jetzt keinerlei pathogene Arten. Der geringe Keimgehalt der Sielluft muß offenbar auf die Benetzung der Sielwandungen zurückgeführt werden. Doch könnte durch Zerstäuben von Flüssigkeiten, wie sie bei unzureichender Einleitung der Hausleitungen in die Kanäle sich ergibt, ein erhöhter Keimgehalt recht wohl entstehen.

Trotzdem wir also sehr wesentliche Abweichungen der Kanalluft bei normalem Gefälle und normaler Spülung der Kanäle nicht finden, darf aber doch nicht übersehen werden, daß Kanalluft eine normale Luft nicht mehr ist und daß keineswegs allezeit die Kanalgase eine für die Gesundheit unschädliche Zusammensetzung haben. Bei Konstruktionsfehlern finden Ablagerungs- und stinkende Faulnisprozesse statt; Parent-Duchâtelet fand in der Luft eines älteren Pariser Kanals nur 13·9% Sauerstoff und 3% Schwefelwasserstoff. Ferner kommen auch bei den besten Kanälen zeitweise durch Hinzulassen aufgespeicherter Abfallmassen plötzlich hochgradige Verunreinigungen zu stande. So wahrscheinlich es also ist, daß durch die Kanalgase bei normalem Betriebe kaum eine Schädigung hervorgerufen werden dürfte, so töricht wäre es doch, direkte ununterbrochene Verbindungen unserer Wohnungen mit den Kanälen herzustellen. Auch ein guter Kanal kann durch den Wechsel in der Sorgfalt der Bedienung zu einem ungesunden werden, wie nicht so selten beobachtet wird.

Trotz den Dargelegten wird man fordern müssen, die Kanalgase von den Wohnungen fernzuhalten.

Alle Röhrensysteme, welche Kommunikation bewohnter Räume mit den Kanälen herstellen müssen, deshalb mit Wasserverschlüssen versehen sein und ferner sollen die Siele gut ventiliert werden, um eine Anhäufung und Konzentration der Kanal-gase zu vermeiden.

Eine Ventilation der Kanäle erreicht man am einfachsten, wenn bei dem Schwemmsystem die Fallrohre der Abtritte über

das Dach verlängert werden, oder bei einfachem Kanalisationssystem ohne Schwemmung, wenn die Regenrohre über Dach verlängert werden. Die Anlage besonderer Ventilationstürme, welche an den Endpunkten der Kanäle angebracht, eventuell durch Heizung die Kanalluft ansaugen, bedarf es nicht.

Da also im wesentlichen die Regenrohre und Abtrittschläuche die Ventilation zu besorgen haben, so ist es selbstverständlich, daß die Anbringung von Siphons, d. h. Wasserverschlüssen, in unmittelbarer Nähe des Kanals, wie es in England üblich ist, unzulässig ist. Die Luft würde ja dadurch gehindert werden, zu entweichen.

Die Wasserverschlüsse haben uns vor dem Eindringen von Kanalgasen im Hause selbst zu schützen. Sie werden einerseits im Abtritttrichter und andererseits an den Ausgußbecken der Küchen u. s. w. anzubringen sein.

Eine Kommunikation der Sielluft mit den Straßen braucht nicht vorhanden zu sein. Die Luftbewegung in den Sielen ist nach direkten Beobachtungen (Roszahégi, Soyka) sehr wechselnd und keineswegs stets den Häusern zu gerichtet. Die Temperaturdifferenz zwischen Siel- und Außenluft, die Erwärmung der als Aspiration wirkenden Fallröhren, der Winddruck, die Wasserströmung der Sielen liefern stets wechselnde Bedingungen für den Luftstrom.

Was nun die Wasserverschlüsse im allgemeinen anlangt, so ist die Besorgnis ausgesprochen worden, das Wasser derselben möchte sich mit Kanalgasen sättigen und diese dann nach der Wohnung entweichen lassen. Man wird aber diesem Absorptionsgange kaum eine quantitative Bedeutung beilegen dürfen.

Soyka hat in Kanäle in großer Menge Schwefelwasserstoff eingeleitet und nicht im mindesten ein Hindurchtreten dieses leicht nachweisbaren Gases durch die Wasserverschlüsse nachweisen können.

Der Druck der Kanalluft und die aspirierende Wirkung geheizter Wohnräume auf die Kanalluft sind nicht im stande, die gewöhnlich angewendeten Wasserverschlüsse, welche vielfach einer Wasserhöhe von 10 cm entsprechen, zu brechen. Selbst wenn der Wind mittlerer Stärke etwa auf ein frei mündendes Stammsiel trifft, dürften die Wasserverschlüsse noch genügend Widerstand leisten. Am besten wird aber dieser pressende Einfluß des Windes vermieden, wenn die Stammsiele unter den Spiegel eines Flusses geführt werden.

Bei den Wasserverschlüssen der Regenrohre und der Leitungen der Küchenabwässer (eventuell der Pissoire) kann der Austritt von Kanalgasen unter besonderen Verhältnissen eintreten. Die Fallrohre für Regen- und Küchenspülwasser müssen eine entsprechende Weite besitzen. Sind die Querschnittsverhältnisse der Fallröhre derart, daß das abschließende Wasser den Querschnitt erfüllen kann, daß also die Röhre „vollläuft“, so wirkt das abfließende Wasser wie ein Pumpenkolben, hinter sich die Luft verdünnend, vor sich die Luft komprimierend (Fig. 165). Durch die verdünnte Luft wird der Wasserverschluß (Siphon) leer gezogen, durch die komprimierte Luft die den Wasserverschluß an anderen Stellen bildende Flüssigkeit herausgeschleudert. (Man sagt, der Siphon habe gebrochen.)

Das Leerziehen eines Siphons wird verhütet, wenn man die Eingußöffnung enger macht, als der Siphon weit ist. Es kann alsdann das

nach aufwärts gebogene Siphonrohr nicht volllaufen und folglich auch keine Entleerung durch Heberwirkung statthaben.

Einen verbesserten Wasserverschluß hat Renk angegeben. *A* stellt das Ausgußbecken dar (Fig. 166), an dessen tiefstem Punkte das Wasser durch ein Gitter *B* in den Siphon einfließt. Dieser besteht aus einem zylindrischen Kästchen, ungefähr 8 cm hoch und von 8 cm Durchmesser. Der luftdicht aufsitzende Deckel, der sich unter dem Gitter befindet, wird von zwei Röhren von je 2 cm Durchmesser durchbohrt, welche 7 cm tief nach unten gehen; durch den Boden des Kästchens dringt die Ablaufröhre 6 cm tief in das Innere ein, so daß dadurch ein Wasserverschluß von 6 cm Höhe entsteht.

In dieser Form hat der Apparat vor allem den Vorteil, daß jede Benützung den Siphon füllt, selbst in dem Falle, daß das Ablaufrohr vollläuft und Luft nachreißt. Die Wassermasse in dem Kästchen ist zu groß, als daß sie nicht nach einer solchen Störung des Gleichgewichtes wieder völlig abschließen würde.

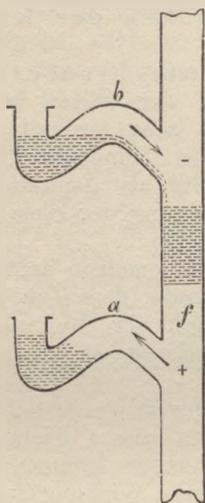


Fig. 165.

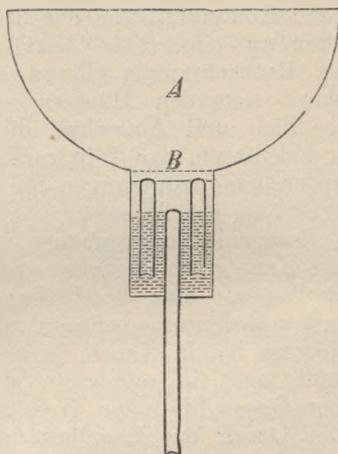


Fig. 166.

Für Küchenausgüsse, welche nach längerem Gebrauche selbst weite Rohre durch anhängendes Fett völlig verlegen können, konstruierte Renk einen Siphon, der in Fig. 167 abgebildet ist. Die Wand der Schale *A* setzt sich an ihrem tiefsten Punkte in das zylindrische Kästchen *C* fort, dessen Boden von der Abflußröhre *D*, welche 6 cm nach oben hervorragt, durchbrochen wird. Über diese Abflußröhre ist eine Glocke *E* gestürzt, welche das Kästchen fast vollständig erfüllt und mit Schrauben festgestellt werden kann. Die Glocke *E* ist unten offen, durch ihre obere Wand treten zwei Rohre nach unten, welche noch 5 cm weit neben und parallel der Abflußröhre verlaufen. Um größere Körper fernzuhalten, muß alles Wasser erst das Sieb *B* passieren, welches an der Glocke festsetzt.

Die Apparate eignen sich besonders für Küche, Ausgüsse und Pissoirschalen.

Lissauer beobachtete, daß, wenn man am höchsten Punkte des Wasserverschlußrohres eine größere Öffnung macht, nur eine minimale Schwankung des Siphonwassers bei Druckgleichheit der Luft vor und hinter dem Siphon entsteht und das Lehrziehen verhütet wird. Dieses Prinzip wendet Lissauer weiter in der Weise an, daß neben dem Fallrohre (Fig. 168) ein von dem untersten Wasserverschluß bis über das Dach hinaus sich erstreckendes Ventilationsrohr geführt wird, in welches die von dem Siphon abgehenden Röhren münden.

Bei den mit den Kanälen verbundenen Abtritten der Schwemkanalisation ist das Brechen eines Wasserverschlusses aus den oben abgehandelten Gründen wohl selten zu befürchten. Die an den Wasserklosetten verwendeten Verschlüsse sind mannigfaltige; die Spülung der

aus emailliertem Eisen oder Porzellan hergestellten Schüssel wird bei der jedesmaligen Benützung durch die Öffnung eines Wasserventils vorgenommen. Ein direkter Anschluß der Spüleleitung an die Trinkwasserleitungen wird unbedingt zu vermeiden sein. In Fig. 169, 170,

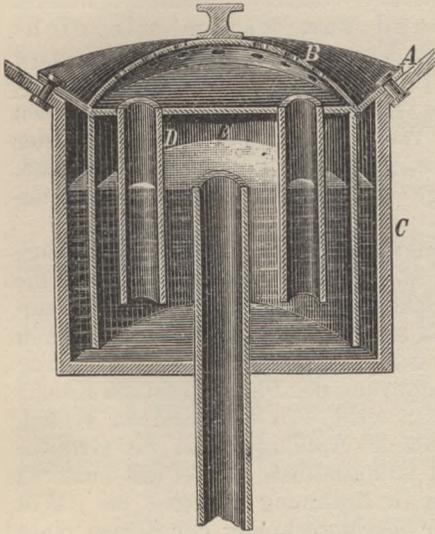


Fig. 167.

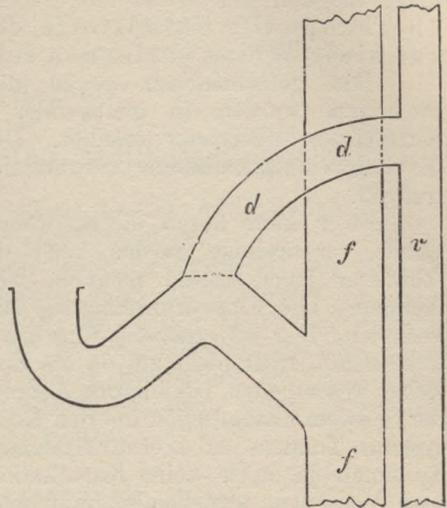


Fig. 168.

171 sind drei häufig in Verwendung befindliche Wasserklosette abgebildet. Fig. 169 ist ein älteres Modell mit konischem Trichter. Weit besser ist die Beckenform, weil hiebei ein Kleben der Fäkalien an der Porzellanwand sich vermeiden läßt (Fig. 170). Fig. 171 hat einen doppelten Wasserverschluß  $v_1$  und  $v_2$ , welcher aber entbehrlich erscheint.

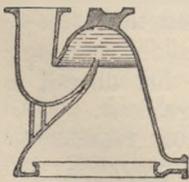


Fig. 169.

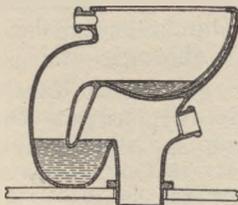


Fig. 170.

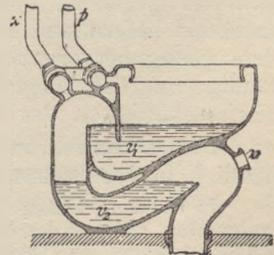


Fig. 171.

Wir haben noch in kurzem die Berechtigung der Schwemmkanalisation als Methode der Städtereinigung hervorzuheben. Schon bei Besprechung der Zusammensetzung der Kanaljauche ließ sich ersehen, daß ein wesentlicher Unterschied zwischen jenen Sielen, denen die Fäkalien überantwortet werden, und jenen, welche frei von solchen bleiben sollen, nicht besteht. Dies weist mit Bestimmtheit darauf hin, daß die

Fäkalien im Vergleiche zu den übrigen Abfallstoffen keine sehr bedeutende Menge darstellen oder daß die angeblich von Fäkalien freigehaltenen Kanäle deren eben doch aufnehmen. Letzteres wird sehr häufig dort der Fall sein, wo Gruben bestehen; diese werden oft unrechtmäßigerweise mit Überlauf nach den Kanälen versehen. Da nun sicherlich ein vollkommenes Freihalten der Sielwässer von Kotbestandteilen absolut nicht möglich ist, liegt kein Grund vor, warum wir nicht überhaupt alle Fäkalstoffe den Kanälen übermitteln und auf diese Weise entfernen sollten.

Die verschiedenen gegen die Schwemmkanalisation erhobenen Bedenken wurden in genügender Weise schon bei der Frage der Kanalisation überhaupt erledigt. Der noch weiters erhobene Einwand, die Schwemmkanalisation verunreinige die Flüsse, ist auch nicht zutreffend.

Zwar kann durch die Schwemmkanalisation ein Fluß im höchsten Grade verunreinigt werden, aber dies ist ebensowohl auch durch die Abwässer jener Kanäle möglich, welche Fäkalien überhaupt nicht aufnehmen. Die Flußverunreinigung läßt sich durch geeignete Maßnahmen verhüten. Der oft erhobene Einwand der Kostspieligkeit der Schwemmkanalisation trifft nicht zu, da die Einführung der Fäkalien in die Kanäle keine wesentlichen pekuniären Aufgaben stellt. Ein Vergleich der Kosten der Schwemmkanalisation mit den Kosten des Abfuhrsystems, wie Grubensystems, Tonnen- und Liernur-Systeme, ist unstatthaft, da bei den letzteren Systemen ja noch keine Kanalisation in Rechnung gezogen ist. Will man Vergleiche anstellen, so muß man die Berechnung der Kosten einer ausreichenden Kanalisation und der Gruben-, Tonnen- oder Liernur-Systeme den Kosten der Schwemmkanalisation gegenüberstellen.

Es wäre übrigens sehr irrig, wenn man in allen Fällen gleichmäßig verfahren und nur die Schwemmkanalisation empfehlen wollte. Eine ausreichende Kanalisation mit einem gut organisierten Tonnen-system oder einem verbesserten pneumatischen System wird auch den sanitären Aufgaben gerecht werden können. Es gibt keine einzige allein richtige Methode; nach den örtlichen Verhältnissen sind mancherlei Momente gegeben, welche für die eine oder die andere Methode den Entscheid liefern und ihre lokale Berechtigung ergeben. Dagegen kann nicht genug hervorgehoben werden, daß der sanitäre Erfolg meist vollständig von der Sorgfalt der Durchführung der Anlagen und von der Gewissenhaftigkeit des Betriebes abhängig ist.

Die Durchführung einer geordneten Kanalisation hat überall namentlich in der Bekämpfung des Typhus gute Dienste geleistet.

In Hamburg kamen vor der Besielung (1838—1844) auf je 1000 Todesfälle 48·5 Typhusfälle, während des Baues (1844—1861) 27·1, nach der Besielung (1862—1870) 18·3 Typhusfälle. In Danzig starben vor der Besielung (1863—1871) im ganzen 630 Personen an Typhus, von 1872 bis 1879 nach Vollendung der Besielung jährlich 27 Personen. Unter dem Einflusse der Besielung hat sich also die Zahl der Typhen nicht vermehrt, wie man nach der Sewergas-Theorie erwarten sollte, sondern stets vermindert.

München besaß früher eine große Anzahl von Straßen (320—453) ohne Kanäle, aber mit Grubensystem, 77 Straßen hatten Kanäle alten Systems und 56 Straßenkanäle mit modernem Sielsystem. Die Typhuserkrankungen sind in diesen einzelnen Gruppen in ganz verschiedenem Grade vermindert worden, in den gut besielten Straßen um 22·2%, in den Straßen mit alten Kanälen um 10·1%, in den nicht kanalisierten Bezirken um 8·3%. Wie schon hervorgehoben wurde, starben in München, als es sozusagen noch

ohne Kanalisation war, etwa 500 Personen, für 100.000 Lebende berechnet, im Jahre an Typhus, heute nach größtenteils durchgeführter Kanalisation etwa 10 Personen, also um das Fünzigfache weniger.

Literatur: Vorträge über Kanalisation und Abfuhr v. M. v. Pettenkofer, München 1880. — Erismann, Die Entfernung der Abfallstoffe, Handbuch der Hygiene, II. T., 1. Hälfte. — Heiden, Müller, Langsdorff, Die Verwertung der städt. Fäkalien, Hannover 1885. — König, Anlage und Ausführung der Städtekanalisation, 1902.

## Viertes Kapitel.

### Straßenreinlichkeit und Müllbeseitigung.

Die Ordnung der Straßenreinlichkeit gehört mit zu den wesentlichsten Aufgaben der öffentlichen Gesundheitspflege.

Die charakteristische Eigentümlichkeit der Städteluft hat man in ihrem Staubreichtum und Keimreichtum zu suchen; wie die Straßenreinlichkeit, so ist aber auch die Beschaffenheit der Luft. Schlecht konstruierte Straßen, zerreibliches Material, ungenügende Straßenpflege ändern auch unsere Straßenluft in ungünstigem Sinne. Das ist eine nicht zu bestreitende Tatsache, deren notwendige Konsequenzen aber zu selten gezogen werden.

#### a) Die Pflasterung.

Eine wesentliche Forderung der Gesundheitspflege wie des Verkehrs ist die Pflasterung der Verkehrswege in weitestem Sinne; die zur Ausführung gelangenden Arten des Pflasters sind sehr verschieden.

In vielen Städten begnügt man sich für die weniger verkehrsreichen Straßen mit der Makadamisierung. Der Ingenieur Mac Adam empfahl diese Bauart zuerst. Als Unterlage dient grobes Steinmaterial, darüber wird Kies geschüttet und darauf kleinbröckliges Material, am besten Granit und Basalt mit etwas Sand. Durch schwere Walzen wird die Masse komprimiert und geglättet. Die Straßen entwickeln viel Staub und geben auch zu Schmutzbildung Veranlassung; besonders wenn man zerreibliches Material wie Kalksteine verwendet, sind die Zustände der Straßenreinlichkeit ziemlich unerfreuliche.

Besser hinsichtlich der letzteren ist eine gute Steinpflasterung, obschon die vielen Ritzen und Spalten zu beanstanden sind. Es finden quadratische und parallelepipedische Steine Anwendung, welche auf Sand gebettet und deren Fugen mit Sand oder Asphalt verstrichen werden. Je gleichmäßiger das Pflaster liegt und je weniger Schmutz in den Fugen bleibt, desto besser ist in hygienischer Hinsicht das Pflaster. Ein großer Übelstand in den Großstädten ist der Lärm in Straßen mit Steinpflaster; er stellt oft geradezu die Bewohnbarkeit der nach der Straße zu gelegenen Wohnräume in Frage und hat unzweifelhaft einen nachteiligen Einfluß auf das Nervensystem. Der nicht ganz befriedigende Reinlichkeitszustand des Steinpflasters (zumeist Granit oder Basalt) und der durch den Wagenverkehr erzeugte Lärm haben zur Anwendung anderer Pflasterungsarten Veranlassung gegeben.

Mehrfach haben sich die Holz- und die Asphaltpflasterung eingebürgert.

Bei der Holzpflasterung werden auf einen guten Untergrund — am besten auf Betonmasse — die Holzwürfel in Teer und Asphalt gebettet. Die Geräuschlosigkeit befriedigt; nicht so aber die Reinlichkeit. Die Holzwürfel nützen sich bald in der Mitte ab, wodurch eine solche Straße aus endlos vielen Grübchen, in denen der Straßeninhalt stagniert, besteht.

Das Asphaltpflaster befriedigt am besten in hygienischer Hinsicht; auf eine dicke Betonschicht wird der zu Pulver zerriebene Asphalt fest gestampft und schließlich mit heißen Walzen geglättet. Asphalt gibt einen hohen Grad von Geräuschlosigkeit, läßt keinen Schmutz in sich eindringen und ist leicht vollkommen zu reinigen.

Ein Übelstand des letzteren besteht in der Glätte nach kurz-dauerndem Regen, wodurch viele Pferde stürzen und sich unter Umständen beschädigen; es wird aber dieser Nachteil viel zu sehr überschätzt. Berlin besitzt trotz seines enormen Verkehrs in den wesentlichsten — eben verlaufenden — Straßen die Asphaltbedeckung. Eine ziemlich geräuschlose und zugleich den Pferden nicht gefährliche Pflasterung soll eine Kunststeinmasse, der Wurlitzit, ermöglichen. Ähnlich wirken die Schlackensteine.

Die Pflasterung der Fußsteige befriedigt in den meisten Städten; Gasleitungen, elektrische Leitungen sollen bei Holz- und Asphaltpflaster in die Fußsteige verlegt werden.

#### b) Straßenreinigung und Verhütung der Beschmutzung.

Die Beschmutzung des Städtebodens beruht wesentlich auf den Abgängen der Pferde; in Großstädten trägt der Boden den Charakter des Stallbodens. Mit dem Ersatze der Pferde durch Maschinenbetrieb (Dampfmotor, elektrische Motoren) wird auch die städtische Reinlichkeit wesentlich zunehmen.

Die Straßenreinigung hat den Straßenschmutz zum Teil — wie bei dem Pferdedünger — alsbald zu beseitigen oder außerdem täglich die Oberfläche durch Kehren und durch Abspülen mit Wasser zu reinigen.

Der Straßenschmutz wird in den Städten zumeist mit den festen Abfallstoffen in den Häusern, dem Müll, durch Abfuhr beseitigt.

Eine nicht zu unterschätzende Quelle der Straßenverunreinigung geben der Harn, seltener in kultivierteren Gegenden der Kot der Bewohner; immerhin besteht für jede Stadtverwaltung die Verpflichtung, durch Fürsorge für öffentliche Bedürfnisanstalten dem Reinlichkeitsgefühl einer Bevölkerung entgegenzukommen. Hierunter ist nicht allein die Anlage von Pissoirs für die männliche Bevölkerung, sondern auch die Anlage von Klosetträumen zu verstehen. Letztere sollen den oben gestellten Anforderungen hinsichtlich Konstruktion und Anschluß an das Kanalnetz entsprechen.

#### c) Die Müllbeseitigung.

Unter der Bezeichnung von Müll werden sehr verschiedene Dinge zusammengefaßt; er besteht aus dem Hauskehricht, Papier-, Stroh-,

Holzabfällen, Asche, Lumpen, Küchenabfällen und Speiseresten, Straßenschmutz, Resten der Markthallen, also Gemüse, Obst, Fleischresten, Scherben, und allen möglichen kleineren im Haushalte nicht mehr brauchbaren Gegenständen, Watte.

Die Beseitigung des Hausmülls geschah meist so, daß man denselben in Gruben oder Tonnen magazinierte und daß diese letzteren periodisch gereinigt und der Müll offen auf Wagen verfrachtet wurde.

Gegen die kurzdauernde Magazinierung, namentlich in geschlossenen Tonnen oder ähnlichen Apparaten, ist nicht viel einzuwenden, um so mehr aber gegen die Verladung. Meist entwickelt sich dabei eine weithin sich ausbreitende Staubwolke, welche alle möglichen Infektionsstoffe verbreiten kann, zum mindesten aber die Passanten der Straße in ekelregender Weise belästigt. Hiefür läßt sich Abhilfe schaffen, wenn die Entleerung in einen geschlossenen Wagen stattfindet.

Zumeist hat man Müll vor die Stadt transportiert und dort auf freiem Felde abgeladen; so entstehen in der Nähe von Großstädten, wie z. B. bei London, geradezu Berge von Unrat. Dehnen sich die Städte nach solchen Abladestellen hin aus, so hat man diese stinkenden Massen bisweilen mit etwas Sand überdeckt und als Bauplätze verwertet, eine hygienisch verdammswerte Maßregel.

Ähnlich wie die Müllabladepätze verhalten sich bisweilen die Schneeabladestellen. Dem städtischen Schnee wird oft absichtlich der Müll beigemischt, um ihn in billiger Weise zu beseitigen. Nach der Schneeschmelze lagert dann eine stinkende faulende Masse auf dem Boden.

In manchen Städten, wie Liverpool, Sunderland, Dublin, versenkt man den Müll ins Meer; an anderen Orten hat man angefangen, die Müllmasse zu verbrennen. In Birmingham wurden 1876, in Leeds 1877 solche „Destruktoren“ errichtet.

Der Unrat wird direkt auf den Destruktor gefahren und abgeladen, die größten Teile, Porzellan, Metall, beseitigt und mit dem Reste der Apparat gefüllt, darauf Steinkohle gelegt, diese entzündet; die Masse brennt dann selbständig weiter. Die Schlacken — Klinkers — fallen in den Aschenkasten; durch zweckmäßige Anlage läßt sich jede Rauchbelästigung der Nachbarschaft ausschließen, weshalb solche Anlagen auch innerhalb von Städten erlaubt sind. Durch solche Verbrennungsanlagen werden die großen Transportkosten für Müll reduziert.

Die entwickelte Wärme kann man zur Dampfkesselheizung für elektrische Beleuchtung verwenden, die Klinker zur Aufschüttung von Straßen, oder man formt aus ihnen Steine.

In neuester Zeit setzt man den Müll in geeigneten Apparaten einer so hohen Temperatur aus, daß die Masse zu einer glasartigen Substanz zusammenschmilzt, welche sich für viele Zwecke weiter verwerten lassen wird. Wenn sich dies Verfahren auch technisch bewährt, ist doch die Müllschmelzung den bisherigen Verbrennungsverfahren kaum vorzuziehen.

Literatur: Krüger, Handbuch des gesamten Straßenbaues in Städten, Jena 1881. — Dietrich, Die Asphaltstraßen, Berlin 1882. — S. auch Der Wege-, Eisenbahnen- und Hochbau von Pulmann, Halle 1869. — Heiden, Müller, Langsdorff, Die Verwertung der städt. Fäkalien, Hannover 1885. — Weyl, Studien zur Straßenhygiene, Jena 1893. — Röhrcke, Müllabfuhr und Müllbeseitigung, 1901.

## Fünftes Kapitel.

## Verwendung der Abfallstoffe.

## Verwertung der Fäkalien für die Landwirtschaft.

Die aus den Städten entfernten Abfallstoffe sind, je nach den gewählten Methoden, von verschiedener Konzentration. Alle enthalten in ihren mineralischen Substanzen wertvolle Nahrungsstoffe für die Pflanzen. Man hat daher von landwirtschaftlicher Seite gleichfalls ein Interesse an dem definitiven Verbleib der Abfallstoffe einer Stadt, und es sollte auf diese Interessen, wenn nicht unabweisliche sanitäre Gründe entgegenstehen, stets Rücksicht genommen werden. Was die Bestrebungen der Landwirtschaft fördert, hebt den Volkswohlstand.

Am konzentriertesten sind die Fäkalgemische bei dem Tonnen- (Klosett-) und Liernur-System, verdünnter bei dem Grubensystem (wenn nicht bei letzterem etwa Müll der Grube mit übergeben wird).

Bei richtiger Verwendung der Fäkalien als Dünger gedeihen sämtliche landwirtschaftliche Kulturpflanzen vorzüglich, die Sommergetreidearten so gut wie das Wintergetreide, Futtergewächse wie Knollen- und Wurzelgewächse, Gemüse, Tabak und Wein. Um Dünkirchen und Braunschweig werden mittels Fäkalienzufuhr die feinsten Spargel gezogen. Die besten Sorten Blumenkohl, der größte Blättertabak, der duftende Muskateller, die schmackhaftesten Oliven und süßesten Feigen u. s. w. lassen sich bei Fäkaldüngung erzielen.

Vielfach werden daher diese Abgänge des Abfuhrsystems direkt der Landwirtschaft übermittelt und zur Düngung der Felder in der Nähe von Städten verwendet. Bei der Güte des Düngers sollte man denken, daß die Abfallstoffe zu einer Quelle der Einnahme für die Städte werden könnten; dies ist leider im Durchschnitte nicht der Fall, sondern es müssen von Seite der Städter oft große Summen für die Abfuhr gezahlt werden. Zu Zeiten, in denen die Landwirtschaft des Düngers nicht bedarf, wandern die Abfallstoffe vielfach in die Flüsse.

Neuerdings sucht man diesem Übelstand durch Kompostierung zu begegnen. Es werden, sobald der landwirtschaftliche Bedarf an Düngstoffen zu Ende geht, in großen Gruben die Abfallstoffe mit dem Straßengehricht und den Küchenabfällen oder dem Kanalschlamm (siehe später) schichtweise übereinander gelagert und liegen gelassen. Dadurch entsteht in relativ kurzer Zeit ein wertvoller Dünger.

Wir haben Grund zur Annahme, daß bei diesen Prozessen der Düngung und Überantwortung der Fäkalien an den Boden eine Zerstörung der Infektionsstoffe eintritt.

Ein außerordentlich zweckmäßiges Verfahren zur Verwertung der Fäkalstoffe ist die Poudrettierung (siehe unter Liernur-System).

## Einleiten von Abwässern in Wasserläufe und die Flußverunreinigung.

Die Einleitung in Wasserläufe bedingt immer einige hygienische und ästhetische Nachteile; manchmal läßt man die Siele zu nahe am

Ufer münden, dann wird auf weite Strecken eine Verschmutzung des letzteren zu Beschwerden Veranlassung geben. Sielmündungen müssen tunlichst durch geeignete Rohrleitungen bis in den Hauptstrom des Niederwassers eines Flusses geführt werden.

Die Kanalwässer tragen vielerlei Schwimmstoffe mit sich, deren Herkunft und Natur zum mindesten ästhetische Bedenken erregt. Solche Dinge, wie Papier, Kotballen u. dgl., müssen unter allen Umständen durch ein geeignetes Drahtgeflecht oder Gitterwerk vor dem Einleiten in den Fluß beseitigt werden. Es sollen die größeren Schwimmstoffe durch Rechen von 1 bis 1,5 cm Spaltweite zurückgehalten werden, besser noch die suspendierten Stoffe bis 3 mm Durchmesser herab. Man verbrennt derartiges gesammeltes Material oder man kompostiert es mit Hausmüll.

Unvermeidlich zeigt sich bei Einleitung von Kanalwasser in den Fluß der letztere auf eine bestimmte Strecke verunreinigt, da sich die Mischung des Wassers nie plötzlich, sondern sehr allmählich vollzieht.

Wir wollen dabei nicht mehr weiter entscheiden zwischen Kanalisation und Schwemmkanalisation, da ja, wie wir sahen, qualitative Unterschiede zwischen den betreffenden Flüssigkeiten nicht bestehen.

Welch hohen Grad die Flußverunreinigung bisweilen erreicht, zeigte sich in London, als die Kanäle noch innerhalb der Stadt in die Themse sich entleerten. Der Gestank war häufig so unerträglich, daß in dem der Themse nahegelegenen Parlamentsgebäude die Sitzungen aufgehoben werden mußten. In dem heißen Sommer 1858 war der Schwefelwasserstoff frei in der Luft nachweisbar. Als Faraday weiße Körper zur hellsten Tageszeit in das Themsewasser fallen ließ, waren dieselben schon einen Zoll unter Wasser nicht mehr sichtbar. John Simon ließ im Jahre 1858 über 200 beliebige Personen, welche an der Themse beschäftigt waren, namentlich Kapitäne und Beamte der Dampfboote, ärztlich untersuchen und es stellte sich heraus, daß sie fast ausnahmslos an Krankheitserscheinungen litten, welche auf Schwefelwasserstoffvergiftung zurückgeführt werden mußten. Der im Jahre 1868 erstattete Bericht der englischen Kommission zeigte, daß viele andere Flüsse Englands, wie der Irwell, Irk, Medlock, Mersey, Ribble, Bradford Beck, noch schlimmer beschaffen waren als die Themse.

Ein anderes Bild der Flußverunreinigung gibt der Bericht der Kommission, welche in Paris im Oktober 1874 den Zustand der Seine beschrieb:

Oberhalb Paris, innerhalb der Stadt sowie zwischen den Festungswerken und Asnières ergab die Seine einen befriedigenden Zustand; in dem ganzen Flusse leben Fische, und Pflanzen höherer Ordnung wachsen an dem Ufer. Das Bett der Seine besteht aus weißem Sande. Unterhalb der Brücke von Asnières ändert sich aber plötzlich dieser Zustand; am rechten Ufer mündet hier der große Sammelkanal von Clichy. Das schwarze von Fettaugen, Pfropfen, Haaren und Tierleichen u. s. w. bedeckte Wasser mischt sich nur laugsam mit dem Strome. Ein grauer Schlamm, mit organischen Resten vermengt, häuft sich längs des rechten Ufers und erzeugt erhöhte Bänke, welche zeitweise Inseln bilden. Dieser Schlamm bedeckt aber hier das ganze Flußbett; in ihm gärt es und die bei den Zersetzungen freiwerdenden Gasblasen, welche aufsteigen und an der Oberfläche platzen, haben oft in der heißen Jahreszeit 1—1½ m im Durchmesser. Sie heben den stinkenden Schlamm von dem Boden des Flusses. Diese Verschmutzung des Flusses hatte sich seit dem Jahre 1870 ausgebildet. Kein lebendes Wesen, weder Fisch noch Pflanze findet sich hier. Die grünen Algen sind völlig verdrängt. Unterhalb der Insel St. Denis ist zwar das Wasser noch dunkel gefärbt, aber man sieht wenig schwimmende Stoffe;

Fische erscheinen regelmäßig. Bei St. Germain und Lafitte hat das Wasser noch einen schlechten Geschmack und erst unterhalb der Einmündung der Oise und bei Meudon ist jede Spur der Verunreinigung verschwunden. Es legt die Seine, ehe sie die Pariser Schmutzstoffe abgegeben hat, einen Weg von 70 km zurück.

Auch in Deutschland liegen Fälle von hochgradiger Flußverunreinigung vor; so namentlich für die Leine, die Emscher, die Luppe, Röder, Wesenitz u. s. w. Die Flußverunreinigung ist keineswegs stets durch das Einleiten menschlicher Exkremente hervorgerufen; in Sachsen betreffen 7% aller Klagen über die Flußverunreinigung das Einleiten städtischer Abgangswässer, 50% aller Klagen über die Textilindustrie (Günther).

Der Grad der Flußverunreinigung durch städtische Abgangswässer kann ein sehr verschiedener sein. Der höchste Grad einer solchen Verunreinigung besteht, wenn das Flußwasser in stinkendster Fäulnis sich befindet, wie dies die Beispiele der Themse und Seine gezeigt haben.

Bei Flußverunreinigung mittleren Grades fehlt äußerlich jede abnorme Beschaffenheit; die gewöhnliche Fauna und Flora des Flusses ist ungestört, aber man kann mittels der chemischen Analyse eine Veränderung des Flußwassers nachweisen. Diese bewegt sich aber meist in bescheidenen Grenzen. Der Ausdruck der Flußverunreinigung hat aber in neuerer Zeit noch eine andere Auslegung gefunden, man spricht von einer solchen, wenn durch städtische Abgangswässer die Bakterienzahl eines Flußwassers vermehrt ist. In vielen solcher Fälle läßt sich weder makroskopisch noch auch chemisch eine Veränderung des Wassers nachweisen.

Leider werden diese drei verschiedenen Grade der Flußverunreinigung, welche von einer sanitär ganz ungleichen Bedeutung sind, meist gar nicht auseinander gehalten.

Wo immer man die Abwässer einer Stadt dem Flusse übergibt, hat man bis jetzt mittels der Bakterienzählung eine solche „Flußverunreinigung“ gefunden. Diese ist leicht begreiflich, wenn man bedenkt, daß Kanalwässer oft mehrere Millionen Keime in einem Kubikzentimeter enthalten und reines Flußwasser oft nur wenige hundert, so kann auch eine mehrtausendfache Verdünnung mit letzterem den Bakterienzuwachs durch Sielwasser nicht verdecken.

Einige Beispiele über „bakterielle Flußverunreinigung“ sind folgende:

An der Isar hat Prausnitz beobachtet:

Oberhalb München . . . . .	305	Keime in 1 cm <sup>3</sup>
Hinter dem Eisbach unterhalb München	15232	„ „ 1 „
Unterföhring (7 km unterhalb München)	3368	„ „ 1 „
Freising (33 km unterhalb München) .	3602	„ „ 1 „

Eine zweite Ursache für die Verunreinigung von Flüssen durch Städte ist dem Handelsverkehre auf dem Wasserwege zu suchen und in den unvermeidlichen Zuflüssen der Großstädte. Ein solcher Fall liegt in Berlin vor. Die Stadt überantwortet alle ihre Abgangswässer den nach den Riesefeldern geleiteten Kanälen. Trotzdem ist der Reinheitsgrad des Wassers in bakteriologischer Hinsicht innerhalb

des Stadtgebietes ein ziemlich schlechter. Dirksen und Spitta haben 1896 als Keimgehalt der Spree gefunden:

	540 Keime per 1 cm <sup>3</sup>		
Oberhalb Berlin bei Grünau			
Oberbaumbrücke . . . . .	23.400	"	1 "
Janowitzbrücke . . . . .	57.400	"	1 "
Friedrichsbrücke . . . . .	34.400	"	1 "
Ebertsbrücke . . . . .	221.400	"	1 "
Moltkebrücke . . . . .	41.200	"	1 "
Moabiterbrücke . . . . .	84.600	"	1 "

Je geringer die Wasserführung eines Flusses und je größer die Bevölkerungsziffer einer Stadt, desto ungünstigere Verhältnisse müssen sich ergeben.

Die Flußverunreinigung kommt ferner ungemein häufig durch Einleiten industrieller Abgänge zu stande. Im wesentlichen müssen zwei Arten der Flußverunreinigung unterschieden werden:

1. Durch Abfallwässer, welche viel stickstoffhaltige organische Stoffe führen. Hierzu gehören: Gerbereien und Lederfabriken, Bierbrauereien, Brennereien, Stärkefabriken, Zuckerfabriken, Papierfabriken, Flachsrotten, Fettindustrie, Leimsiederei, Wollwäscherei, Farbenfabriken.

2. Abfallwässer mit vorwiegend anorganischen Stoffen, als Abgänge aus Gasfabriken, Steinkohlengruben, Salinen, Chlorkaliumfabriken, Schwefelkiesgruben, Drahtziehereien, Bleichen, Verzinkereien, Silberbeizen, Blutlaugensalzfabriken, Strontianitgruben, Steinkohlenwäschereien, Braunkohlenschwelereien.

Als Beispiel für die erste Gruppe mag die Verunreinigung des Irwell angeführt werden. Der kleine Fluß nimmt die Abfallwässer der Stadt Manchester auf und wird dabei zu einer tintenartigen Flüssigkeit. In 100.000 Teilen des Irwell sind enthalten:

	Nabe dem Ursprunge	Unterhalb Manchester
Gesamtgehalt an gelösten Stoffen . . .	7·80	50·75
Organischer Kohlenstoff . . . . .	0·187	1·892
Organischer Stickstoff . . . . .	0·025	0·264
Ammoniak . . . . .	0·004	0·371
Stickstoff als Nitrat oder Nitrit . . . .	0·021	0·177
Chlor . . . . .	1·15	0·73
Suspendierte organische Stoffe . . . . .	—	2·06
Suspendierte anorganische Stoffe . . . .	—	2·10

Als eine Flußverunreinigung durch anorganische Stoffe mag diejenige der Saale und des Elbgebietes unterhalb Barby erwähnt werden.

Die Saale nimmt die Abgänge der Salinen von Halle, Kösen, Arten, Erfurt auf. Vor Gnölbzig mündet der Schlüsselstollen des Mansfelder Bergbaues; die Bode, welche bei Nimbürg mündet, hat die Abwässer der Staßfurter Kaliwerke, die Abgänge anderer Kalifabriken, Braunkohlenwerke und von 40 Zuckerfabriken aufgenommen. Die Saale ist daher reich an Kochsalz, Chlormagnesium, schwefelsaurer Magnesia und Gips, und die Flußverunreinigung macht sich an der Oberelbe bemerkbar. Der Cl-Gehalt der Elbe bei Magdeburg betrug

1800 . . . . .	38.3	mg	für	den	Liter
1880 . . . . .	112.0	"	"	"	"
1890 . . . . .	140	"	"	"	"
1891 . . . . .	394	"	"	"	"
1892 . . . . .	252—1640	"	"	"	"

Im Jänner 1893 war das Elbwasser in Magdeburg völlig ungenießbar geworden, auch zu Kochzwecken eignete es sich nur noch bedingt, namentlich war der bittere Geschmack des Wassers störend; der letztere rührt wesentlich von dem Chlormagnesium her (Rubner). Am 7. Jänner 1893 führte die Elbe in der Sekunde 433 kg Chlor und 19 kg Magnesia.

Flußverunreinigungen ersten Grades bedingen meist eine bedeutende Schlammabkantung und Hebung der Flußsohle. Das Wasser ist zu allen Genußzwecken und gewerblichen Zwecken, zum Baden und Viehtränken absolut nicht zu gebrauchen. Durch giftige Gase ( $\text{SH}_2$ ) können Anlieger und Schiffer gefährdet werden; unter Umständen kann das Grundwasser in der Nähe des Flusses unbenützbar sein.

Blei Flußverunreinigungen geringen Grades sind die Störungen auch weniger bedeutend. Bei rein bakteriellen Verunreinigungen kann nur in Frage kommen, ob man das Wasser für Genußzwecke abgeben soll oder nicht. Niemand wird aber wohl Trinkwasser schöpfen an Stellen, wo etwa eine Einleitung von Kanalwasser stattgefunden hat; ebensowenig werden sich solche Plätze zur Anlage von Badeanstalten empfehlen. Im übrigen mag bemerkt sein, daß viele große Städte, welche Filtrationsanlagen besitzen, ihre Wasser aus keineswegs „reinen Flüssen“ entnehmen; so z. B. Hamburg, Altona.

In unreinem Flußwasser sterben die Fische ab. Die Schädlichkeit fauler Jauchen ist nach Weigelt neben der Anwesenheit der giftigen Gase, wie Schwefelwasserstoff und Kohlensäure, auch noch auf den Mangel an Sauerstoff zurückzuführen, welcher im faulenden Wasser leicht eintritt. Ob eine direkte Beeinflussung der Fische durch Bakterien vorhanden ist, kann als sicher erwiesen noch nicht angesehen werden.

Auch auf die Austern hat man das Kanalwasser in schädigender Weise wirken sehen. In der Dubliner Bai gedeihen die Austern sehr gut; seitdem aber die Abwässer von Dublin nach der Bai geführt werden, stirbt ein Teil der Austern ab. Das Wasser in den überlebenden Austern riecht faulig und ist von niederen Organismen durchsetzt. Nach dem Genuße solcher Austern hat man an vielen Personen Krankheitserscheinungen beobachtet (Charles A. Cameron).

Durch die anorganischen Verunreinigungen kann der Geschmack des Trinkwassers sich ändern. Gips stört am wenigsten, mehr das Kochsalz und Chlorkalzium, in noch höherem Grade die schwefelsaure Magnesia, am stärksten das Chlormagnesium (Rubner). Wasser mit 226 mg Magnesia im Liter soll bei Gebrauch zum Trinken und Kochen nach C. Schmidt purgierend wirken. Zur Tränke für Vieh kann noch Wasser mit 2000—3000 mg Kochsalz per Liter benützt werden. Auf Fische wirkt Chlormagnesium zehnmal so stark als Kochsalz. Salzhaltiges Wasser wirkt störend durch Kesselsteinbildung, Chlormagnesium zerstört durch Abspaltung von Salzsäure die Kesselwandung, gipsartige Wässer scheiden bei hoher Temperatur einen sehr festen Kesselstein aus Anhydrit bestehend ab. Zuckerfabriken gewinnen weniger Zucker mit salzhaltigem Wasser, hartes Wasser stört bei Gerbereien und Leimfabriken, Magnesiumgehalt besonders bei Brauereien, Bleichereien, Färbereien.

## Die Selbstreinigung des Wassers.

Ein Flußwasser, welches im höchsten Grade verunreinigt ist, wird, nachdem es eine größere Strecke Weges zurückgelegt hat, wieder gebrauchts- und genußfähig; wir nennen diesen Prozeß die Selbstreinigung des Flusses. Die hochgradig verschmutzte Seine nimmt 70 km unterhalb Paris jenen Grad der Reinheit an, welchen sie beim Eintritte in den Stadtbezirk Paris besaß. Die durch Einleitung der Kanalwässer von Breslau stark geschädigte Oder erreichte 32 km unterhalb der Stadt bei Dyhernfurth wieder ihre normale Zusammensetzung; die Spree, welche reich mit Keimen beladen Berlin verläßt, hat sich im wesentlichen bei dem Austritte aus dem Havelsee bei Sacrow gereinigt. Schlimm scheinen die Zustände in England zu sein, da angegeben wird, daß kein englischer Fluß genügende Länge habe, um durch Selbstreinigung wieder auf normale Zusammensetzung zu kommen.

Die Ursache des Selbstreinigungsprozesses der Flüsse hat man in den mannigfachsten Einflüssen gesucht. Tatsache ist, daß sowohl die suspendierten Stoffe wie die gelösten Stoffe und die Bakterien (und andere Parasiten) bei der Selbstreinigung abnehmen können, aber die Änderungen bezüglich des Gehaltes an diesen Bestandteilen erfolgen keineswegs gleichzeitig. Die Selbstreinigung der Flüsse ist zum großen Teile ein Sedimentierungsprozeß. Die suspendierten Teilchen lagern sich auf dem Boden des Flusses ab. Je ruhiger sein Lauf, je weniger Gelegenheit zum Aufwühlen des Wassers durch Dampfboote und den Schiffsverkehr gegeben ist, je tiefer also bis zu einem gewissen Grade das Wasser, um so vollständiger wird diese Ablagerung sein. Daher haben namentlich Seen mit großer Wassermasse einen die Reinigung ungemein begünstigenden Einfluß. Möglicherweise ist die rasche Reinigung der Spree dem Durchflusse durch den Havelsee zuzuschreiben. Mit den sedimentierenden Stoffen fallen namentlich viele Bakterien mit zu Boden.

Die gelösten Stoffe werden zum Teil durch die Lebensprozesse der Pflanzen in Anspruch genommen, insoweit es sich um Pflanzensalze handelt, vielleicht auch werden organische Stoffe von den weitverbreiteten Verwesungspflanzen aufgenommen, sicherlich aber beteiligen sich an der Zerstörung organischer Verbindungen auch die Bakterien.

Die Entfernung der Bakterien ist zurückzuführen:

1. Auf das Niedersinken von bewegungslosen Keimen oder der Dauerformen beweglicher wie unbeweglicher Keime;
2. auf das spontane Niedergehen von Keimen, mit Partikelchen, welche Nahrungszentren bilden;
3. auf die mechanische Fällung der Sinkstoffe;
4. auf das Absterben von Bakterien, insofern deren Nahrungsstoffe erschöpft sind.

Die gelösten organischen Stoffe werden in dem Flusse unter dem Einflusse von Wasserbakterien mehr oder minder völlig aufgezehrt (Spitta). Der Bakterienreichtum eines Flusses, welcher Abwässer aufgenommen hat, rührt zum Teil von der Mehrung saprophytischer Keime her. Im Flußwasser, welches nicht hochgradig verunreinigt ist, findet man überall freien Sauerstoff vor. Im Flußboden in Schlammbanken überwiegt die anaerobe Zer-

setzung. Je größer die Verdünnung des Sielwassers durch ein reines Flußwasser ist, um so mehr werden die Keime zurückgedrängt, namentlich die im Darne wuchernden Keime.

Die Algen und Diatomazeen nehmen an der Flußreinigung keinen wesentlichen Anteil (Spitta). Auch der Einfluß des Lichtes für die Tötung der Bakterien ist überschätzt worden.

Anorganische Verunreinigungen werden durch die Selbstreinigung nicht nennenswert verändert; sie werden meist nur durch die Verdünnung in ihrem störenden Einflusse gemildert. Gelegentlich kann es aber zur Umlagerung von Salzen und zur Herabsetzung der Härte kommen, wenn Kalk oder Magnesia zur Ausfällung gebracht wird.

Die Selbstreinigung der Flüsse ist auch ein biologischer Vorgang, bei welchem namentlich die anspruchsvollen pathogenen Arten der Bakterien rascher verschwinden als die harmlosen Saprophyten.

Einen großen Teil jener Flußstrecke, auf welcher sich die Selbstreinigung vollzieht, kann man als Sedimentierungsflächen für den größten Teil der mitgeschwemmten Stoffe ansehen. Diese Ablagerungen bleiben nur liegen, wenn Flüsse auch zur Hochwasserzeit nur eine geringe Spülwirkung entfalten. Hierin sind verschiedene Flüsse sehr verschieden. Bei der Maas verhält sich Niedrigstwasser zu Hochwasser wie 1:17, beim Rhein bei Lauterburg wie 1:11, bei der Isar wie 1:36 und bei der Garonne wie 1:138. Die Hochwasser reinigen den Flußboden.

Innerhalb des Gebietes der Selbstreinigungszone eines Flusses wird man das Wasser nur unter gewissen Voraussetzungen für Trink- und Nutzzwecke der Menschen zum Gebrauche zulassen können. Es existieren eine ganze Zahl von städtischen Wasserversorgungen, welche das Rohwasser für ihre Filtrezwecke aus der Selbstreinigungszone von Flüssen beziehen. Empfehlenswert sind Flußwasserversorgungen (siehe dort) im allgemeinen überhaupt nicht; wollte man von diesen absehen, so würde die Frage der Einleitung in Flüsse sich wesentlich einfacher gestalten können.

Literatur: Davids, Untersuchungen über den Bakteriengehalt des Flußbodens in verschiedener Tiefe. Arch. f. Hyg. Bd. 24, 95, 213. — Buchner H., Über den Einfluß des Lichtes auf Bakterien und über die Selbstreinigung der Flüsse. *ibid.* 17, 93, 179. — Schlatter K., Der Einfluß des Abwassers der Stadt Zürich auf den Bakteriengehalt der Limmat. Zeitsch. f. Hyg. IX, 56. — Dirksen H. und Spitta O., Die Veränderungen des Spreewassers auf seinem Laufe durch Berlin in bakteriologischer und chemischer Hinsicht. Arch. f. Hyg. Bd. 35, 99, 83. — Spitta O., Untersuchungen über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse. *ibid.* I. 38, 00, 160, u. II u. III. 38, 00, 215. — Mori, Rintaro, Über pathogene Bakterien im Kanalwasser. Zeitsch. f. Hyg. IV, 47. — Pfeiffer L. und Eisenlohr L. Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse. Arch. f. Hyg. Bd. 14, 92, 190.

### Gesichtspunkte, die Einleitung von Abwässern in Flüsse betreffend.

Die Einleitung von Abwässern in Flüsse kann nur unter gewissen Voraussetzungen zugelassen werden.

Unter allen Umständen muß das Einleiten von Abwässern verboten werden, wenn eine Flußverunreinigung ersten Grades zu erwarten ist. Will man eine solche verhüten, so muß

a) die Geschwindigkeit des Flusses an allen Stellen des Profils und auch bei Niedrigstwasser so groß sein, als die größte Geschwindigkeit im Stammsiel zu sein pflegt, die man im allgemeinen zu 0·5 bis 0·6 *m* per Sekunde annehmen kann. Die Geschwindigkeit des Flusses muß namentlich für den Randstrom und die Tiefe durch besondere Messungen festgestellt werden.

b) Das Flußwasser muß mindestens jederzeit das 15fache des Kanalwassers ausmachen. Unter Flußwasser ist reines Wasser zu verstehen, nicht etwa ein Fluß, der bereits viel von Verunreinigungen aufgenommen hat; unter Kanalwasser der Inhalt eines normalen Sieles.

Sind beide Bedingungen realisiert, so kommt es weder zu einer Schlammbankbildung noch zu einer Fäulnis des Wassers, es werden weder Algen noch Fische verdrängt, und da das Kanalwasser in der Mischung nur mit 6% etwa vertreten ist, ist auch die Veränderung in chemischer Hinsicht eine sehr unbedeutende.

Der Bakterienreichtum solchen Wassers kann aber unmittelbar nach der Mischung mit dem Flußwasser noch sehr erheblich sein, verliert sich aber durch Selbstreinigung des Flusses.

Zu berücksichtigen ist übrigens auch der Zeitpunkt des niedrigsten Wasserstandes; fällt solcher in den Winter, so ist dies willkommener, als wenn derselbe in die Sommermonate fällt.

Die größeren Schwimmstoffe sind unter allen Umständen durch eingelegte Rechen und ähnliche Vorrichtungen zu entfernen.

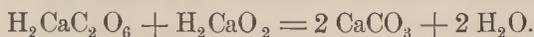
### Die Methoden der Reinigung von Kanalwässern.

Es sind zahlreiche mechanische und chemische Methoden zur Unschädlichmachung des Kanalwassers in Vorschlag und zur Ausführung gebracht worden. Die wichtigsten sind:

1. Das mechanische Verfahren durch die Anlage von Klärbecken, d. h. großen gemauerten Behältern, in denen das Wasser stagniert oder doch äußerst langsam sich bewegt, oder Klärbrunnen. Langsamer Abfluß der Wässer, mit einer Geschwindigkeit von 0·005 bis 0·075 *m* in der Sekunde gibt eine reichliche Sedimentierung. Die suspendierten Stoffe werden fast völlig ausgefällt, die Bakterien, soweit die übliche Untersuchungsweise es erkennen läßt, um  $\frac{1}{4}$  vermindert, das geklärte Wasser sieht noch trüb aus; dem Gewichte nach aber ist die trübende Substanz verschwindend klein. Es mag erwähnt sein, daß  $\frac{2}{3}$  der Bestandteile des menschlichen Kotes aus sedimentierenden Substanzen bestehen. Der Einfluß auf die Verminderung der Bakterienzahl wird bei der Sedimentierung meist viel zu gering angeschlagen.

2. Man wendet Chemikalien zur Fällung der Abwässer an; es gibt eine außerordentlich große Anzahl solcher Fällungsmittel. Ihre gemeinsame Wirkung besteht darin, daß dieselben entweder unter sich oder mit Bestandteilen der Schmutzwässer voluminöse Niederschläge bilden, welche im wesentlichen die Schlammstoffe niederreißen.

In großem Umfange wird Kalkmilch angewendet. Der Kalk bildet mit dem in den Schmutzwässern vorhandenen doppelkohlensuren Kalk oder freier Kohlensäure unlöslichen einfach kohlensuren Kalk



Wird außer Kalkmilch schwefelsaure Tonerde oder ein Eisensalz zu-

gesetzt, so bilden sich unlösliche Oxyd- oder Oxydulverbindungen, welche wesentlich fällend einwirken. Eisensalze binden Schwefelwasserstoff. Auch Eisensalze sowie Chlorid und Sulfat finden Anwendung.

Durch die chemischen Fällungsmittel, wie Kalk oder Eisensalze, werden die Bakterien fast vollkommen mit den Schlammstoffen niedergeschlagen. Im Großbetriebe ist eine völlige Beseitigung der Bakterien aber bis jetzt nirgendwo erreicht worden. Die chemische Reinigung entfernt nur einen Teil der vorher gelösten Schmutzstoffe und läßt einen großen Teil der für die Pflanzen nötigen Nährstoffe zu Verlust gehen. Es wird stets bei der Fällung nur ein Teil Ammoniak gewonnen. Das Kali, für das Pflanzenwachstum außerordentlich bedeutungsvoll, kann nicht gewonnen werden, dagegen die Phosphorsäure.

Die gelösten organischen Stoffe verhalten sich äußerst verschieden, je nach den angewandten Reagenzien; bei Kalk tritt eine wesentliche Verminderung und Fällung nicht ein, ja unter Umständen kann es sogar zu einer Vermehrung der gelösten organischen Stoffe kommen, weil durch überschüssig zugesetzten Kalk ein Teil der suspendierten Stoffe in Lösung geht. Immer enthält das gereinigte Wasser mehr anorganische Substanzen als das ungereinigte. Die Eigenschaft des gereinigten Wassers, klar und ohne Zersetzung zu bleiben, hält so lange an, als das Wasser durch den Überschuß an Kalk stark alkalisch bleibt. Sobald der Kalk ausfällt und die neutrale Reaktion erreicht ist, beginnt die Fäulnis wieder.

Zur Fällung mit Kalk werden meist wegen der hohen Kosten nur 0.3 bis 0.4 g Kalk per Liter angewendet; dies reicht eben zur Klärung, d. h. raschen Abscheidung des Schlammes, aber nicht zur völligen Abscheidung der Bakterien oder gar zur Desinfektion. Um letztere zu erreichen, wären 2—3 g per Liter notwendig. Die Erfolge der Klärung und Desinfektion werden, wie Grether nachgewiesen hat, besser, wenn man, anstatt sofort eine gewisse Menge Kalk zuzusetzen, in zwei getrennten Operationen diese Kalkmenge zugibt. Bei der praktischen Ausführung des Kalkklärwesens wird weder das geklärte Wasser und noch weniger der Kalkschlamm sterilisiert.

Es ist daher keineswegs ein chemisch gereinigtes Wasser ein völlig indifferentes und das Einleiten in Flüsse ganz unbedenklich; auch ist zu erwägen, daß die Ausfällung des Kalkes, bei Vermischung mit dem Flußwasser zur Schlammbildung einerseits, andererseits aber durch die Ausfällung des in dem Flußwasser vorhandenen Kalkes zur Schädigung der Fischzucht und der Pflanzen führen kann (König, Frankland).

Zum Zwecke der chemischen Reinigung werden die Abwässer meist in größeren Klärbassins, oder besser tiefen Klärbrunnen, gesammelt, langsam hindurchgeleitet und die obenauf bleibende klare Flüssigkeit dann abgezogen. Der sich auf dem Boden ansammelnde Schlamm wird mittels einer Schlammpumpe gehoben; eventuell abgepreßt und abgefahren. Im allgemeinen kann dieser Schlamm für manche landwirtschaftliche Zwecke verwendet werden; man läßt ihn auch in Haufen ablagern, wobei die organischen Substanzen dann, ohne einen üblen Geruch zu verbreiten, zerstört werden, wenn viel Kalk im Überschusse ist. Nicht selten verbreiten die Schlammagerplätze aber weithin ihren nicht gerade angenehmen Geruch. Man hat auch versucht, den Schlamm

künstlich zu trocknen. Diese Methoden sind aber noch einer weiteren Verbesserung bedürftig. Sie belästigen durch üble Gerüche die Nachbarschaft.

Eine besondere Einrichtung zum Zwecke der chemischen Reinigung von Abwässern ist der R ö c k n e r - R o t h e s c h e Apparat.

Derselbe stellt einen hohen Zylinder dar, in welchem das Wasser sich nur sehr langsam aufwärts bewegt und schließlich durch ein Heberrohr wieder nach abwärts fließt. Fig. 172 veranschaulicht diese Einrichtung. Der Zylinder *A* hat etwa die Höhe von 7 bis 8 m, der Durchmesser ist nach der Menge des zu reinigenden Wassers wechselnd. *D* fungiert als Abflußrohr nach *C*. Hier steht der Wasserspiegel niedriger als das Schmutzwasser in *B*. Der Apparat funktioniert demnach als Heber; nur muß zuerst durch das Rohr *F* mittels einer Luftpumpe das Sielwasser gehoben worden sein. Da sich Gase in *A* anhäufen, wird zeitweise ein Auspumpen derselben stattfinden müssen. Das Schmutzwasser strömt, mit den chemischen Fällungsmitteln gemengt, unter dem trichterförmigen Stromverteiler ein. Auf letzterem lagert sich der Schlamm zum Teil ab und dient dem von unten nach oben strömenden Abwasser gewissermaßen als Filter. Am Boden des brunnenartig in die Erde eingetriebenen Behälters sammelt sich der Schlamm an und wird durch die Pumpe *E* gehoben.

Der wesentlichste Vorteil des R ö c k n e r - R o t h e s c h e n Apparats besteht in einer sehr bedeutenden Raumersparnis, welche derselbe erlaubt, Die Frage, ob Klärbassins anzulegen oder das vorgenannte Verfahren zu benutzen sei, wird durch die Örtlichkeit bestimmt. Die Reparaturkosten derartiger Apparate sind nicht unbedeutend. Hinsichtlich der Klärerfolge kann auf das für die Kalkfällung Gesagte verwiesen werden.

Die Eisensulfatklärung ist praktisch in Leipzig durchgeführt (es werden annähernd 50 g per Kubikmeter Kanalwasser verwendet). Die Klärung erfolgt rasch. Das Eisenoxydhydrat bindet Schwefelwasserstoff, die Säure des Ammoniak. Das Eisenverfahren ist der Klärung mit kleinen Kalkmengen vorzuziehen; Absetzen des Schlammes vollzieht sich schnell. Eine nennenswerte Desinfektionswirkung kommt dem Eisensalz nicht zu, die Verminderung der Keimzahl ist auf die mechanische Fällung zurückzuführen.

Das Kohlebreiverfahren Degeners ist seit einigen Jahren in Gebrauch. Der Erfolg ist nicht immer genügend und sicher. Auch

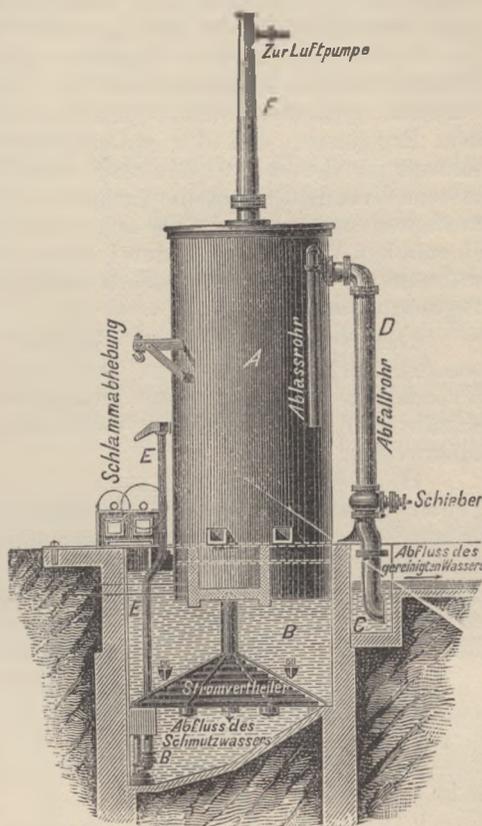


Fig. 172.

das gereinigte Wasser ist noch faulnisfähig. Braunkohle oder Torfmoerde wird auf nassem Wege fein zermahlen den Schmutzwässern beigemischt und dann ein Eisenoxydsalz zugegeben, welche namentlich durch die Humussäuren leicht gefällt werden. Der Niederschlag setzt sich ab. Man nimmt etwa 1 kg Kohle per Kubikmeter Abfallwasser und 170 g Eisensalz. Der Kohlenschlamm wird dann entwässert, das geklärte Wasser mit Chlorkalk desinfiziert und durch Koksfilter rasch filtriert. Von Chlorkalk reichen in Potsdam 0·01‰ hin, um die Jauche so weit zu desinfizieren, daß in 10 Minuten *Bacterium coli* und ähnliche Organismen abgestorben sind. Der Schlamm wird zu Briketts gepreßt, getrocknet und zur Heizung verwendet.

In letzter Zeit sind besonders in England und Frankreich Versuche über die Reinigung von Schmutz- und Gebrauchswässern durch Elektrizität angestellt worden. Unter diesen ist zu nennen das Webstersche (der elektrische Strom wird unter Anwendung von Eisenplatten als Elektroden auf das chloridhaltige oder mit Chloriden versetzte Wasser einwirken gelassen). König und Remelé kommen zu dem Ergebnisse, daß der wesentlichste Umstand dieses Reinigungsverfahrens in der Abscheidung von Ferrohydroxyd beruht. Aus diesem Grunde ist dasselbe nichts anderes als ein chemisches Reinigungsverfahren und unterscheidet sich vom letzteren dadurch, daß die fallenden chemischen Verbindungen durch den elektrischen Strom erzeugt werden, während sie bei der chemischen Reinigung in fertig gebildetem Zustand zugesetzt werden.

Das System Hermite mischt Kanalwasser mit Kochsalz (Meerwasser), zerlegt durch den elektrischen Strom unter Erzeugung von Hypochlorit und setzt diese Flüssigkeit einer bestimmten Menge von Kanalwasser zu. Praktische Verwertung hat dieses System noch nicht aufzuweisen.

Die chemischen Klärverfahren werden mit Recht als große Last angesehen. Im allgemeinen ist ihre Wirkung der einfachen Sedimentierung nur wenig, manchmal gar nicht in stofflicher Hinsicht überlegen. In bakteriologischer Hinsicht leisten sie, sorgfältig bedient, etwas mehr als das mechanische Verfahren allein. Der Klärniederschlag ist selten gut zu verwerten, bei dem Verfahren nach Degener wird er mit dem Torfe zum Teil, selten ganz zur Feuerung benützt.

Die beabsichtigte völlige Freierhaltung der Flußläufe von Infektionswogen läßt sich eventuell durch nachträgliche Desinfektion des gereinigten Wassers mit Chlorkalk erzielen. Bei Störungen im Betriebe, bei starken Regenfällen wird das Abwasser in der Regel von den Kläranstalten nicht mehr verarbeitet.

### 3. Zersetzung des Abwassers durch biologische Prozesse.

Eine besondere Methode der Abwasserreinigung schlägt A. Müller vor. Die Abwässer werden in tiefen Erdbassins gesammelt, auf 25–40° erwärmt und unter Zusatz von Stoffen, wie Blut u. s. w., faulen gelassen. Nach einiger Zeit wird das Wasser filtriert. Für den Großbetrieb dürfte die Einrichtung sich kaum eignen.

Ein ähnliches Prinzip verfolgen mehrere in der Neuzeit studierte und ausgeführte Verfahren der biologischen Klärung.

Die jetzt im Gebrauch befindlichen Systeme scheiden sich in das Faulkammersystem und das Oxydationsverfahren.

Das Wesentliche des letzteren besteht in einem mehr oder minder großen Behälter, welcher mit Koks, Kies, Ziegelstücken oder Ähnlichem gefüllt ist. Die Größe dieser Substanzen muß eine zweckentsprechende sein. Die von den groben Schwimmstoffen gereinigten Abwässer werden in diese Oxydationsräume einlaufen gelassen, bleiben ein paar Stunden darin, worauf das Wasser, klar oder etwa flockig, aber ohne jedweden Fäulnisgeruch abläuft, eventuell noch durch einfache Sandfiltration von den Flocken gereinigt wird. Der Oxydationsraum bleibt dann mehrere Stunden leer; für konstanten Betrieb müssen mehrere Oxydationskörper vorhanden sein.

Der Schmutz der Sielwasser wird von Fauna und Flora des Oxydationsraumes aufgezehrt. Dunbar weist auf den Reichtum an Hefen-, Schimmelpilzen, Bakterien, Algen, Protozoen, Würmern und Insekten hin, welche bald in den Hohlräumen des Kieses sich einfinden, begierig Sauerstoff verbrauchen; der Kohlensäurereichtum des abfließenden Wassers ist ein sehr erheblicher.

Die Beseitigung der organischen Stoffe scheint eine weitgehende, indem dieselben um etwa 70—75% abnehmen. Bakterienfrei verläßt das Wasser den Oxydationsraum nicht, doch finden sich wesentlich nur saprophytische Arten.

Das Faulkammersystem verhält sich ähnlich wie das Oxydationsverfahren, nur werden die Wasser, ehe sie auf dem Oxydationskörper gelassen werden, längere Zeit (bis 24 Stunden) in einem Raume faulen gelassen. Nach neueren Versuchen scheint der Faulraum entbehrlich.

Bei beiden Verfahren verschlickt schließlich der Oxydationskörper und muß wieder durch Abheben und Spülung gereinigt werden: natürlich häufen sich allmählich auch anorganische Stoffe an, welche die Hohlräume füllen.

Die biologischen Methoden scheinen empfehlenswert, wenn ein hoher Grad von Reinheit des Wassers erzielt werden muß; die Kosten des Verfahrens sind nicht unerheblich.

Sicherlich leistet aber eine solche Anlage dadurch gute Dienste, daß sie ohne üble Gerüche fungiert und ein Abwasser liefert, das zur Bewässerung von Ländereien vorzüglich verwertet werden kann und mancherlei Übelstände des heutigen Rieselbetriebes vermeidet.

4. Es kann das Kanalwasser durch Filtration gereinigt werden; hiezu werden Sand, Kies oder auch Torfmull angewendet. Die Filtration kann eine absteigende, aufsteigende, andauernde oder intermittierende sein. Die Ergebnisse der Filtration sind günstige. Die suspendierten Teilchen werden völlig entfernt, der gelöste organische Stickstoff und Kohlenstoff etwas vermindert, die Bakterien bis auf eine geringe Zahl beseitigt. Auch eine Zerstörung organischer Substanzen durch die Selbstreinigung des Bodens ist bei der intermittierenden Filtration wenigstens nicht ausgeschlossen.

Unter der filtrierenden Bodenfläche drainiert man den Boden in einer Tiefe von 2 m; die Drainröhren vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen Kanal, der das Wasser dem Flusse zuführt; 1 m<sup>3</sup> Erde kann in 24 Stunden 23—60 m<sup>3</sup> Kanalwasser filtrieren lassen, so daß 1 ha Filterland von 2 m Tiefe für 5000 Personen ausreichend erscheint.

Da die oberflächlichen Schichten der Filteranlagen verschlickten, so müssen sie häufig umgearbeitet werden. Manchmal läßt man der Filtration in England die chemische Reinigung von Abwässern vorausgehen (Frankland).

5. Ein weit verbreitetes Verfahren, die Abwässer zu reinigen, besteht in der Berieselung. In gewissem Sinne könnte die letztere in Parallele mit der Filtration gestellt werden. Man kann die Abwässer entweder in Gräben eine eben gelegene Strecke durchziehen lassen und schließlich das gereinigte Wasser in einem Abzugsgraben sammeln. Dieses Verfahren nennt man die Bewässerung. Die mitgeführten suspendierten Teilchen setzen sich dabei auf dem Boden der Rinne ab; die gelösten Stoffe aber werden während des Laufes nur wenig verändert. Ein wechselnder Bruchteil des Wassers verdunstet oder dringt in den Boden ein.

Die Kanaljauche wird sehr häufig aber auch so zugeleitet, daß alle Kanäle blind endigen. Die Jauche muß also den Boden nach Art eines Filters durchsetzen. Man spricht dann von eigentlicher Berieselung und Rieselfeldern. Das Rieselfeld muß in gehöriger Weise planiert sein, um der Anlegung der kleineren, in den Boden ausgestochenen Verteilungsgräben nicht hinderlich zu sein.

Wollte man allen Kanalinhalt direkt dem Rieselfelde zuführen, so würde der Boden in den meisten Fällen alsbald für das Hindurchtreten von Flüssigkeiten undurchgängig werden. Die Kanaljauche führt neben feinerem Schlamm suspendierte Teilchen, wie: Holzspäne, Stroh, Haare, Federn, Lumpen, Papier, Fett u. s. w. mit sich. Man beseitigt sie daher meist durch ein Klärbassin. Man hat sogar weiter die Erfahrung gemacht, daß die feineren Partikelchen, wie sie die Fäkalien, Zellulosefasern, der Straßenkot und Straßenschlamm liefern und welche sich schwer absetzen, mit der Zeit den Boden des Rieselfeldes verschlickten. Bei einem grobporigen Boden wird die Verschlickung später gefahrbringend werden als bei feinporiger Erde.

Die auf Rieselfelder geführte Wassermenge dürfte in den meisten Fällen die jährliche Regenmenge um das Zehnfache übersteigen. Es wird daher, um dem Hindurchtreten des Wassers durch den Boden Vorschub zu leisten, die Drainierung des Bodens durch mehr oder minder tiefliegende Drainrohre erforderlich. Das Drainwasser wird dem nächstgelegenen Flusse zugeleitet.

Sieht man bei der Berieselung nicht auf eine ausgiebige Drainierung, so kann eine unwillkommene Erhöhung des Grundwasserstandes eintreten, wie man in Danzig, Berlin und Genevilliers zu beobachten Gelegenheit hatte.

Die Rieselfeldanlagen sind in großem Maßstabe zuerst in England durchgeführt worden. Nach statistischen Angaben des Jahres 1876 leiteten von 462 englischen Städten mit mehr als 5000 Einwohnern 341 ihre Kanalwasser in die Flüsse. 121 Städte reinigten die Abfallwässer, und zwar 64 Städte mit Berieselung, 39 mit Klarvorrichtungen, 18 durch Präzipitation mittels Chemikalien; selbst in sehr kleinen Städten mit 8000—10.000 Einwohnern konnte die Schwemmkanalisation mit Berieselung zur Durchführung gelangen.

Deutschland besitzt in den Rieselfeldern zu Breslau, Danzig und Berlin muster-gültige Anlagen. Auch Paris hat Rieselfelder eingeführt.

Während in England eine Berieselung auch während der kalten Jahreszeit ohne Schwierigkeit durchgeführt werden kann, hat man in

Deutschland früher während der Frostzeit zur Magazinierung der Abwässer in Staubassins Zufucht genommen.

Nachdem Fadejeff gezeigt hat, daß man bei mit Furchen versehenem Rieselland auch während des Winters die Berieselung fortsetzen könne, sind die Staubassins unnötig.

Bei richtiger Anlage und normalem Betriebe eines Rieselfeldes sind die Erfolge der Reinigung der Stadtjauche sehr günstige; die suspendierten Stoffe werden sämtlich und von den in Wasser gelösten ein großer Teil entfernt.

Klopsch fand bei den Breslauer Rieselfeldern (für 100.000 Teile):

	In der Spüljauche	Im Drainwasser
Anorganisches . . . . .	57·7 bis 76·9	46·1
Organisches . . . . .	40·4 " 73·6	10·0
Stickstoff . . . . .	6·5 " 12·7	3·0
Chlor . . . . .	10·7 " 15·2	9·7
Phosphorsäure . . . . .	1·7 " 2·9	Spuren
Kali . . . . .	4·7 " 8·6	1·6
Natron . . . . .	9·0 " 12·4	9·6

Am besten wird die Wirksamkeit der Berieselung klargelegt, wenn man sie mit den übrigen Methoden der Kanaljauchereinigung vergleicht. Nach Frankland bestehen folgende Beziehungen; es werden entfernt:

	Von den löslichen Substanzen organ. Kohlen- stoff	organ. Stick- stoff	Von den suspen- dierten Stoffen
<b>1. Durch chemische Prozesse der Reinigung:</b>			
Günstiges Resultat . . . . .	50·1	65·8	100·0
Ungünstiges . . . . .	3·4	0	59·6
Im Mittel . . . . .	28·4	36·6	89·6
<b>2. Absteigende Filtration:</b>			
Günstiges Resultat . . . . .	88·5	97·5	100·0
Ungünstiges . . . . .	32·8	43·7	100·0
Im Mittel . . . . .	72·8	87·6	100·0
<b>3. Berieselung:</b>			
Günstiges Resultat . . . . .	91·8	97·4	100·0
Ungünstiges . . . . .	42·7	44·1	84·9
Im Mittel . . . . .	68·6	81·7	97·7

Bei der Berieselung ist der Erfolg wesentlich auch von der Natur des Bodens mit abhängig. Etwas ton- oder humushaltige Bodensorten geben bessere Resultate als Sand, welcher die Abfallwasser zu leicht in ungenügender Reinigung hindurchtreten läßt.

Trotz der bedeutenden Zufuhr organischer Stoffe bei der Berieselung kommt es bei regelrechtem Betriebe zu keiner abnormen Anhäufung dieser Stoffe, weil die Selbstreinigung des Bodens den größten Theil des Abgelagerten zerstört.

Der Prozeß der Selbstreinigung geht am kräftigsten bei den hohen Temperaturen vor sich und bei einem gewissen Feuchtigkeitsgrade des Bodens und der Anwesenheit von Luft. Eine beständige Durchrieselung des Bodens, bei welcher alle Hohlräume mit Wasser gefüllt sind, ist demnach zweckwidrig.

Die bei der Selbstreinigung entstehenden Produkte von Salpetersäure, wie auch die übrigen Pflanzennährstoffe, das Ammoniak, das Kali, die Phosphorsäure sollen tunlichst von den Pflanzen des Rieselfeldes assimiliert werden.

In den meisten Fällen wird die Bebauung der Rieselfelder aus ökonomischen Gründen, zur Deckung der durch die Schwemmkanalisation verursachten Kosten eingeführt; sie hat aber noch eine weitere sanitäre Bedeutung, auf welche wir gleich hinweisen wollen. Die Rieselfelder eignen sich aus zwei Gründen, einerseits, weil sie der Bewässerung unterliegen, und andererseits, weil sie mit Düngung versehen wurden, zum landwirtschaftlichen Betriebe.

Die Kanalwässer stellen in ihren löslichen Bestandteilen etwa die hundertfache Verdünnung der menschlichen Fäkalien dar. Von Pflanzennährstoffen enthalten sie:

100	Milliontel an	Stickstoff
40	"	" Kali
30—40	"	" Phosphorsäure,
15—20	"	" Magnesia,
150	"	" Kalkverbindungen.

Es ist dies keine normale Pflanzennahrung; denn sie ist zu reich an Stickstoff, bezw. zu arm an Phosphaten zu einer günstigen Entwicklung der Pflanzen. Durch den reichen Stickstoffgehalt wird die Blattbildung in hohem Grade begünstigt, dagegen die Fruchtbildung gehemmt. In den Pflanzen pflegen reichlich stickstoffhaltige Verbindungen abgelagert zu werden, z. B. Ammoniak. Auch salpetersaure Salze finden sich in großen Mengen. Die überreichliche Blattentwicklung oder Vergeilung hat mancherlei Nachteile für die Gewächse; sie trocknen sehr leicht in der Sonne aus und werden von tierischen und pflanzlichen Schmarotzern sehr häufig befallen. Der hohe Gehalt der Abwässer an Kochsalz und dem zum Auftauen der Pferdebahnen im Winter benützten Chlormagnesium und Chlorkalzium wirkt mitunter schädlich.

Zur Kultur auf den Rieselfeldern ist besonders das Raigras, der Grünmais, die Kohlarten und das Gemüse geeignet. Für den Getreidebau müßte mehr Kali und Phosphorsäure zugeführt werden. Man hat früher häufig angenommen, es wäre das wesentlich wirksame Moment bei der Berieselung in der Absorptionskraft des Bodens zu suchen. Diese letztere spielt, wie schon erwähnt, unzweifelhaft keine sehr bedeutende Rolle, und ohne andere Einflüsse würde der Boden eines Rieselfeldes bald mit Stoffen übersättigt sein und ein Hindurchtreten durch den Boden erfolgen. Der Umstand, daß die Drainwässer der Rieselfelder in den Wintermonaten unreiner zu sein pflegen als zur Zeit des Pflanzenwuchses, weist uns auf die bedeutende Rolle des letzteren hin.

Eine geregelte Rieselwirtschaft ist demnach nur denkbar, wenn auf die Wirkung der Pflanzen auf den Boden Rücksicht genommen wird. Im Interesse einer nicht zu großen Ausdehnung der Rieselfelder sind jene Pflanzen für deren Bebauung auszuwählen, welche den intensivsten Raubbau gestatten und dem Boden am meisten Salze entziehen.

Man kann daher unter Annahme der günstigsten Bedingungen auch berechnen, wieviel an Jauche einem Boden zuzuführen ist, wenn derselbe nicht überdüngt werden soll. Dabei ergibt sich, daß die Spüljauche, welche für 80—100 Personen abfällt, ausreichend ist zur Berieselung von 1 ha Boden.

Nur in diesem Falle wird aller Pflanzennährstoff für die Pflanzen auch nutzbar gemacht und würde zwischen der Zufuhr und Abfuhr namentlich des Stickstoffes ein vollkommenes Gleichgewicht herrschen (König).

Man kann aber wohl höher greifen und als rationelle Grenze die Abwässer von 200 Personen per Hektar bezeichnen. In Berlin kommen per Hektar täglich 36 m<sup>3</sup> Abfallwasser.

Die Berieselungsanlagen der Großstädte werden durchwegs intensiver berieselt, als es den eben gegebenen Verhältnissen entspricht. Es kommen auf 1 ha die Abgänge:

in Berlin	von	270	Personen
" Edinburgh	"	870	"
" Rugby	"	307	"
" Croydon	"	300	"

Unter diesen Verhältnissen kann die Reinheit des Rieselwassers keine ganz vollkommene sein.

Die Spüljauche der Städte liefert eine große Menge von Bakterien; nachdem schon früher über die Wirkung der Filtration durch den Boden berichtet worden ist, kann man für die Berieselung gleichfalls eine hochgradige Verminderung der Keimzahl annehmen. Die Kanalsohle enthält per 1  $cm^3$  mehrere Millionen Keime, das abfließende Drainwasser (bis etwa 20%) des aufgebrachten Siedewassers, 10.000—30.000 Keime. In manchen Fällen noch weniger. Miquel gibt für Pariser Kanalsohlewasser zu Clichy 6 Millionen Keime für 1  $cm^3$ , während das Wasser der Drainröhren zu Gennevilliers nur 12 Keime führt, d. h. außerordentlich keimarm ist.

Wir ersehen demnach, daß bei geordneter Berieselung ein Drainwasser zu liefern ist, welches allen Ansprüchen an Reinheit Genüge leistet und in den meisten Fällen unbedenklich den Flüssen überantwortet werden kann. Es wäre sehr irrig, wollte man in allen Fällen aber nur die Rieselung für zulässig erklären. Sie kann nur unter bestimmten Bedingungen als berechtigt anerkannt werden; die Wahl des Reinigungssystems wird man ganz nach lokalen Verhältnissen bemessen.

Man hat gegen die Berieselung eine Reihe von Bedenken erhoben und auf das Bestehen die Gesundheit gefährdender Mißstände aufmerksam gemacht.

Bei allzu durchgängigem Boden und intensiver Berieselung kann eine Infiltration des Bodens und eine Verschmutzung der Brunnen entstehen; man hat daher auf gute Drainage und auf die Richtung des Grundwasserstromes zu achten. Letzterer darf nicht bewohnten Gegenden zu gerichtet sein. Der Geruch der Rieselfelder belästigt nur wenig, in der Regel entstehen aber Klagen über den üblen Geruch der Stau-bassins. Letztere scheinen nach den Beobachtungen Fadejeffs entbehrlich, da auch die Winterberieselung durchführbar ist (siehe oben Seite 430).

Da mit der Spüljauche der Städte jedenfalls eine große Menge von Krankheitskeimen der Bodenoberfläche zugeführt werden, hat man das Augenmerk auch auf die Verbreitung von Krankheiten zu lenken und nachzuweisen, daß die Nachbarschaft eines Rieselfeldes sanitär unbedenklich sei. Es ist bis jetzt nicht möglich gewesen, für die Ausbreitung von Cholera, Typhus, Dysenterie u. s. w. eine Beziehung zu den Rieselfeldern zu finden, obschon in England reichliche Gelegenheit zu Beobachtungen in dieser Richtung gegeben war. Die bei dem Rieselfelde zu Gennevilliers behaupteten Erkrankungen an Malaria haben mit Sicherheit keinen Zusammenhang mit der Anlage der Berieselung. In Osdorf bei Berlin wurde im Sommer 1878 eine Massenerkrankung der auf dem Rieselfelde arbeitenden Schnitterinnen unter den Symptomen eines Gastrizismus beobachtet, von der aber zweifelhaft bleibt, welches Moment die eigentliche Ursache hierfür war. Ob durch das von den Rieselfeldern erzeugte Gemüts, welches nur ausnahmsweise von Kanalsohle verschmutzt werden kann, Erkrankungen bis jetzt hervorgerufen worden sind, ist nicht sichergestellt.

Nach den heutigen Erfahrungen kann die Tatsache als sicher angesehen werden, daß die Berieselung eine den sanitären Ansprüchen voll genügende Reinigungsart der Abwässer darstellt und der Flußverunreinigung wirksam entgegenzutreten in der Lage ist.

Literatur: Erismann, Die Entfernung der Abfallstoffe, Handbuch der Hygiene, II. Tl., 1. Hälfte. — Heiden, Müller, Langsdorff, Die Verwertung der Fäkalien, Hannover 1885. — König, Die Verunreinigung der Gewässer, Berlin 1887. — Salomon, Die städtische Abwasserbeseitigung in Deutschland 1906. — Haefcke, Städtische und Fabrikabwasser 1901.

## Sechstes Kapitel.

### Die Leichenbestattung.

Die Entfernung der Leichen und ihre definitive Beseitigung kann mancherlei sanitäre Schädigungen hervorrufen; abgesehen von dem Umstand, daß die Leichen in der bis zu ihrer Bestattung verlaufenden Zeit zur Ansteckung mit Krankheitsstoffen Veranlassung geben können, ist ihre Bestattungsart von hohem hygienischen Interesse.

Die Bestattungsart stand zu allen Zeiten in einer gewissen Abhängigkeit von den religiösen Anschauungen und auch heutzutage wird aus den gleichen Umständen eine rücksichtslose Anwendung hygienischer Grundsätze auf Änderungen der Bestattungsweise kaum zum Ziele führen.

Vom Standpunkte der Bodenverunreinigung aus wird man versucht sein, die Menge der Leichen, welche alljährlich der Erde übergeben werden, in Vergleich zu setzen mit der Verunreinigung des Bodens durch die Abfallstoffe. Die Leichen stellen, hoch gerechnet, kaum 1% der sonstigen Faulnisstoffe dar.

Allerdings sind die Leichen ein Material, das um so mehr unserer Beachtung bedarf, als sie eine allzu unmittelbare Parallelstellung mit den übrigen Abfallstoffen nur schwer vertragen, da sie, wie wir wissen, die Krankheitsstoffe in sich bergen und die Infektionsstoffe in erster Linie von weit größerer Bedeutung sind, als etwa das zersetzungsfähige Material der Leiche selbst.

### Das Leichenwesen.

Eine sanitäre Maßregel ist in erster Linie die sichere Konstatierung des Todes eines Verstorbenen, die Leichenschau; dieselbe wird in den meisten Staaten durch besonders aufgestellte Personen vorgenommen, aber durchaus nicht immer durch Ärzte.

Die Richtigkeit der Leichenschau wird um so mehr verbürgt, je mehr die Leichenschauer durch ihre Kenntnisse ein Einsehen in das Wesen des Todes besitzen. Daher müßte überall, wo irgend möglich, der Arzt die Leichenschau ausüben, oder, so dies unmöglich ist, doch wenigstens das niedere Heilpersonal.

Die Leichenschau soll zwar in erster Linie das Begraben Scheintoter verhindern, sie hat aber auch andere Aufgaben; sie soll durch die Konstatierung der Todesart behilflich sein, Verbrechen aufzudecken, die Verheimlichung der Folgen von Kurpfuscherei zu verhindern, namentlich aber durch Ausmittlung kontagiöser und epidemischer Krankheiten zur Herstellung genauer Sterbelisten und einer genauen Statistik verhelfen.

Da in sehr vielen Fällen, z. B. auf dem Lande, zur Behandlung von Kranken, namentlich der Kinder und alten Leute, der Arzt nicht beigezogen wird, würde bei einer obligaten Totenschau doch wenigstens die Leichenschau die vorliegenden Lücken unserer Kenntnisse teilweise erweitern oder manche Verbrechen entdecken helfen.

Aber namentlich mit Hinsicht darauf, daß es sich bei der Leichenschau nicht allein um die Konstatierung des Gestorbenseins handelt, sondern um die Diagnose der Todesursache, ist ein medizinisch nicht unterrichteter Leichenschauer kaum zu gebrauchen.

Die Leichenschau hat die Verheimlichung von Todesfällen durch kontagiöse Krankheiten zu verhüten und unterstützt also die Aufgaben der ärztlichen Anzeigepflicht und der Medizinalstatistik.

Die mit dem Waschen und Reinigen der Leiche beschäftigten Totenfrauen sind häufig Ursache für die Verschleppung von Krankheitsstoffen durch beschmutzte Wäsche, Kleider und Gebrauchsgegenstände. Die Beerdigungsfrist wird zumeist auf 72 Stunden nach dem Tode festgesetzt, ein früherer Termin ist auf ärztliches Gutachten hin zulässig.

Die Errichtung von Leichenhallen zur Aufbahrung der Leichen muß dringend befürwortet werden, um der Verschleppung kontagiöser Krankheiten vorzubeugen. Der Transport von Leichen wird gewöhnlich nur unter Innehaltung besonderer, in den einzelnen Staaten verschieden gehandhabter Verordnungen erlaubt.

### Zersetzungs Vorgänge in der Leiche.

Die beerdigte Leiche wird im Laufe der Zeit völlig zersetzt. Die Ursache hierfür ist in biologischen Vorgängen zu suchen. Unter diesen nimmt die Zerstörung durch niedere Tiere eine nicht zu unterschätzende Stelle ein. Larven verschiedener Fliegen und Hematoden finden sich mindestens in  $\frac{1}{3}$  aller Beerdigten. Die große Gefräßigkeit der Maden ist bekannt. Neben diesen tierischen Zerstörern der Leiche finden sich auch niedere Pilze, vorwiegend Spalt- und Schimmelpilze.

Sie führen die komplizierten Stoffe in einfache über, welche schließlich den Charakter von Oxydationsprodukten besitzen.

Die bei der Zerstörung der Leichen verlaufenden Prozesse sind: die zu Anfang eintretende Fäulnis und die späterhin die Zersetzung zu Ende führende Verwesung.

Die Leichenfäulnis wird gekennzeichnet durch stinkende Zersetzungsgase, die Verwesung erzeugt einen leicht modrigen, wenig störenden Geruch. Fäulnis und Verwesung repräsentieren auch chemisch streng geschiedene Vorgänge. Die Leichenfäulnis ist eine Zersetzung organischer Stoffe unter Sauerstoffabschluß. Begünstigt wird die Leichenfäulnis durch hohe Temperatur, insoweit dieselbe innerhalb der biologischen Grenzen bleibt, durch einen höheren Grad von Feuchtigkeit und neutrale oder schwach alkalische Reaktion.

Die Erregung von Fäulnisprozessen ist eine weitverbreitete Eigenschaft der Spaltpilze. Besonders bei Beginn der Fäulnis pflegen sich namentlich die sogenannten Proteusarten (*Proteus vulgaris*, *mirabilis*, *Zenkeri*) einzustellen.

Die Fäulnis würde im allgemeinen eine vollkommene Zerstörung der organischen Verbindungen nicht zu stande bringen, da diese die Einwirkung des Sauerstoffes unbedingt voraussetzt. Diese vollkommene Zerstörung wird durch den Verwesungsprozeß eingeleitet.

Die Verwesung der Leichen dürfte der Hauptsache nach durch Schimmelpilze besorgt werden, weil zur Zeit dieser Vorgänge der Wassergehalt der Leiche so weit vermindert ist, daß Spaltpilze einen geeigneten Boden für ihre Tätigkeit nicht mehr finden können.

Für die Leichenfäulnis kommen nur Spaltpilze in Betracht. Jede Leiche birgt in ihrem Darmkanal unzählige Mikroorganismen. Auch wenn man ganz gesunde Tiere tötet und sie in mit Sublimat getränkten Tüchern liegen läßt, faulen sie rasch, namentlich an den Baueingeweiden; dagegen findet nur sehr langsam die Einwanderung von Keimen nach den Extremitäten hin statt.

Bei den an Krankheiten Gestorbenen können sich z. B. bei manchen Infektionskrankheiten Keime in den verschiedensten Teilen des Körpers finden und sich vermutlich an der ersten Zersetzung beteiligen. Eine kräftige Durchimpfung der Leiche wird bei direktem Kontakt mit der Erde sich ausbilden, wo diese aber durch die Särge etwa gehindert ist, namentlich durch einwandernde oder auf der Leiche selbst sich entwickelnde Maden.

### Beobachtungen über die Leichenzersetzung.

Die stinkende Fäulnis dauert aber kaum länger als drei Monate. Es erfolgt dann eine allmähliche Eintrocknung und der Übergang zur Verwesung. In porösem Sand- oder Kiesboden sind die Leichen der Erwachsenen in sieben, jene der Kinder in vier, in Lehmboden die ersteren in neun, die letzteren in fünf Jahren bis auf die Knochen zerstört. Wahrscheinlich sind die Unterschiede auf den bei Lehmboden bei Regenfall leicht eintretenden Verschuß der Porenräume des Bodens und den Mangel an Luftzufuhr zurückzuführen.

Günstig auf die Zersetzung wirkt der Wechsel der Befeuchtung; man beobachtet dies ja auch bei Holzpfehlern, welche im Wasser stehen. Soweit sie ständig mit dem Wasser oder der Luft in Berührung sind, erhalten sie sich jahrelang in gutem Zustand. Sie faulen an jenen Stellen, an welchen der Wasserspiegel schwankt.

Die Raschheit der Zerlegung hängt weiters dann von der Bodentemperatur ab; in der Tiefe des Grabes von Erwachsenen schwankt die Temperatur in unserem Klima zwischen 5·7° im März und 11·2° im August oder September. Die Temperatur der Kindergräber ist größeren Schwankungen ausgesetzt; die Temperatur kann in den Sommermonaten auf 13 bis 15° C steigen. Kindsleichen werden rascher zerlegt als jene von Erwachsenen, weil sie eine größere Angriffsfläche bieten, oberflächlicher in dem Boden liegen und wegen der relativ stark entwickelten Bauchorgane reichlichst Bakterien enthalten. Leichen von Personen, welche an infektiösen Krankheiten gestorben sind, sollen rascher zersetzt werden als andere; gleichfalls rasch zerfallen Personen, die an Schwefelwasserstoff- oder Kohlenoxydvergiftung sterben. Konservierend wirkt Alkohol-, Phosphor-, Schwefelsäure- und Arsenikvergiftung.

Als Störungen der Verwesungsvorgänge müssen bezeichnet werden:

1. Die Mumifikation. Die mumifizierenden Leichen trocknen, ehe sie von der Fäulnis ergriffen werden, vollkommen aus, werden „lufttrocken“ und halten sich in diesem Zustand an 1000 Jahre. Das Entstehen solcher natürlicher Mumien kann entweder auf die Einwirkung sehr heißer trockener Luft (in den Wüsten) oder auf die Einwirkung von Kälte und verminderten Luftdruckes, der die Verdunstung und Austrocknung begünstigt, zurückgeführt werden (auf Bergen).

Die künstliche Mumifikation der Ägypter war eine sehr komplizierte Methode; es wurde das Gehirn von der Nase aus nach Zerstörung des Siebbeins mit eigenartigen Instrumenten herausgenommen, der Darm vom After aus gereinigt und die Leibeshöhle und die Hirnkapsel dann mit fäulniswidrigen Substanzen gefüllt. Das Einbalsamieren der Neuzeit erfordert gründliches Waschen der Leiche mit Karbolsäure (1:3 Alkohol) und Injektion der Gefäße mit Sublimatlösung (1:30 Alkohol) durch die Arteria carotis Central und peripher und durch die Arteriae axillares und iliacae.

2. Die Leichenwachsbildung (Adipocirebildung). Sie tritt ein bei beständiger Einwirkung von Feuchtigkeit und dadurch veranlaßtem Luftabschlusse, sowohl bei dem Erdbegräbnisse wie auch bei hermetisch geschlossenen Särgen. Auch bei zu starker Belegung der Friedhöfe und allzu kurzem Turnus werden Fettwachsleichen gebildet. Leichenwachs, weiß oder leicht gelblich von Aussehen, bisweilen auch schmutzig verfärbt, besteht der Hauptmasse nach aus freien Fettsäuren, fettsaurem Ammoniak; doch scheint die Ölsäure wesentlich vermindert. Die in Leichenwachs umgewandelte Leiche zeichnet sich durch ihr geringes Gewicht aus. Die Formen sind plump, bisweilen durch den Druck der Erde abgeplattet. Die mikroskopische Untersuchung läßt die Struktur der Gewebe oft recht gut wahrnehmen; man erkennt inmitten in Leichenwachs übergegangener Muskelfibrillen intakte Stellen mit Querstreifen oder im Lungengewebe dessen eigentümliche Struktur. Diese Beobachtungen haben manche Autoren zu der Anschauung geführt, daß Leichenwachs aus einer Umwandlung von Eiweiß in Fett entstände, während andere daran festhalten, daß die Umwandlung von Fett in Fettwachs, d. h. eine Saponifikation eintrete. In der Regel verändern sich nur fette Leichen zu Leichenwachs; an Teilen von Kinderleichen kann Leichenwachsbildung durch Einhängen in Wasser unschwer hervorgerufen werden (Kratter). Doch kommt auch die Umwandlung fettarmer Objekte, wie der Lunge, in Leichenwachs zu stande.

### Schädigungen der Gesundheit durch Kirchhöfe.

Die bei der Zerstörung von Leichen auftretenden Gase sind vielfach als Krankheitsursache angesehen worden. Ihrer Natur nach sind sie entweder Fäulnisgase oder Verwesungsgase. Im ersten Falle Kohlensäure, Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Sumpfgas und Ammoniak, neben einer geringen Menge riechender Stoffe; im zweiten Falle ist es im wesentlichen nur Kohlensäure. Die mit den Leichen in Berührung gewesene Luft nimmt diese gasförmigen Produkte auf und verliert dabei mehr oder weniger ihren Sauerstoffgehalt.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß die genannten Gase, wo sie sich in großen Mengen und, ohne durch Hinzutritt frischer Luft entmischt worden zu sein, ansammeln, gesundheitsschädlich und tödlich wirken können. Solche Fälle werden bei dichtgeschlossenen Gräften beobachtet; man hat auch wahrgenommen, wie die Gase, welche aus Massengräbern sich entwickelten, nach den Kellerräumen bewohnter Gebäude drangen und eine so hochgradige Verminderung des Sauerstoffgehaltes herbeiführten, daß Lichter zum Erlöschen kamen. Die Leichengase können ähnlich wie Leuchtgas auf weite Strecken in dem Boden nach bewohnten Gebäuden hin sich fortbewegen. Treten durch die genannte Anhäufung Gefahren für die Gesundheit ein, so hat man es dabei mit keiner spezifischen Wirkung von „Leichengasen“ zu tun, sondern mit der Wirkung von Gasen, die sich auch bei anderweitigen Fäulnis- oder Verwesungsprozessen organischer Abfälle in dem Boden bilden können.

Der Brennpunkt der Frage bliebe freilich insofern noch zu untersuchen, als festzustellen wäre, ob nicht neben den bekannten Bestandteilen in Leichengasen noch spezifisch wirkende Stoffe vorhanden seien. Der Geruchssinn macht uns auf solche aufmerksam; die Leichengase sind ekelerregend und widerlich. Die Beobachtungen über die Gesundheitszustände von Personen, die in unmittelbarer Nähe von Kirchhöfen wohnen, geben keine eindeutigen Resultate.

Man hat bemerken wollen, die Nähe von Friedhöfen und Schlachtfeldern mehre das Auftreten gewisser Krankheiten und erzeuge namentlich bei herrschenden Epidemien intensivere Krankheitsformen; aber ebenso wird von gegenteiligen Erfahrungen berichtet und angegeben, daß Menschen, welche viel mit faulenden Leichen sich beschäftigten, wie die Schinder, einer blühenden Gesundheit sich erfreuen; ferner, daß in der Nähe von Schlachtfeldern trotz der Unmenge faulender Menschen und Pferde keine Schädigung eingetreten sei. Mit den Gasen, welche sich in den Gräften und überfüllten Massengräbern ansammeln, darf man aber die Bodenluft in normal belegten Friedhöfen oder gar Friedhofsluft selbst nicht in Parallele ziehen.

Die Gräberluft, soweit sie durch Aspiration aus dem Boden gewonnen und untersucht wurde, enthält reichlich Kohlensäure, aber doch nicht mehr, als man auch in mancherlei verunreinigten Stadtboden beobachtet; Schwefelwasserstoff findet sich, da er meist durch die Bodenfeuchtigkeit und den Eisengehalt des Bodens absorbiert wird, fast nie, Ammoniak auch nur in geringen Mengen; die Luft behält aber immer ihren charakteristischen Leichengeruch. Bei längerem Betriebe eines Friedhofes speichert sich stickstoffhaltige Substanz in dem Boden auf; doch kann bepflanzter Boden, ohne Leichen, ebenso reich an Stickstoff sein wie Kirchhofboden. Die Gräberluft stellt im allgemeinen bereits eine hochgradige Verdünnung der Leichengase dar, bewirkt durch die Bodenventilation.

Noch stärker werden die Leichengase bei dem Austritte aus dem Boden durch ihre Vermischung mit der Atmosphäre verdünnt. Pettenkofer berechnet unter sehr ungünstigen Annahmen, daß die Luft eines normal angelegten Friedhofes nie mehr als  $\frac{1}{5000000}$  an solchen Leichengasen enthält.

Doch darf man nicht vergessen, daß die Friedhofsluft tatsächlich einen bestimmten Geruch besitzt, d. h. wenn auch in hochgradigster Verdünnung doch noch etwas, was auf unseren Körper wirkt, enthält. Der Kirchhofsgeruch wird erst bemerkt, wenn der erste Turnus des Begräbnisses verflossen ist und bei dem Umgraben des Bodens Teile des letzteren, welche vorher mit den Leichen in unmittelbarem Kontakt waren, an der Oberfläche des Bodens lagern bleiben. Das Geruch tritt nach Regen stärker hervor als an trockenen Tagen.

Mit den Leichen werden die verschiedenartigsten pathogenen Mikroorganismen nach den Friedhöfen gebracht. Von der Leiche weg können aber, so lange erstere in normaler Weise von Erde bedeckt ist, Keime irgend welcher Art durch die Bodenluft nicht fortgeführt werden, weil der Boden einen absolut dichten Pilzverschluß bietet. Nur insoweit etwa Würmer an dem Transport von Keimen sich beteiligen sollten, was zur Zeit noch nicht sicher steht, wäre eine Verbreitung der Keime denkbar.

Ob bei dem Ausgraben von Leichen der an Infektionskrankheiten Verstorbene noch pathogene Keime zu finden sind, darüber stehen keine direkten Untersuchungen an Menschen zu Gebote. Man ist daher auf andersartige Beweisgründe und Überlegungen angewiesen. Nach experimentellen Untersuchungen haben sich Milzbrandsporen in begrabenen Mäusen im allgemeinen nur kurze Zeit lebend gehalten, in einem Falle aber über fünf Jahre, beim Begraben von Meerschweinchen in Sargen (Holz, Metall) erwies sich eine Leiche noch nach drei Jahren infektionstüchtig. Bei an Cholerainfektion gestorbenen Meerschweinchen waren erstere in maximo bis zum 19. Tage aufzufinden. Typhusbazillen hielten sich nicht über 30 Tage, Tuberkulosekeime noch bis 96 Tage. Bei den für die menschliche Erkrankung wichtigen Keimen steht also, wie man schon bis jetzt angenommen hatte, eine verhältnismäßig baldige Vernichtung in Aussicht (Petri, Klein).

Außer durch die Vermittlung der Luft könnten die Friedhöfe, wie man behauptet, auch durch eine Infektion der Brunnen, welche durch das Weiterschweben gelöster giftiger Stoffe mit dem Grundwasser oder durch anderweitige Fortführung krankmachender Keime zu stande komme, Schaden bringen. Diesem Vorgange aber stehen in der Absorptionskraft des Bodens und seiner Filtrationswirkung sehr wesentliche Hindernisse entgegen. Wenn also der Grundwasserstand in geeigneter Tiefe unter der Grabessohle liegt und der Boden nicht etwa aus grobem Schotter besteht, werden die Absorption und Bodenfiltration ihre Wirkung tun und das Grundwasser und die Brunnen vor Schaden bewahren. Fleck hat die Dresdener Kirchhofwässer in der Tat nicht wesentlich von der Zusammensetzung der Brunnen der Stadt selbst abweichen sehen.

### Hygienische Anforderungen an die Begräbnisplätze.

Die hygienischen Gesichtspunkte, welche bei Begräbnisanlagen zu beachten sind, lassen sich nachfolgend zusammenfassen:

#### 1. Entfernung von den Wohnungen und Lage der Begräbnisplätze.

Die örtliche Lage des Friedhofes erfordert dringende Rücksichtnahme. Betreffs der Minimalentfernung solcher Plätze von den Wohnstätten aber ist es überaus schwierig, bestimmte Normen aufzustellen; wir können uns leider nicht auf Grund wissenschaftlicher Prinzipien entscheiden, sondern sind auf die Zahlen angewiesen, welche

die Gesetzgebungen verschiedener Staaten festsetzen, welche daher vielleicht zum Teil auf Erfahrungen fußen, zum Teil aber rein willkürlich beziffert worden sein mögen. In Deutschland hält man vielfach an einer Entfernung von 200 Fuß zwischen Ortschaften und Friedhofsumgrenzung fest (bei einzelnen Wohngebäuden ist auch ein geringerer Abstand zulässig); in Frankreich beträgt die Entfernung nur 40 *m*, in London dagegen 180 *m*; in Österreich wird eine Entfernung über 12 Klaftern als zulässig angesehen.

Zweifellos sollte in jedem Falle besonders geurteilt werden und ist eine einheitliche Regelung der Frage kaum zulässig. Ein weiter Abstand der Friedhöfe von bewohnten Gebäuden ist nicht nur aus sanitären, sondern auch aus Gründen der Pietät gutzuheißen.

Bei der Wahl der Begräbnisplätze verdienen hochgelegene, von Winden bestrichene Plätze den Vorzug, weil hiebei eine schnelle Verteilung der dem Leichenacker entströmenden Gerüche stattfindet; die günstigste Lage ist ein Hochplateau.

Die Errichtung von Begräbnisplätzen auf Abhängen kann manche Nachteile nach sich ziehen. Von Abhängen läuft das Wasser rasch ab, versagt also der Leiche unter Umständen jene Befeuchtung, die zur raschen Verwesung notwendig ist. Ferner bleibt zu beachten, daß ein stark geneigter, durch Gräber vielfach unterbrochener Boden leicht rutscht.

## 2. Grundwasserverhältnisse und Bodenbeschaffenheit.

Bei seinem höchsten Stande sollte das Grundwasser überall so weit von der Grabessohle abstehen, daß die Leichen nicht in der Zone des kapillaren Wassers liegen, was durchschnittlich bei 0,5 *m* Entfernung der Fall sein dürfte. Plätze, an welchen die Höhe des Grundwasserstandes zeitweilig oder immer über die Grabessohle reicht, sind zu drainieren oder mit gutem Kiesboden aufzuschütten.

Was die Beschaffenheit des Bodens anbelangt, so wissen wir zur Zeit noch nichts Näheres über einen Einfluß der chemischen Zusammensetzung des Bodens auf die Leichenzersetzung. Nur so viel scheint sicher zu stehen, daß mit der längeren Benützung eines Friedhofes die Verwesungsfrist immer größer wird; es scheint demnach die Anhäufung einer größeren Menge organischer Substanzen in dem Boden denselben zu Beerdigungszwecken ungeeignet zu machen.

Wichtiger als die chemische Zusammensetzung sind gewisse physikalische Eigenschaften des Bodens für die Beurteilung der Verwendung desselben zu Beerdigungszwecken. Einen mächtigen Einfluß auf die Vorgänge der Leichenzersetzung übt die Porosität des Erdreiches aus, da diese den Zutritt von Luft und Wasser zur Leiche regelt. Kies und Gerölle und ähnlicher Boden lassen sowohl Wasser wie Luft genügend leicht hindurch und erzeugen eine rasche Zerstörung der Leiche.

Es vermag sowohl Wasser selbst bei geringem Regenfalle zur Leiche zu dringen, als auch bleiben größere Porenkanäle frei, durch welche die Luft leicht eindringen kann. Der Kiesboden soll aber insoweit dicht sein, daß er eine filtrierende Wirkung zu entfalten imstande ist.

Den Gegensatz zum Geröllboden bildet einerseits ein staubfreier Sand-, anderseits ein mehr oder weniger reiner Tonboden. Solange diese Bodenarten der Luft zugänglich sind und solange sie das Wasser nicht zurückhalten, eignen sie sich zu Bestattungszwecken. Reiner Lehmboden bietet zu wenig Durchgängigkeit für Luft und Wasser.

### 3. Tiefe und Flächeninhalt des Grabes.

Die Tiefe des Grabes hat auf die Leichenzersetzung einen Einfluß, insofern sie die Temperatur reguliert; sie kommt aber auch in Betracht, insofern die Grabesdecke jenes Mittel ist, durch welches die gasförmigen Zersetzungsprodukte der Leiche unschädlich gemacht werden. Die Erfahrung scheint zu lehren, daß die Grabestiefe von 1·88 m unter dem Bodenniveau jedwede üblen Emanationen fernhält. Pettenkofer erachtet sogar schon 1·2 m als Grabestiefe für vollkommen zureichend. Auf die Zeitdauer, innerhalb welcher die Leichenverwesung abläuft, hat die Beschaffenheit des Sarges, in dem die Leiche ruht, Einfluß.

Der Sarg scheint die Zersetzung rascher zu machen und alsbald die Verwesung einzuleiten. Die aus der Leiche austretenden Flüssigkeiten fließen auf den Boden des Sarges, von oben schützt der Deckel vor Befeuchtung. Die Austrocknung schreitet rasch vorwärts und kürzt die Zeit der Faulnis ab (Schuster); eichene Särge sollen günstiger wirken als fichtene (Moser). Metallsärge verlangsamen die Zersetzung.

Für die Größe eines Einzelgrabes empfiehlt sich eine Länge von 2 und eine Breite von 1 m; nach jeder Richtung soll außerdem noch ein Abstand von den Grenzen des nächsten Grabes von ca. 60 cm bleiben. Sonach ist für ein Einzelgrab eine Fläche von 4·2 m<sup>2</sup> nötig. Man rechne zwei Kinder unter zehn Jahren auf ein Grab eines Erwachsenen.

Gemeinsame Gräber für mehrere Leichen sind hygienisch unstatthaft, da durch eine derartige Anhäufung von faulendem Material einerseits Übersättigung des Bodens und damit ein Weiterdringen von Zersetzungsprodukten nach der Tiefe sich einstellen könnte und eine hochgradige Verunreinigung der Luft nicht ausgeschlossen erscheint.

Um die Faulnis der Leichen möglichst auszuschließen und rasch die Verwesung einzuleiten, empfiehlt Nägeli das Einstreuen von Kochsalz in die Körperhöhlen der Leiche.

### 4. Die Verwesungsfrist, Größe der Friedhöfe.

Die Verwesungsfrist der Leiche ist außerordentlich von den Ansprüchen abhängig, die gestellt werden; da die Knochen oft selbst nach Jahrhunderten noch nicht verwest sind, wird man die Zerstörung der Weichteile als die Grenze ansehen müssen, bis zu welcher die Zersetzung der Leichen fortzuschreiten hat. Die Verwesungsfrist wäre je nach der Bodenart verschieden zu bestimmen. Zurzeit besitzen wir keine rationell normierten Verwesungsfristen; sie schwanken von 5 bis 30 und noch mehr Jahren. Nach den Untersuchungen der sächsischen Bezirksärzte (s. o.) genügt im Kiesboden ein Zeitraum von sieben, im Lehmboden ein Zeitraum von neun Jahren. In Lehmgräbern wird aber häufig ein anormaler Verlauf der Verwesung beobachtet.

Ebenso ist es schwierig, allgemein die Zeit bestimmt zu normieren, wann ein zur Schließung gelangter Friedhof zu anderen Zwecken, z. B. als Bauplatz oder als Acker benützt werden kann. Gegen das Besäen und Bepflanzen, wenn dabei der Boden nicht tief aufgewühlt werden muß, läßt sich schon nach wenigen Jahren nach der Auflassung des Friedhofes vom sanitären Standpunkte nichts einwenden. Vorsichtiger muß man aber bei Überbauung eines Friedhofes verfahren. In Österreich ist die Bebauung eines aufgelassenen Friedhofes schon nach zehn Jahren gestattet, in Preußen nach 40, in Baden und Sachsen nach 20—30 Jahren.

### 5. Die Friedhofsverwaltung.

Der für einen Begräbnisplatz erforderliche Flächenraum ist zu berechnen nach dem für ein einzelnes Grab angenommenen Durchschnittsraum, multipliziert mit der Anzahl der jährlich zu beerdigenden Leichen und der Zahl der Jahre, für welche eine einmalige Benützung des Raumes in Aussicht genommen wird. Hiezu kommt dann noch der Raum für Wege, Nebeneinrichtungen, Leichenhäuser, Kapellen, Plätze, Grüfte u. s. w. Bei Anlage eines Friedhofes muß auf das Anwachsen der Bevölkerung gerechnet werden. Die Kontrolle und Bewirtschaftung der Beerdigungsplätze sollte stets nur sachverständigen Personen übertragen werden. Es ist eine strenge Ordnung der Gräber beizubehalten und durch genaue Buchung ein zu frühzeitiges Öffnen der Gräber zu vermeiden. Die Bepflanzung der Begräbnisplätze ist nicht nur vom Pietätsstandpunkte aus, sondern auch aus hygienischen Gründen wünschenswert. Bäume erschweren aber durch das Wurzelwerk das Auswerfen der Gräber.

### Das Begraben in Grüften.

Zu mannigfachen Mißständen hat das Begraben in Grüften geführt; solche fanden sich in früheren Zeiten, namentlich in den Grabgewölben von Kirchen angebracht, bestimmt, die Leichen reicher und vornehmer Leute aufzunehmen. Es soll mitunter in solchen mit Leichen überladenen Kirchen zu Massenerkrankungen gekommen sein.

Grüfte wurden übrigens auch für die Massenbeerdigungen der Armen verwendet. Noch im fünften Dezennium des vorigen Jahrhunderts hielt man es auf den Pariser und Londoner Friedhöfen für zulässig, die Grüfte ununterbrochen nach Belieben mit Leichen zu füllen. Wegmann-Ercolani berichtet noch im Jahre 1863, daß zu Neapel auf dem Armenkirchhofe sich 366 gemauerte Grüfte befänden, daß alle Tage eine andere Gruft geöffnet werde und dann 20—30 Leichen ohne Sarg auf die Masse der noch nicht verwesteten Teile hineingeworfen würden. Pellieux beobachtete im Jahre 1894 auf den Pariser Friedhöfen, daß nicht bloß die Grüfte selbst eine enorme Menge von Kohlensäure enthielten, sondern daß das ganze Erdreich in weitem Umfange von Kohlensäure durchdrungen war und diese sogar die Keller der benachbarten Häuser derartig füllte, daß die Lichter bei dem Betreten der Keller auslöschten. Solche Grüfte sind im höchsten Grade bedenklich und sollten strenge verboten sein.

Damit soll wieder nicht gesagt sein, daß eine jede Gruft zu verwerfen sei. Grüfte, welche nur eine oder wenige Leichen bergen und

eine feste Bedeckung durch Erde, eingefalzte Platten haben, können an Stellen, wo sie vom Verkehr möglichst abgeschlossen sind, als sanitär wenig bedeutsam angesehen werden. Jedenfalls aber ist beim Betreten einer Gruft oder bei Neubesetzungen, die der Familienbedarf erheischt, Vorsicht nötig; die Gruft sollte rechtzeitig geöffnet und gelüftet werden, ehe man in sie einsteigt.

### Die Feuerbestattung.

Bei einer zweckmäßigen Anlage und einer sachverständigen Kontrolle können die Beerdigungsplätze nicht als gesundheitsgefährlich bezeichnet werden, und nur wenn Fälle eintreten, bei welchen die nötige Sorgfalt bei der Wahl der Friedhöfe und der Art der Grablegung nicht Platz greift oder nicht greifen kann, machen sich allerdings mancherlei Übelstände geltend.

Man drängt aus diesen und noch manchen anderen Gründen dazu, von der Leichenbeerdigung abzusehen und die Leichenverbrennung an ihre Stelle zu setzen.

Ob das Bedürfnis, die Leichen zu verbrennen, vom sanitären Standpunkte auch in diesem Falle, wenn geeignete Beerdigungsplätze zur Verfügung stehen und ein geordneter Friedhofsbetrieb stattfindet, vorhanden ist, kann, wie aus den früheren Auseinandersetzungen hervorgeht, keineswegs direkt bejaht werden. Immerhin muß aber die Hygiene die Frage der Leichenverbrennung von ihrem Standpunkte beachten. In neuerer Zeit haben in Deutschland wie in anderen Ländern vielfach Leichenverbrennungen stattgefunden.

Die Feuerbestattung muß in einem besonderen Apparat vorgenommen werden; der Scheiterhaufen der Alten wie der der Hindus bewirkt nur ein Ankohlen und Halbverbrennen.

Von den verschiedenen Apparaten, die bisher zum Zwecke der Feuerbestattung in Vorschlag und Anwendung kamen, bietet der Siemenssche Generativofen die meisten Vorteile. Bei diesem Apparat wird die Leiche durch zur Weißglut gebrachte Gase verbrannt. Die Weißgluthitze wird durch eine Gasfeuerung erzielt.

Das Verbrennungsverfahren ist folgendes: Der Gaserzeuger oder Generator wird derart in Betrieb erhalten, daß durch eine Füllvorrichtung in Intervallen von einigen Stunden eine Wiederanfüllung des konsumierten Brennmaterials an Stein-, Braunkohle, Torf und Holz stattfindet.

Das gebildete Gas wird aus dem Generator durch einen mit einer Regulierklappe versehenen Kanal *a* (Fig. 173) in den Regenerator geführt, wo dasselbe, mit einem ebenfalls regulierbaren Luftstrom *b* zusammentreffend, in Flamme verwandelt wird. Die so gebildete Flamme durchstreicht die Regeneratorkammer *h* und erhitzt das darin gitterartig aufgeschichtete Ziegelmaterial bis zur Weißglut.

Die der Flamme anhaftende übrige Wärme dient dazu, den Ofen oder die Kammer *K*, welche zur Aufnahme der Leiche bestimmt ist, noch bis zur schwachen Rotglut vorzuwärmen, worauf die Flamme durch einen Kanal *c* in die Esse entweicht. Sobald sich der Ofen in dem oben beschriebenen Zustand befindet, kann der Prozeß der Leichenverbrennung vor sich gehen.

Der Verschußdeckel des Ofens *D* wird durch den den Ofen bedienenden Mann gehoben oder fortgeschoben und der zu verbrennende Körper in die Verbrennungskammer eingeführt.

Nachdem der Ofen wieder geschlossen ist, wird der Körper, je nach seiner Beschaffenheit, eine längere oder kürzere Zeit der Einwirkung der Rotglut ausgesetzt, um den größten Teil seines Gehaltes an Flüssigkeiten zu verlieren, d. i. auszutrocknen.

Nachdem dieser Teil der Operation beendet ist — was in der Zeit von ca. einer Viertelstunde stattfinden kann — schließt man die Gasklappe. Infolgedessen gelangt nunmehr nur Luft durch den Regenerator in den Verbrennungsraum. Diese wärmt sich beim Durchstreichen durch das weißglühende maschige Ziegelwerk im Regenerator bis nahe zur Weißglut vor, in welchem Zustand dieselbe auf den vorgewärmten und zum großen Teile ausgetrockneten Körper trifft, was eine schnelle Verzeherung aller seiner verbrennbaren Teile zur Folge haben muß. Die nicht verbrennbaren Teile (Asche) fallen als Pulver durch den Rost in den Aschenraum *A* und können durch eine besondere, hier befindliche Vorrichtung leicht gesammelt und herausgenommen werden. Durch das Gaszuleitungsrohr *f* kann man außerdem Gas am oberen Ende *h* des Regenerators eintreten lassen, um bei anhaltenden Verbrennungen die Kammer (*K*) vor zu großer Abkühlung zu schützen.

Die Verbrennung der Leichen in dem Siemensschen Verbrennungssofen ist nach Schmitt vollständig. Die Verbrennungsgase bestehen aus Kohlensäure, Wasserdampf, Stickstoff und überschüssigem

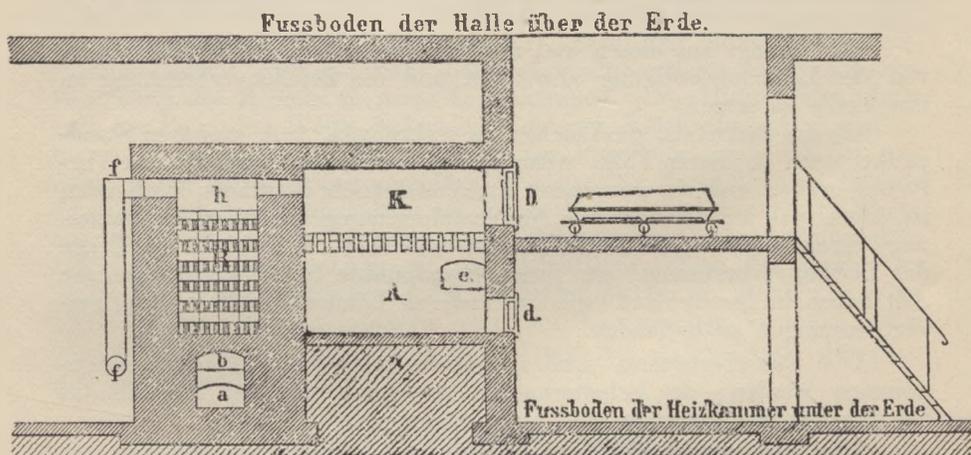


Fig. 173.

Sauerstoff. Man hört nur das Geräusch des Luftzuges, aber kein Geräusch (Prasseln), das von der brennenden Leiche ausgeht. Der Ofen verbrennt die Leiche also vollkommen; aber er verbrennt nicht rasch genug und entspricht in ökonomischer Hinsicht bei intermittierendem Betriebe nicht.

Bei kontinuierlichem Betriebe der Ofen läßt sich der ganze Prozeß der Verbrennung in zwei Stunden mit 100 *kg* Braunkohle zu Ende führen. Wenn aber der Ofen jedesmal frisch angeheizt werden muß, steigern sich die Kosten wegen des großen Verbrauches an Brennmaterial.

Doch wird durch die Fortschritte der Technik die Aufgabe in einer den hygienischen Grundsätzen und allen anderen Rücksichten entsprechenden Weise sich lösen lassen.

Es bleibt aber bis jetzt noch fraglich, ob die Einführung der Leichenverbrennung auch den Kampf siegreich bestehen werde, der gegen diese Neuerung durch die herrschende Sitte, durch die rituellen Gebräuche, durch die Art, wie wir unsere Pietät gegen die Toten bezeigen und namentlich durch gewisse forensische Bedenken wach-

gerufen ist. Der stärkste Einwand wird immer die durch die Feuerbestattung erfolgende Vernichtung aller Spuren von Verbrechen bei Leichen sein, ein Einwand, der aber durch eine obligatorische Leichenschau entkräftet werden kann.

Literatur: Grotefend, Das Beerdigungswesen im preuß. Staat, 1869. — Schuster, Beerdigungswesen, Handbuch der Hygiene, II. Teil, 1. Hälfte, 1882. — Wernich, Leichenwesen, Jena 1893. — Heepke. Die Leichenverbrennungsanstalten, 1905.

---

## Siebenter Abschnitt.

---

# Die Ernährung.

---

### Erstes Kapitel.

#### Allgemeine Aufgaben der Nahrungszufuhr.

Das Verlangen nach Nahrung stellt für den Menschen eine mächtig treibende Kraft dar. Zeiten der Not und des Mangels an Nahrung gelten daher für die Staaten und deren Organisation als eine gefährliche Klippe. Der Selbsterhaltungstrieb löst alle gesetzlichen Bande; der Hunger schreckt vor den scheußlichsten Verbrechen und der widernatürlichen Anthropophagie nicht zurück. Ungenügende Nahrung macht moros, mißgünstig, widerwillig, die Arbeit wird lästig; eine gute Verpflegung dagegen hebt die Stimmung, heitert an, der Schlaf gibt dann Erquickung, das Erwachen frische Arbeitslust.

Der Ernährung kommt ein Einfluß auf die Entwicklung des Körpers zu; bei kümmerlicher und ungeeigneter Kost werden die einzelnen Organe schlecht ausgebildet, die Muskeln zur Arbeitsleistung ungenügend und es erleidet auch die Größe des Individuums bei schlechter Kost eine Einbuße.

Die Mängel der Volksernährung beruhen in den meisten Staaten vielfach auf einer wenig geordneten Bewirtschaftung des Bodens und zeitlich ungenügender Produktion von Nahrungsmitteln, ebenso auf einer vielfach unzureichenden Vergütung für die Arbeitsleistung. Sie beruhen aber vielfach auch auf Unkenntnis der Anforderungen der Ernährung; ferner auf üblen Gewohnheiten, insofern die Nahrungsmittel in ungeeigneter Zubereitung gegessen werden. Vielfach werden Nahrungsmittel verschleudert, weil sie rasch verderben; hier müssen Konservierungsmethoden eingreifen und uns zur Frischerhaltung der Speisen dienen; oder es wird viel von den Nahrungsmitteln ungenützt aus dem Körper abgegeben (durch schlechte Ausnutzung, weil die Verwendung der betreffenden Nahrungsmittel eine unzweckmäßige ist).

Ein normal genährter Körper erhöht die Widerstandskraft gegen Krankheiten; er kann auch, von einer Krankheit befallen, Fieber

und Nahrungsmangel weit besser ertragen als ein schlecht genährter und wird eine kürzere Zeit der Rekonvaleszenz durchzumachen haben, um zu genesen.

Der Mensch verzehrt zum Zwecke seiner Erhaltung vielerlei tierische und pflanzliche Produkte, wie Fleisch, Eier, Milch, Weizen, Reis, Mais, entweder roh, wie die Natur die Dinge bietet, oder auch die Kochkunst zu Speisen verarbeitet. Dieses Material führt im allgemeinen den Namen Nahrungsmittel. Wie die Chemie lehrt, sind diese letzteren meist sehr kompliziert zusammengesetzte Materialien. Diese sind: Eiweißstoffe, Fette, Kohlehydrate, Salze, Wasser, die man Nahrungsstoffe nennt, und eine chemisch sehr ungleich aufgebaute Gruppe von Stoffen, die wir besonders wegen ihres anreizenden Geruches und Geschmackes lieben — Genußmittel.

Der gesunde Mensch erhält sich mit geringen, unbedeutenden Schwankungen jahrelang auf seinem Körpergewichte. Diese Stetigkeit der Ernährungsvorgänge verdanken wir dem Entstehen des Hunger- und Durstgefühles.

Außer dem Triebe nach Nahrung im allgemeinen besitzt unser Organismus noch die komplizierte Einrichtung, auch der Qualität nach richtig auszuwählen und an Nahrungsstoffen aufzunehmen, was dem Körper förderlich ist. Lust- oder Unlustgefühl bestimmen den einzelnen zur Wahl der Nahrungs- und Genußmittel. Einseitige, gleichförmige Ernährung ist nicht bekömmlich.

Wie der Hunger, das Lust- und Unlustgefühl in quantitativer und qualitativer Hinsicht unser Bedürfnis nach den festen Nahrungsstoffen leiten, sorgt das Durstgefühl für die sorgfältige Regulierung des Wassergehaltes.

Die Funktionen des Lebens sind ohne Aufnahme von Nahrungsstoffen undenkbar. Das Wachstum, die Fortpflanzung, die Tätigkeit der Drüsen beanspruchen Stoffe, welche von außen zutreten müssen.

Indem die Stoffe aufgenommen werden und der Ernährung dienen, verändern sie ihre Natur und Zusammensetzung, sie werden im Wachstum und bei der Fortpflanzung zur Leibessubstanz oder gelangen in verändertem Zustand wieder als Ausscheidungsprodukte nach außen.

Im Lebensprozesse der Tiere und vor allem dem der Warmblüter, zu denen ja der Mensch gehört, stoßen wir überall auf Wärme und Arbeit, als wesentliche Begleiterscheinungen des normalen Lebens.

Lavoisier war der erste, welcher erkannt hatte, daß die Nahrungsstoffe in den lebenden Organismen unter Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft in Kohlensäure zerfallen; er bezeichnete den Lebensprozeß geradezu als Verbrennung und gab damit eine naturwissenschaftliche Erklärung für die das Leben begleitende Wärme.

Eine allgemeine Erklärung der Lebensprozesse wurde aber erst durch jene neuen Vorstellungen, welche die Entdeckung des Gesetzes der Erhaltung der Kraft seitens R. Meyer und Helmholtz auch auf biologischem Gebiete erweckte, gewonnen, indem durch sie alle Bewegungsäußerungen und -Formen der Arbeitsleistung, wie auch die mannigfaltigen Ursachen der Wärmeezeugung einem einheitlichen Grundprinzip sich fügten.

Wärmeerzeugung, Elektrizitätsbildung und Arbeitsleistung finden ihre eigentliche Quelle in den Kräften, welche die Nahrung uns zuführt und deren Umwandlung in mannigfaltige Formen eintreten kann.

Den Beweis dafür haben aber die vom Verfasser angestellten Experimente erbracht, in welchen bei Tieren sowohl die von denselben verbrauchten Nahrungsstoffe als auch gleichzeitig die Wärmeabgabe während absoluter Ruhe bestimmt wurde. Da die Verbrennungswärme der Nahrungsstoffe genau bekannt war, so ließ sich die berechnete Wärme mit der direkt gefundenen vergleichen.\*)

Zufuhr	Zahl der Tage	Summe der berechneten Wärme	Summe der dir. best. Wärme	Prozentdifferenz im Mittel
Hunger . . . . .	5	1296·3	1305·2	} - 1·42
	2	1091·2	1056·6	
Fett . . . . .	5	1510·1	1495·3	- 0·97
Fleisch und Fett . . . .	8	2492·4	2488·0	} - 0·42
	12	3985·4	3958·4	
Fleisch . . . . .	6	2249·8	2276·9	} + 0·43
	7	4780·8	4769·3	

Im Körper kommen also keine anderen Kräfte zur Verwendung als diejenigen, welche wir mittels der Nahrung einführen.

Das Leben besteht in einer chemischen Umwandlung der Nahrungsstoffe unter Mitwirkung des aus der Luft aufgenommenen Sauerstoffes. Die gegenseitige Beziehung zwischen Zelle, Nahrungs- und Sauerstoff hatte man früher so aufgefaßt, daß man die Ursache für die Zerlegung und das Bestimmende für die Größe derselben in dem durch die Atmung aufgenommenen Sauerstoffe sah. Namentlich von Liebig und seiner Schule wurde diese Auffassung mit allen Konsequenzen zur Erklärung der Lebensvorgänge verwertet.

In den Siebzigerjahren faßte auf Grund der Bemühungen von Voit und Pflüger die Anschauung, daß die Zelle, d. h. das lebende Protoplasma, als nähere Ursache der Zersetzung aufzufassen sei, festen Boden. Die Rolle des Sauerstoffes im Lebensprozesse sank folgerichtig zu einer mehr sekundären herab, indes sich das Hauptinteresse auf die durch das lebende Protoplasma verursachten Umsetzungen konzentrierte.

Der Organismus oder auch die Zelle, wie man kurzweg sagt, hat einen Bedarf an Nahrungsstoffen, ohne solche geht sie zu Grunde. Von den organischen Nahrungsstoffen stehen in erster Linie Eiweiß, Fett, Kohlehydrate. Die Zelle kann mit Eiweiß allein oder mit Eiweiß und Fett, Eiweiß und Kohlehydraten oder mit allen drei Gruppen von Stoffen gleichzeitig ernährt werden. Man meinte, daß für die Ernährung mit den einzelnen Stoffen für jeden gewisse Anziehungen der Zelle und gewisse Arbeitsgrößen gegeben seien.

\*) Zeitschrift für Biologie, XXX, Seite 73.

Die Untersuchungen des Verfassers haben aber ergeben, daß gewisse innere Beziehungen zwischen den verschiedenen Ernährungszuständen bei Zufuhr organischer Nahrungsstoffe vorhanden sind.

Das Grundgesetz für die Wahl der Stoffe aber lautet dabei für die überwiegende Zahl der Fälle, daß die Menge der Spannkraft, welche der Organismus bei verschiedener Ernährung verbraucht, dieselbe ist. Die organischen Nahrungsstoffe ersetzen sich für die Unterhaltung des Lebens nach Maßgabe ihrer Spannkraft. Die Zelle hat einen bestimmten Bedarf an Kräften, der von mehreren später zu erörternden Umständen abhängig ist, und diesem gemäß entnimmt sie dem Saftestrome die ihr zugeführten Nahrungsstoffe.

Die Summe der verbrauchten Kräfte im allgemeinen ist ein Ausdruck für die Intensität der Zersetzungs Vorgänge und des Lebensprozesses im allgemeinen (Gesamtstoffwechsel, Kraftwechsel).

Neben den Prozessen des Kraftwechsels hat die Ernährungslehre aber noch eingehend den Chemismus des Stoffwechsels näher zu betrachten. Im Lebensprozesse der Menschen und Tiere gehen beständig Teilchen der lebenden Zelle wie des Saftestromes, vielleicht auch der Gerüstsubstanzen zu Grunde. Es werden Epidermischüppchen, Haare, Schweiß, Hauttalg, Sperma, Milch, Blut, Epithelien, Speichel, Kot u. s. w. abgegeben, für welche die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe einen Ersatz bieten. Daher kann Eiweiß in der Kost nie ganz fehlen und ebensowenig gewisse für die Verbrennung an sich wertlose Substanzen, wie z. B. die Salze.

Für das Wachstum bedarf es auch der Zufuhr chemisch bestimmter Stoffe, soweit es sich um die Ablagerung von Eiweiß, Salzen und Wasser handelt, während Fett entweder als solches abgelagert oder aus Kohlehydrat gebildet wird. Der quantitativ bedeutungsvollste Vorgang im Leben der Warmblüter bleibt aber der Ersatz und die Zufuhr von Spannkraften.

### Die Zusammensetzung des Körpers.

Die Elemente, welche den tierischen und menschlichen Organismus aufbauen, sind Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff (95·6%), die übrigen Elemente, gleich wichtig für den Bestand unseres Lebens, machen aber nur einen kleinen Bruchteil des Ganzen aus (4·4%); diese sind: das Chlor, der Schwefel, Phosphor, das Kalium, Natrium, Kalzium, Magnesium, Eisen, Silizium und Fluor.

Die Besonderheit der in den Organismen vorhandenen Verbindungen bildet deren äußerst komplizierte Zusammensetzung. Unter den Eiweißstoffen, zu welchen auch das lebende Protoplasma zu rechnen ist, gibt es kristallisierte und genauer gekannte Verbindungen; das Hämoglobin gehört hiezu. Seine Zusammensetzung wird zu  $C_{712}H_{1130}N_{214}O_{245}FeS_2$  angenommen werden müssen; die Zusammensetzung anderer kristallisierender pflanzlicher Eiweißstoffe wird zu  $C_{292}H_{481}N_{90}O_{83}S_2$  angegeben. Selbst Stoffe, welche offenbar als Umwandlungs- und Zersetzungsprodukte des Eiweißes anzusehen sind, wie das leimgebende Gewebe, bauen aus einer großen Zahl von Atomen

sich auf. Dasselbe besteht nach Hofmeister zu  $C_{102}H_{151}O_{31}P_{39}$ . Die Neutralfette gehören immerhin auch noch zu den hochatomigen Verbindungen.

Wir dürfen vermuten, daß das lebende Protoplasma nicht nur an Zahl der Atome, sondern auch in ihrer Stellung in Molekül von den übrigen bekannten Eiweißstoffen sich unterscheidet; durch das lebende Protoplasma werden bestimmte Veränderungen mancher Eiweißstoffe hervorgerufen. So entsteht der Stoff der Zellkerne oder Nuklein mit reichlichem Phosphorgehalt (3—10% Phosphor), ferner die Gerüstsubstanzen, das Chondrin, Glutin, Elastin, endlich die Epidermis und Haare, der rote Farbstoff des Blutes, das Kasein der Milch, Muzin u. s. w.

Neben diesen Verwandten des Eiweißes treffen wir im Organismus verschiedene, offenbare Spaltungsprodukte des Eiweißes von weniger komplizierter Zusammensetzung, wie die Sekrete mancher Drüsen, das Lecithin, die Stoffe des Harnes, Harnstoff, Harnsäure, Kreatin, Hippursäure, Ammoniak etc., und in den einzelnen Organen die sogenannten Extraktivstoffe, welche, jene des Fleisches ausgenommen, noch nicht genügend bekannt sind.

Neben den Eiweißstoffen und ihren Abkömmlingen machen die Fette einen wichtigen Bestandteil jedes Organismus aus; in geringerem Grade beteiligen sich prozentisch die Kohlehydrate an der Zusammensetzung des Körpers (Glykogen).

Die anorganischen Bausteine unseres Organismus sind zum Teil zu Salzen verbunden, zum Teil treten sie bei organischen Stoffen, z. B. den Eiweißstoffen, in deren Konstitution ein.

Nach unserer heutigen Anschauung vermögen aus den wahren Eiweißkörpern im Organismus die übrigen N-haltigen Verbindungen zu entstehen.

Im Organismus finden Synthesen statt; es bildet sich das Hämoglobin, ferner Neutralfett aus Fettsäuren und Glycerin; Eiweiß aber vermag aus stickstofffreien Stoffen unter Zugabe von N-haltigen Spaltungsprodukten, wie Lecithin, Harnstoff, Harnsäure, Leucin, Tyrosin u. s. w., nicht erzeugt zu werden.

Bei den Stoffen, aus welchen der Organismus aufgebaut ist, hat man zu trennen zwischen den Gerüstsubstanzen und dem lebenden Protoplasma und Säften einerseits und den Reservestoffen andererseits.

Wir kennen zwar Organismen, welche keine Reservestoffe enthalten und doch leben. Derartiges beobachtet man in den letzten Lebenstagen eines verhungerten Tieres; das zu Grunde gehende Protoplasma liefert allein die Kraft zum Leben. In der Regel aber besitzen alle Tiere wie der Mensch Reservestoffe. Solche sind:

1. Das zirkulierende Eiweiß (s. später), wie es sich nach reichlicher Eiweißfütterung im Körper ansammelt,
2. das Glykogen,
3. das Fett.

Die größte Bedeutung unter den Reservestoffen hat das Fett. Die Verbrennungswärme des in einem Gesunden abgelagerten Fettes beträgt dreimal so viel, als die Verbrennungswärme des gesamten Zeleiweißes und des leimgebenden Gewebes zusammengenommen (Rubner). Auch ein Teil der durch die lebenden Zellen repräsentierten Eiweißmasse kann als Reservestoff dienen.

E. Bischoff hat die Zusammensetzung eines Menschen nach den einzelnen Körperstoffen untersucht und gefunden:

Wasser . . . . .	59%
Eiweiß . . . . .	9%
Leimgebendes Gewebe . . . . .	6%
Fett . . . . .	21%
Asche . . . . .	5%

Die einzelnen Organe nehmen folgendermaßen an dem Aufbau des Menschen Anteil (Bischoff):

	Beim Manne	Bei der Frau	Beim Neugeborenen
Skelett . . . . .	15·9%	15·1%	15·7%
Muskel . . . . .	41·8%	15·8%	23·5%
Fettgewebe . . . . .	18·2%	28·2%	13·5%
Drüsen und Rest . . . . .	24·1%	20·9%	47·3%

Das Blut macht 7·7% der Körpermasse aus.

### Chemische Verhältnisse der Nahrungsstoffe.

Die organischen Nahrungsstoffe sind fast durchwegs Bestandteile des Tier- und Pflanzenleibes; aber nicht alle, namentlich in der Pflanze sich findenden Körper können als Nahrungsstoffe dienen. Die künstliche chemische Synthese einiger Nahrungsstoffe aus den Elementen ist zwar möglich, hat aber zurzeit noch keine praktische Bedeutung.

1. Als Repräsentanten der stickstoffhaltigen Stoffe sind die **Eiweißkörper** zu bezeichnen, deren das Tier- wie Pflanzenreich eine große Zahl liefert. Sie werden durch Ferrocyankalium und Essigsäure gefällt. Außerdem kommen in Betracht Albumosen, die den Eiweißstoffen sehr nahe stehen, und die bereits wesentlicher abweichenden Stoffe wie die Peptone und die leimgebenden Substanzen. Außerhalb des Körpers verbrennen sie mit Hinterlassung einer blasigen Kohle, im Organismus dagegen mit Hinterlassung des stickstoffhaltigen Anteiles, der als Harnstoff, Harnsäure etc. im Harn und im Kot als Residuum der Verdauungssäfte austritt.

Die Eiweißstoffe enthalten im Durchschnitte in 100 Teilen:

C . . . . .	50·0—55·0
H . . . . .	6·8—7·3
N . . . . .	15·4—18·3
O . . . . .	22·8—24·1
S . . . . .	0·4—5·0

manche, z. B. Proteide, wie das Hämoglobin, enthalten auch noch Fe im Molekül. Der gesamte tierische Körper hat nach Entfernung des Fettes eine dem Eiweiß ähnliche Zusammensetzung. Beim Kaninchen fand Verfasser:

C . . . . .	51·1
H . . . . .	7·3
N . . . . .	15·9
O und S . . . . .	25·6

2. Unter den N-freien Stoffen kommen namentlich die **tierischen Fette** in Betracht, welche Mischungen von Tripalmitin  $C_3H_5(C_{16}H_{31}O_2)_3$ , Tristearin  $C_3H_5(C_{18}H_{35}O_2)_3$  und Triolein  $C_3H_5(O_{18}H_{33}O_2)_3$  darstellen und welchen bisweilen, wie in dem Kuhbutterfette, auch noch Glyceride niederer Fettsäuren beigemischt sind, wie Tributyrin, Kaproin, Kaprin, Kaprylin.

Die pflanzlichen Fette, die sich ihrer elementaren Zusammensetzung nach nur wenig von den tierischen unterscheiden, bestehen zum Teil aus Neutralfetten, zum Teil aus Mischungen solcher mit freien Fettsäuren, unter welchen auch die der Pflanze eigentümliche Erukasäure antritt. Die Verbrennungswärme der verschiedenen Pflanzenfette weicht nur unwesentlich von dem Tierfette ab (Stohmann). Tierfette schließen immer Cholestearin, die Pflanzenfette das Phytostearin ein.

Die Fette und Fettsäuren sind unlöslich in Wasser, verbrennen leicht im Organismus und werden erstere in großen Mengen als Reservestoffe am Organismus abgelagert. Sie stellen den konzentriertesten Nahrungsstoff vor, welchen wir kennen.

Die geschmolzenen tierischen Fette enthalten in etwa 100 Teilen: 76·4—76·5% C, 12·0% H, 11·3—11·6% O. Das Fettgewebe enthält: 6—10% Wasser, 1—2% Membranen. Der Glyceringehalt der Fette macht 8—9% des Gesamtgewichtes aus. Der Schmelzpunkt der Fette liegt meist über der Körpertemperatur; nach Schulze und Reineke hat man:

Fett vom	schmilzt bei
Hammel . . . . .	41—52° C
Ochsen . . . . .	41—50° C
Schwein . . . . .	42—48° C
Menschen . . . . .	41° C
Milchfett . . . . .	37° C
Hasen . . . . .	26° C
Gans . . . . .	24—26° C

Der Erstarrungspunkt liegt meist sehr tief, so bleibt z. B. das Butterfett noch bei 8—10° flüssig.

3. Endlich treten als große Gruppe wertvoller Nahrungsstoffe die **Kohlehydrate** auf: *a*) die Monosaccharate,  $C_6H_{12}O_6$ , wie Dextrose und Levulose, der Inosit, ferner Sorbin und Eucalin; *b*) die Disaccharate,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , wie der Rohrzucker, Milchzucker, Maltose, Melezitose (und Mykose und Melitose), endlich *c*) die Polysaccharate, n.  $C_6H_{10}O_5$ , wozu die Stärke, Inulin, Lichenin, Gummi, Dextrin, Levulin, Zellulose, das Glykogen gehören. Die Zellulose spielt beim Menschen im allgemeinen eine untergeordnete Rolle als Nahrungsstoff; bei Pflanzenfressern macht sie ein Viertel bis ein Drittel der ganzen Kost aus.

Den Nahrungsstoffen ließen sich noch eine Reihe organischer Körper hinzuzählen, wie der Alkohol, das Glycerin, die Pflanzensäuren. Die letztgenannten haben aber einerseits einen sehr unbedeutenden Verbrennungswert oder, wie der Alkohol und das Glycerin, unangenehme Nebenwirkungen.

Als anorganische Nahrungsstoffe funktionieren eine Reihe von Salzen, welche zumeist mit den organischen Nahrungsstoffen eingeführt werden, da letztere nie aschefrei sind.

### Die Verbrennungswärme der Nahrungsstoffe.

Außer den stofflichen Eigenschaften der organischen Nahrungsstoffe ist vor allem ihre Verbrennungswärme zu berücksichtigen, gemessen nach Wärmeeinheiten. Die großen Kalorien (Cal.) entsprechen der Wärmemenge, welche 1 kg Wasser bei Erhöhung seiner Temperatur um 1° C aufnimmt, die kleinen Kalorien (cal.), auch Grammkalorien benannt, der Wärmemenge, welche 1 g Wasser bei Erhöhung seiner Temperatur um 1° C aufnimmt. 1000 cal. also = 1 Cal.

Wenn die Nahrungsstoffe im Organismus in dieselben Endprodukte zerfallen wie in einem Kalorimeter, so entwickelt sich auch im Organismus die nämliche Wärmemenge. Im Kalorimeter spalten sich die festen stickstofffreien Stoffe in flüssiges Wasser und gasförmige Kohlensäure; die stickstoffhaltigen Stoffe bilden neben Wasser und Kohlensäure Stickgas (sowie  $NO_2H$  und  $NO_3H$ ).

Im Organismus wird bei Spaltung der Fette und Kohlehydrate flüssiges Wasser gebildet. Die Endprodukte können demnach als identisch

mit der Verbrennung im Kalorimeter angesehen werden. Wesentlich verschieden verhalten sich die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe, indem sie, im Körper unvollkommen verbrennend, spezifische Stoffwechselprodukte bilden, deren Ausscheidung im Harn und Kot erfolgt. Der Verbrennungswert der Eiweißkörper unterscheidet sich daher wesentlich von der mit dem Kalorimeter gefundenen Größe; doch kann der „physiologische Nutzeffekt“ festgestellt werden, wenn man von der totalen Verbrennungswärme der Eiweißstoffe jene von Harn und Kot zum Abzug bringt.

Wenn die Substanzen nicht in trockenem Zustand im Körper vorkommen, so muß festgestellt werden, ob sie durch die Benetzung mit Wasser nicht an Verbrennungswert verlieren oder gewinnen. Manche Stoffe entwickeln, sich mit Wasser benetzend, Wärme (quellende Stoffe), andere binden bedeutend Wärme; zu letzteren gehört der Harnstoff (1 g des letzteren bindet bei der Lösung im Wasser 71·3 cal. Rubner).

In folgender Tabelle sind die Verbrennungswärmen von 1 g trockener Substanz nach den Untersuchungen des Verfassers aufgeführt; die von Stohmann gefundenen Werte wurden mit \* bezeichnet.

Es lieferte 1 g Substanz Kalorien:

	Gesamte Verbrennungswärme	Physiol. Nutzeffekt
Syntonin . . . . .	5·754	4·424
Muskelfleisch . . . . .	5·345	4·000
Organeiweiß . . . . .	—	3·842
Hämoglobin . . . . .	5·949	—
Neutralfette . . . . .	9·423	9·423
*Traubenzucker . . . . .	3·692	3·692
Rohrzucker . . . . .	4·001	4·001
*Milchzucker . . . . .	3·877	3·877
*Stärke . . . . .	4·116	4·116
*Glyzerin . . . . .	4·305	4·305
Harnstoff . . . . .	2·523	—
Harn nach Eiweißkost . . . . .	2·706	—
„ „ Fleischkost . . . . .	2·954	—
„ „ Hungerkost . . . . .	3·101	—
Kot bei Eiweißkost . . . . .	6·852	—
„ „ Fleischkost . . . . .	6·313	—

Die Eiweißstoffe erleiden durch die unvollständige Verbrennung im Organismus einen Spannkraftverlust von 22 bis 28% (Rubner).

Im Durchschnitt kann für die einzelnen Gruppen der in der gemischten Kost zugeführten Nahrungsstoffe angenommen werden:

Für 1 g Eiweiß . . . . .	4·1 Cal.
„ 1 „ Fett . . . . .	9·3 „
„ 1 „ Kohlehydrat . . . . .	4·1 „

Diese Standardzahlen erlauben eine sehr genaue Berechnung des Energieumsatzes.

### Methoden der Feststellung des Stoff- und Kraftverbrauches.

Zur Erkenntnis und zum Studium der Ernährungsvorgänge bedürfen wir der Methoden, welche einerseits den Stoffverbrauch oder andererseits die Wärmeproduktion verfolgen lassen.

Zur Untersuchung der zerstörten Stoffe ist es notwendig, alle von dem Körper abgegebenen Produkte zu sammeln. Wir brauchen aber für die meisten Zwecke die nähere Zusammensetzung der entleerten Flüssigkeiten und festen Stoffe nicht zu kennen, es genügt die Feststellung der Quantität zweier Elemente, nämlich des Stickstoffes und des Kohlenstoffes. Der Stickstoff, welcher aus dem Körper aus-

geschieden wird, entstammt den Eiweißstoffen oder bekannten Gemengen von Eiweißstoffen mit stickstoffhaltigen Extraktivstoffen (z. B. dem Fleische). Das Verhältnis von Stickstoff zu Kohlenstoff ist für diese Verbindungen genauestens bekannt.

Es trifft nach Rubner auf 1 Teil N rund 3.28 C.

Kennt man auch die Menge des im ganzen ausgeschiedenen Kohlenstoffes, so lassen sich die Zersetzungen von Eiweiß, Fetten und auch Kohlehydraten berechnen (Pettenkofer, Voit). Zieht man von der Gesamtmenge des ausgeschiedenen Kohlenstoffes jene Kohlenstoffmengen ab, welche sich aus dem Stickstoffgehalte der Ausscheidungen nach obigen Verhältniszahlen ( $1\text{ N} = 3.3\text{ C}$ ) als aus Eiweiß herstammend berechnen lassen, so hinterbleibt in manchen Fällen kein Rest; dann ist nur Eiweiß zersetzt worden; oder es bleibt ein Rest Kohlenstoff, dann kann außer Eiweiß auch noch Fett und Kohlehydrat zerlegt worden sein. Befanden sich in den aufgenommenen Speisen letztere nicht, so läßt sich aus dem Kohlenstoffreste durch Multiplikation mit 1.3 das verbrannte Fett ersehen. Wenn aber Kohlehydrate eingeführt wurden, so hat man erst den Kohlenstoffgehalt derselben von der Menge des nach Abzug des Eiweißkohlenstoffes verbleibenden Kohlenstoffrestes abzuziehen, und wenn dann noch ein Überschuß bleibt, ist dieser endlich auf zersetztes Fett zu beziehen. Die Feststellung der Eiweißzersetzung, Fettzersetzung und Kohlehydratzersetzung unterliegt also keinen Schwierigkeiten.

Die Bestimmung des Stickstoffes kann man im frischen Harn nach der von Kjeldahl angegebenen Methode untersuchen. 5—10  $\text{cm}^3$  Harn werden mit 10  $\text{cm}^3$  englischer und 10  $\text{cm}^3$  rauchender Schwefelsäure versetzt und bis zur Verjagung des Wassers und dem Auftreten starker Dämpfe erhitzt. Die Flüssigkeit, anfänglich braun bis schwarz, wird farblos. Dieser Prozeß dauert etwa 25 Minuten. Nach dem Abkühlen und Verdünnen auf etwa 200  $\text{cm}^3$  werden 80  $\text{cm}^3$  einer Natronlauge von 1.3 spezifischem Gewichte, ein paar Stücke granulierten Zinkes hinzugefügt, nach Anlegung eines Kühlers destilliert und das Destillat in verdünnte Schwefelsäure von bekanntem Gehalte (etwa 4  $\text{SO}_3$  in 100  $\text{cm}^3$ ) aufgefangen. Kot, unter Oxalsäurezusatz getrocknet, wird gleichfalls nach Kjeldahl untersucht.

Die Ausscheidungswege für stickstoffhaltiges Material sind in erster Linie Harn und Kot; in letzteren beiden sind fast sämtliche bei der Verbrennung stickstoffhaltiger Stoffe frei werdenden Zersetzungsprodukte enthalten. Etwas Harnstoff und Ammoniak enthält noch der Schweiß; als verschwindend kann der Stickstoffverlust durch Haare, durch das Sputum, Hauttalg, Schweiß, Epidermisschüppchen und durch Ammoniak im Atem bezeichnet werden. Für die meisten Fälle ist eine sorgfältige Untersuchung von Harn und Kot zur Berechnung des ausgeschiedenen Stickstoffes vollkommen ausreichend (Voit). Alles eiweißartige Material zerfällt im Körper zu in Wasser löslichen oder festen, nicht flüchtigen Stoffen; eine Abspaltung von Stickgas, wie früher vermutet, gibt es nicht und bedarf es daher keiner Untersuchung der Atemgase, um den Verbrauch an Stickstoff festzustellen (Voit).

Der Harn wird beim Menschen leicht vollkommen erhalten; bei Tieren muß derselbe mit dem Katheter genommen und die Blase nachgespült werden.

Der Kot bei bestimmter Fütterung läßt sich beim Menschen dadurch genau erkennen, daß man an dem einer bestimmten Versuchsweise vorausgehenden, wie nach Abschluß derselben folgendem Tage ausschließlich Milch genießt.

Kohlenstoff tritt namentlich in der Lunge aus (überwiegend als Kohlensäure), nicht unwesentlich aber auch mit dem Harn und Kot. Die Feststellung des auf diesen Wegen verlorenen Kohlenstoffes genügt für fast alle Untersuchungen. Die Verluste durch Haare, Talg, Sputa, Schweiß, Epidermisschüppchen können vernachlässigt werden.

Harn und Kot werden auf ihren Kohlenstoffgehalt nach den Regeln der Elementaranalyse untersucht; die Feststellung des mit der Atmung in der Form von Kohlensäure (eventuell Kohlenwasserstoff) ausgeschiedenen Kohlenstoffes ist aber eine schwierige, insofern man hierzu besonderer Respirationsapparate bedarf.

Die Respirationsapparate sind nach verschiedenen Prinzipien gebaut: keiner läßt die natürlichen Bedingungen der zu untersuchenden Tiere derart unverändert, wie der von Pettenkofer angegebene, der auch allein beim Menschen anwendbar ist.

Der Mensch befindet sich in einem großen, zimmerartigen Eisenwürfel, der mittels einer großen, durch irgend einen gleichmäßig arbeitenden Motor betriebenen Gasuhr eine lebhaft ventilierende erfährt. Die Gasuhr läßt ablesen, wieviel Luft hindurchgetrieben wurde. Durch besondere, in gleichmäßigem Rhythmus bewegte Glaspumpen, die in Quecksilber tauchen, werden dem Rohre, in welchem die Hauptmasse der Luft nach der großen Gasuhr sich fortbewegt, mehrere Proben entnommen, nach kleineren Gasuhren hingetrieben. Diese kleinen Luftproben dienen zur Analyse; indem

dieselben zuerst durch kleine Kölbchen mit Bimsstein-Schwefelsaureff llung gesaugt werden, geben sie da ihren Wasserdampf ab, der durch Wiegung der Kölbchen festgestellt wird, gelangen dann in die Pumpen und werden bei Niedergang des Zylinders der Pumpe durch Pettenkofersche Barytr hren getrieben. Hier wird die Kohlensäure abgegeben und schließlich entweicht die Luft durch kleine Gasuhren, in welchen das Volumen gemessen wird. Durch Titrierung des Barytwassers wird die Kohlensäure quantitativ bestimmt. Da die in den Apparat einströmende Zimmerluft bereits Wasser und Kohlensäure enthält, wird auch diese auf ihren Wasser- und Kohlensäuregehalt in gleicher Weise wie die Atemluft untersucht. Berechnet man, wieviel in 1000 l der einströmenden Luft und wieviel in 1000 l der über den in Menschen hinweggegangenen Luft Wasser und Kohlensäure vorhanden ist, so ergibt die Differenz den Zuwachs, welchen 1000 l Luft durch die Atmung des Menschen erfahren haben. Multipliziert man diesen Wert mit der Zahl der Kubikmeter, welche durch den Respirationstraum gegangen sind, so erfahrt man die Gesamtmenge der ausgeatmeten Kohlensäure und des Wasserdampfes.

Die Verbrennungswärmen organischer Nahrungsstoffe sind von Stohmann und Rubner mit Hilfe eines mit Thompson zuerst angegebenen, dann mannigfach modifizierten Kalorimeters bestimmt worden.

Am häufigsten findet jetzt die kalorimetrische Bombe Berthelots Verwendung (Fig. 174): *A* ist ein großer Gustahlblock mit Platinausf tterung, *B* der ähnlich gefertigte Deckel, *C* die Verschraubung des Deckels, *c*<sub>1</sub> dient zur Zuleitung des elektrischen Stromes, der einen kleinen Eisendraht verbrennt und die Masse nach *b* fallen lässt, wo sich die zu verbrennende Substanz sofort entzundet und rasch verbrennt. Der Raum *A* ist mit hochgradig komprimiertem Sauerstoff gef llt (10–24 Atmosphären).

Die Menge der von einem Tiere abgegebenen Wärme kann mit Hilfe des vom Verfasser angegebenen Kalorimeters bestimmt werden.

Dieses Kalorimeter vereinigt in sich den kompletten Apparat zur W rtemessung und Bestimmung der ausgeschiedenen Respirationprodukte. Bezüglich der Einrichtung für letztere sei auf den Respirationapparat von Pettenkofer verwiesen. Das Kalorimeter, ein Luftkalorimeter, ist in folgender Weise eingerichtet (siehe auch unter Kleidung).

Der Kalorimeterraum *R* (Fig. 175), welcher zur Aufnahme einer Wärmequelle dient, ist im Vertikalschnitte wie Horizontalschnitte rechteckig gestaltet, mit etwas abgestumpften Kanten, höher als breit. Den Verschluss bildet eine luftdicht aufschraubbare Tür (*T*). Diesen Raum *R* umgibt an allen Stellen, die Tür ausgenommen, ein Mantel aus Kupferblech (*M*), die zur Bewegung von Spirometern nötige Luftmenge einschließend.

Der ganze dem Luftkalorimeter entsprechende Teil des Apparats wird von dem zweiten Mantel, gleichfalls aus Kupferblech, umgeben, so daß der Isolierraum (*I*) entsteht.

Das System der Mantelr ume ist an dem Eingange in den Kalorimeterraum fest verlötet und in ein Wasserbad (*W*) von großen Dimensionen versenkt, doch so, daß eine Seite des Wasserbades behufs Kommunikation mit dem Kalorimeterraum durchbrochen wird (bei *T*).

Der Korrekionsapparat besteht aus kupfernen Hohlkörpern von rechtwinkligem Querschnitte (*C*), welche in dem zwischen Kalorimeter und Wasserbadwandung bleibenden Raume versenkt sind. Die Hohlkörper kommunizieren durch Bleiröhren untereinander,

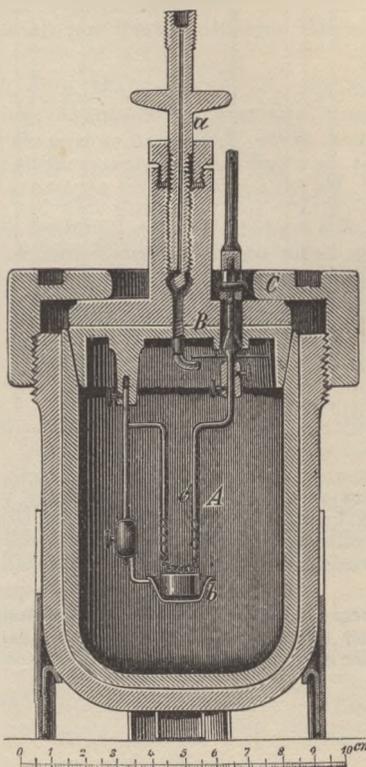


Fig. 174.

und eine Ableitung führt die Luft nach einem Spirometer von kleineren Dimensionen, wie das dem eigentlichen Kalorimeter zugehörige ist.

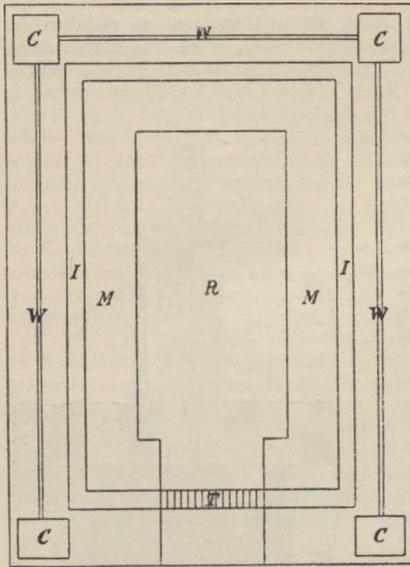


Fig. 175.

erwiesen, daß die Wärmeproduktion welche aus den im Körper eines Tieres zersetzten Nahrungs- oder Körperstoffen auf Grund der Verbrennungswärmen berechnet wird, sich vollkommen deckt mit der an das Kalorimeter abgegebenen und durch Wasserverdampfung verlorenen Wärme (Rubner).

Die Berechnung der Wärmeproduktion aus der Verbrennungswärme der Stoffe begreift in sich auch die zur Leistung von Arbeit verwendete Kraft (Wärmeäquivalent der Arbeit); bei direkter Messung der Wärmeproduktion muß das kalorische Äquivalent der Arbeit, wenn solche geleistet worden ist, noch besonders bestimmt berechnet werden.

Das Wasserbad, in welches das Kalorimeter wie der Korrekionsapparat eingebettet ist, wird ständig auf gleicher Temperatur erhalten, so daß im allgemeinen nur Schwankungen des Barometerdruckes in Frage kommen.

Die Temperatur der einströmenden wie abströmenden Luft wird in unmittelbarer Nähe des Kalorimeters durch ein in  $0.05^\circ$  geteiltes Thermometer gemessen.

Der Apparat wird mittels Durchleiten von warmem Wasser durch eine Kupferspirale, Messung des Temperaturverlustes und der Wassermenge empirisch graduiert, indem die einer bestimmten Kalorienzahl entsprechenden Ausschläge des Spirometers gemessen werden.

Ventiliert wird das Kalorimeter nach dem Prinzip von Pettenkofer mittels einer Gasuhr.

Nicht in allen Fällen ist es notwendig, die von Mensch oder Tier produzierte Wärme direkt zu bestimmen; für viele Fälle ist es vollkommen ausreichend, wenn aus der Menge der verbrannten Stoffe der Kraftverbrauch nach der Verbrennungswärme der Stoffe berechnet wird. Bei dem ruhenden Tiere ist

## Zweites Kapitel.

### Gesetze der Ernährung.

#### Die Entziehung organischer Nahrungsstoffe.

Der hungernde Organismus lebt von seinem eigenen Leibe; er scheidet durch Haut und Lunge Kohlensäure und Wasserdampf aus und bildet Harn und Kot. Wie die Atmung und der Stoffverbrauch fortbesteht, so erhält sich der Organismus durch seine Wärmeproduktion auch auf fast normaler Temperatur.

In dem Körper eines Hungernden erleiden fast sämtliche Organe eine allmähliche Abnahme ihres Gewichtes; nicht alle Organe aber gleichmäßig. Weit aus am intensivsten wird das Fettgewebe angegriffen; 93—97% gehen zu Grunde (Chossat, Voit). Ja in manchen Fällen schwindet es sogar bis auf Spuren (Rubner). Stark

leiden ferner die Drüsen und Muskeln (40—50% Verlust), wenig die Knochen (10—14%), fast unversehrt bleibt das Nervensystem (2—3% Verlust).

Die Zeit, nach welcher der Hungertod eintritt, ist verschieden; je größer der Organismus, desto später erfolgt dieser im allgemeinen. Kinder gehen deswegen viel schneller zu Grunde als Erwachsene. Der relative Verlust des Körpergewichtes, den jeder Organismus zu erleiden hat, ehe er stirbt, scheint durchwegs derselbe zu sein; nachdem annähernd das Körpergewicht eines gut genährten Tieres auf die Hälfte abgesunken ist, erfolgt der Tod.

Die Zerstörung des Eiweißes bei dem Hungernden ist, wenn man vom Beginn und dem letzten Ende der Hungerszeit absieht, eine sehr gesetzmäßige. Zu Beginn der Hungerszeit wird, wenn vor derselben eine reichliche Fütterung mit Eiweiß stattgefunden hat, auch reichlich Eiweiß zerstört; man muß diesen Umstand auf ein Zurückhalten von Nahrungseiweiß (zirkulierendes Eiweiß) beziehen (Voit). Zu Ende der Hungerszeit findet (bei nicht sehr fetten Tieren) mit gleichzeitig starker Vermehrung der Harnausscheidung eine starke Vermehrung der Eiweißzersetzung statt. Diese vermehrte Eiweißzersetzung entsteht, sobald die letzte Spur von Fett aufgezehrt ist; die Tiere leben nunmehr ganz auf Kosten des einschmelzenden Organeiwweißes (Rubner).

Neben der Eiweißzersetzung nimmt unser volles Interesse die Zersetzung des Fettes in Anspruch. Zu Beginn einer Hungerszeit wird zwar auch das im Körper aufgespeicherte Glykogen zerstört, aber noch in den ersten Tagen trägt den Hauptanteil der Zersetzung das Körperfett. Die Fettzersetzung hält sich nun nahezu während der ganzen Hungerszeit konstant, beziehungsweise sie sinkt proportional dem Körpergewichte.

Die letzten Tage vor dem Tode kann die Fettzersetzung aber vollständig aufgehoben sein und allein Eiweiß zersetzt werden. Wenn in den letzten Hungertagen nur mehr Eiweiß zersetzt wird, so beträgt die Mehrzersetzung an Eiweiß, verglichen mit den früheren Tagen, gerade nach isodynamem Werte um so viel mehr, als an Fett weniger verbrannt wird.

Da erst 978 Teile Muskelsubstanz so viel an Wärme geben, als 100 Teile Fett, so wird damit verständlich, welche enorme Bedeutung die Ablagerung von Fett für das Ertragen des Hungers hat. Bei normalem Fettbestande werden  $\frac{9}{10}$  der Verbrennungswärme des Hungernden aus Fett entwickelt und nur  $\frac{1}{10}$  aus dem Eiweiß; nur während der letzten Lebenstage liefert beim Hungernden das Eiweiß allein die tierische Wärme. Wegen des geringen Fettgehaltes gehen junge Tiere und Kinder auch, abgesehen von dem intensiven Verbrennungsprozesse, den sie unterhalten, rasch zu Grunde.

Die Gesamtwärmeproduktion für 1 kg Körpergewicht und 24 Stunden wurde vom Verfasser während der Hungerszeit für das Kaninchen gefunden zu:

1. bis	2. Hungerstag	52·38 Cal.
3. "	8. "	50·92 "
9. "	15. "	49·92 "
16. "	19. "	47·27 "

Die Betrachtung der Verbrennungswärme der zerstörten Stoffe ergibt aber, daß 70·2% der in den Körperstoffen abgelagerten Verbrennungswärme während der Hungerszeit entwickelt werden (Rubner).

Ein erwachsener Hungernder verbraucht nach Voit und Pettenkofer im Tage 80 g trockenes Fleisch, 216 g Fett, nimmt 780 g Sauerstoff auf und verliert 251 g C in der Respiration und 889 g Wasser durch Haut und Lunge. Der Hungerkünstler Cetti nahm während des 3.—6. Hungertages 4·65 cm<sup>3</sup> Sauerstoff per Kilogramm Körpergewicht und die Minute auf. Die Leibestemperatur betrug 36·4—36·8° C, der Puls 64—84, die Respiration 14—20 die Minute. In 10 Tagen nahm er durchschnittlich für den Tag um 636 g ab (Zuntz, Müller).

Der Hungernde produziert etwa 2303 Cal. für den Tag, d. i. 32·9 Cal. per Kilogramm und Stunde (Rubner).

### Über die Zufuhr organischer Nahrungsstoffe.

#### a) Das Eiweiß und dessen Abkömmlinge.

Jede Zufuhr von Eiweiß vermehrt die Eiweißzersetzung; durch die Zufuhr einer geeigneten Eiweißmenge wird der Eiweißverlust vom Körper aufgehoben. Der Organismus befindet sich dann im Zustand des Stickstoffgleichgewichtes.

Das gefütterte Eiweiß schützt, wenn es genügend reichlich zugeführt wird, durch seine Zersetzung auch das Fett vor Zersetzung; bei dem niedrigsten Stickstoffgleichgewichte ist aber der Organismus keineswegs in einem Gleichgewichte seiner Ausgaben. Es wird nebenbei mehr oder weniger Fett vom Körper abgegeben. Durch steigende Gaben von Eiweiß entstehen wieder neue Zustände des Stickstoffgleichgewichtes, bis der Körper ausschließlich alle seine Ausgaben durch das gefütterte Eiweiß deckt und auch in das Kohlenstoffgleichgewicht gelangt.

Bei Mehrung der Eiweißzufuhr wird zunächst neben dem allmählichen Steigen der Eiweißzersetzung Eiweiß vom Körper zurückgehalten. Sicherlich aber wird dieses zurückgehaltene Eiweiß nicht sofort in der Form des lebenden Protoplasmas angesetzt. Man beobachtet nämlich, daß bei Nahrungsentziehung nach Fleischfütterung in den ersten Tagen sehr viel mehr von dem Eiweißvorrat des Körpers zerstört wird, wie an den späteren Tagen; es verhält sich also ein Teil des frisch im Körper zurückbehaltenen Eiweißes ungefähr so, als wenn man direkt Eiweiß als Nahrung einführt, nicht aber wie das der Zerstörung zäh widerstehende Eiweiß der Organe.

Warum man nicht unter Zufuhr bei der Hunger zersetzten Eiweißmenge allein den Körper vor Eiweißverlust bewahren kann, ist leicht einzusehen. Im Hungerzustand sind stets nur minimale Eiweißquantitäten, welche als Nahrung verwendbar wären, im Blute vorhanden. Bei Eiweißzufuhr in der Nahrung oder durch Transfusion oder ähnliche Eingriffe tritt plötzlich sehr viel Eiweiß in den Nahrungsstrom über. Das Eiweiß wird angegriffen, schützt dadurch zwar eine gewisse Menge Fett vor Zerstörung, aber der Eiweißüberschuß ist bald aufgebraucht und es bleibt nur übrig, für die späteren Stunden den Bedarf weiter in der beim Hungernden üblichen Weise, d. h. durch Einschmelzen absterbenden Eiweißes, zu decken.

Der Fettreichtum eines Tieres spielt bei Eiweißzufuhr eine ähnliche Rolle wie bei Hunger; je fetter ein Tier, mit desto kleineren Eiweißmengen setzt es sich ins Gleichgewicht (C. Voit).

Den Menschen durch alleinige Fleischzufuhr voll und ganz zu ernähren, ist bis jetzt nicht geglückt. Es liegt der Grund nicht etwa an der ungenügenden Resorption des Eiweißes, als vielmehr an dem Unvermögen, die notwendige Fleischmenge zu kauen.

Durch eine Eiweißzufuhr steigt die tägliche Wärmeproduktion nicht an, wie man vielfach irrtümlich angibt; erst wenn sehr reichlich Eiweiß und mehr, als dem Bedarf an verbrennlichen Stoffen entspricht, gegeben wird, oder bei hoher Temperatur (bei physikalischer Wärmeregulation) wächst die Wärmeproduktion (Rubner).

Von den Körpern, welche dem Eiweiß ihrer Herkunft nach nahe stehen, sind zu erwähnen die Albumosen, die echten Peptone, Elastin, der Leim und die Leimpeptone. Die Albumosen können das Eiweiß hinsichtlich der Ernährung ersetzen, nicht aber die Peptone.

Von Voit ist erwiesen, daß der Leim zwar den Zerfall des Körpereißes stark herabsetzt, aber den Eiweißverlust nicht ganz, wohl aber den Fettverbrauch zu vermindern oder aufzuheben vermag. Wie der Leim wirkt das leimgebende Gewebe. Leimpepton wirkt wie Leim. Asparagin, dem von Weiske für Pflanzenfresser und Vögel eine ähnliche Wirkung zugeschrieben wird wie dem Leim, zeigt sich bei Fleischfressern hinsichtlich des Eiweißzusatzes ganz wirkungslos.

#### b) Das Fett und Mischungen von Eiweiß und Fett.

Bei Hungernden vermindert die Fütterung mit Fett die Abgabe von Körperfett, hebt die Eiweißzersetzung aber bei reichlichster Fütterung nicht völlig auf. Ausschließlich mit Fett gefütterte Tiere gehen an Eiweißhunger zu Grunde. Durch sehr reichliche Fettfütterung scheint die Eiweißzersetzung beim Hungertiere vermehrte (C. Voit). Das Nahrungsfett ersetzt in gleichen Gewichtsmengen das Körperfett (Rubner). Wird mehr Fett zugeführt, als der Körper zum Unterhalt der gesamten Wärmeproduktion nötig hat, so wird mehr oder minder reichlich Fett am Körper abgelagert, schließlich steigt die Fettzersetzung über die beim Hungernden zersetzte Fettmenge an. Durch eine überschüssige Fettzufuhr wird auch die Wärmeproduktion erhöht (Rubner).

Wenn Mischungen von Eiweiß und Fett gereicht werden, so macht sich vor allem die Mehrzersetzung von Eiweiß geltend, welche wie bei ausschließlicher Fütterung stark ansteigt, aber doch um etwa 7% hinter der bei reiner Eiweißzufuhr gegebenen Zersetzung zurückbleibt (Voit).

Auf die Größe der Eiweißzersetzung, mit welcher man einen Organismus mit Fleisch eben ins Gleichgewicht bringen kann, übt der Fettbestand eines Organismus einen Einfluß. Der Fette braucht weniger, der Magere mehr an Eiweißzufuhr. Um einen Hund bei reichlicher Fettgabe mit etwas Eiweiß ins N-Gleichgewicht zu bringen, ist etwa 1,5fache der Eiweißmenge notwendig, welche im Hunger an Eiweiß verloren wird.

Führt man nur Eiweiß zu, so entsteht, wie oben dargelegt, neben der Mehrung der Eiweißzersetzung Eiweißansatz und bald ein Stickstoffgleichgewicht. Bei Fütterung von Eiweiß und Fett wird nicht nur

Eiweiß, sondern auch Fett abgelagert und keine einseitige Veränderung des Körperbestandes erzeugt. Der Eiweißansatz dauert sehr lange an und es lassen sich bessere Wirkungen erzielen als bei reiner Eiweißkost (Voit). Eiweißzufuhr neben Fett setzt den Verbrauch des letzteren herab, begünstigt also den Fettansatz.

Freie Fettsäuren verhalten sich den Fetten analog (J. Munk). Das freie Glycerin kann nur in kleinen Quantitäten genossen werden, ohne Störungen zu verursachen; es kann diuretisch wirken.

c) Die Kohlehydrate sowie Mischungen von Fleisch und Kohlehydraten sowie von Fett und Kohlehydraten.

Die gut resorbierbaren Kohlehydrate, wie Zucker, Stärke, vertreten einen Teil oder alles im Hungerzustand zu Verlust geratende Fett. Außerdem setzen die Kohlehydrate den Eiweißverlust herab (Voit). Ein mit Kohlehydraten gefüttertes Tier wird den Hunger also länger als ein mit Fett ernährtes ertragen. Durch leicht resorbierbare Kohlehydrate kann man die Eiweißzersetzung bei Hungertieren nach des Verfassers Versuchen bis auf  $\frac{1}{3}$  verringern. Die Eiweißzufuhr, mit welcher man ein Tier bei reichlicher Kohlehydratzufuhr eben erhalten kann, ist etwa so groß wie der Eiweißzerfall im Hunger. Werden die Kohlehydrate in sehr reicher Menge zugeführt, so kommt es zum Fettansatz.

Fütterungen von Mischungen von Eiweiß und Kohlehydraten steigern die Eiweißzersetzung, aber die kombinierte Fütterung bleibt im Eiweißumsatz immer hinter der reinen Eiweißfütterung, auch sogar hinter der Eiweiß- und Fettfütterung zurück. Der Ansatz von Eiweiß gestaltet sich also günstig. Die neben Fleisch gereichten Kohlehydrate werden in größeren Mengen zur Fettbildung verwendet, als wenn die Kohlehydrate allein verabreicht werden.

Kombinierte Gaben von Fett und Kohlehydraten mindern den Eiweißumsatz gegenüber dem Hungerzustand und begünstigen Fett-, wohl auch Glykogenablagerung; neben Eiweißgaben zeigen sie analoge Verhältnisse, wie oben für Eiweiß und Fett oder Eiweiß- und Kohlehydratzufuhr geschildert wurde.

Neben Eiweiß, Fetten, Kohlehydraten findet sich in vielen pflanzlichen, wie animalischen Nahrungsmitteln in größeren oder kleineren Mengen ein Gemisch von Stoffen, die man mehrfach als Extraktivstoffe bezeichnet hat. Sie sind in ihrer chemischen Zusammensetzung nur unvollständig bekannt; neben organischen Stoffen enthalten diese Extrakte auch den in Wasser leicht löslichen Anteil an Salzen. Im Leberextrakt findet man Milchsäure, Guanin, Harnstoff, Zystin, Leuzin, Tyrosin, Gallensäuren, im Milzextrakt Fettsäuren, Inosit, Harnsäure, Hypoxanthin, Xanthin, Leuzin, Tyrosin, im Fleischextrakt hat man gleichfalls eine große Zahl sowohl N-haltiger als N-freier Körper gefunden; sie verändern sich durch die Wärme.

Die Aufnahme von Fleischextrakt hat beim Hunde keinen Einfluß auf die Wärmebildung, noch auch auf die Fettzersetzung. Selbst große Gaben haben keinen schädlichen Einfluß auf das Wohlbefinden der Tiere und Menschen. Der Hauptwert der Extraktivstoffe, wohl auch der sie begleitenden Salze liegt objektiv in ihrem bedeutenden Einflusse auf die Resorptionsverhältnisse, worauf später eingegangen werden wird, wie subjektiv in dem angenehmen Geschmack und Geruch.

Wie Verfasser und Bürgi nachgewiesen haben, wird von den Extraktivstoffen nur ein kleiner Teil in solche mit geringer Verbrennungs-

wärme übergeführt. Manche dieser Stoffe können im Körper längere Zeit zurückgehalten werden.

Man bezeichnet bisweilen auch den Alkohol (Äthylalkohol) als einen Nahrungsstoff. Bei kleinen Dosen glaubt man nach Versuchen an Tieren eine Herabsetzung des Eiweißverbrauches dartin zu können (Fokker, J. Munk, O. Neumann), außerdem scheint auch der Sauerstoffkonsum abzusinken (v. Böck und Bauer). Letzteres geschieht deshalb, weil der Alkohol an Stelle von Körperfett verbrennt. 100 Teile Fett sind gleichwertig mit 131 Teilen Alkohol, was die Fähigkeit, Wärme zu bilden, anlangt; der Alkohol verbraucht aber weniger Sauerstoff zur Verbrennung als die gleichwertige Menge von Fett. Auch bei kleinen Dosen von Alkohol geht ein Teil durch die Atmung, ein anderer durch den Harn verloren. Große Dosen Alkohols, wie solche anregend und anheiternd wirken, steigern die Eiweißzersetzung (J. Munk), und offenbar ist es auch die körperliche Unruhe, welche bei großen Dosen den Sauerstoffverbrauch erhöht (v. Böck und Bauer). Tritt völlige Berausung ein, so sinkt die Wärmeproduktion (um 19%), die Kohlensäureproduktion (um 124%) und die Sauerstoffaufnahme (um 13%), wie Deplats gezeigt hat.

Die Ergebnisse der Versuche an Tieren sind auch für den Menschen hinsichtlich der Eiweißzersetzung und des Sauerstoffverbrauches bestätigt worden. Nach Binz sollen beim Menschen nur 3%, nach Straßmann bis 10% des aufgenommenen Alkohols durch Ausscheidung zu Verlust geraten.

Die mehratomigen Alkohole, wie z. B. der Amylalkohol, zeigen auch in kleineren Dosen ausgesprochene toxische Wirkungen.

#### d) Über die Vertretungswerte organischer Nahrungsstoffe, den Gesamtstoffwechsel und Kraftwechsel.

Man kann einen Organismus, vorausgesetzt, daß seine Verdauung und Resorption es erlauben und die Zufuhr anorganischer Stoffe richtig gedeckt ist, ganz ausschließlich mit Eiweiß und Fett oder noch kleineren Eiweißmengen und reichlich Kohlehydraten, oder endlich mit Eiweiß und Mischungen von Fetten und Kohlehydraten ernähren. Auch in der praktischen Ernährung des Menschen kennt man schon lange derartige Verhältnisse; bei manchen Völkern überwiegt das Fett, bei anderen die Kohlehydratzufuhr in der Kost.

Nach den Untersuchungen des Verfassers sind gleichwertig:

Fette . . . . .	100 Tl.	Rohrzucker . . . . .	234 Tl.
Syntonin . . . . .	225 "	Muskelfleisch . . . . .	243 "
Stärke . . . . .	232 "	Traubenzucker . . . . .	256 "

Eiweißstoffe und Kohlehydrate erreichen die Wirkung des Fettes erst in Mengen, die 2'2—2'6m also groß sind wie die der letzteren. Das Fett ist also der wirksamste Nahrungsstoff.

Wie Verfasser weiter gefunden hat, sind diese Vertretungswerte diejenigen Gewichtsmengen von Nahrungsstoffen, welche gleich große Mengen von Spannkraft (Verbrennungswärme) enthalten. Diese Stoffmengen nennt man isodynamie.

	Isodynamie Werte	
	direkt am Tiere bestimmt	aus der Verbren- nungswärme berechnet
Syntonin . . . . .	225	213
Stärkemehl . . . . .	232	229
Muskelfleisch . . . . .	243	235
Rohrzucker . . . . .	234	235
Traubenzucker . . . . .	256	255

Das Maß des gegenseitigen Ersatzes bildet für die Nahrungsstoffe ihre Verbrennungswärme. Die Unmöglichkeit, mit ausschließlich Fett- und Kohlehydratzufuhr den Organismus zu ernähren und die letzten Reste der Eiweißzersetzung (3—4%) ganz zu beseitigen, liegt nur in dem Umstand, daß für gewisse stoffliche Vorgänge, wie den Ersatz zerstörter Organteile, eben Eiweiß unentbehrlich ist, weil das Tier die Synthese des Eiweißes nicht zu vollziehen vermag.

Wen man die Summen der Verbrennungswärme aller von einem Organismus zerstörten Körper- oder Nahrungsstoffe bildet, so ist diese Größe der „Gesamtstoffwechsel“ oder „Kraftwechsel“.

Bei ruhenden Tieren ist der Kraftwechsel gleich der Gesamtwärme-  
produktion, bei Organismen, welche mechanische äußere Arbeit leisten,  
decken sich beide Begriffe aber nicht mehr. Die Gesamtwärme-  
produktion kann um das Wärmeäquivalent der äußeren Arbeit kleiner sein als der  
Kraftwechsel.

Im Hungerzustand ist der Kraftwechsel der Organismen zumeist  
im wesentlichen nur von der Größe der Abkühlung bestimmt, welche  
unter den begleitenden Umständen mit Notwendigkeit folgt.

#### e) Die spezifische dynamische Wirkung der organischen Nahrungsstoffe.

Die isodynamie Vertretung ist in voller Exaktheit nur so lange vor-  
handen, als der Organismus im Zustand der chemischen Wärmeregulation  
sich befindet, d. h. solange an seine Wärmeproduktion durch die Wärme-  
verluste in die Umgebung Anforderungen gestellt werden. Die strenge  
Konsequenz der isodynamen Vertretung läßt uns auch bei der Nahrungs-  
aufnahme im Verhältnisse zu vorhergehendem Hunger keine Vermehrung  
der Wärmeezeugung dartun.

Wie Verfasser zuerst entdeckt hat, findet aber dann wenn die  
Warmblüter bei höherer Lufttemperatur beobachtet werden, durch die  
Nahrungsaufnahme eine Steigerung der jeweiligen Wärmeproduktion  
statt, welche von der Natur des Nahrungsstoffes und der gefütterten  
Menge abhängig ist.

Diese Steigerung beträgt:

bei Eiweiß	+ 30·9%
„ Fett	+ 12·7%
„ Kohlehydrat	+ 5·8%

Die Zahlen sind der Ausdruck der spezifisch dynamischen Wirkung  
und bedeuten mit größter Wahrscheinlichkeit die Spaltwärme der  
Nahrungsstoffe. Die letzteren werden im Körper zunächst wohl durch  
fermentative Prozesse gespalten und die dabei auftretende Wärme kann

nur dann für den Körper nutzbringend verwendet werden, wenn er auf biologischem Wege durch Ausschaltung anderer Zersetzungen z. B. in den Muskeln energetische Vorgänge einsparen kann. Wärme selbst ist ja kein Mittel, um das Energiebedürfnis der Zellen zu befriedigen.

Für die Zelle selbst kommt nur die Energie in Betracht, welche die Nahrungsstoffe entwickelt, wenn sie direkt in den Wirkungskreis des lebenden Protoplasmas treten.

Die Spaltwärme ist bei Eiweiß am größten, was auch durchaus der Kompliziertheit seines Aufbaues entspricht.

#### f) Ansatz und Wachstum hinsichtlich des Verbrauches organischer Stoffe.

Ausgewachsene Organismen können unter geeigneten Umständen Stoffe an ihrem Körper ablagern, man nennt das Ansatz, zur Unterscheidung eines ähnlichen Vorganges bei dem jungen Tiere, den man Wachstum heißt. Das Wachstum ist eine spezifische Eigenschaft der jugendlichen Zelle; es äußert sich vor allem darin, daß in diesem Zustand auch ganz geringe Eiweißüberschüsse mit großer Begierde angezogen werden, und ein Aufbau statthat. Die Zahl der Zellen mit allen Lebenseigenschaften nimmt zu.

Beim Ansatz werden nur Lücken des Eiweißreichtums der Zellen, welche entstanden, wieder ausgefüllt. Der Ansatz findet sein Ende in der normalen Zusammensetzung der Zelle. Eine Mehrung der letzteren fehlt.

Alles den Bedarf des Wachstums oder des Ansatzes überschreitende Eiweiß der Zufuhr wird vernichtet und zersetzt.

Solange die Nahrung nicht hinreichend ist, einen Überschuß über den zur Erhaltung des Kraftwechsels notwendigen Bedarf zu bieten, kann von einem praktisch bedeutungsvollen Ansatz nie die Rede sein.

Der Ansatz ist weiter abhängig von der Menge des Überschusses, welcher gereicht wird. Eine sehr wichtige Rolle spielt weiter die Eigentümlichkeit des Organismus, bei überschüssiger Kost sich mit dieser unter täglich steigender Warmeproduktion ins Gleichgewicht zu setzen. Der Körper erreicht unter verschiedenen Umständen sehr rasch das Gleichgewicht. Endlich ist die Natur der Substanz, mit welcher man den Ansatz betreiben will, von großer Wichtigkeit.

Eiweißansatz läßt sich am besten unter Zusatz von Fett, noch günstiger unter Zusatz von Kohlehydraten erreichen; beim Menschen gelangt man am leichtesten durch die Kombination von Eiweiß, Fett und Kohlehydraten zum Ziel.

Um die Verdauungsorgane bei solchen Fütterungen nicht zu sehr belasten zu müssen, schränkt man durch Ruhe, Wärme u. dgl. den Bedarf an Nahrungsstoffen stark ein.

Die Bedingungen zur Fettablagerung aus Eiweiß sind so ungünstige, daß man von demselben als einer Quelle für Entstehung von Körperfett so ziemlich absehen kann. Wichtig als Ansatzmittel ist das Fett.

Das Nahrungsfett ist die Quelle des Körperfettes. Gibt man einem durch Hunger stark heruntergekommenen Tiere neben wenig Eiweiß

viel Fett, so füllen sich die Fettzellen rapid mit Fett. Man hat beobachtet, daß bei Fütterung von Fetten, die sehr different von dem Körperfette der Versuchstiere waren, fremdes Fett in den Zellen des Tieres nachweisbar war (s. Munk, Lebedeff, Winternitz).

Kohlehydrate gelangen im Körper als Glykogen nur in beschränktem Maße zum Ansatz; sie können aber, was eine weit wichtigere Rolle spielt, als Fett abgelagert werden.

## Das Wasser.

### a) Entziehung des Wassers.

Ein sehr erheblicher Bruchteil des menschlichen wie tierischen Organismus besteht aus Wasser, im Durchschnitte 63%. Zahlen über den Wassergehalt des Menschen hängen ganz von dem Umstand ab, ob der betreffende viel oder wenig Fett abgelagert hat. Bei Tieren sieht man mit der Zeit der Mast den prozentigen Wassergehalt sinken und mit der Magerkeit steigen. Am häufigsten begegnet man großer Magerkeit, also wasserreichen Organen, bei Tuberkulose.

Wenn in ein normales fettarmes Gewebe Fett eingelagert wird, so muß, weil letztere Substanz wasserfrei ist, der prozentige Wassergehalt sinken, ohne daß der Organismus selbst auch nur die geringste Wassermenge verloren zu haben braucht.

Das Eiweiß der Organe selbst oder die lebende Substanz hat eine sehr gleichmäßige Zusammensetzung, was ihr Verhältnis zum Wasser anlangt.

In den Organen ist aber das Wasser in drei verschiedenen Formen enthalten; einmal mit dem Protoplasma zur lebenden Substanz gebunden, dann findet sich offenbar Ernährungsflüssigkeit in und zwischen den Zellen und endlich in jedem Organ Blut enthalten.

Der größte Teil des von dem Organismus abgegebenen Wassers stammt aus der Wasseraufnahme; ein Teil aber aus dem zu Wasser verbrannten Wasserstoffe der Nahrungsmittel. Diese Menge macht beim Menschen etwa täglich 370 g, in runder Summe  $\frac{1}{6}$  der Gesamtmenge des in Harn, Kot, Lunge und Haut ausgeschiedenen Wassers aus (Voit).

Die Verteilung des Wassers auf die verschiedenen Wege der Abgabe hängt von mancherlei Umständen ab, von äußeren, welche die Lungen- und Hautatmung fördern oder beschränken, von inneren, z. B. dem Entstehen von Spaltungsprodukten (Harnstoff), die Wasser zur Lösung gebrauchen u. s. w.

Nach den Untersuchungen von Nothwang gehen Tauben an Durst in 4, 5 Tagen ein, obschon sie den Hunger 12 Tage und darüber ertragen, sie haben dann 22% ihres im Körper abgelagerten Wassers verloren. Pathologische Erscheinungen trifft man bereits nach dem zweiten Tage, nämlich Unruhe, Zittern, Struppigwerden des Gefieders. Der Durst ist also weit gefährlicher als der Hunger.

Die Organe der Dursttiere sind reicher an Extraktivstoffen als jene der Normaltiere. In den mit Wasser auslaugbaren Stoffen eines Hungertieres ist mehr Kochsalz als in einem normalen Tiere, das Dursttier verhält sich fast wie ein normales. Hinsichtlich des Phosphorsäure-

gehaltenes der Extraktivstoffe steht das Dursttier höher als ein normales, im Extrakt des Hungertieres findet sich aber weniger Phosphorsäure als normal. Nach Gürber nimmt mit der Austrocknung von Fröschen die Zahl der Blutkörperchen im Volum zwar zu, die Menge des Gesamthämoglobins aber ab. Bei Dursttieren wird ein Auflösen der roten Blutkörperchen beobachtet.

### b) Wasserdampfausscheidung.

Die Wasserdampfausscheidung ist nach den äußeren Umständen wie auch je nach dem Körperzustand sehr verschieden. (Näheres siehe unter Kapitel Luft.)

### γ) Wasserzufuhr.

Wasserzufuhr mehrt die Wasserausscheidung in Harn und Kot, hat aber auf die Wasserdampfabgabe durch Haut und Lunge keinen Einfluß, ebenso bleibt Eiweiß, Fettzersetzung, Gesamtstoffwechsel nach Wassertrinken unverändert. Auch Fleischextrakt äußert keine Wirkung.

Literatur: Nothwang Fr. Die Folgen der Wasserentziehung. Arch. f. Hyg. Bd. 14, 92, 337. — Rubner M., Schwankungen der Luftfeuchtigkeit in ihrem Einflusse auf den tierischen Organismus *ibid.* 16, 93, 101. — Rubner M., Stoffzersetzen und Schwankungen der Luftfeuchtigkeit. *ibid.* 11, 90, 243. — Laschtschenko P., Über den Einfluß des Wassertrinkens auf Wasserdampf- und CO<sub>2</sub>-Abgabe des Menschen. *ibid.* 33, 98, 145.

## Die Salze.

Die einzelnen Organe unseres Körpers haben einen sehr ungleichen Asche- oder Salzgehalt; der Zahnschmelz enthält 96·4%, das Zahnbein 72%, die Knochen 65·4%, der Knorpel 3·4%, die Muskeln 1·5%, die übrigen Organe mehr als 1%. Die Asche ist eigenartig für die einzelnen Gewebe, insofern Natron, Kali, Kalk, Magnesia, Phosphorsäure, Salzsäure, Eisen in sehr verschiedenen Mengen und Mengungen in ihnen enthalten sind. Auf das Skelett treffen 83%, auf den übrigen Körper 17% der gesamten Aschebestandteile.

In den Nahrungsmitteln sind gleichfalls die Aschen nach Quantität und Qualität verschieden. Auf 100 Gewichtsteile der Trockensubstanz kommen:

	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cl
Rindfleisch . . . . .	1·66	0·32	0·029	0·15	0·020	1·83	0·28
Weizen . . . . .	0·62	0·06	0·065	0·24	0·026	0·94	?
Kartoffeln . . . . .	2·28	0·11	0·100	0·19	0·042	0·64	0·13
Hühnereiweiß . . . . .	1·44	1·45	0·130	0·13	0·026	0·20	1·32
Erbsen . . . . .	1·13	0·03	0·137	0·22	0·024	0·99	?
Frauenmilch . . . . .	0·58	0·17	0·243	0·05	0·003	0·35	0·32
Eidotter . . . . .	0·27	0·17	0·380	0·06	0·040	1·90	0·35
Kuhmilch . . . . .	1·67	1·05	1·510	0·20	0·003	1·86	1·60

Die Aschebestandteile können manchmal am besten nur durch besondere, in den Nahrungsmitteln sich findende organische Verbindungen mit Erfolg einverleibt werden.

Für die Befriedigung des Eisenbedürfnisses ist die Zufuhr organischer Eisenverbindungen, wie solche in bestimmten Nahrungsmitteln enthalten sind, besonders angezeigt.

Bei den Salzen im Organismus wird man zwischen festgebundenen und zirkulierenden trennen müssen. Mit der Nahrungszufuhr gelangen zeitweise weit mehr Salze in den Organismus als zu Ernährungszwecken unbedingt notwendig ist. Derartige überschüssige Salze zirkulieren in den Säften und werden sodann durch Harn, Kot, Schweiß wieder ausgeschieden.

Bei Fütterung mit aschefreier Kost gehen Tauben in etwa 13—29 Tagen, Hunde in 26—36 Tagen zu Grunde (Forster). Die Organe haben bei Eintritt des Todes keineswegs alle, sondern nur einen kleinen Teil ihrer Salze verloren.

Die Alkalien verteilen sich im Körper derart, daß die Kaliverbindungen im wesentlichen in den Organen, die Natronverbindungen in den Säften sich ablageren. Viel Kalisalze werden namentlich in der Pflanzenkost zugeführt; sie treten im Harn, bei Diarrhöe und schlechter Ausnutzung der Kost auch im Darms aus.

Das Kochsalz wird bei Menschen, welche vegetabilische Kost genießen, reichlicher als gerade zur Deckung des Kochsalzbedürfnisses notwendig erscheint, aufgenommen; diese anscheinend überschüssige Kochsalzaufnahme hat man ausschließlich als Funktion eines Genußmittels aufgefaßt. Wie aber aus Untersuchungen von Bunge wahrscheinlich erscheint, versieht das Kochsalz manchmal dabei noch eine wichtigere Aufgabe. Die Pflanzenkost ist reich an Kalisalzen, die sich mit dem  $\text{ClNa}$  des Organismus in Chlorkalium und die Natronverbindungen der mit dem Kali früher verbundenen Säureanteile umsetzen. Die neuen, durch Umlagerung erzeugten Salze sind aber für den Körper nicht oder doch nur teilweise verwertbar und werden daher ausgeschieden. Somit bedeutet die reichliche Zufuhr von Kalisalzen, Kochsalzverlust, und letzterer muß fürsorglich durch Kochsalzzufuhr aufgehoben werden.

Eine früher angenommene Rückwirkung des Kochsalzgenusses auf die Eiweißzersetzung ist nach neueren Versuchen nicht zutreffend.

Die alkalischen Erden, namentlich phosphorsaurer Kalk und phosphorsaures Magnesia, finden sich in geringen Mengen zwar in allen Geweben, in großer Menge aber in den Knochen. In letzteren sind 99·5% des Kalks und 71% der Magnesia und 83% der Gesamtsäure des Organismus abgelagert.

Junge wachsende Hunde werden durch Kalkentziehung vollkommen rhachitisch; bei ausgewachsenen Tieren entsteht Osteoporose (Chossat, E. Voit).

Das Eisen wird in allen Organen abgelagert, die Hauptmenge im Hämoglobin des Blutes. Man schätzt die Eisenmenge eines 70 kg schweren Erwachsenen auf 3·1—3·3 g, wovon etwa 2·4—2·7 g auf das Blut treffen. Im Harn werden beim Menschen täglich 0·5—1·5 mg ausgeschieden. Das Eisen wird aber noch reichlicher im Darms ausgeschieden, sei es daß die Eisenverbindungen mit der Nahrung oder subkutan aufgenommen worden sind oder daß es sich um einen hungernden

Organismus handelt. In den Nahrungsmitteln befindet sich das Eisen vielfach in Form einer organischen Verbindung; Bunge glaubt, daß andere als solche organische Eisenverbindungen überhaupt nicht zur Resorption gelangen. Die Frage ist aber nicht endgültig entschieden. Die günstige Wirkung anorganischer Eisenverbindungen auf chlorotische erklärt Bunge durch den Schutz, welche die organischen Eisenverbindungen gegenüber einer Zersetzung im Darmkanal durch die anorganischen Eisensalze erhalten. Ein Säugling nimmt mit der Muttermilch täglich 0.0033 g Eisen auf. Der wirkliche Minimalbedarf an Eisen ist weder für das Kind noch für den Erwachsenen genau festgestellt.

Bei der Versorgung mit Salzen handelt es sich gewiß vielfach darum, daß dieselben in richtigem Gemische und in richtiger, resorbierbarer Form gereicht werden.

Die Salze erschöpfen ihre Bedeutung nicht dadurch, daß sie einen geeigneten Ersatz für Verluste bringen und zum Aufbaue des Körpers beisteuern, wahrscheinlich sind dieselben für den Resorptionsvorgang auch der organischen Nahrungsstoffe insofern von Wichtigkeit, als sie auch auf den Ablauf osmotischer Vorgänge einwirken können. Von dem Kochsalze glaubt man außerdem, eine die Magenverdauung fördernde Einwirkung erweisen zu können.

### Äußere Umstände und körperliche Zustände, welche Stoff- und Kraftwechsel beeinflussen.

Die äußeren Umstände, welche auf den Kraftwechsel wirken, sind Lufttemperatur, Feuchtigkeit, Luftbewegung, Sonnenschein, Bäder, Kleidung. Das Nähere über diese Einflüsse findet man unter den Abschnitten Luft und Klima.

Wenn man den unter geeigneten Voraussetzungen für 1 kg Lebendgewicht berechneten Stoffverbrauch berücksichtigt, so finden sich bei großen und kleinen Tieren derselben Rasse sehr große Unterschiede im Kraftwechsel.

Diese ungleiche Wärmebildung ist abhängig von der ungleichen Oberflächenentwicklung, und zwar meist von der dadurch bedingten ungleichen Abkühlung.

Beim erwachsenen Menschen treffen auf 1 kg Körpergewicht		287 cm <sup>2</sup> Oberfläche
bei einem großen Hunde	" " 1 " "	344 " "
" " kleinen "	" " 1 " "	726 " "
" einer Ratte	" " 1 " "	1650 " "
" einem Frosche	" " 1 " "	3059 " "

Je größer die Oberfläche im Verhältnisse zum Körpergewichte wird, um so größer ist die Wärmeentziehung, und wenn es sich um einen Warmblüter handelt, muß der Kraftverbrauch wachsen, wie die Oberfläche verschieden ist; aber auch bei Ausschaltung der Kälte Wirkung ist die Oberfläche bestimmend für den Umsatz.

Für Kinder kann man dartun:

	Es liefert in Cal. per Tag	Cal. per 1 m <sup>2</sup> Oberfläche
Ein Kind von 1 Monat . . . . .	91	1221
" " 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Jahren . . . . .	81	1231
" " 10 " . . . . .	60	1389
" " 14 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " . . . . .	52	1452
Erwachsener (mittl. Arbeit) . . . . .	42	1390
Zwerg (6 kg Ruhe) . . . . .	82	1231

Die verschiedene Oberfläche (0) verschieden großer Menschen läßt sich berechnen; wenn K eine Konstante (beim Menschen = 12,5) und a das Körpergewicht in Gramm ist, so wird  $0 = K \sqrt[3]{a}$ .

Derartige auf die Oberfläche bezogene Vergleiche haben aber nur einen Sinn und Wert, wenn es sich um Organismen handelt, welche in Ruhe oder gleichartiger Arbeitsleistung sich befinden und wenn die Ernährungs- und Temperaturverhältnisse die gleichen sind.

In quantitativer Hinsicht werden die wesentlichsten Veränderungen im Stoffumsatze wie Kraftwechsel durch die Bewegung und Arbeitsleistungen des Menschen und Tieres hervorgerufen.

Die Menge von Stoffen, welche zum Zwecke der Arbeitsleistung im Körper zerstört werden muß, läßt sich aus dem Wärmeäquivalent der Arbeit allein nicht ableiten. In jeder Maschine, und sei sie auch noch so rationell gebaut, wird an Kohle weit mehr aufgebraucht, als dem Wärmeäquivalent der Arbeit entspricht; es gilt als sehr gute Leistung, wenn, wie dies bei Gaskraftmaschinen der Fall ist, 10% der in dem angewandten Gase enthaltenen Spannkraft in nutzbare Arbeit übergehen können. Der Muskel ist nun zwar keine thermodynamische Maschine, aber auch er verbraucht mehr an Kräften, als schließlich für die Arbeitsleistung selbst notwendig wäre. Bei der Arbeit muß neben anderen Leistungen das Herz lebhafter tätig sein, um die Blutzirkulation zu beschleunigen, und ebenso die Atemmuskulatur in Aktion gestellt werden, um Sauerstoff dem Blute zuzuführen. Die überschüssig verbrauchte Kraft äußert sich in der vermehrten Wärmebildung. Die Organisation des Muskels ist, wie die interessanten Versuche von Fick gezeigt haben, so gestaltet, daß der Nutzeffekt, welcher sich in der geleisteten Arbeit ausspricht, um so größer wird, je größer die an den Muskel gestellten Anforderungen sind. Wird der Muskel gereizt zu geringer Arbeitsleistung, so erscheinen in der Arbeit nur 6% der aufgewendeten Kräfte, bei starker Anstrengung aber viel mehr.

Die Utilisierung zu geleisteter Arbeit hängt auch von der Art der Arbeit ab. Als Arbeitseinheit gilt das Kilogramm, worunter man die Hebung eines Gewichtes von 1 kg auf 1 m Höhe oder von 1 g auf 1000 m, im allgemeinen also die Produkte der Last in die Hubhöhe versteht. Aber nicht immer liegen zur Bemessung einer geleisteten Arbeit die Verhältnisse so einfach; manche häufig vorkommende Arbeiten, wie z. B. das Gehen, Treppensteigen, sind komplizierte Vorgänge und lassen sich nur unter bestimmten Voraussetzungen einer Berechnung unterziehen. Zum Zwecke leicht kontrollierbarer Arbeit bedient man sich verschiedener Dynamometer, wie z. B. des Ergostaten und ähnlich konstruierter Apparate.

Nach dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft gehen die einzelnen Kraftformen Wärme, Elektrizität, Arbeit, Spannkraft nach bestimmten Zahlenverhältnissen ineinander über. Nach Untersuchungen von R. Meyer und Joule kennt man das Verhältnis zwischen mechanischer Arbeit und Wärme; 1 große Kalorie entspricht, wenn sie in Arbeit umgesetzt worden ist, 425 kgm. Auf Grund der Verbrennungswärme von Nahrungsstoffen läßt sich daher auch angeben, wieviel Kilogramm letztere in maximo zu leisten im stande wären. Die Zahlen sind:

1 g Eiweiß liefert . . . . .	1740 kgm
1 „ Fett „ . . . . .	3995 „
1 „ Kohlehydrat liefert . . . . .	1742 „

Beim Menschen können beim Drehen an einer Kurbel 20—25%, beim Steigen aber bis 35% der Kräfte in Arbeit übergehen (Katzenstein).

Aus dem Gesagten folgt, daß der Wärmewert derjenigen Stoffe, welche behufs Arbeitsleistung zerstört werden müssen, 3—4mal so groß ist als das Wärmeäquivalent der Arbeit selbst. Diese Größe der Arbeitsutilisierung ist aber, wie uns die tägliche Erfahrung lehrt, individuell sehr verschieden. Der Ungeübte und Ungeschickte macht alle möglichen unzweckmäßigen Mitbewegungen, er arbeitet krampfhaft unter Anspannung von Muskelgruppen, deren Mitbenützung zwecklos ist.

In diesen Fällen wird also auch der Nutzeffekt ein höchst ungleicher sein; ein und die nämliche Arbeitsleistung fällt dem Geübten leicht, während sie den Ungeschulten geradezu erschöpfen kann.

Wie Voit zuerst gefunden hat, vermehrt die Arbeitsleistung beim normalen Menschen den Eiweißverbrauch nur wenig, oft gar nicht. Diese Tatsache ist späterhin immer wieder bestätigt worden. Aus der Eiweißzersetzung kann, wie Fick und Wislicenus durch eine Besteigung des Faulhorns bewiesen haben, die Arbeitsleistung nicht erklärt werden. Pettenkofer und Voit haben am Menschen dargetan, daß die Arbeitsleistung mit einem mehr oder minder großen Verbrauch an Fett oder Kohlehydraten Hand in Hand geht. Damit ist bewiesen, daß der Muskel für die Arbeitsleistung im stande ist, die benötigte Spannkraft aus Fett oder Kohlehydraten zu entnehmen; aber nicht gesagt, daß die Muskeln etwa gar kein Eiweiß zerstören und verbrauchen können. Wenn man einen Fleischfresser wochen- und monatelang nur bei ausschließlicher Eiweißfütterung hält, oder ein Hungertier am Ende der Hungerszeit kein Fett am Körper führt, so versteht es sich von selbst, daß dabei unter diesen besonderen Verhältnissen das Eiweiß die Quelle der Muskelkraft darstellt. Auch bei sehr fettarmen Tieren hat man ein etwas stärkeres Steigen der Eiweißzersetzung gesehen, besonders bei sehr forcierter Arbeit. Dies hat nichts Auffälliges. Wenn Mangel an Fett entsteht, dann müssen eben andere Stoffe zur Leistung der Arbeit herangezogen werden; bei forcierter Arbeit kann eine Steigung der Eiweißzersetzung auch vielleicht durch den raschen Verbrauch von Kohlehydraten zu stande kommen.

Diese bei fettarmen oder schlecht und ungenügend genährten oder überangestregten Tieren oder Menschen auftretende Mehrzersetzung von Eiweiß ist nichts weiter als eine Neben- und Begleiterscheinung, aber sie ist nicht von prinzipieller Bedeutung.

Die unter ganz bestimmter Voraussetzung vorkommende Heranziehung von Eiweiß zur Deckung des Kräftebedarfes bei Muskelarbeit hat nach dem, was früher über die Vertretungswerte organischer Nahrungsstoffe gesagt worden ist, nichts Auffälliges; die tierische Zelle vermag ihren Kraftbedarf aus den drei Gruppen von organischen Nahrungsstoffen zu entnehmen.

Für die praktische Ernährungslehre des Menschen, bei welcher reine Eiweißkost keine Rolle spielt, haben diese Befunde über Steigerung der Eiweißzersetzung unter dem Einflusse der Arbeit nur insofern symptomatische Bedeutung, als sie uns darauf aufmerksam machen, daß eine Verschiebung und Störung der normalen Ernährung vorliegt.

Die Unmöglichkeit, alle geleistete Arbeit aus der Eiweißzersetzung zu erklären, ergibt sich aus der einfachen Überlegung, daß ein normaler Mensch jahraus, jahrein

im Eiweiß nur 14—16% aller Spannkraften zuführt, während auf den Stoffwechsel der Muskeln unbedingt etwa 50% aller vorhandenen Spannkraften verwendet werden, bei ausschließlicher Kartoffelkost kommen auf die aus Eiweiß stammende Energie sogar kaum 3% nach meinen Beobachtungen.

Über die stoffliche Zersetzung bei einem normalen Manne von etwa 70 kg Gewicht geben die Versuche von Pettenkofer und Voit Aufschluß. In 24 Stunden wurden verbraucht in Gramm:

		Fleisch	Fett	Kohlehydrate	Sauerstoffaufnahme in Gramm
bei Hunger	Ruhe . . . .	79	208	—	761
	Arbeit . . . .	75	380	—	1071
bei mittlerer Kost	Ruhe . . . .	137	73	352	831
	Arbeit . . . .	137	173	352	980

Die Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffaufnahme verteilte sich auf Tag (12 Stunden) und Nacht (12 Stunden), wie folgt:

		CO <sub>2</sub> -Ausscheidung		O-Aufnahme	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
Hunger	Ruhe . . . .	403	314	435	326
	Arbeit . . . .	930	257	922	150
bei mittlerer Kost	Ruhe . . . .	533	395	443	539
	Arbeit . . . .	856	353	795	211

Als eine sehr gute Tagesleistung eines gesunden Menschen gibt man bei acht- bis zehnstündiger Arbeitszeit 340'000 kgm an. Doch dürfte diese Annahme vermutlich etwas zu groß sein, um von einem mittleren Arbeiter auf die Dauer geleistet zu werden. Nach einigen Beobachtungen schätzt Verfasser die mittlere Tagesleistung bei Menschen, die kein Handwerk betreiben, durch Gehen auf 38'090 kgm.

Bei dem Arbeitenden äußern sich keine klimatischen Einflüsse, die Arbeit bestimmt in erster Linie den Stoffverbrauch. Der Arbeitende vermag niedriger Temperatur Widerstand zu leisten, ohne einen besonderen Verbrauch von Stoffen zur Zersetzung behufs vermehrter Wärmebildung zu beanspruchen. Lufttemperatur wie Kleidung wirken weder erhöhend noch vermindernd auf den Stoffwechsel des Arbeitenden; aber sie beeinflussen mehr oder minder stark die Wasserdampfabgabe von Haut und Lunge.

Nach den Versuchen von Zuntz und seinen Schülern läßt sich über den Effekt der Arbeitsleistung beim Menschen folgendes sagen:

Beim Gehen im mäßig schnellen Tempo (3·6—4·5 km per Stunde) wird verbraucht zur Vorwärtsbewegung von 1 kg auf 1 m 0·24 kgm, beim Schnellgehen 0·3 kgm, beim Laufen 0·6 kgm,

beim Steigen bis 30% Neigung 2·8 kgm,

bei steilerem Aufstieg 3·6 kgm,

beim Abwärtsgehen bei mässigem Gefälle 0·1 kgm, also weniger als beim Horizontalgehen, bei 10% Gefälle so viel wie bei letzterem, bei steilem Gelände mehr als beim Horizontalgehen.

Im Gegensatz zu der Arbeitsleistung unterscheidet man die Körperruhe und den Schlaf; man gibt gewöhnlich an, daß im Schlafe das Minimum des Stoffverbrauches einzutreten pflege. Ein Unterschied zwischen dem Stoffverbrauch im Zustand absoluter Ruhe und im Schlafe läßt sich bei Tieren nicht auffinden. Nur dann, wenn sie im wachen Zustand Bewegungen ausführen, findet man eine Abnahme der Zersetzung während des Schlafes.

Der Mensch bewahrt während des Wachseins nur selten vollkommene Muskelruhe, daher pflegt sein Stoffumsatz im Schlafe wesentlich niedriger als beim Wachenden zu sein. Bei dem Menschen ist übrigens

zu beachten, daß der Schlafende im Bette zumeist wärmer gehalten wird als in der Kleidung während des Wachseins.

Das Schlafen kann bei dem Menschen eine sehr wesentliche Rückwirkung auf den Körperzustand haben; bei gleichbleibender Nahrungszufuhr bedingt natürlich ein längerer Schlaf den Ansatz von Nahrungstoffen, Kürzung des Schlafes wird auf eine Verringerung des Körpergewichtes hinwirken. Kinder schlafen in der ersten Zeit ihres Lebens außer der Zeit der Nahrungsaufnahme beständig; im zweiten Jahre hat sich das Schlafbedürfnis auf 12—14 Stunden, wovon 2 Stunden Schlaf auf die Tageszeit treffen, reduziert. In den Jahren des Schulbesuches kommen Kinder zumeist mit 9 Stunden Schlaf aus. Für Erwachsene rechnet man 8 Stunden; die Gewohnheit, untermags zu ruhen, hebt natürlich entsprechend das Schlafbedürfnis auf.

Die im Schlafe und bei Wachsein bei gleicher Bekleidung und demselben Feuchtigkeitsgrade abgegebene Kohlensäure- und Wasserdampfmenge betrug:

Temp.	CO <sub>2</sub> in Gramm per Stunde	Wasser
22·1° Ruhe	33·6	42·0
20·3° Schlaf	27·2	48·0

Die eingeführte Nahrung vermehrt oft die Wärmebildung; am ausgiebigsten Eiweiß. Nur ist es unrichtig, sich vorzustellen, daß diese Wirkung unter allen Umständen den täglichen Kraftwechsel erheblich steigern müßte und daß dies eine Wirkung der „Verdauungsarbeit“ sei, wie Zuntz angenommen hat. Eine Erklärung wurde schon obendurch die spezifisch dynamische Wirkung der Nahrungstoffe gegeben.

### Drittes Kapitel.

## Die Grundsätze einer rationellen Ernährung.

### Nahrungs-, Genuß- und Erfrischungsmittel.

Alles was zum Unterhalte des Lebens genossen werden kann, nennt man Lebensmittel. Die genannten Naturprodukte sind in ihrer Zusammensetzung variabel, was sowohl von der Güte des Bodens als von der Spielart der Tiere oder Pflanzen, von Klima und Witterung, der Art der Gewinnung u. s. w. abhängig ist. Dazu kommt noch, daß die Nahrungsmittelindustrie, welche sich mit der Gewinnung, Verarbeitung und Verfeinerung der Naturprodukte beschäftigt oder geradezu neue Kunstprodukte herstellt, Dauerwaren aller Art gewinnt, ein ganz ungeahntes Arbeitsfeld sich erobert hat.

Die Nahrungsmittel sind natürliche Gemenge von Nahrungsstoffen wie Eiweiß, Fett, Kohlehydraten, Salzen mit Genußmitteln (Fleischextraktivstoffe, vegetabilischen Extraktivstoffen, zuckerhaltigem Material u. s. w.). Neben den Nahrungsmitteln besteht unsere Nahrung meist auch aus Erfrischungsmitteln (Tee, Kaffee, Alkoholika).

Wir verstehen unter Nahrung ein Gemenge von Nahrungsstoffen zugleich mit gewissen schmeckenden Bestandteilen — den Genußmitteln — in solcher Qualität und Quantität, daß der Mensch auf seinem Körperbestande erhalten oder in einen besseren gebracht wird.

Ehe man sich ein Bild von der Zusammensetzung einer Kost machen kann, muß man sich mit den in den Nahrungs- und Genußmitteln vorkommenden Nahrungsstoffen und anderen Verbindungen bekannt machen.

Die Nahrungsstoffe werden in einer durchweg den Bedürfnissen entsprechenden Weise kurzweg als Eiweiß, Fett, Kohlehydrate, Aschebestandteile benannt. Vielfach sind aber die Eiweißstoffe gar nicht direkt bestimmbar und muß daher der Eiweißgehalt aus dem Stickstoffgehalte des Nahrungsmittels durch Multiplikation mit 6·25 berechnet werden. Es wird dabei ein mittlerer Stickstoffgehalt des Eiweißes von 16% zu Grunde gelegt, was aber keineswegs ganz genau ist. Außerdem findet sich auch nicht einmal aller Stickstoff als Eiweiß vor. Selbst in dem Fleische enthalten die Extraktivstoffe nicht unwesentlich Stickstoff. In den pflanzlichen Nahrungsmitteln ist es ähnlich; die Kartoffeln führen neben Eiweiß amidartige Körper (siehe unter Nahrungsmittel).

Die häufigst in Betracht kommenden Nahrungsmittel haben folgende Zusammensetzung:

In 100 Teilen sind enthalten:

	Wasser	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate
Bei magerem Ochsenfleisch . . . . .	75·9	21·9	0·9	—
„ Kalbfleisch . . . . .	78·0	15·3	1·3	—
„ Hühnerlei . . . . .	73·9	14·1	10·9	—
„ Milch . . . . .	87·1	4·1	3·9	4·2
„ Fettgewebe . . . . .	3·7	1·7	94·5	—
„ Butter . . . . .	17·0	0·9	92·1	—
„ Käse . . . . .	40·0	43·0	7·0	—
„ Weizenbrot feinsten Sorte . . . . .	31·5	7·1	0·75	58·1
„ Weizenbrot mittlerer Sorte . . . . .	30·5	13·6	0·55	59·0
„ Weizenbrot aus ganzem Korn . . . . .	37·6	12·7	1·32	52·2
„ Reis . . . . .	13·5	7·5	—	78·1
„ Mais . . . . .	13·9	10·0	4·8	69·6
„ Erbsen . . . . .	14·3	22·5	—	58·2
„ gelben Rüben . . . . .	85·0	1·5	—	12·3
„ Kartoffeln . . . . .	75·0	2·0	—	21·8
„ Spinat . . . . .	90·3	3·1	0·5	4·1
„ Kopfsalat . . . . .	94·3	1·4	0·3	2·8
„ Äpfeln . . . . .	83·6	0·4	—	12·9
„ Erdbeeren . . . . .	87·7	1·1	—	6·8
„ Apfelsinen . . . . .	89·0	0·7	—	7·3

Von den Erfrischungsmitteln gibt es eine große Zahl, welche alkoholhaltig sind oder gewissermaßen nur verschiedene Verdünnungsgrade des Alkohols darstellen.

Es enthalten:

	69·5	Volumprozent	Alkohol
Kognak . . . . .	69·5	„	„
Sherry . . . . .	20—22	„	„
Madeira . . . . .	18—19	„	„
Champagner . . . . .	10—12	„	„
Bordeaux . . . . .	9—10	„	„
Rheinwein . . . . .	8—10	„	„
Ale und Porter . . . . .	7—8	„	„
Obstwein . . . . .	5	„	„
Bayrisches Bier . . . . .	3	„	„

In den meisten Erfrischungsmitteln sind nur Spuren von Nahrungsstoffen; verhältnismäßig am günstigsten stellt sich das Bier und Kakao.

## Beurteilung der Quantitätsverhältnisse vom Standpunkte des Kraftwechsels.

Bei Normierung einer befriedigenden Nahrung hat man mancherlei Gesichtspunkte zu berücksichtigen.

Es bedarf einer umsichtigen Überlegung der Frage, wieviel im ganzen Spannkraft zugeführt werden muß, mit welchen Nahrungsmitteln wir den Effekt erzielen wollen, wie diese auf den normalen Menschen einwirken und welche Nebenwirkungen sie erzeugen, wie der Appetit am besten befriedigt und der nötige Wohlgeschmack erreicht werden soll, mit welchen Mitteln die Aufgabe der Ernährung hinsichtlich des Stoffbedarfes am besten befriedigt werde.

Die dem Menschen darzureichende Kost wird in den meisten Fällen zur Erhaltungsdiät bestimmt sein, d. h. die Aufgabe haben, ein Gleichgewicht der Ein- und Ausfuhr zu erzielen, seltener eine überschüssige Kost (Überernährung, Mastdiät) oder aus ärztlichen Gründen eine ungenügende Kost (Unterernährung) darstellen.

Die Frage, wieviel braucht der Mensch als Nahrung, ist zunächst nur in dynamischem Sinne zu lösen; diese Größe findet sich ausgedrückt im Gesamtstoffwechsel (Kraftwechsel).

Der Bedarf hängt von ungemein vielen Nebenumständen ab, welche man noch jetzt vielfach in ganz ungenügender Weise berücksichtigt.

Da der Stoffverbrauch wächst, wie die Körperoberfläche sich ändert, so kann man durch Rechnung sich eine annähernde Vorstellung von dem „Kraftbedürfnis“ machen.

Einige solche für die Bemessung des Gesamtkraftverbrauches wichtige Werte sind folgende. Auf 1 m.<sup>2</sup> Oberfläche trifft an Cal. für 24 Stunden:

Säugling . . . . .	1221 Cal.
Kind . . . . .	1447 "
Erwachsener, ruhend . . . .	1190 "
"    leichte Arbeit . . . .	1420 "
"    schwere " . . . .	2400 "
"    im Alter, Ruhe . . . .	1099 "

Eigenartige Verhältnisse für den Nahrungsbedarf können dann entstehen, wenn die äußeren Bedingungen, welche auf den Kraftwechsel und die Arbeitsleistung wirken, von den gewöhnlichen Lebensbedingungen abweichend sind. Dahin würde zu rechnen sein Witterung und Klima, wenn die besondere Lebensstellung dem betreffenden Individuum nicht gestattet, durch die üblichen Kampfmittel, die Kleidung und das Wohnen in erwärmten Räumen, die nachteiligen äußeren Einflüsse zu paralysieren. Ferner will die Arbeitsleistung im weitesten Sinne berücksichtigt sein; hiezu gehören die Temperamente wie auch die Bewegungen, die man zur Erhaltung der Gesundheit beim Marsch, in Spiel und Sport ausführt, sowie die gewerbliche Arbeit im engeren Sinne.

Allen Körperleistungen entspricht eine bestimmte Größe des Kraftwechsels, welche durch die Zufuhr genau gedeckt sein muß.

Steht für einen bestimmten Fall das Maß des Kraftwechsels (in Cal.) fest, so fügt sich hieran die weitere Aufgabe, die Kost zu wählen.

Nicht nur die rationelle Ernährung, auch die Rücksicht auf die oft beschränkten Geldmittel erfordert, auch den finanziellen Standpunkt des Nahrungsunterhaltes in Erwägung zu ziehen.

Für 1 Mark erhält man etwa:

Nahrungsmittel	Gesamtgewicht in g	Kalorien	Stickstoff- substanz	Fett	Kohle- hydrat
Kartoffeln . . . . .	16666	18724	333	265	3633
Erbsen . . . . .	4166	14747	937	104	2424
Kommißbrot . . . . .	5350	13492	412	76	2307
Reis . . . . .	3333	11358	233	17	2500
Rindsfett . . . . .	1042	9588	—	1031	—
Rohrzucker . . . . .	1100	4510	—	—	1100
Milch . . . . .	5000	3288	165	175	2400
Butter . . . . .	333	2567	—	276	—
Hering . . . . .	832	2395	194	172	—
Schweizerkäse . . . . .	460	1891	151	126	—
Rindfleisch . . . . .	980	1142	159	53	—
Eier . . . . .	745	1060	93	73	—

Die ökonomischen Rücksichten drängen also, wie man sieht und wie es uns die Nahrungsverhältnisse der Armen längst gezeigt haben, zum Gebrauche der Vegetabilien, und unter den Animalien nimmt nur die Milch eine günstige Stellung ein.

Der ungleiche Wert einzelner Nahrungsmittel für die Deckung des Kraftbedarfes geht noch aus einer anderen Überlegung hervor. Gesetzt, wir hätten die Aufgabe, für einen arbeitenden Mann, der z. B. einen Kraftwechsel von 3080 Cal. für den Tag decken muß, die Menge der Nahrungsmittel anzugeben, mit welchen er diesen Bedarf — abgesehen von weiteren Gründen, die hiefür entscheidend sind — ausgleichen kann, so läßt sich dies berechnen, wenn man die Verbrennungswärme verschiedener Nahrungsmittel kennt. Da diese zur Zeit noch nicht genau festgestellt sind, hat Verfasser dieselben approximativ aus ihrer Zusammensetzung berechnet, man findet dann:

1 g frische Substanz liefert annähernd an Cal.:

Ochsenfleisch, mager . . . . .	0·98	Reis . . . . .	3·51
Mastochsenfleisch . . . . .	3·27	Mais . . . . .	3·71
Fetter Hammel . . . . .	4·03	Erbsen . . . . .	3·31
Fettes Schwein . . . . .	4·12		
Fette Gans . . . . .	4·95	Gelbrüben . . . . .	0·57
Kalbfleisch . . . . .	0·75	Kartoffeln . . . . .	0·98
Hühnerrei . . . . .	1·59	Spinat . . . . .	0·34
Milch . . . . .	0·70	Kopfsalat . . . . .	0·20
Speck . . . . .	8·86	Apfel . . . . .	0·54
Butter . . . . .	8·60	Erdbeeren . . . . .	0·32
Käse . . . . .	2·41	Apfelsinen . . . . .	0·33
Weizenbrot, fein . . . . .	2·74		
„ mittel . . . . .	3·03		
„ aus ganzem Korn . . . . .	2·78		

Die Berechnung zeigt, wie verschiedene Mengen man genießen müßte, um den Bedarf des Kraftwechsels zu decken. Für den gedachten Fall wären 3143 g mageres Ochsenfleisch, oder 942 g Mastochsenfleisch,

oder 4400 g Milch, oder 1937 g Eier, oder 1016 g Brot, oder 15.400 g Salat u. s. w. notwendig.

Wir können den Kraftwechsel nicht durch jedes beliebige Nahrungsmittel decken, sondern es bedarf vielmehr einer eingehenden Würdigung der speziellen Eigentümlichkeiten der Nahrungsmittel, sowohl was ihre Beziehung zur Resorptionsmöglichkeit anlangt, als auch hinsichtlich der durch ihre Nahrungsstoffmischung bedingten besonderen Verhältnisse des Stoffumsatzes.

#### Ausnutzbarkeit.

Der Nahrungsaufnahme entspricht eine mehr oder minder beträchtliche Kotbildung. Der Kot besteht aus zwei in ihrer Herkunft differenten, aber mit der Nahrungsaufnahme im Zusammenhang stehenden Anteilen.

Kot findet sich als Meconium und bei vollkommener Nahrungsentziehung vor (Hungerkot). Wenn man aber einen Organismus ernährt, so treten die Nahrungssubstanzen an Stelle des im Hunger zersetzten Eiweißes und Fettes und erfüllen die Funktionen der sonst vom Organismus abgegebenen Leibessubstanzen. So sind auch im Ernährten die Reste der Verdauungssäfte entstanden aus der Nahrung.

Der zweite Komponent unserer Ausscheidung sind aber wirkliche Reste der mangelhaft resorbierten Kost.

Die Menge der nach Abzug der festen Ausscheidung für den Körper verfügbaren Bestandteile eines Nahrungsmittels nennt man seine Ausnutzung.

Manche Völkerschaften haben ihr besonderes Volksnahrungsmittel, mit welchem die Hauptmasse der Menschen und der einzelne in überwiegender Maße seine Bedürfnisse bestreitet. Unzweifelhaft haben für diese Auswahl die Bodenverhältnisse des Landes die allerausschlaggebendste Bedeutung. Bei uns sind die Getreidearten Weizen, Roggen, daneben die Kartoffeln, in Japan und Indien der Reis das tägliche Gericht, ähnlich verhält es sich mit dem Mais in vielen Teilen Italiens, der Türkei u. s. w.

Die Volksnahrungsmittel dienen in verschiedener Form dem Genusse, der Reis zumeist mit Wasser gekocht, ähnlich der Mais, Weizen- und Roggenmehl als Brot.

Ein Japaner verzehrt nach leichter Arbeit im Mittel nach Scheube täglich 700 g Reis, bei schwerer Arbeit aber 1000 g. Norditalienische Arbeiter im Tag 1000 g Maismehl (und 178 g Käse), siebenbürgische Feldarbeiter täglich 1304 g Mais, 154 g Bohnen. 1500 g Brot reichen knapp für einen Mann mittlerer Stärke.

Über die Ausnützbarkeit kann nur das physiologische Experiment am Menschen selbst entscheiden. Experimente über die Magenverdauung allein oder gar die Prüfung mit künstlichen Verdauungssäften geben keinen Einblick in diese Verhältnisse.

Der ausgeschiedene Kot wird genau analysiert und mit der genau bestimmten Zufuhr verglichen.

In einer großen Anzahl von Experimenten, welche zumeist vom Verfasser ausgeführt sind, hat sich ergeben:

Es wurden nicht resorbiert in Prozenten:

Nahrungsmittel	Von der Trocken- substanz	Vom Eiweiß	Vom Fett	Von den Kohle- hydraten
Bei gebratenem Fleisch . . . . .	5·3	2·6	—	—
Bei Schellfischfleisch . . . . .	4·3	2·5	—	—
Harte Eier . . . . .	5·2	2·6	4·4	—
Milch im Mittel . . . . .	8·8	7·1	5·3	—
Milch und Käse, Mittel . . . . .	6·4	3·3	5·2	—
Weizenbrot aus feinstem Mehl mit Hefe gebacken (Mittel) . . . . .	4·2	21·8	—	1·1
Semmel . . . . .	5·6	22·2	—	2·9
Weizenbrot aus Mehl mittlerer Qualität mit Hefe gebacken . . . . .	6·7	24·6	—	2·6
Weizenbrot aus grobgemahlenem Korn (dekortiziert) mit Hefe gebacken . .	12·2	30·5	—	7·4
Roggenbrot aus grobgemahlenem Korn (dekortiziert) mit Hefe gebacken . .	13·1	36·7	—	7·9
Roggenbrot aus ganzem Korn gemahlen, mit Hefe gebacken . . . . .	20·9	46·6	—	14·3
Bauern-Roggenbrot mit Sauerteig her- gestellt . . . . .	15·0	32·0	—	10·9
Pumpernickel . . . . .	19·3	43·0	—	13·8
Feines Weizenmehl zu Klößen verwendet	4·9	20·5	—	1·6
Eiweißarme Makkaroni . . . . .	4·3	17·1	—	2·2
Reis (Risotto) . . . . .	4·1	20·4	—	0·9
Mais (Polenta) . . . . .	6·7	15·5	—	3·2
Erbsen . . . . .	9·1	17·5	—	3·6
Bohnen . . . . .	18·3	30·2	—	—
Grüne Bohnen . . . . .	15·0	—	—	—
Kartoffeln als Brei, geringe Zufuhr . .	—	19·5	—	0·7
Kartoffeln als Brei, in verschiedener Zu- bereitung . . . . .	9·4	30·5	—	7·4
Wirsing . . . . .	14·9	18·6	—	15·4
Gelbe Rüben . . . . .	20·7	39·0	—	18·2

Die Ausnützung der Nahrungsmittel verhält sich also sehr ungleich. Die animalischen Nahrungsmittel genießen wir hauptsächlich als Träger von Eiweiß; dies wird in Rindfleisch, Fischfleisch, Eiern ungemein gut resorbiert. Nur die Milch macht eine Ausnahme, allerdings wie es scheint, nur bei den Erwachsenen, während die Kinder dieselbe besser verwerten. Das Fleisch kann auch der Träger von Fett sein. Besonders möchte Verfasser betonen die dem Rindfleisch gleichwertige Resorption von Fischfleisch. Das Fett der Eier steht zwar etwas hinter dem Eiweiß desselben in der Resorption zurück, aber nicht wesentlich. Der Milchzucker der Milch gelangt völlig zur Aufnahme, denn im Kot normaler mit Milch gefütterter Menschen finden sich nur Spuren von Zucker. Der Mensch vermag das Fleisch ebenso gut auszunützen wie ein Fleischfresser (Hund). Das Fleisch, welches von hochgradig tuberkulösen Tieren stammt, ohne aber selbst stärker verändert zu sein, ist beim Hunde ebenso resorbierbar wie normales

Fleisch. Verfüttert man Hirnsubstanz an Tiere, so wird sehr wenig davon ausgenützt; 100 Teile liefern 43% trockenen Kot. Das Gekröse der Tiere, der Magen von Wiederkäuern werden als billiges Nahrungsmittel von den Minderbemittelten unter dem Namen Königsberger Flecke oder Kuttelflecke vielfach genossen. Die eiweißartigen Substanzen dieser Speise werden ebenso gut aufgenommen wie die des Fleisches.

Weit ungünstiger als die Animalien verhalten sich nach manchen Richtungen die Vegetabilien.

Bei den Gebäcken aus Weizen und Roggen hat den Haupteinfluß die Art der Herstellung des Mehles. Der innere Teil des Weizen- und Roggenkernes gibt leicht resorbierbare Mehle. Die Mitvermahlung der Hüllen oder Kleie bedingt schlechte Resorption. So kann also in dem zum Teil mit Kleieschalen durchsetzten Weizenmehl, bei welchem vor der Vermahlung nur die äußerste Schalenhaut entfernt wird, bis zu 30.5% der verzehrten Nahrung durch den Kot zu Verlust gehen. Ganz ähnlich verhält sich der Roggen. Zermahlt man ihn, wie er geerntet worden ist, und zwar zu gröblichem Mehl, so verlieren wir 46.6%. Wie ein solches Gebäck, verhält sich auch Pumpernickel und ungünstig das stark sauer schmeckende, mit Sauertzig gegorene Bauern-Roggenbrot. Die Kohlehydrate zeigen erhebliche Differenzen in der Resorption, namentlich ist der in den schlechten Mehlen vorhandene beträchtliche Gehalt an Zellulose die Ursache schlechter Ausnützung. Fein zermahlene Zellulose im Weizen- und Roggenmehle wird zur Hälfte, die grobe Zellulose der äußeren Hülle aber weit schlechter absorbiert. Die Zellulose in den Kartoffeln wird reichlicher verdaut; am besten die Zellulose jungen Blattgemüses.

Bei den Mehlsorten ist der Zellulosegehalt auch ein ganz guter Maßstab für die etwaige zu erwartende Resorption des Eiweißes. Je höher der Zellulosegehalt, desto schlechter die Ausnützung. Das Eiweiß im Getreide findet sich zum großen Teile in Pflanzenzellen eingeschlossen, und diese sind für die Fermente unseres Darmkanals wahrscheinlich ganz undurchgängig. Freies vegetabilisches Eiweiß, wie z. B. künstlich zugesetzter Kleber, verhält sich daher weit günstiger in der Resorption, ohne aber die besseren animalischen Eiweißkörper zu erreichen. Ganz analog dem feinen Weizenmehle verhält sich der zellulosearme Reis, etwas ungünstiger der Mais. So wertvoll die Leguminosen durch ihren hohen Eiweißgehalt erscheinen, so ist doch die Eiweißresorption im Verhältnis zu ihrem Reichtum hieran gering und die Kohlehydrataufnahme ungünstiger als die bei Mais.

Die Kartoffel, das wichtigste Volksnahrungsmittel, zeigt, in Breiform und in kleinen, zur Erhaltung eines Arbeiters nicht ausreichenden Mengen verzehrt, eine an die besseren Weizen- und Roggenmehle erinnernde Ausnützung. Anders stellt sich die Sache bei reichlicher Aufnahme, wenn die Kartoffel das Kostbedürfnis eines mittleren Arbeiters decken soll, und man dieselbe in verschiedener Zubereitung genießen läßt. Dann verhält sich die Resorption der Kohlehydrate wie des Stickstoffes durchaus nicht so günstig.

Es wurde bereits erwähnt, daß in den animalischen wie vegetabilischen Nahrungsmitteln der N nicht ausschließlich in der Form von Eiweißstoffen, sondern auch wohl in anderen für den N-Ersatz als minderwertig oder selbst gleichgültig zu betrachtenden Ver-

bindungen enthalten sei. Da diese letzteren, wie wir vermuten dürfen, größtenteils wasserlöslich, leicht resorbierbar sind und durch den Harn ausgeschieden werden, so sollte die Betrachtung der Eiweißausnützung in der Tat auch hierauf Rücksicht nehmen.

Im Fleisch kann man nach den Untersuchungen des Verfassers etwa 15·6% des Gesamtstickstoffes auf die Extraktivstoffe rechnen. Die Ausnützung des animalischen Eiweißes wird durch die Außerrechnungsstellung des auf die Extraktivstoffe treffenden Stickstoffanteiles kaum alteriert, der Verlust erhöht sich in einem Falle von 2·3% auf 2·7% u. s. w. Bei Reis und Mais sind nur 5% des Stickstoffes als Nicht-eiweiß zu rechnen, wodurch der N-Verlust auf 21 bzw. 16·3% steigt. Weizen und Roggen zeigen ungünstige Verhältnisse, im ganzen Weizenkorn treffen 23·7%, in dem Mehle 18—28% auf nicht eiweißartige N-Verbindungen, im Roggenkorn 28·2, im Mehl 26—33%, in der Kartoffel werden 35—50%, im Gemüse 18% und mehr als Nicht-eiweiß in Rechnung zu stellen sein. Danach würde sich bei den Gebäcken aus Weizen und Roggen der Verlust an Stickstoff im Kot bezogen, auf den Eiweißstickstoff auf 40—65%, in den Kartoffeln unter Umständen auf 55%, in den gelben Rüben auf 49% erhöhen.

Über die Resorption der Fette läßt sich folgendes sagen. Bei Mengen über 80 g täglich beträgt der Verlust für Speck 12·6%, bei dem Dotterfett 4·4%, Milchwett (in Milch) 4·5, bei Butter 4·1%. Olivenöl und Knochenmark hat gleichen Wert wie Butterfett.

Die Ausnützung der Aschebestandteile zeigt sich von verschiedenen Nebenumständen abhängig.

Es mag aber kurz erwähnt sein, daß nach Außerbetrachtung des in den Speisen aufgenommenen Kochsalzes der Verlust an Asche bei Fleisch etwa 19·6%, bei Eiern 18·4%, Milch 47·1%, bei Reis 42·2%, Mais 70·7%, Kartoffeln 35·8%, Wirsing 27·3%, gelben Rüben 60·6% betrug; bei Brot aber übersteigt die Menge der in den Fäces ausgeschiedenen Asche manchmal ganz erheblich die Gesamtmenge der mit diesen Nahrungsmitteln eingeführten Asche, was von Bedeutung erscheint.

Die Zugabe eines Nahrungsmittels zu einem anderen kann mitunter die Resorption erhöhen. Verfasser hat dies zuerst bei einer Zugabe von Käse zur einfachen Milchkost beobachtet.

Individuelle Verschiedenheiten hinsichtlich des Ausnützungsvermögens bestehen möglicherweise hinsichtlich der quantitativen Leistungsfähigkeit des Darmkanals. Bestimmte experimentelle Beweise liegen aber dafür nicht vor. Bei Speisen, welche eine ergiebige Kauarbeit verlangen, werden gute und schlechte Zähne einen Einfluß üben können.

Verfasser hat mehrfach beobachtet, daß ein Nahrungsmittel ungerne aufgenommen und doch ebensogut ausgenutzt wurde, als wenn dieselbe Speise mit vollstem Appetit genossen worden war. Überlastet man die Verdauungsorgane nicht, so sind die individuellen Grenzen des Ausnützungsvermögens nach allen bis jetzt vorliegenden Erfahrungen sehr gering.

Verfasser hat die Ausnützung des Reises an sich bestimmt; K. Osa wa hat Versuche an den Japanern unternommen, es wurde verdaut in Prozenten:

	Feste Teile	Eiweiß
von R. . . . .	96	80
von den Japanern . . . .	97	79

Hier prägt sich eine solche Akkommodationswirkung des Darmes sicherlich nicht aus.

Mäßige Mengen alkoholischer Genußmittel, wie Bier, Wein, Alkohol, üben auf die Ausnützung keinen wahrnehmbaren Einfluß.

Der Kochprozeß verändert aber die Ausnützung. Es ist bekannt, daß rohe Stärke nicht gut aufgenommen wird; die hervorragend stärkeführenden Nahrungsmittel werden daher entweder mit Wasser einer hohen Temperatur ausgesetzt, wie beim Backen, oder durch Kochen verkleistert. Durch die Erhitzung wird das Eiweiß vielfach zum Gerinnen gebracht, wie aber ein Vergleich der Ausnützung der Eier und des gekochten Fleisches im Verhältnisse zur Resorption des rohen Fleisches beim Hunde dartut, bedingt dieser Umstand beim Gesunden keinen Nachteil. Aber es gibt ganz sicher Differenzen der Resorption, die von der Zubereitung veranlaßt sind. Kartoffeln als Brei werden besser resorbiert als gekochte und geröstete Kartoffeln, Linsen, zu Brei zerrieben, besser als solche, die noch von der Schalenhaut umgeben sind.

Für unsere Nahrungsmittel gibt es selbstverständlich eine gewisse Resorptionsgrenze, über welche hinaus eine Zufuhr nicht ertragen wird.

Bei Reis- und Makkaroniaufnahme wurden im Tage etwa 458 g Kohlehydrate verzehrt, welche nur 1·4% Verlust gaben; in Klößen und Weißbrot im Mittel 614 g mit nur 1·5% Verlust.

Geht man aber auch bei Nahrungsmitteln, welche gut aufnehmbar sind, über diese Grenzen erheblich hinaus, so wird die Aufnehmbarkeit sinken. Man wird also dann gut daran tun, andere Nahrungstoffe, wie z. B. Fett neben den Kohlehydraten, zuzugeben, falls das Bedürfnis nach N-freien Stoffen vorliegt. Von Fett wurden 200 g noch gut resorbiert, bei Butter mit 2·7% Verlust, selbst bei 350 g Fett im Tage gingen erst 12·7% zu Verlust.

Der Wert des Fettes liegt für die Herstellung der menschlichen Kost darin, daß es die Kombination mit den Kohlehydraten innerhalb gewisser Grenzen gut trägt; es wird neben den Kohlehydraten günstig resorbiert, während die Erhöhung einer bereits reichlichen Zufuhr von Kohlehydraten, um das entsprechende Fettäquivalent zur unerträglichen Last für den Darmkanal wird.

Die Eiweißausnützung wird durch die Zugabe von Fett nicht herabgedrückt; eher etwas begünstigt.

Nach diesen Erfahrungen bedarf es zumeist einer zweckmäßigen Kombination von Nahrungsmitteln, wenn man den rationellsten Erfolg bei der Resorption erzielen will.

Die Nahrungsmittel haben uns mit Spannkraften zu versorgen; daher hat die Frage eine Berechtigung, wieviel von diesen bei der Ausnützung in Verlust gerät. Es wird verloren von 100 Cal.:

bei Reis . . . . .	2·6%	Fleisch . . . . .	5·5%	Weizenkleibrot . . . . .	13·7%
bei Milch . . . . .	4·4%	—	—	Gelben Rüben . . . . .	20·2%
bei Weißbrot . . . . .	4·5%	Kartoffeln . . . . .	6·8%	—	—

### Die Ertragbarkeit und Vorgänge im Darmkanal.

Eine rationell zusammengesetzte Kost darf nach dem Genusse keine störenden Empfindungen seitens des Magens hervorrufen. Diese hauptsächlich auf die Vorgänge im Magen zurückzuführenden Wirkungen der Kost bezeichnet man am besten als Ertragbarkeit einer Speise. Die Ertragbarkeit deckt sich nicht mit der Ausnützungsfähigkeit, die harten

Eier z. B. sind im allgemeinen schwer ertragbar, sie werden aber trotzdem vorzüglich ausgenützt. Auf die Ertragbarkeit wirken auch einige im nachstehenden näher zu behandelnde Umstände ein.

Bei gleicher Ausnützung kann der Grad der bakteriellen Zersetzung im Darne ungleich sein; z. B. wird das Fleisch von tuberkulösen Tieren und von gesunden Tieren beim Fleischfresser gleich gut ausgenützt. Bei Fütterung mit tuberkulösem Fleisch erscheinen aber mehr gepaarte Schwefelsäuren im Harn als bei normalem Fleisch.

Verfasser hat zuerst angegeben, daß bei Brotfütterung die Zeichen von Eiweißfaulnis im Harn ganz verschwinden, hingegen eine starke Buttersäuregärung auftritt. Die mit der Buttersäuregärung einhergehende Zersetzung der Kohlehydrate hindert also die intensive Eiweißzersetzung. Mit dieser Gärung ist aber einerseits eine ziemlich starke Entwicklung von Gas verbunden, weshalb der Genuß von Amylazeen mitunter trotz guter Resorption der Speise nicht unbeträchtliche Flatulenz erzeugt, anderseits entsteht sehr reichlich Butter- und Essigsäure, die ihrerseits eine Entleerung sehr wässerigen Kotes zur Folge hat.

Schlecht ausnützbares Gemüse, wie z. B. die gelben Rüben, erscheinen bereits nach 4 Stunden in den Ausscheidungen. Die Gebäcke aus Mehl, welche gut resorbiert werden, verbleiben 19—31 Stunden im Darne. Dagegen beträgt die Dauer für das sauer schmeckende Bauern-Schwarzbrot nur 14 Stunden. Kleiehaltiges Weißbrot erscheint nach 27 Stunden, Makkaroni, Weizenmehlkloße, Kartoffeln in 19—26 Stunden. Die Animalien erzeugen ungemein wenig Kot, so daß oft erst nach 3—4 Tagen eine Entleerung erfolgt.

Literatur: Siehe auch Pawlo w, Die Arbeit der Verdauungsdrüsen, 1898.

### Vegetarische Bestrebungen.

Der wirkliche Bedarf der Menschen an Nahrungsstoffen läßt sich ebensowohl mittels der Animalien als auch der Vegetabilien decken, wie die Erfahrung lehrt. In Europa wählt der Vermögliche seine Nahrungsmittel mehr aus dem Tierreiche, der Minderbemittelte aus dem Pflanzenreiche.

Die vegetarische Bewegung hält den Genuß von Animalien für ungesund und sucht für die ausschließliche Pflanzenkost Propaganda zu machen.

Die Gründe, welche für den ausschließlichen Pflanzengenuß vorgebracht werden, sind gerade nicht überzeugend. Die Vegetarianer führen die Gesundheitsgefahren durch Fleisch, wie Finnen, Trichinen, Bandwürmer, Milzbrand an, Ptomaine bei Faulnis gefährdeten das Leben der Fleischkonsumenten, Gicht und Skorbut sei die häufige Folge. Demgegenüber lassen sich natürlich, was die Agitatoren gewöhnlich verschweigen, ebensolche Gefahren durch Vegetabilien anführen; man denke an die Mutterkornvergiftungen und andere durch fremde Samen bedingte Gefahren bei Weizen und Roggen; an die giftigen Schwämme, Solaninvergiftungen bei Kartoffeln und den „pflanzlichen“ Skorbut in den Gefängnissen. Fleisch soll durch Erregung schaden, das Gemüt reizbar machen, Ruhelosigkeit und die Grausamkeit der Raubtiere auf den Menschen übertragen. Der abundante Fleischgenuß erzeugt durchaus keine Aufregung, sondern starke Müdigkeit während der Verdauungszeit, sonst keinerlei Veränderung. Auch aus anatomischen Gründen will man die Notwendigkeit, von Vegetabilien zu leben, begründen; man sagt, das Gebiß des Menschen verweise ihn auf vegetabilische Kost. Dabei scheint

man aber zu vergessen, daß der Neugeborene seine Tätigkeit im Leben mit dem Genuß von Animalien beginnt und daß der Mensch von den Tieren die Kochkunst voraus hat. Was ohne weiteres für die Verarbeitung der Zähne nicht taugt, bereiten wir uns in zweckmäßiger Weise für den Genuß eben vor.

Eine besondere Agitation behufs ausgedehnter Heranziehung der Vegetabilien bei der Ernährung ist gar nicht notwendig, da heute, wie seit unvordenklichen Zeiten, die Kost der Menschen hauptsächlich dem Pflanzenreiche entnommen wird.

Wir haben viele Gegenden, wo die Landleute eine Fleischspeise nur des Sonntags genießen, und kennen Völkerschaften, welche in ihrer Kost animalisches Eiweiß ganz entbehren. Aber die Volksernährung ist nicht immer das allein Richtige und Zweckmäßige, sondern in vielen Fällen sozusagen ein Gebot der Not. Der Mensch muß sich eben mit dem, was er erreichen kann, zu behelfen wissen.

Die vegetarische Kost ist übrigens durchaus nicht einförmig; es werden genossen Grahambrot, Pumpernickel, Äpfel, Feigen, Datteln, Orangen, Olivenöl u. s. w.

### Das Bedürfnis an Eiweißstoffen.

Von allen Nahrungsstoffen bietet das Eiweiß insofern Interesse, als dasselbe, wie alle Erfahrungen übereinstimmend lehren, in der Kost bis zu einem gewissen Grade unersetzlich ist.

In den letzten Jahren haben verschiedene Experimentatoren nach dem Minimalbedarfe an Eiweiß gesucht, welcher dem Menschen unbedingt gereicht werden mußte.

Ein Eiweißminimum läßt sich nur feststellen, wenn man ganz genau bestimmt, mit welchen Nahrungsmitteln es erreicht werden soll; nicht einmal das Verhältnis des Eiweißes zu den anderen Nahrungsstoffen entscheidet hierüber ausschließlich. Die einzelnen Nahrungsmittel müssen, was ihre Wirkung auf den Körper anlangt, direkt geprüft werden. Unter Eiweißminimum hat man diejenige geringste Eiweißmenge zu verstehen, welche mittels eines Nahrungsmittels oder eines Gemisches, das dem Körper nach seinem Kraftbedarfe voll entspricht, zugeführt werden muß, um das Eiweißgleichgewicht zu erhalten.

Genauere Angaben über die Wirkungen des Genusses mageren Fleisches liegen von dem Verfasser und von Atwater vor. Der Eiweißverbrauch bei Fleisch war 240—300 g im Tage. Bei ausschließlicher Eierkost (20—22 Stück im Tage) war der Eiweißumsatz mindestens 141 g; bei Milchkost zersetzte die Versuchsperson 84 g Eiweiß. Ein Arbeiter mußte bei Milch wohl ca. 140 g Eiweiß zur Deckung des Eiweißbedarfes aufnehmen.

Die Ernährung mit Vegetabilien bietet Verhältnisse, welche von der animalischen Kost ungemein abweichen. Sie ist eine eiweißarme, aber kohlehydratreiche Diät. Der Eiweißbedarf in der Kost ist nichts absolut Unabänderliches, sondern hängt, wie oben gesagt, gerade von der Kostmischung in hervorragendem Maße ab. Verfasser hat schon früher darauf aufmerksam gemacht, daß man vielfach dem Eiweiß eine einseitige Bedeutung zugemessen hat

Bei stickstoffreicher Zufuhr; wie z. B. bei Makkaroni, welche künstlich in ihrem Stickstoffgehalte durch Kleber auf das Doppelte erhöht worden waren, ergab sich ein Eiweißverbrauch zu 114 g, bei Erbsenkost ein solcher zu 115 g, in Brot würde etwa 104 g Eiweiß in der Zufuhr gereicht werden müssen (= 75 g reines Eiweiß). Durchaus ähnliche Verhältnisse ergeben sich für Schwarzbrot, Reis, Mais, aber kleiner erscheint noch der Eiweißbedarf bei ausschließlicher Kartoffelkost.

Beim Übergang von einer mittleren Kost zu einer vegetabilischen eiweißarmen und kohlehydratreichen braucht durchaus nicht immer eine Einbuße an Körpereiwweiß einzutreten.

Mit Gemüse allein den Menschen ganz zu erhalten, ist unmöglich, wenn schon dieselben in der Kost mancher Gegenden ungemein reichlich vertreten sind; bei Zufuhr von Wirsing und gelben Rüben gab ein kräftiger Mann nicht weniger als 42—48 g Eiweiß ab, obschon er den Tag über fast ununterbrochen aß.

Da man den Eiweißverbrauch eines hungernden Menschen auf 42—47 g rechnet, so müssen wir annehmen, daß der ausschließlich Kartoffel Verzehrende mit einem dem Umsatze im Hunger nahe stehenden bzw. noch etwas unter demselben liegenden Bedarfe an Eiweiß auskommt.

Vielen Vegetabilien kommt nach dem Gesagten die hohe Bedeutung zu, mit außerordentlich geringen Eiweißmengen den Eiweißbestand und das N-Gleichgewicht zu erhalten.

Nimmt man für einen mittleren Arbeiter den Bedarf von 3080 Cal. für einen Tag an, so kann man diese bestreiten durch

3080 g	Kartoffeln mit	83 g	Eiweiß	=	54	Reineiweiß
800	; lufttr. Reis	75	" "	=	71	"
800	" "	Mais	78	" "	=	74
1500	" Schwarzbrot	95	" "	=	88	"

Dadurch würde bei Kartoffel, Mais und Schwarzbrot das Eiweißbedürfnis völlig, bei Reis nicht ganz gedeckt.

Wenn aber eine Person von der Konstitution einer mittleren Versuchsperson für den Ruhezustand nur 2300—2600 Cal. zuzuführen braucht, so würden dabei:

2400 g	Kartoffeln mit	42 g	Reineiweiß
685	" Reis	55	" "
620	" Mais	57	" "
1031	" Brot	63	" "

verbraucht werden, ein Eiweißgleichgewicht nur etwa bei Kartoffeln, nicht mehr aber bei Reis, Mais und Brotzufuhr zu erhalten sein. Der Mensch würde eiweißärmer und schwächer werden.

Das ungleiche Eiweißbedürfnis in verschiedenen, zur Deckung unseres Nahrungsbedürfnisses verwendeten Nahrungsmitteln erklärt sich zum großen Teile 1. aus den ungleichen Mischungen von Eiweiß, Fett und Kohlehydraten, welche die Nahrungsmittel darstellen. Namentlich greift die Relation zwischen Eiweiß und Kohlehydraten stärker ein als die Relation zwischen Eiweiß und Fett. In den Vegetabilien ist bei den Leguminosen die Kohlehydratmenge etwa 3mal so groß wie die Eiweißmenge, bei Mais und Weißbrot 8mal, bei Reis 10mal und bei Kartoffeln 12mal so groß wie die Eiweißmenge.

2. Von Bedeutung bleibt aber offenbar auch der Umstand, daß in den Vegetabilien das Eiweiß in feinsten Verteilung den Kohlehydraten bei-

gemenget ist, es kann somit nie etwa eine derartige Anreicherung der Säfte mit Eiweiß eintreten, als wenn man zu stickstofffreien Nahrungsmitteln Fleisch zusetzt, welches letzteres unter diesen Umständen rasch in die Säfte aufgenommen wird und den Organismus zeitweise mit Eiweiß überschwemmt.

3. Von ganz besonderer Wichtigkeit scheint die Beobachtung, daß bei Zufuhr steigender Mengen derselben vegetabilischen Nahrungsmittel die Gesamteiweißzersetzung nicht ansteigt, sondern nur der Verlust des Körpereiweißes allmählich aufgehoben wird, während jede einseitige Vermehrung der Eiweißzufuhr dessen Zersetzung steigert.

Das Eiweißminimum, mit welchem ein Mensch eben zu existieren vermag, darf für die Aufstellung von Kostsätzen für das tägliche Leben keine Berücksichtigung finden.

Wir müssen bedenken, daß ein solches Minimum nur unter ganz genau bekannten Verhältnissen des Körpers des zu Ernährenden und nur für ein ganz bestimmtes Nahrungsmittel angegeben werden kann. Bei einer auf dem Eiweißminimum befindlichen Person würden auch alle kleinsten Verdauungsstörungen dahin führen, daß das Eiweiß nicht mehr zur Ernährung hinreicht; auch die Arbeitsleistung würde die Bilanz stören können, weil dabei gelegentlich etwas, wenn auch nicht viel mehr Eiweiß zerfällt wie in der Ruhe.

Der wichtigste Punkt liegt aber darin begründet, daß man immer mit Mittelwerten der Nahrungsmittel rechnet, während oft manche Ernten eine sehr erhebliche Abweichung von dem Mittel zeigen.

Ein Eiweißminimum läßt sich nur bei ganz exaktem Innehalten gleicher Ernährungsbedingungen erreichen, es darf für diese Fälle eine Änderung in der Art der verzehrten stickstofffreien Stoffe nicht eintreten, also namentlich auch nicht eine gewünschte Menge Kohlehydrate durch eine isodyname Menge Fettes vertauscht werden.

Die niedrigsten Eiweißminima sind auch nur mit einigen Nahrungsmitteln zu erzielen und jeder Wechsel des Nahrungsmittels würde das Eiweißgleichgewicht stören. Für denjenigen Menschen, welcher keine wesentliche Arbeit u. dgl. leistet, gelingt es überhaupt nicht, ausreichend Eiweiß mit eiweißarmen Vegetabilien zuzuführen, nur der starke Arbeit Leistende, der wegen dieser Tätigkeit sehr viel an Nahrung überhaupt notwendig hat (großer Kraftwechsel), vermag sich bei gutem körperlichen Befinden, im Stickstoffgleichgewicht zu erhalten.

In diesen Verhältnissen liegt auch das Streben nach besserer Kost, d. h. nach einer durch die animalischen Nahrungsmittel eiweißreichen Kost begründet. Dieselbe erlaubt bei einem verhältnismäßig geringen Gesamtkraftverbrauche einen guten Bestand an Muskeln und in diesem Sinne ist wohl auch eine Erklärung dafür zu finden, warum der Laie gemeinlich den animalischen Nahrungsmitteln das Prädikat „kräftigend“ verleiht.

Die Animalien geben keine andere Wirkung, als nach ihrer chemischen Zusammensetzung zu erwarten ist; aber ein gewisser Eiweißreichtum der Kost läßt ein günstiges Verhältnis zwischen Fett- und Muskelreichtum am Körper erzielen. Wir sind dabei kräftig im Sinne einer gewissen Schlagfertigkeit. Unser Organismus vermag den an ihn herantretenden Aufgaben, auch wenn sie außergewöhnliche sind, nachzukommen, mit Leichtigkeit, nicht aber mit dem Gefühle äußerster Ermattung und Anstrengung, zu welcher derjenige getrieben wird, der mit schwacher Muskelmasse zu kräftiger Arbeit sich anschickt.

Die relative Überanstrengung, welche der niederen Bevölkerungsklasse häufig zugemutet wird, erzeugt frühzeitige Ermüdung, Unlust zur Arbeit und den Hang zum Mißbrauche der Spirituosen.

Hat jemand, dessen Kost auf das Eiweißminimum eingestellt ist, aus irgend welchen Gründen Eiweiß vom Körper abgegeben, so vermag er diesen Verlust nur schwer wieder zu decken, weil kein hiezu geeigneter Überschuß verfügbar ist.

Jede unvollkommene Ernährung (partielle Inanition) erzeugt beim Menschen das Gefühl des Unbehagens und der Unbefriedigung, das zwar Personen, welche des Experimentierens wegen sich einer Unterernährung unterziehen, überwinden können, welches aber eine völlig andere Bedeutung gewinnt, wenn die betreffende Person im Kampfe um das tägliche Brot dem Lebensberufe nachgehen muß. Es scheint das Gefühl des Unbefriedigtseins bei ungenügender Ernährung mehr hervorzutreten, wenn die Eiweißzufuhr unzureichend ist, als wenn es an stickstoffreichem Material fehlt. Vielleicht spielt die ungleiche Dignität der Organe dabei eine Rolle. Der Verlust des an und für sich zur Reserve bestimmten Fettes ist eben ein anderer als jener des Eiweißes, das ein Bestandteil des Protoplasmas zu sein pflegt.

Wenn schon in der Kost der armen Bevölkerung mitunter Reis, Mais, Kartoffeln überwiegend enthalten sind und die Kost mancher Wohlhabenden reichlichst Eiweiß führt, so kommen doch tatsächlich die Extreme der Verköstigung bei ganz freier Wahl der Nahrungsmittel kaum vor.

Das Bestreben, den Vegetabilien auch Animalien zuzusetzen, findet sich über die ganze Erde verbreitet und nur unter ganz besonderen ungünstigen Erwerbsverhältnissen bleibt der Mensch bei der vegetabilischen Kost und bei einer wesentlich auf ein Nahrungsmittel beschränkten Ernährung.

Mit fortschreitender Kultur, mit dem sich hebenden Wohlstand wächst überall der Bedarf an Animalien. In erster Linie bestimmt uns zu dieser Wahl der Trieb nach Genußmitteln. Die Animalien, namentlich das Fleisch, sind reicher an solchen Genußstoffen und lassen sich durch die Kochkunst aufs mannigfaltigste variieren, so daß sie unsere Küche ungemein verbessern. Der Städter drängt immer mehr zum Genuß der Animalien als der Landbewohner. Die Genuße, welche uns die animalischen Nahrungsmittel verschaffen können, kommen der Nahrungsaufnahme zu gute, insofern diese vielfach nur dann quantitativ zureichend wird, wenn der Gaumen auch den richtigen Reiz erhält. Insofern versieht dieses Streben nach Reizen auch einen guten Zweck.

Der Kulturmensch hat nicht nur die Berechtigung, sich eine Kost genußmittelreich zu machen, sondern ein Recht darauf, solche Genußmittel neben den Nahrungsstoffen zu erhalten.

### Mischungsverhältnisse der Nahrungsstoffe und Volum der Kost.

Frei gewählte Kost enthält immer Eiweiß, Fette und Kohlehydrate, und was die Nahrungsmittel anlangt, so stammen dieselben teils aus dem Pflanzen-, teils aus dem Tierreiche. Derartige Kost nennt man gemischte.

Man hat schon oft die Frage aufgeworfen, ob die einzelnen Nahrungsstoffe in unserer Kost in einem bestimmten Verhältnisse zu einander stehen oder nicht, namentlich ob eine bestimmte Relation zwischen den stickstoffhaltigen (Eiweißstoffen) und den stickstofffreien Stoffen (Fett, Kohlehydrate) gegeben sei.

Verfasser hat vorgeschlagen, zur einwandfreien Vergleichung jedesmal zu berechnen, wieviel von dem Gesamtkraftwechsel auf den Wärmewert des Eiweißes, des Fettes, der Kohlehydrate kommt, und man sagt daher, um sich kurz auszudrücken, von 100 Kalorien der Nahrungszufuhr sind so und so viele in Eiweiß, Fett und Kohlehydraten enthalten.

Von 100 Kalorien der gemischten Nahrung treffen auf:

	Eiweiß	Fett	Kohlehydrat
Säugling, 14 Tage alt . . . . .	16	43	41
Kinder . . . . .	18·7	52·7	28·4
Knabenalter . . . . .	16·6	31·7	51·6
Wohlhabende bei leichter Arbeit . . .	19·2	29·8	51·0
Mittlere und schwere Arbeit . . . . .	16·7	16·3	66·9
Greise . . . . .	17·4	21·8	60·7
Erwachsener im Hungerzustand . . . .	12·1	87·9	—

Stickstoffhaltige und N-freie Stoffe stehen also beim Menschen in einem ziemlich konstanten Verhältnisse, denn das Verhältnis, in welchem sich die Eiweißstoffe an der Verbrennung beteiligen, schwankt immer zwischen 16—19·2% von der Jugend bis zum Alter.

Weit variabler als das Verhältnis von Eiweiß zu den übrigen Nahrungsstoffen ist das von Fett zu Kohlehydraten. Auch die praktischen Erfahrungen beweisen eine große Breite dieser Schwankung.

In der Kost nimmt das Fett zumeist eine hervorragende Stelle ein, wenn es gilt, überhaupt reichlich Nahrungsmaterial zuzuführen, wie z. B. im kindlichen Lebensalter.

Aber ein großer Fettreichtum der Kost ist nicht eine unbedingte Voraussetzung gesunden Lebens; in der japanischen Kost macht das Fett oft nur 2—7% des Gesamtbedarfes aus, trotz voller Leistungsfähigkeit der Individuen.

Obschon Fette und Kohlehydrate in bestimmten Gewichtsverhältnissen sich vertreten, kann man nicht jede beliebige Verschiebung zwischen beiden vornehmen, teils wegen der Resorptionsverhältnisse im Darne, teils wegen des Einflusses, den das Fett auf den Eiweißbedarf besitzt.

Bei der Feststellung der Kost für den Menschen muß in ganz hervorragendem Maße das Volum der täglich verabreichten Speisen beachtet werden; es sind hier ganz besonders individuelle Eigentümlichkeiten von Belang.

Von der richtigen Wahl des Volums hängt das Sättigungs- und Übersättigungsgefühl ab. Wer an eine voluminöse Kost sich gewöhnt hat, besitzt auch einen für die Aufnahme dieser Kost geeigneten Magen: reicht man dann eine nach ihrem Nährwert mit der früheren Kost identische, aber konzentriertere Mischung, so wird bei den betreffenden Personen das Hungergefühl nicht gestillt und sie klagen über ungenügende Verköstigung.

Der an ein kleines Nahrungsvolum Gewöhnte andererseits kann beim Übergange zu voluminöser Kost diese entweder gar nicht vertragen oder er genießt zu wenig. Auch mag wohl eine ungenügende Ausnützung zunächst die Folge sein. Das Gefühl der Übersättigung wird sehr leicht Widerwillen und Ekel hervorrufen.

Die rein vegetabilische Kost hat zumeist ein großes Volum, abgesehen von der Milchdiät beträgt das Volum der animalischen Kost 738—948 g im Tage, bei den Vegetabilien 1237—4248 g, bei der spezifischen Vegetarierkost 1808.

Die voluminöse Kost verlängert die Mahlzeit, macht schwerfällig für Bewegungen.

### Der Wasserbedarf und Genußmittel.

Der Bedarf an Wasser ist, wie wir schon oben auseinandergesetzt haben, von vielen äußeren Umständen abhängig. Bei voller Ernährung muß auch für einen entsprechenden Ersatz des Wassers gesorgt sein.

Einen Teil des Wasserbedarfes decken wir durch die Speiseaufnahme; das dann bleibende Defizit durch Getränke.

Zumeist steigt die Getränkeaufnahme wesentlich über das Maß der physiologischen Bedürfnisse. Man sagt, der Mensch bedürfe im Tage 2000—3000 g Wasser; es ist aber ganz unmöglich, hierfür ein bestimmtes Maß anzugeben. Lufttemperatur, Feuchtigkeit der Luft, Kleidung, Arbeitsleistung ändern aufs mannigfaltigste den Bedarf.

Trinkwasser muß kühl sein, von angenehmem Geschmack, ohne Geruch und ohne die äußeren Zeichen einer Verunreinigung.

Aus einer Mischung einfacher Nahrungsstoffe kann man keine Kost, die dem Menschen auf die Dauer genügt, herstellen; neben den Nahrungstoffen müssen noch Genußmittel vorhanden sein, deren auch die Kost des Ärmsten nie entraten kann.

Genußmittel sind Substanzen, welche nicht wegen irgend einer stofflichen Wirkung aufgenommen werden, sondern welche eine den Geschmack, den Geruch, das Auge, das Tastgefühl im Munde befriedigende Wirkung entfalten.

Manche Genußmittel extrahieren wir aus den Nahrungssubstanzen, wie dies bei der Bereitung des Fleischextraktes, der Extrakte aus Suppenkräutern, bei dem Tee und Kaffee geschieht, und verwenden sie als Zusätze.

Zumeist sind die Genußmittel Gemische von Substanzen und im einzelnen oft nur unvollständig bekannt, wie die oben genannten Extrakte aber auch einfache Körper, wie die Zuckerarten (Süßungsmittel) und das Kochsalz kommen in Gebrauch vor.

Die Genußmittel finden sich durchaus nicht immer präformiert, das Fleisch, die Eier, Organteile, die Milch, manche Gemüße geben erst bei der Zersetzung durch Siedetemperatur den spezifischen Geruch, das Brot nach starker, trockener Überwärmung, der Kaffee nach der Röstung.

Manchmal tritt ein gewisser Wohlgeschmack erst nach einer bakteriellen Zersetzung ein. wie beim Käse, dem Hautgout des Wildbrets, der Milchsäuerung.

Manche Speisen haben einen hohen Nährwert, aber nur einen geringen Wohlgeschmack, wie z. B. die Leguminosen, das Fleisch mancher

Fische. Der Genuß solcher Nahrungsmittel bürgert sich dann nur sehr allmählich ein.

Die Genußmittel haben die wesentliche Aufgabe, die für die Aufnahme der Speisen notwendigen Veränderungen in den Verdauungsdrüsen durch Erregung des Geschmacks- und Geruchsorgans, aber auch des Gesichtssinnes herbeizuführen. An diese subjektiven Eindrücke schließen sich dann Veränderungen im Verdauungskanal, die Ausscheidung bestimmter Mengen, bestimmter Qualitäten von Verdauungssäften, und eine eigenartige Mischung derselben an (Pawlow).

Der Bedarf an Genußmitteln hängt aber zum Teil mit der Befriedigung des Nahrungsbedürfnisses, wenn sie durch das Hungergefühl angeregt wird, zusammen. Das Hungergefühl kann so mächtig werden, daß die normalen Empfindungen des Geschmacks- und Geruchsorgans, wie sie von den Nahrungsmitteln ausgelöst werden sollen, gar nicht mehr zur Geltung gelangen.

Der Bedarf an Genußmitteln verhält sich in verschiedenen Lebensperioden verschieden. Kinder kommen mit einer verhältnismäßig reizlosen Kost aus, im höheren Lebensalter verlangt man dagegen eine genußmittelreiche Kost. Ein großer Bedarf an Genußmitteln findet sich namentlich bei der städtischen Bevölkerung, ferner besonders entwickelt bei aufreibender geistiger Anspannung, welche im allgemeinen den Appetit herabzusetzen pflegt. Bei alten Leuten steigt die Neigung zu Genußmitteln, namentlich nach kräftig wirkenden Gewürzen.

Der Kaufpreis der Nahrungsmittel bemißt sich nicht nach ihrem wahren Nährstoffgehalte, sondern ausschließlich nach der durch den Wohlgeschmack bedingten Nachfrage nach denselben.

### Reizmittel für das Nervensystem.

Die Kost des Erwachsenen enthält in allen Zonen, bei Natur- wie Kulturvölkern, neben den aus Nahrungsmitteln hergestellten Speisen noch besondere Getränke von Kaffee, irgend einer Teesorte, Bier, Wein oder Brantwein. Wir haben schon auseinandergesetzt, daß zum Zustandekommen des normalen Ernährungsprozesses derartige Getränke nicht notwendig sind, wie sie ja auch bei der Ernährung von Tieren ganz entbehrlich sind. Auch für den Menschen darf es als sicherstehend gelten, daß ohne sie die Ernährung nicht zu leiden braucht, gewisse Lebensbedingungen vorausgesetzt. Die Ernährung der Kinder verzichtet in den ersten Lebensjahren, der Zeit des mächtigsten Wachstums, ganz auf dieselben.

Der Mensch wird durch Beruf und die Bedingungen seines Lebens zu intensiver geistiger Tätigkeit wie auch zu starker Muskel-tätigkeit gezwungen. Wer in der glücklichen Lage ist, jederzeit, wenn er sich geistig oder körperlich müde fühlt, durch Ruhe und Erholung sofort die richtigste und zweckmäßigste Korrektur seines Befindens eintreten zu lassen, wird ohne weitere Hilfsmittel des Nervenreizes auskommen.

Da wir aber mit unseren Leistungen den äußeren Bedingungen unanbequem genötigt sind, so müssen wir auch Mittel, welche die Er-

müdung des Körpers nach unserem Belieben überwinden lassen, anwenden, für zulässig, ja geradezu für notwendig ansehen.

Je älter der Mensch wird und je mehr aus natürlichen Gründen seine Leistungsfähigkeit sinkt, in um so höherem Maße prägt sich das Bedürfnis nach derartigen Reizmitteln aus. Mit einem gewissen Rechte ist der Satz entstanden, daß der Wein die Milch der Alten sei.

In dem hastigen, intensiven Arbeiten des Großstädtlers liegt es auch begründet, daß er mehr wie jeder andere den Hang nach Nervenreizmitteln besitzt.

Im allgemeinen begegnet man heute zumeist der Anschauung, daß man als derartige Reizmittel nur Kaffee, Tee und Kakao bieten solle, während die alkoholischen Getränke beiseite gelassen werden sollen. Jedenfalls bringt der Gebrauch der letzteren, besonders der übermäßige Gebrauch des Schnapses, außerordentlich viele Gefahren für die Volksgesundheit und das soziale Leben. Aber auch der übermäßige Genuß von Kaffee und Tee, wie er im letzten Jahrzehnte sich immer mehr ausbreitet, hat seine ernstesten Bedenken. Die Nervenreizmittel können nebenbei auch die Rolle vom Genußmittel spielen.

### Appetit und Ekel.

Der Appetit ist der Vorläufer des Hungers und besteht in der Geneigtheit oder der Lust, eine Speise aufzunehmen. Er wirkt in ähnlichem Sinne wie die Genußmittel selbst.

Im Gegensatze dazu steht der Ekel, welcher uns veranlaßt, die Speise zurückzuweisen, oder dieselbe, wenn wir die ekelhafte Eigenschaft erst entdecken, wenn wir die Speise zum Teil genossen haben, oder wenn sie zwangsweise beigebracht wird, durch Erbrechen auszustößen. Der Ekel entsteht in natürlicher Weise auch durch die Übersättigung.

Wir verlangen von einer normalen Ernährung, daß sie uns die Speise in einer den Appetit erregenden Weise darbiete.

Auf den Appetit sind die Gemütsstimmungen von Einfluß. Ärger, Zorn, Kummer, nervöse Überreiztheit und geistige Überarbeitung, wie auch erschöpfende körperliche Tätigkeit, unterdrücken den Appetit, aber auch die Wirkung der sonst einflußübenden Genußmittel. Freude, ruhige Gemütsstimmung würzt ein einfaches Mahl. Insoweit die Getränke zu einer Änderung der Gemütsstimmung beitragen, haben sie indirekt auch Einfluß auf die Speiseaufnahme.

Manche genußmittelreiche Speisen kann man täglich genießen, wie Brot, Fleisch, man gewöhnt sich an dieselben und ihre Entziehung wird unangenehm empfunden. Andere Genußmittel widerstehen sehr schnell, es sind dies vielfach sehr stark wirkende, wie z. B. der Geruch von Erbsen, Bohnen. Genußmittelarme Kost erzeugt, auf die Dauer genossen, Ekel. Der Abwechslungstrieb scheint einer der wichtigsten Wächter über die normale Zusammensetzung unserer Kost zu sein. In der Kost muß nicht nur eine Abwechslung hinsichtlich der chemischen Natur der Genußmittel gegeben sein, sondern auch die verschiedenartigsten physikalischen und äußeren Beschaffenheiten können ausschlaggebend werden. Die Konsistenz der Speisen darf nicht immer die gleiche sein. Tagliche Auf-

nahme von breiartig gekochten Speisen verweigert der Gesunde; man verlangt nach kaubaren Substanzen.

Wir verteilen die Speisen mit besonderem Vorteil auf die einzelnen Mahlzeiten und jede Speise soll für sich dargereicht und es dem Konsumenten überlassen werden, wie er sich nach seinem Geschmacke die einzelnen Komponenten, z. B. das Fleisch, das Gemüse u. s. w. auswählen und genießen will. Durch das an manchen Anstalten übliche gemeinsame Verkochen von Fleisch und Gemüse begibt man sich einer wichtigen Anregung des Wohlgeschmackes.

Auch das äußere Ansehen der Speisen ist von Bedeutung. Wollte man z. B. Speisen in naturwidriger Weise färben, so kann dadurch Ekel erregt und der Genuß unmöglich werden.

Der Appetit kann endlich auch durch bloße Vorstellung, welche man sich von der Bereitung der Speisen macht, gestört werden; die Darreichung in schmutzigen Gefäßen, Beimengung fremder Substanzen — z. B. eines Haares — kann bekanntlich nicht nur allen Genuß verderben, sondern selbst zum Erbrechen führen.

### Größe des Nahrungsbedarfes des Menschen.

Die wichtigste aller praktischen Folgerungen der Ernährungslehre besteht darin, sowohl für die individuelle Ernährung, als namentlich für die Massenernährung bei Arbeitern, Soldaten, Gefangenen, Zöglingen, die Menge der Nahrungsstoffe anzugeben, welche ohne Verschwendung eine allen Bedürfnissen zureichende Ernährung gewährt.

Wir reden da von den Nahrungsstoffen; denn in dem Vorausgehenden haben wir ja zur Genüge hervorgehoben, was alles an anderen Bedingungen in der Kost des Menschen gegeben sein muß.

Man hat durch sehr zahlreiche statistische Erhebungen sich über den Nahrungsbedarf des Menschen unter verschiedenen Umständen eine Vorstellung zu machen gesucht; nach vielen Richtungen haben diese Untersuchungen Nutzbringendes ergeben. Doch bedarf es der Vergleichung der Ergebnisse mit den Gesetzen der Ernährungslehre, um nicht in den Irrtum zu verfallen, etwa bestehende schlechte Gewohnheiten — und diese finden sich auf dem in Frage stehenden Gebiete sehr häufig — als maßgebende Regeln hinzustellen. Meist hat man bis jetzt bei der Aufstellung von „Kostsätzen“ wesentlich nach dem Unterschiede gesehen, welcher durch eine Verschiedenheit der Arbeit bedingt wird.

Es ist eine von vielen Seiten genäherte Vorstellung, daß das Essen ein „Luxus“ sei, d. h. daß mehr gegessen werde, als man benötige. Das ist eine sehr irrige Anschauung. Wenn wir mehr genießen an Stoffen, als wir brauchen, findet allerdings ein Mehrverbrauch statt, aber zu gleicher Zeit ein Ansatz von Stoffen, es ist also das Essen immer eine Ursache mit bestimmter Wirkung. Im Einzelfalle bleibt aber fraglich, ob man gerade des Ansatzes von Stoffen am Körper bedarf.

Nach den Untersuchungen von Pettenkofer, Voit, Forster, Playfair etc. hat Rubner folgenden Verbrauch an Spannkraft bei einzelnen Arbeiterklassen festgestellt (siehe Tabelle Seite 490). Im allgemeinen ist dabei stets nur von Männern die Rede. Der Stoffverbrauch der Frauen dürfte im allgemeinen etwas geringer sein als bei den Man-

nen, aber nur deshalb, weil sie eben weniger Arbeit zu leisten im stande sind. Leistet die Frau mit dem Manne gleichen Körpergewichtes dieselbe Arbeit, dann bleibt ihr Nahrungsbedarf nicht hinter jenem des ersteren zurück.

Unter mittlerem Arbeiter versteht man einen Mann mittleren Fettgehaltes von 70 (bis 75) *kg* Körpergewicht, der 9—10 Stunden ohne Ermüdung zu arbeiten im stande ist, also etwa einen Dienstmann, Schreiner, Soldaten u. s. w. Die Kost soll eine „gemischte“, d. h. aus Animalien und Vegetabilien zusammengesetzte sein. Letzteres ist von Wichtigkeit, weil in gewissem Grade die Zufuhr von Nahrungsstoffen von der Ausnützung abhängig ist. Wer ausschließlich schlecht ausnützbare Vegetabilien genießt, kann um 15—20% mehr an Nahrungsstoffen notwendig haben als ein anderer.

Für einen Tag ist notwendig: 118 *g* Eiweiß\*), 56 *g* Fett, 500 *g* Kohlehydrate.

Von der Eiweißmenge sollen etwa 35% in Form von Fleisch verzehrt werden; dazu sind nötig: 230 *g* Fleisch vom Metzger = 191 *g* reines Fleisch. Der Rest des Eiweißes wird in anderer Weise beschafft. Vielfach ist das Brot früher in übergroßen Mengen der Kost zugesetzt worden. Das verursachte Unzukömmlichkeiten, wie sich besonders bei der Truppenernährung zeigte. Über 750 *g* Brot (frisch) sollten im Tage nicht gereicht werden; in diesem sind 70% aller zugeführten Kohlehydrate enthalten, sonach entfallen 30% auf Gemüse, Suppe etc. (Voit). Es steht nichts im Wege, an Stelle des Fleisches abwechslungsweise andere, leicht resorbierbare Animalien zu reichen und durch sogenannte Mehlspeisen die zu verzehrende Brotmenge zu entlasten.

Diese genannten Grundzüge der Verköstigung des mittleren Arbeiters erlauben allgemeine Anwendung und bleiben von vielen Fehlern und Unzweckmäßigkeiten der Ernährung frei. Eine überreichliche Verwendung der Kohlehydrate ist vermieden, das Volumen der Kost ein mittleres, die Resorbierbarkeit des Eiweißes berücksichtigt und Wechsel der Schmackhaftigkeit möglich, dem Bedürfnisse an Stoffen Gönnte geleistet.

Bezeichnung	Kraftverbrauch (Brutto) in Cal. für 24 Stunden	Kraftverbrauch nach Abzug der Verbrennungswärme des Kotes	Bemerkung
Hungernd und ruhend . . .	2303	2304	Im Respirationsapparat.
Arbeitskategorie I . . . .	2631	2445	Arzt, Hausverwalter.
„ II . . . .	3121	2868	Dienstmann, Schreiner, Soldat (mittlere Arbeit).
„ III . . . .	3659	3362	Schwere Arbeit Rad-dreher.
„ IV . . . .	5213	4790	Bergleute, Bauernknechte, Holzarbeiter.**)

\*) 15.9 *g* N im Harn, 2.0 im Kot.

\*\*) Fast nur vegetabilische Kost.

Voit hat für die Kost des Arbeiters 56 g Fett und 500 g Kohlehydrate vorgeschlagen; dafür sind die oben angeführten Zweckmäßigkeitsgründe maßgebend. Es ist damit nicht etwa präsumiert, daß man sich überhaupt nicht in anderer Weise zu nähren vermöge. Wir kennen viele Fälle, in welchen das Fett in der Kost fehlt und außer Eiweiß eigentlich nur Kohlehydrate vorhanden sind (bis zu 85% des ganzen Wärmewertes), und Beispiele extremster Fettnahrung. Ein Holzknecht im Gebirge, der bis 300 g Fett verzehrt, oder der kanadische Jäger, der von dem aus Fleischpulver und Fett hergestellten Pemmikan die Mahlzeiten bereitet, decken fast ausschließlich ihren Kraftbedarf mit Fett. In der Tat gelangen noch derartig große Fettmengen gut zur Resorption; ein gesunder resorbiert 306 g Fett im Tage, welche mit 734 g Kohlehydraten gleichwertig sind (Rubner).

Obwohl also zweifellos ein großer Teil der Menschen sehr extreme Ernährungsweisen verträgt, würden wir unpraktisch verfahren, wenn wir das eine oder andere als das dem Menschen allein Zukömmliche bezeichnen wollten. Eine sorgsame Ernährung muß möglichst allseitigen Bedürfnissen gerecht werden.

Wir haben oben den Kostsatz für den mittleren Arbeiter angegeben; hat ein Mensch aber nicht das zu Grunde gelegte Körpergewicht, so ändert sich dabei auch das Nahrungsbedürfnis. Bei der großstädtischen Fabrikbevölkerung findet man häufig genug Leute von nur 40–45 kg Körpergewicht. Da sich nach unseren bis jetzt gewonnenen Erfahrungen der ungleiche Bedarf nach verschiedenem Gewichte wie die Körperoberfläche verhalten, so hat der Verfasser für leichtere und mittlere Arbeit den Bedarf an Spannkraft und Nahrungsstoffen berechnet, um für spezielle Fälle die Übersicht zu erleichtern.

## Leichte Arbeit:

Körpergewicht	Kraftwechsel	Eiweiß in Gramm	Fett in Gramm	Kohlehydrat in Gramm
80	2864	134	49	356
70	2631	123	46	327
60	2368	111	41	294
50	2102	90	37	262
40	1810	84	32	225

## Mittlere Arbeit:

80	3372	128	61	556
70	3094	118	56	500
60	2792	106	50	461
50	2472	96	44	409
40	2129	81	38	344

Die vermehrte Arbeitsleistung bedingt immer einen wesentlichen Mehrverbrauch an Stoffen; namentlich einen vermehrten Bedarf stickstoffreicher Stoffe. Wird die schwere Arbeit nicht vorübergehend, sondern berufsmäßig geleistet, so findet man in der Kost auch meist mehr Eiweiß als obige 118 g, welche für den mittleren Arbeiter hinreichend sind.

So z. B. bei Bergleuten, Ziegelarbeitern, Bauernknechten, durchweg kräftigen Leuten:

Eiweiß	Fett	Kohlehydrate
148 g	185 g	766 g

Dagegen fand Liebig bei den Holzknechten im Gebirge:

Eiweiß	Fett	Kohlehydrate
123 g	258 g	783 g

Die ersten nehmen um viel, die letzteren etwas mehr auf, als dem mittleren Bedarfe an Eiweiß entspricht. Bei Beurteilung derartiger empirisch

gefundenen Stoffsätze muß man aber mancherlei noch mit in Erwägung ziehen.

Einmal finden sich unter den Arbeitern für schwere Leistungen durchweg Leute von etwas höherem Körpergewichte. Ferner handelt es sich in der Regel um eine ganz vorwiegend vegetabilische Kost, bisweilen um eine solche von schlecht ausnützbaren Vegetabilien, und nicht um eine gemischte und leicht resorbierbare Kost, wie wir sie für den Arbeiter gefordert haben. Das wichtigste Moment liegt aber wohl darin, daß ein schwer Arbeitender nur dadurch in der Verköstigung sich von anderen unterscheidet, daß er mehr von allen Speisen isst als ein anderer. Dadurch genießt er natürlich auch mehr Eiweiß.

Ein Erwachsener, welcher nicht durch mechanische Arbeitsleistung sein Brot verdient, wie der Arzt und ähnliche Berufszweige, bedürfen einer Zufuhr, die noch kleiner ist als jene des mittleren Arbeiters. Legt man die früher gefundenen Zahlen zu Grunde, so wären ausreichend,

118 g Eiweiß, 56 g Fett und 390 g Kohlehydrate (= 2631 Cal. Brutto).

Mit dieser Forderung stimmen aber die von Forster gemachten Beobachtungen nicht ganz überein, denn diese sind:

für die Ärzte 130 g Eiweiß, 95 g Fett, 277 g Kohlehydrate (= 2572 Cal. Brutto), für den Hausmeister 116 g Eiweiß, 68 g Fett, 345 g Kohlehydrate (= 2522 Cal. Brutto).

Im ersten Falle wird, wie dies bei Wohlhabenden die Regel ist, wegen der an Animalien reicheren Kost mehr Eiweiß und Fett, als gerade nötig, genossen und demnach, wie es scheint, ein gewisser Luxus getrieben.

Wie Eijkmann gezeigt hat, ist Stoffumsatz und Wärmebildung bei Europäern und Eingeborenen tropischer Länder nicht wesentlich von den in Europa gemachten Erfahrungen verschieden. Der Kraftverbrauch der arbeitenden Malaien entspricht annähernd den bei Europäern gemachten Erfahrungen.

Bei alten Personen scheint der Stoffverbrauch vermindert. Als Kostsatz alter, in einer Anstalt verpflegter Personen fand Forster:

	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate
Frauen . . . . .	79	48	266
Männer und Frauen	91	45	332

Die Nahrungsmenge entspricht im ersten Falle 1871 Cal., im zweiten 2152. Es ist aber ungerechtfertigt, hieraus etwa auf einen, aus unbekanntem Gründen verminderten Stoffverbrauch zu schließen. Alte Personen haben zumeist nur ein geringes Körpergewicht, im Alter von 60 bis 80 Jahren beträgt dasselbe nur mehr 52—56 kg. Dieses und den Umstand, daß solche Leute keinerlei Arbeit leisten, berücksichtigend, kann man von einem abnormen Absinken des Stoffverbrauches nicht reden.

Das Altern entspricht einem stufenweisen Absinken der Fähigkeit zu Muskelleistungen. Erst schwindet das Vermögen zu schwerer Arbeit mit dem beginnenden Greisenalter, dann die Fähigkeit zu längerem Marsche, zu schnellen Bewegungen, zum Treppensteigen u. s. w. Die Ruhe alter Leute ist daher eine weit intensivere als der Ruhestand eines kräftigen Erwachsenen, dessen Lust zu Bewegungen nur mit Mühe unterdrückt werden kann.

Ähnlich wie der Stoffverbrauch im Greisenalter wird sich auch vielfach derjenige von Kranken verhalten. Der Stoffverbrauch mancher Kranken ohne Stoffwechselanomalien ist, verglichen mit einem Gesunden, oft ungemein gering. Es ist dieser Unterschied wesentlich durch zwei Momente hervorgerufen: 1. Durch die Bettruhe mit Wärme, wodurch die Stoffzersetzung ähnlich oder ebenso gering werden kann, wie bei ruhigem Schläfe; 2. durch die starke Abmagerung, wobei der Verbrauch für die Einheit des Körpergewichtes sinkt. Der Nahrungsbedarf eines Kranken kann somit kleiner sein, als wir früher für den Ruhenden und Hungernden angegeben haben, weil ja Ruhe im Sinne des täglichen Lebens nicht Bettruhe und Schlaf bedeutet.

Es wird nicht selten die Frage erörtert, ob es nicht doch Menschen gibt, welche einen, von den gewöhnlichen Verhältnissen ganz abweichend geringen Nahrungsbedarf haben. Bis jetzt scheint ein Beweis für einen Stoffverbrauch, der sich nicht aus dem geringen Körpergewichte und den geringen Körperleistungen erklären ließe, nicht vorzuliegen.

In Krankenanstalten sind Personen von sehr verschiedenem Nahrungsbedürfnisse zu versorgen. Die Ernährung wird daher immer individuell geregelt. Der Normalkostsatz ist oft auffallend klein, es bleibt dabei aber stets dem Arzte überlassen, besondere Zulagen von Speisen zu gewähren. Einige Beispiele über Krankenhaus-Kostsätze sind folgende:

Es wird verabreicht in der ganzen Kost:

	Eiweiß	Fett	Kohlehydrat	Kraftwechsel in Cal.
in München . .	92	54	157	1381
in Augsburg . .	94	57	222	1823
in Halle . . . .	92	30	393	2267
in England . .	107	69	533	3266

### Massenernährung mit vorwiegend vegetabilischer Kost.

Insoweit die Verhältnisse der Städte in Betracht kommen, nährt sich bei uns die Bevölkerung im allgemeinen von gemischter Kost. Nur ein Teil der Minderbemittelten in den Großstädten und die ländliche Bevölkerung lebt von Brot, besonders aber von Kartoffeln, wodurch die Kost ungemein fettarm und kohlehydratreich wird. Dem Überwiegen der Kohlehydrate verdankt diese Verköstigungsweise auch die Möglichkeit, mit den kleinen Eiweißmengen der genannten Vegetabilien auszukommen; auch ein kräftiger muskelreicher Mann kann dabei bestehen. Ein großer Unterschied hinsichtlich der Ernährung der Armen großstädtischer und der Landbevölkerung liegt darin, daß die letztere sich quantitativ besser nährt.

Die genannten Vegetabilien reichen wohl bei dem kräftigen Arbeiter, der überhaupt große Massen verzehrt, um seinem Kraftwechsel zu genügen, hin, den Eiweißbedarf gut zu decken, aber sie genügen nicht mehr bei denjenigen, deren Kraftwechsel kleiner ist, um einen guten Muskelbestand zu erhalten.

Eine sehr eingehende Untersuchung über die unter äußerst ärmlichen Verhältnissen lebenden Handwerker der Amtshauptmannschaft in Zittau hat Rechenberg angestellt. Sie leben fast ausschließlich von vegetabilischer Kost. Die Erwachsenen nehmen bei 56 kg Körpergewicht im Durchschnitte auf:

Eiweiß	Fett	Kohlehydrat	Kraftverbrauch
65	49	485	2703 (= 2461 Reinkalorien)

Der arme Neapolitaner lebt wesentlich von Weißbrot. 1000—1500 g Brot für den Tag sind ein durchaus gewöhnliches Vorkommnis. Dazu manchmal Kartoffeln und Gemüse (Blumenkohl, Salat, Sellerie, Wirsing, Kraut, Paradiesäpfel), wohl auch Bohnen. In dieser Armenkost treffen von 100 Cal. 13·8<sup>0</sup>/<sub>100</sub> auf Eiweiß, 13·8<sup>0</sup>/<sub>100</sub> auf Fett und 72·4<sup>0</sup>/<sub>100</sub> auf Kohlehydrate. Der Kraftwechsel beträgt 2098 Cal. für 24 Stunden. Das mittlere Körpergewicht der betreffenden Personen, Männer und Frauen, ist aber nur 51 kg Gewicht, so daß man trotz aller Dürftigkeit nicht sagen kann, daß hier eine ungenügende Ernährung vorlag.

In der Ernährung des japanischen Volkes finden vielfach nur Vegetabilien Verwendung, aber nicht ein einzelnes Nahrungsmittel, sondern ein Gemisch Reis, Gerste und Weizen, Hirse und Buchweizen, Blattgemüse u. dgl.

In einer solchen Kost sind für 24 Stunden enthalten: 108 Eiweiß, 17 Fett, 600 Kohlehydrate, was verkocht 2150 g wiegt = 3058 Bal., d. i. so viel, als wir bei gemischter Kost für einen mittleren Arbeiter verlangen. Der Japaner wiegt aber im Mittel nicht 70 kg, sondern etwa 55 kg.

In der besseren japanischen Kost, so wie dieselbe von Gewerbetreibenden, Beamten, Handwerkern aufgenommen wird, sind für den Tag 1200 g Reis, 150 g Thunfisch, 150 g Bohnenkaffee, 200 g Wurzelgewächse und 100 g gesalzener Rettig vorhanden, was 1800 g Speise ausmacht. Ein Gericht von 700 bis 1000 g (ungekocht berechnet) Reis ist bei Japanern durchaus nicht selten.

Die Ernährungsverhältnisse sind nicht in einem ganzen Lande die gleichen. Unzweckmäßigkeiten in der Ernährung des Volkes finden sich viele. Als eine solche muß man bezeichnen, daß in manchen Gegenden ungemein schwer resorbierbare Pumpnickelsorten gegessen werden, während man richtiger feine Mehle genießen und die Kleie zur Tierfütterung benützen sollte. Unzweckmäßig ist auch vielfach der Genuß von sehr voluminösen breiigen Gerichten, welche den Magen abnorm ausdehnen. Wie erwähnt, wird auch aus Unkenntnis vielfach eine schlechte Zusammensetzung der Kost gewählt, obschon die vorhandenen Geldmittel hinreichen, eine rationelle Ernährung durchzuführen.

### Die Untersuchung der Kost.

Die Untersuchung der Kost ist eine Aufgabe, welche an den Arzt, wie Verwaltungsbeamten sehr häufig herantritt. Man verfährt dabei so, daß man in den Anstalten die in der Küche zur Verwendung kommenden Materialien genau abwägt und die Anzahl der Personen bestimmt, für welche abgegeben wird. Für die Nahrungsmittel werden dann die bekannten Mittelzahlen der Zusammensetzung, wie wir sie z. B. früher gegeben haben, zu Grunde gelegt.

Von den Speisen müssen selbstverständlich alle Abfälle, die sich in der Küche ergeben, abgezogen werden; so z. B. bei dem Gemüse, das sehr reichlich solche liefert. Bei dem Fleische soll wenigstens an dem einen oder anderen Tage bestimmt werden, wieviel Knochen und Fettgewebe vorhanden sind und wieviel genußfähiges Fleisch erhalten wird. Man darf annehmen, daß z. B. bei dem im großen eingekauften Fleische 8·6<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Fett, 8·4<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Knochen und nur 83<sup>0</sup>/<sub>100</sub> reines genußfähiges Fleisch sind. Im Detailverkauf erhält man noch weit mehr Knochen und Fett.

Bei diesen Berechnungen wird vorausgesetzt, daß die verausgabten Portionen wirklich ganz verzehrt werden. Dies ist aber nicht immer der Fall; daher bleibt es für genaue Untersuchungen erwünscht, auch die Überbleibsel zu untersuchen. Fleisch-

stücke oder Brot sollen von den übrigen Bestandteilen getrennt gesammelt werden. Die übrigen Rückstände, Suppen, Gemüse etc. lassen sich gleichmäßig mischen. Man nimmt eine bestimmte Menge weg, trocknet bei 100° und bestimmt außerdem den Stickstoffgehalt nach Kjeldahl, sowie durch Extraktion mit Ather den Fettgehalt und durch Glühen den Aschegehalt. Den gefundenen Stickstoffgehalt multipliziert man mit 6.25 und berechnet damit den „Eiweißgehalt“. Eiweiß, Fett und Asche, von 100 abgezogen, geben den „Kohlehydratgehalt“.

Diese Methode hat noch mancherlei Unvollkommenes an sich; für die aber zurzeit in der Praxis der Ernährungslehre lösbarer Fragen reicht sie vollkommen aus.

Hat man die auf den Tag und für eine Person treffenden Eiweiß-, Fett- und Kohlehydratmengen erfahren, so wird die Kost noch weiter beurteilt:

1. nach der Menge der vorhandenen verbrennlichen Stoffe (Cal.);
2. nach der Menge des vorhandenen Eiweißes, der Fette und Kohlehydrate;
3. hinsichtlich ihrer Ausnutzbarkeit und der Zweckmäßigkeit der verwendeten Genußmittel und anderer oben berührter Gesichtspunkte.

Bei Beurteilung einer Kost muß genauestens darauf geachtet werden, ob die der Untersuchung unterzogenen Personen die Möglichkeit haben, etwa außer der Anstaltskost auch andere Nahrungsmittel aufzunehmen.

### Verteilung der Speisen auf die einzelnen Mahlzeiten.

Zur Speiseaufnahme muß unter allen Umständen genügend Zeit vorhanden sein, und diese letztere ist keineswegs sehr kurz zu bemessen. Die Soldaten im Felde leiden nicht selten weniger an Mangel von Nahrungsstoffen, als vielmehr häufig unter der Schwierigkeit, eine genügende Menge von Speisen in Ruhe aufzunehmen. So geht es auch nicht selten der Fabrikbevölkerung, der die kurzen Mittagspausen den Genuß der Mahlzeit verkümmern. Die Speisen dürfen etwa nicht nur hastig verschluckt, sondern sie müssen zum großen Teile erst gründlich gekaut werden. Man darf im Mittel annehmen, daß wir bei gemischter Kost etwa zwei Stunden des Tages mit dem Essen zubringen. Sobald aber die Speise etwa durch zu reichlichen Brotgenuß oder durch überreichliche Gewährung von Vegetabilien sehr voluminös wird, dann essen wir weit länger. Meist wird dann nicht in drei, sondern in fünf und mehr Mahlzeiten die Speise aufgenommen. Es sind überhaupt mehr und kleine Mahlzeiten besser als wenige und große.

Die Zeit der Mahlzeit und die Menge des bei der einzelnen Mahlzeit Verzehrten unterliegt nach Landessitte mancherlei Verschiedenheiten.

In unserem Klima pflegt die erste Mahlzeit bald nach dem Erwachen eingenommen zu werden, die zweite um Mittag, die dritte zwischen 7 und 8 Uhr abends. Es enthält von den während eines Tages aufgenommenen Nahrungsstoffen:

	die erste Mahlzeit	die zweite Mahlzeit	die dritte Mahlzeit
von den Eiweißstoffen . . . . .	$\frac{1}{10}$	$\frac{4}{10}$	$\frac{5}{10}$
vom Fett . . . . .	$\frac{1}{10}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{4}{10}$
von den Kohlehydraten . . . . .	$\frac{1}{5}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{4}{10}$

Von der Gesamtmenge der in den Nahrungsstoffen lagernden Verbrennungswärme, welche im Tage zugeführt wird, nimmt man 20% mit dem Frühstück, 46% mit dem Mittagessen und 34% mit dem Abendbrot ein. Trifft das Frühstück auf 6 Uhr morgens, die Mittagszeit auf 12 Uhr mittags, die Abendmahlzeit auf 7 Uhr, so hat das Frühstück für 6 Stunden, die Mittagsmahlzeit für 7 Stunden, die Abendmahlzeit

aber für 11 Stunden die Ernährung zu unterhalten; durch die Ruhe und den Schlaf wird jedoch der Verbrauch an Stoffen stark herabgesetzt. Deshalb reicht die nicht bedeutende Abendmahlzeit nicht allein hin, die Stoffzersetzung zu unterhalten, sondern wir lagern sogar gewisse Zwischenprodukte, wie das Glykogen, während der nächtlichen Ruhezeit in den Muskeln ab und machen diese zu sofortiger intensiver Arbeitsleistung des Morgens tauglich.

### Öffentliche Maßregeln bezüglich der Ernährung.

Öffentliche Maßregeln, welche zur Hebung der Ernährung in den hreiten Schichten des Volkes beitragen könnten, gibt es — von der Nahrungsmittelpolizei abgesehen — zur Zeit kaum.

Zunächst bedürfte man einer Reihe baupolizeilicher Maßregeln, um die Übelstände zu beseitigen, welche man so häufig bei den Küchenanlagen vorfindet. Die Küchen sind vielfach dunkel, schlecht ventilierbar. Sie dienen häufig zum Kleiderreinigen, Schuheputzen und anderen staubenden Arbeiten oder auch als Waschküchen. Das sind alles Mißstände, welche nur zum Teile durch Belehrung des Publikums beseitigt werden könnten.

Baupolizeilich müßte auch in der Anlage auf den Keller, der für Nahrungsmittel benützt werden soll, Rücksicht genommen werden. Geradezu kläglich steht es meist mit den Speisekammern. Nicht selten ist der kleine Raum zu gleicher Zeit als Mägdekammer verwendet, oder er steht mit den Abtrittsräumen in direkter und indirekter Beziehung.

Durch polizeiliche Maßnahmen ließe sich sicherlich wenigstens bei den Küchen von Gasthöfen und Wirtshäusern eine Verbesserung der jetzigen Zustände erreichen. So gut man schließlich Logierhäuser bis ins kleinste Detail überwacht, könnte man dies für die Küchen der Gasthäuser auch verlangen.

Hinsichtlich der Hebung der Volksernährung steht der Wohltätigkeit ein großes Feld offen. Man könnte durch unentgeltliche oder billige Verabreichung von guter, eventuell auch sterilisierter Milch für arme Kinder mancherlei Gutes erzielen.

Eine wesentliche Wohltätigkeitseinrichtung sind die von dem Grafen Rumford in München zu Ende des 18. Jahrhunderts ins Leben gerufenen Suppenanstalten. Gegen billiges Geld erhält der Besucher einer solchen Anstalt eine reichliche Portion Suppe verabreicht. Voit berechnet für eine Portion der Suppenanstalt 15 g Eiweiß, 2 g Fett, 57 g Kohlehydrate; das ist für eine volle Mittagmahlzeit nicht ausreichend.

Aus diesen primitiven Anfängen der Suppenanstalten heraus haben sich dann die Volksküchen entwickelt, sie verabreichen die Kost gegen Bezahlung. Solche Anstalten müssen tunlichst der Geschmacksrichtung des Volkes sich anschmiegen; sie können aber doch auch einen heilsamen Einfluß auf die Verbesserungen der Lebensgewohnheiten ausüben. Gesund müssen die verwendeten Nahrungsmittel sein, dagegen soll aller Luxus möglichst fernbleiben.

Mit Zugrundelegung der zahlreichen Erfahrungen in Volksküchen hat Voit gefunden für die Mittagmahlzeiten dieser Anstalten

59 g Eiweiß, 34 g Fett, 160 g Kohlehydrate.

Es sollen etwa 150 g Rindfleisch darin enthalten sein (mit 15 Fett), der Rest von 29 g Eiweiß, 19 g Fett, 160 g Kohlehydraten wird durch Suppen, Gemüse, Brot gedeckt. An Stelle des Rindfleisches kann man auch anderes, wie Kalbfleisch, Schweinefleisch, Würste, Leber, Lunge verabfolgen. In den meisten Volksküchen besteht ein festes Menu für den Tag. Man darf nicht glauben, daß etwa dabei eine Einförmigkeit der Ernährung stattfindet; es läßt sich sogar eine recht weitgehende Abwechslung bieten.

In manchen Volksküchen gibt man nicht ein bestimmtes, festes Menu ab, sondern der Besucher kann nach Belieben sich eine Kost zusammenstellen. Dieser Betrieb ist etwas teurer als der erstgenannte. Man erhält in Glasgow für etwa 10 Pfennig:

1 Portion Bouillon,  
 31 g Fleisch,  
 1 Ei,  
 125 g Pudding,  
 250 g Reis,  
 350 g Kartoffeln,  
 250 g Brot,  
 1 Portion Kaffee,  
 1 Portion Bier.

Die Herstellung der Kost wird sich aber doch bei fester Speisekarte besser machen lassen, als bei dieser immerhin beschränkten Auswahl.

Nach dem Vorbilde der Volksküchen sind in vielen Städten auch Küchen, in denen das erste Frühstück abgegeben wird, Volkskaffeehäuser, eingerichtet.

### Küchenwesen und Eßgeschirre.

Unsere meisten Nahrungsmittel müssen, bevor sie zum Genusse gelangen, erst zu Speisen zubereitet und nicht selten längere Zeit aufbewahrt werden. Die Art der Zubereitung sowie die hierzu nötigen Behelfe sind für die Zuträglichkeit und gesunde Beschaffenheit der Speisen von nicht zu unterschätzendem Einflusse. Es verdienen deshalb auch alle jene Lokalitäten und Gerätschaften, die zum Aufbewahren und zur Zubereitung der Viktualien und Speisen dienen, hygienische Beachtung.

Es ist selbstverständlich, daß sich die Privatküchen der Aufsicht und Kontrolle entziehen. Dagegen sollten Küchen, in welchen die Kost für Pflinglinge der Öffentlichkeit oder des Staates bereitet wird (Küchen in Kasernen, Gefangenhäusern, Irrenanstalten, Siechenhäusern u. s. w.), stets unter Aufsicht oder wenigstens Kontrolle stehen.

Von einer guten Küche muß verlangt werden, daß sie geräumig, ventilierbar, hell sei; daß in ihr die größte Ordnung und die minutiöseste Reinlichkeit herrsche, daß alles Geschirr und Gerät sofort gereinigt auf seinen bestimmten Platz komme, daß in derselben weder geschlafen noch andere, namentlich nicht staubende Arbeiten vorgenommen werden.

Zur Aufbewahrung von Gemüse, Fleisch, Milch, Butter u. s. w. sollen separate, trockene, luftige, entsprechend kühle Räume (Eisschränke, Eiskeller, Speiseschränke u. s. w.) vorhanden sein.

Das Küchen- und Eßgeschirr soll möglichst wenig Rippen, Verzierungen, Vertiefungen u. s. w. haben, in- und auswendig möglichst glatt sein und jede Unreinlichkeit rasch entfernen lassen. Bei der Wahl des Materials für Küchen- und Eßgeschirre sollte nicht bloß die Rücksicht auf den Zweck des Gegenstands, sondern auch die Erwägung leitend sein, ob nicht schädliche Substanzen aus denselben in die Speisen und Getränke übergehen können. In gesundheitlicher Beziehung tadelloses Material ist Glas, Porzellan mit Glasur aus Feldspat und Quarz, und Steingut, wenn die Glasur desselben durch starkes Erhitzen bis zum Glasigwerden des Tones oder durch Verflüssigung unter Zusatz von Kochsalz (siehe Gewerbehygiene) bewerkstelligt wurde. Diese Materialien geben nicht das geringste an die Speisen ab, sind wegen ihrer Glätte leicht zu reinigen und lassen Schmutz leicht erkennen. Holzgeschirre und Holzgerätschaften, die zu Küchenzwecken dienen, haben den Übelstand, daß in die Poren des Holzes leicht Speiseflüssigkeit eindringt, daselbst vertrocknet und die Holzwände, wenn nicht nach jedesmaligem Gebrauche die gründlichste Reinigung stattfindet, mit zersetzbaren Stoffen aller Art verunreinigt. Es ist deshalb zweckmäßig, das Holz, wo es angeht, durch geeignetes Material zu ersetzen.

Von metallenen Geschirren sind silberne, ferner aus reinem Zinn bestehende, sowie untadelhaft verzinnete, vom gesundheitlichen Gesichtspunkte unbedenklich. Doch sei bezüglich zinnener und verzinnter Geschirre bemerkt, daß im Handel sehr viel Geschirr vorkommt, dessen Zinn stark bleihaltig ist. Ein kleiner Bleigehalt ist der Verwendung des Zinnes zu Eßgeräten nicht gerade abträglich. Im allgemeinen wird angenommen, daß erst ein 10% übersteigender Bleigehalt des Zinnes gefährlich werden kann, weil dann das Blei, weniger fest mit Zinn legiert, leicht in kochsalz-, säure- und zuckerhaltige Speisen übergehen kann.

Nach dem deutschen Gesetze vom 25. Juni 1887 sind Legierungen mit mehr als 10% Blei für Koch- etc. Geschirre verboten; die Verzinnung an der Innenseite darf nicht mehr als 1% Blei enthalten. Glasuren und Email, welche nach halbstündigem Kochen mit 4%iger Essigsäure Blei abgeben, sind verboten.

Unverzinnete kupferne Geschirre sind sehr bedenklich. Wenn saure Speisen darin gekocht werden und bis zum Erkalten stehen bleiben, so bildet sich Grünspan, der bekanntlich sehr giftig wirkt. Gut verzinnete Kupfergeschirre sind dagegen ungefährlich. Mit der Zeit wird jedoch die beste Verzinnung abgerieben, und die rein rötliche Kupferfläche kommt zum Vorschein. Es muß dann eine Wiederverzinnung stattfinden.

Eisernes Kochgeschirr wird leicht rostig und verleiht dann den Speisen einen Tintengeschmack. Wird es aber rein gehalten oder entweder durch Verzinnung oder durch ein bleifreies Email vor Rost geschützt, so ist es unbedenklich. Trefflich bewährt sich Kochgeschirr aus verzinntem Bessemerstahl. Auch Aluminiumgeschirre können ohne Bedenken Verwendung finden.

Geschirr aus Zink oder aus Legierungen, die Zink, Kupfer enthalten, wie z. B. Neusilber, Alpaka u. s. w., sollte stets versilbert sein. Hat sich die Versilberung abgerieben, oder wird solches Geschirr ohne Silberüberzug verwendet, so gibt es an die Speisen leicht Metall ab.

Bei verzinnem Geschirre verrät sich ein größerer Bleigehalt durch einen matten bläulichen Glanz und durch den Umstand, daß eine solche Verzinnung leicht abfärbt.

Literatur: Voit, Ernährung, Hermanns Handbuch der Physiologie, Bd. VI. — Forster, Ernährung und Nahrungsmittel, Handbuch der Hygiene von Pettenkofer, I. — Rubner, Zeitschrift f. Biol. XIX, XXI, XXII. — v. Voit, *ibid.* XXV. — Fr. Hofmann, Die Bedeutung der Fleischnahrung, Leipzig 1880. — E. Voit u. Constantinidi, Über die Kost eines Vegetariers, Zeitschr. f. Biol. XXV. — v. Rechenberg, Die Ernährung der Handweber, Leipzig 1890. — Hultgren u. Landergren, Die Ernährung des schwedischen Arbeiters, Stockholm 1891.

**Z BIBLIOTEKI**  
**a. k. kursu naukowego gimnasty. znego**  
**W KRAKOWIE.**

Achter Abschnitt.

---

**Nahrungs- und Genußmittel.**

---

Erstes Kapitel.

**Die Beurteilung der Nahrungs- und Genußmittel.**

Die Nahrungs- und Genußmittlehre hat die Aufgabe, in erster Linie die große Zahl animalischer und vegetabilischer Stoffe darzulegen, welche die unerschöpfliche Quelle unseres Nahrungsvorrats bilden, ferner die Herkunft und Gewinnungsweise sowie die nähere Zusammensetzung dieser Produkte zu erörtern.

In gleichem Grade würde es unzweifelhaft von Bedeutung sein, auch die Veränderung aller Rohmaterialien durch die Kochkunst kennen zu lernen; wir können nur in kurzen, aphoristischen Bemerkungen dieser bedeutungsvollen Seite Rechnung tragen.

Bezüglich der Ausnutzbarkeit sei auf den vorhergehenden Abschnitt „Ernährung“ verwiesen.

Die Nahrungs- und Genußmittel sind für uns nicht nur Mittel zur Erhaltung des Lebens, sondern leider nur zu oft die Quelle der Erkrankung und des Todes. In unzähligen Fällen bilden Verdauungsstörungen, durch die nicht normale Beschaffenheit der Speisen hervorgerufen, den Ausgangspunkt für schwere Erkrankungen. Manche klagen über den „schlechten Magen“ und „schlechte Verdauung“, wo vielmehr die schlechte Speise oder schlechter Trank die Ursache bilden.

Die Erkrankungen durch ungesunde Nahrungs- und Genußmittel entziehen sich bezüglich ihrer Häufigkeit unserer Erkenntnis, weil einerseits die unmittelbar und akut folgenden Erscheinungen keine sehr bedrohlichen sind, die folgende Appetitlosigkeit oder Ausstoßung aus dem Darmkanal ein selbsttätig der Heilung zustrebendes Prinzip darstellt, und weil diese Erkrankungsformen so häufig sind, daß sie „alltäglich“ erscheinen.

Doch nehmen sie bisweilen einen heftigen Charakter an. Solche explosionsartig und epidemisch auftretende Vergiftungen sind es, welche für einige Zeit wenigstens das Interesse für die behandelten Fragen wachrufen. Dahin gehören die Fälle von Fleischvergiftung, die Fälle

von Wurstvergiftung (Botulismus), die Trichinose, die Kriebelkrankheit, die Pellagra. Wo aber solche Erkrankungen mit einer gewissen Regelmäßigkeit wiederkehren, verliert sich, trotz der großen Zahl von Opfern, welche sie auch fordern mögen, das Interesse an denselben. So verhält es sich mit der auf der Ernährungsstörung beruhenden, zahllose Opfer in jedem Jahre fordernden Sommerdiarrhöe. So verhält es sich aber oft auch mit der Fleischvergiftung und Trichinose bei Erwachsenen.

Die Verderbnis der Nahrungs- und Genußmittel ist zum Teil eine autochthone; sehr viele gehen bei genügender Feuchtigkeit und geeigneter Temperatur, sich selbst überlassen, in Zersetzung über, für unsere Sinne mehr oder minder offenkundig, das Fleisch fault, Gemüse zersetzen sich unter Erzeugung schlecht schmeckender Zersetzungsprodukte, Brot und Früchte werden durch Schimmelpilze ungenießbar. Bisweilen dienen die Nahrungsmittel auch bestimmten Parasiten als Wohnort. Die Trichinen und Finnen bewohnen das Muskelfleisch, der Echinokokkus hauptsächlich die Leber, *Claviceps purpurea* das Getreidekorn. Nicht minder häufig aber dürften die Nahrungsmittel bei der Übertragung von Krankheitskeimen eine wichtige Rolle spielen (Milzbrand, Rotz, Tuberkulose, Typhus u. s. w.).

Ungleich häufiger als durch die autochthone Verderbnis der Nahrungs- und Genußmittel wird unsere Gesundheit ein Opfer der Verfälschungen, welche die ersteren erleiden. Die Gefahren durch die Nahrung sind äußerst mannigfaltige. Die Hygiene hat auch die Maßregeln anzugeben, durch welche diese auf mannigfachen Wegen zu stande kommenden Schädlichkeiten erkannt oder im allgemeinen ihre Entstehung verhütet werden kann.

Das öffentliche Interesse verlangt dringend, daß der Staat den Schutz der Nahrung übernimmt. Der Schutz ist nur wirksam, wenn die zum Verkaufe ausgebotenen Nahrungs- und Genußmittel häufig untersucht werden, und zwar durch Behörden, welche Gewähr für die Erkenntnis von Verfälschungen bieten; ferner wenn die Verkäufer strafbar sind, auch wenn sie nicht selbst die Fälschung vorgenommen, sondern nur verabsäumt haben, sich über die normale Beschaffenheit der Ware zu unterrichten, endlich wenn das Publikum so weit durch öffentliche Belehrung unterrichtet wird, daß es im Zweifelsfalle die zur Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln eingerichteten Anstalten sofort in Anspruch nimmt.

In größeren Städten ist es zum Zwecke der Beaufsichtigung und Durchführung der Nahrungsmittelkontrolle wünschenswert, den Verkauf von Nahrungsmitteln in eigens errichteten Schlachthäusern und in den Markthallen zu konzentrieren.

Die Nahrungs- und Genußmittel sind in Deutschland unter den Schutz des Gesetzes vom 14. Mai 1879 gestellt, dessen wesentliche Grundsätze folgende sind:

§ 1. Der Verkehr mit Nahrungs- und Genußmitteln sowie mit Spielwaren, Tapeten, Farben, Eß-, Trink- und Kochgeschirr und mit Petroleum unterliegt der Beaufsichtigung nach Maßgabe dieses Gesetzes.

§ 2. Die Beamten der Polizei sind befugt, in die Räumlichkeiten, in welchen Gegenstände der in § 1 bezeichneten Art feilgehalten werden, während der üblichen Geschäftsstunden oder während die Räumlichkeiten dem Verkehre geöffnet sind, einzutreten.

Sie sind befugt, von den Gegenständen der in § 1 bezeichneten Art, welche in den angegebenen Räumlichkeiten sich befinden, oder welche an öffentlichen Orten, auf

Märkten, Plätzen, Straßen oder im Umherziehen verkauft oder feilgehalten werden, nach ihrer Wahl Proben zum Zwecke der Untersuchung gegen Empfangsbescheinigung zu entnehmen.

§ 9. Wer den Vorschriften . . . zuwider den Eintritt in die Räumlichkeiten, die Entnahme einer Probe oder die Revision verweigert, wird mit Geldstrafen von 50 bis 150 Mark oder mit Haft bestraft.

§ 10. Mit Gefängnis bis zu 6 Monaten und mit Geldstrafe bis zu 1500 Mark oder mit einer dieser Strafen wird bestraft:

1. Wer zum Zwecke der Täuschung im Handel und Verkehre Nahrungs- und Genußmittel nachmacht oder verfälscht.

2. Wer wissentlich Nahrungs- oder Genußmittel, welche verdorben, nachgemacht oder verfälscht sind, unter Verschweigung dieses Umstands verkauft oder unter einer zur Täuschung geeigneten Bezeichnung feilhält.

§ 11. Ist die in § 10, Nr. 2, bezeichnete Handlung aus Fahrlässigkeit begangen worden, so tritt Geldstrafe bis zu 150 Mark oder Haft ein.

Harte Strafen werden in jenen Fällen erteilt, in denen die Nahrungs- und Genußmittelverfälschung die Gesundheit oder das Leben gefährdet (Zuchtstrafe nicht unter 10 Jahren bis zu lebenslänglicher Zuchtstrafe).

Es ist übrigens notwendig, daß man sich den Begriff der Nahrungs- und Genußmittelfälschung möglichst klarmache. Darin, daß ein Gegenstand künstlich nachgemacht oder verschlechtert ist, wird man an und für sich eine strafbare Handlung noch nicht erkennen können. Denjenigen z. B., welcher Wein künstlich ohne Rebensaft herstellt, oder welcher Milch durch einen Zusatz von Wasser verdünnt, diese Fabrikate und Mischungen aber ausdrücklich als Kunstwein und als mit Wasser verdünnte Milch feilhält, wird man nicht einer strafbaren Handlung zeihen dürfen. Es wird daher von einer strafbaren Handlung nur dann die Rede sein können, wenn das der Ware gegebene Aussehen, die Benennung, Bezeichnung, überhaupt der Schein ihrem Wesen nicht entspricht. Dies kann entweder dadurch entstehen, daß das künstliche Fabrikat als Naturprodukt ausgegeben, daß der Ware der Anschein einer besseren Beschaffenheit gegeben wird, als ihrem Wesen entspricht, oder dadurch, daß eine Verschlechterung, welche in ihrem Wesen eingetreten ist, verheimlicht, verdeckt, nicht erkennbar gemacht wird. Wer z. B. rohem, nicht mehr frischem Fleische durch künstliche Mittel das Aussehen von frisch geschlachtetem gibt, wer schlechter, dünn-flüssiger Milch durch Zusatz von Stoffen das Aussehen guter Milch verleiht, wer bereits gebrauchten Teeblättern durch Färben oder Bestäuben das Aussehen noch nicht gebrauchter verschafft, wer einer Ware durch Bezeichnung, Etikettierung eine Benennung beifügt, welche ihrem Wesen nicht entspricht, z. B. Kunstbutter als Butter bezeichnet, versieht sie mit dem Anschein einer besseren Beschaffenheit.

Denselben Zweck, nur mit Mitteln entgegengesetzter Richtung, verfolgt, wer die Sache verschlechtert — sei es durch Entnehmen von Stoffen (z. B. Abrahmen der Milch) oder Zusetzen von Stoffen (z. B. Wasserbeimischung zur Milch, zum Biere, Beimengung von aus Ton nachgemachten Kaffeebohnen zum Kaffee u. s. w.) oder auf andere Weise — und die verschlechterte Ware als eine nicht verschlechterte, d. h. unter Verschweigung der Verschlechterung oder unter einer Bezeichnung, welche den Kauflustigen über die eingetretene Verschlechterung zu täuschen geeignet ist, feilhält. Dem letzteren Falle der Verfälschung ist jener gleichzustellen, in welchem die Verschlechterung nicht durch

ein Tun, sondern durch einen natürlichen Prozeß eingetreten ist und dieser verschwiegen oder nicht erkennbar gemacht wird.

Von dem Vorhandensein einer rechtswidrigen, gewinnstüchtigen Absicht die Strafbarkeit und Beanstandung abhängig zu machen, erscheint nicht angezeigt, da, wenn auch eine solche Absicht bei einem wissentlichen Verkaufe oder Feilhalten der bezeichneten Gegenstände in der Regel vorausgesetzt werden kann, doch auch Fälle denkbar sind, wo ein Gewinn nicht beabsichtigt wird, ohne daß damit die Handlung ihres wesentlich durch die fälschliche Beschaffenheit der Ware begründeten strafwürdigen Charakters entkleidet wird.

### Die Produktion der Nahrungs- und Genußmittel.

Die Möglichkeit der guten Ernährung eines Volkes ist nur gegeben, falls die Nahrungs- und Genußmittel billig, ihre Produktion oder der Import genügend sind. Der Staat hat daher das lebhafteste Interesse, zunächst der Wahrung der Produktion sein Augenmerk zuzuwenden; es decken sich hierin hygienische und volkswirtschaftliche Aufgaben so sehr, daß es nicht leicht sein dürfte, zu entscheiden, wo das Schwergewicht der Verantwortung ruht.

Alles, was die Urproduktion zu heben in der Lage ist, bringt der Nahrungsmittelproduktion Nutzen. Die Landgewinnung und Urbarmachung schlechten Bodens, die Förderung der landwirtschaftlichen Kenntnisse, die Verbesserung der landwirtschaftlichen Maschinen, Umgestaltung veralteter und unzweckmäßiger Einrichtungen der Mühlengewerbe, Einführung neuer ertragreicherer Pflanzen, Hebung der Viehzucht, dies alles sind Vorgänge, an deren Erfolg auch im weiten Sinne die Hygiene Anteil nimmt und welche ihren Zwecken zu gute kommen.

Die Erfolge in der Nahrungsmittelvermehrung werden sich aber auch noch auf anderen Wegen erzielen lassen, indem die Methoden die Gewinnung von Nahrungsstoffen aus Materialien, welche für den menschlichen Genuß untauglich sind, sich verbessern. Welch kolossaler Umschwung hat sich in dieser Hinsicht z. B. bei der Rohrzuckerindustrie vollzogen; die nahezu völlig unverwertbare Zuckerrübe liefert einen Nahrungsstoff, der mit Rücksicht auf seine Reinheit äußerst billig genannt werden kann. Bei der Herstellung des Mehles fällt vielfach mehr an Stoffen ab, als man wünschen muß; die Verbesserung des Mahlverfahrens wird diesem Übelstand steuern helfen. Auch bei den Genußmitteln werden derartige Fortschritte wesentlich bemerkbar; in früheren Zeiten war die Herstellung eines gleichmäßig gearteten Bieres unmöglich und alljährlich wurden große Mengen sauren Bieres verloren und vernichtet. Diese Gefahren sind durch Verbesserung der Methodik beseitigt. Nicht minder wichtig haben sich die Methoden des Petiotisierens und Chaptalisierens bei der Herstellung guter und billiger Weine erwiesen.

Eine nicht unwichtige Quelle der Nahrungsmittelvermehrung bildet ihr Import aus überseeischen Ländern; es werden nicht nur Vegetabilien und Genußmittel aller Art, sondern seit den letzten Jahrzehnten auch frisches Fleisch importiert. Der Import ist stets ein Notbedarf und nur bei Versiegen der Nahrungsquellen eines Landes gerechtfertigt.

Gegen den Import wird geltend gemacht, daß eine Garantie für gesundes Fleisch nicht übernommen werden kann, weil die Fleischbeschau bei Begutachtung einzelner Fleischteile naturgemäß auf große Schwierigkeiten stößt.

Durch das stete Streben nach Verfeinerung der Genüsse, der im Prinzip etwas gesteuert werden müßte, entstehen vielfach aber recht günstige Folgen. Man sieht, wie beim Verkaufe des Fleisches in großen Städten z. B. die einzelnen Teile eines Rindes äußerst verschieden bezahlt werden. Die von den besser situierten Klassen gekauften Stücke werden ganz unverhältnismäßig hoch bezahlt, ohne daß dazu in der Tauglichkeit zur Ernährung irgend eine Veranlassung gegeben wäre. Die Stücke zweiter Qualität werden dadurch wesentlich billiger abgegeben. Ebenso verhält es sich bei dem Vermahlen des Mehles in der Hochmüllerei. Die feinen Auszugmehle werden außerordentlich hoch bezahlt, die für den Minderbemittelten gleich wertvollen Brotmehle sind sehr billig. Wir sehen in diesen Beispielen, wie in vielen Fällen eine gewaltige Selbstbesteuerung der vermöglichen Klassen zur Durchführung kommt und so die Beschaffung des Nahrungsbedarfes dem Minderbemittelten erleichtert wird.

Die Beschaffung billiger Nahrungsmittel wird in großen Städten durch den übermäßig ausgedehnten Zwischenhandel geradezu unmöglich. Die notwendigsten Bedürfnisse werden oft unglaublich verteuert und der Fälschung Tür und Tor geöffnet.

Von den Nahrungsmitteln ergeben sich behufs Verarbeitung zu Speisen vielerlei Abfälle und von den Speisen selbst wird wiederum nur ein Teil verzehrt und eine nicht unerhebliche Menge geht ungenützt zu Grunde. Diese Verluste sind im ganzen genommen recht bedeutende und lassen sich gewiß wesentlich einschränken. Zur Herstellung von manchen Genußmitteln, wie des Alkohols, des Weines und Bieres, werden Nahrungsmittel dem Genusse entzogen; die Kartoffel, Gerste, Trauben könnten ja auch direkt zur Ernährung verwendet werden.

Eine Quelle großer Verluste an Nahrungsmitteln besteht in dem freiwilligen Verderben dieser Stoffe durch Selbstzersetzung.

### Die Konservierungsmethoden.

Die Produktion der Nahrungs- und Genußmittel ist in der Natur eine höchst ungleiche. In den Sommermonaten wird viel von Nahrungstoffen durch das Wachstum der Pflanzen erzeugt, im Winter dagegen nur wenig.

Die Ungleichheit der Erzeugung und des Verbrauches dieser zeitliche Überfluß und wiederkehrende Mangel würde sich sowohl durch die Einfuhr von Nahrungsmitteln, als durch die richtige Verteilung der Sommerproduktion auf die Wintermonate beheben zu lassen. Die zweckmäßige Verwertung der Nahrungsprodukte ist im ökonomischen wie hygienischen Interesse dringend erwünscht.

Leider lassen sich viele der Nahrungsmittel nicht beliebig aufbewahren, weil sie der Zersetzung unterliegen und zu Grunde gehen. Das Fleisch, Milch, die Gemüse, Früchte lassen sich nur relativ kurze Zeit frisch erhalten.

Ursache des Verderbens sind die unzähligen, überall verbreiteten Keime, die Schimmelpilze, Gärungspilze und Spaltpilze, selten kommen Tiere als Quelle des Nahrungsmittelverderbens in Betracht.

Im allgemeinen begünstigt geringer Wassergehalt eines Nahrungsmittels das Wachstum der Schimmelpilze. Die allermannigfachsten Stoffe, Brot, gekochte breiartige, vegetabilische Speisen, eingesottene Früchte, Tinte, Leder, frische Früchte, trockenes Fleischpulver u. s. w. werden von den Schimmelpilzen befallen. Einem leichten weißen Überzuge folgt eine meist graugrüne oder bräunliche Decke; schließlich die Bildung einer dichten Haut. Sie bedürfen der Sauerstoffzufuhr, zerstören die organischen Stoffe und bilden unangenehm riechende wie schmeckende Stoffwechselprodukte. Als ein Beispiel sei an den bekannten unangenehm dumpfen Geruch und bitteren Geschmack erinnert, welchen Mehl, Grieß, Brot u. dgl. zeigen, wenn sie, an feuchten Stellen aufbewahrt und von Schimmelpilzen besiedelt waren. Das Mäuseln oder Bockern des Weines beruht auf Gärung bei Gegenwart von Schwefel. Manche Früchte erlangen ihre Widerstandskraft durch die Schale, welche sie umgibt. Äpfel, Birnen u. s. w. werden aber zerstört, sobald die Schalen verletz sind.

Die Gärungspilze lassen sich namentlich in verdünnten zuckerhaltigen Flüssigkeiten, in dünnen Fruchtsäften, den Mosten, der Bierwürze nieder. Leicht saure Reaktion schadet nicht, dagegen alkalische Reaktion. Sie vermögen unter Sauerstoffabschluß zu gedeihen und bilden neben geringen Mengen anderer Stoffwechselprodukte Kohlensäure und Alkohol, bisweilen treten die Zersetzungsprodukte weniger in den Vordergrund, wie z. B. bei der Kahlhaut, die auf Bier, Wein, Fruchtsäften sich entwickelt.

In den verdünnten Lösungen, namentlich wenn diese schwach alkalische Reaktion besitzen und nicht stark zuckerhaltig sind, entwickeln sich mit Vorliebe die Spaltpilze. Ihre Wirkungen sind äußerst mannigfaltige. Zunächst müssen wir sie als die Ursache der Fäulniserscheinungen betrachten. Dann aber erzeugen sie die saure Reaktion in Milch, ihre weitere Zerlegung in Buttersäure, die blaue Milch, fadenziehende Milch u. s. w. Sie beteiligen sich an dem Sauerwerden des Weines (Zickendwerden) und des Bieres. Auch gibt es zahllose andere Fälle, in denen ihr Wachstum in den Nahrungs- und Genußmitteln den Verderb der Ware bedeutet, ohne daß man bisher die einzelnen Zersetzungsweisen mit besonderen Namen belegt hätte.

Da sie im allgemeinen resistenter als Schimmel- und Hefepilze sind, muß ihre Vernichtung namentlich bei allen länger dauernden Versuchen, die Nahrungsmittel frisch zu erhalten, hauptsächlich ins Auge gefaßt werden.

Die Konservierungsmethoden haben die Aufgabe, die Zersetzung der Nahrungs- und Genußmittel zu verhüten.

Die Konservierungsmethoden dürfen aber ein Nahrungs- oder Genußmittel nicht so weit verändern, daß seine natürlichen Eigenschaften irgendwie geändert werden und daß die Verwertung zu Ernährungszwecken leidet. Namentlich dürfen keinerlei Geschmacksänderungen und Gesundheitsschädigungen bei dem Konservierungsprozesse eintreten.

Eine häufig geübte Konservierungsmethode ist die Einwirkung der Kälte auf Nahrungsmittel; da im allgemeinen die Wachstums-

verhältnisse der niederen Pilze bei niederer Temperatur teils sehr ungünstige sind, teils vollständig ruhen, kann man sich der Wirkung der Kälte zur Erhaltung der Nahrungsmittel in frischem Zustand mit Erfolg bedienen. Temperaturen wesentlich tiefer als  $0^{\circ}$  halten Fleischteile beliebig lange frisch, wie in einer sehr instruktiven Weise das Auffinden eines in Eis eingefrorenen Mammuts in Sibirien, das einer prähistorischen Periode angehört haben muß, dargetan hat. Am besten wird zur Konservierung des Fleisches u. dgl. die Temperatur nahe dem Nullpunkte gehalten; ebenso dient die Kälte für alle anderen Nahrungsstoffe als Konservierungsmittel. Wenige Grade über Null zersetzen sich aber manche Nahrungsmittel, z. B. Fleisch, bei längerer Aufbewahrung.

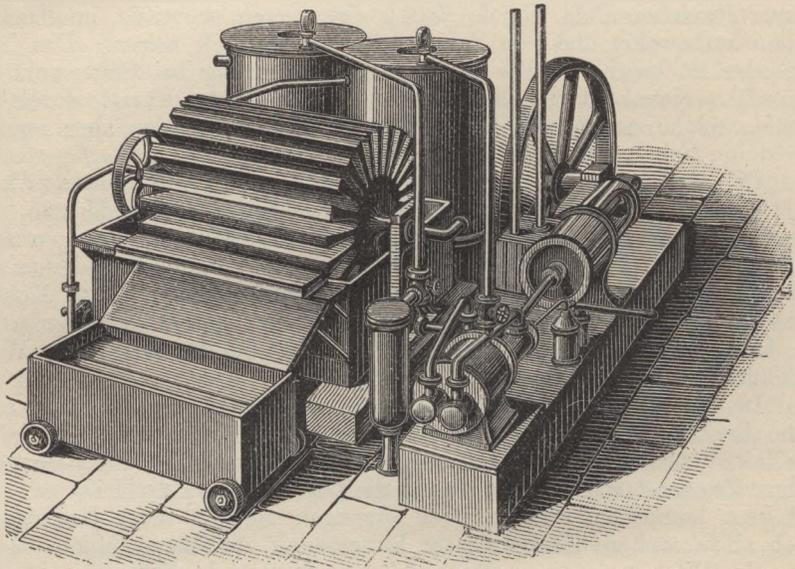


Fig. 176.

Zur Kalteerzeugung bedient man sich des natürlichen oder Kunsteises. Das natürliche Eis soll möglichst reinem Wasser entnommen werden, wenn es in direkten Kontakt mit Nahrungsmitteln kommen kann. Zur Aufbewahrung dienen Eiskeller, in denen das Eis möglichst dicht, doch isoliert von Wandung, Decke und Boden gelagert wird, und die nach amerikanischem Vorbilde gebauten Eishäuser. Die für den Kleinbetrieb benützten Eisschränke erzeugen in den Sommermonaten keine Temperatur, bei welcher die Nahrungsmittel sehr lange aufbewahrt werden können, und geben durch die freie Zirkulation von Luft leicht zur Kondensation von Wasserdampf auf den Nahrungsmitteln Veranlassung. Schimmelbildung ist daher gar nicht selten; auch Bakterien kommen dabei, wenn auch kümmerlich, fort.

Zur Herstellung des Kunsteises werden zurzeit meist sogenannte Eismaschinen mit wasserfreiem Ammoniak verwendet. Die beste derartige Einrichtung ist die Lindesche Maschine (siehe Fig. 176).

Eine sternförmig gebaute, hohle Trommel, welche um eine horizontale Achse drehbar ist, wird beständig von einer stark abgekühlten Salzlösung durchströmt und taucht mit ihrer unteren Seite in Wasser. In den Vertiefungen zwischen den Strahlen der Trommel friert das Wasser und schließlich sind dieselben vollkommen mit Eis gefüllt. Nun läßt man rasch heißen Dampf in die Trommel strömen. Dadurch lösen sich die in den Vertiefungen der Trommel befindlichen Eisprismen ab und werden weggenommen.

Die Kälte wird dadurch erzeugt, daß Ammoniak, welches in den zylindrischen Gefäßen sich befindet, durch eine Dampfdruckpumpe aus dem einen Zylinder herausgesaugt und nach dem zweiten Gefäße gedrückt wird. Im ersten Falle wird sehr viel Wärme gebunden und die in diesem Gefäße zirkulierende Salzlösung stark abgekühlt. In dem Kompressionsgefäße sammelt sich unter Erhitzung das Ammoniakgas an. Da das Ammoniak also immer wieder gewonnen wird, kann man mit derselben Stoffmenge beliebige Eismengen produzieren. Es gibt noch mancherlei andere Maschinen, welche für Verdunstungsmaterialien, wie z. B. schweflige Säure u. dgl., eingerichtet sind. In neuester Zeit findet die Kohlensäure bei den Eismaschinen häufig Verwendung.

Eine außerordentliche Bedeutung zur Kühlung der Räume, in welchen überseeisches Fleisch transportiert wird, hat die Windhausensche Kaltluftmaschine erlangt (Fig. 177).

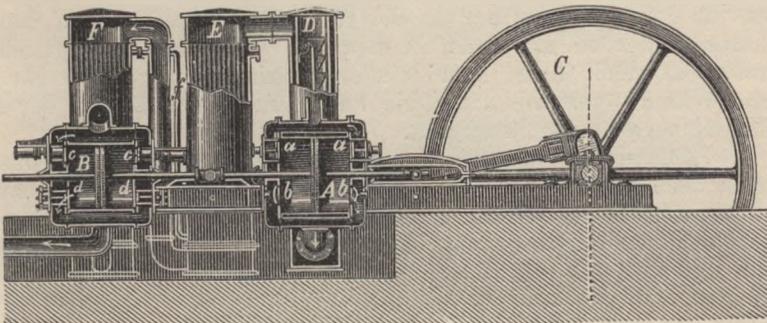


Fig. 177.

Die Kraftmaschine *C* bewegt den Kolben des Kompressionszylinders *A*. Die komprimierte Luft, welche durch die Kompression sich sehr erwärmt, wird durch die beiden Abkühlapparate *E* und *F*, die in einem Röhrensystem von kühlem Wasser durchströmt werden, getrieben und geht nun in den Expansionszylinder *B*. Hier dehnt sie sich wieder auf normalen Druck aus; da ihr aber in *E* und *F* Wärme entzogen wurde und da sie dort auch Wasserdampf abgegeben hat, so ist sie nunmehr kühl, und da sie rasch etwas Wärme aufnehmen wird, auch ziemlich trocken.

Die gekühlte Luft wird direkt in die Räume geleitet, in welchen das Fleisch hängend aufbewahrt wird; die Maschine arbeitet rasch. Innerhalb 10—12 Minuten hat die aus der Maschine ausströmende Luft eine Temperatur von 40 bis 50° unter Null.

Durch Kalte, namentlich durch Gefrieren konservierte Nahrungsmittel faulen nach dem Auftauen leicht, weil die durch die Eisbildung zerrissenen Gewebe das Eindringen der Spaltpilze begünstigen. Durch die Kalte wird jedenfalls nur ein Teil der in den Nahrungsmitteln lagernden Spaltpilze zerstört. Es werden also bei diesen Methoden nicht allein die Nahrungsmittel, sondern auch die niederen Organismen konserviert.

Wesentlich kräftiger ist als Konservierungsmethode die Anwendung der Wärme. Das älteste und bekannteste Verfahren ist das Appertsche. Die Nahrungsmittel werden in Büchsen aus Weißblech eingeschlossen, dann (in neuerer Zeit) auf 106° in gespanntem Dampfe erhitzt. Sie werden dadurch sterilisiert, d. h. alle vorhandenen lebensfähigen Organismen getötet. Fleischspeisen aller Art, Gemüse, Milch

u. s. w. werden in ausgedehntestem Maße nach diesem Verfahren konserviert; je weniger man die Temperatur von 100° überschreitet, um so zarter bleiben Fleischkonserven.

Die Anwendung chemischer Konservierungsmethoden für allgemeingebrauchte Nahrungsmittel oder Getränke ist durchaus zu widerraten; sie führt nur dahin, daß der Genuß unverfälschter Naturprodukte noch mehr sinkt, als es ohnedies schon der Fall ist. Am meisten wird durch solche Konservierungsverfahren der Minderbemittelte geschädigt, an den man solche Waren zumeist abzusetzen pflegt.

Will man für manche Luxuswaren und Delikatessen solche Zusätze für notwendig erachten, so muß auch in diesem Falle unbedingte Deklaration gefordert werden. Der Produzent muß auf den Gefüßen u. s. w. angeben, welches Konservierungsmittel zugegeben worden ist. Einen Deklarationszwang ohne fortwährende Kontrolle seitens der Behörden ist ganz ohne Wert; die genaue Kontrolle verschlingt aber horrende Summen Geldes, für deren Kosten indirekt die Konsumenten aufkommen müßten. Die letzteren werden also meist in doppelter Weise benachteiligt, einmal dadurch, daß man ihnen zum mindesten minderwertige oder gar verdorbene Waren unterschiebt und sie außerdem zu den Kosten der Nahrungsmittelüberwachung heranzieht.

Die Zulässigkeit von sogenannten Desinfektionsmitteln chemischer Natur ist auch wegen ihrer Gesundheitsschädlichkeit zu bestreiten. Außerdem kommt in Betracht, daß man Grenzwerte auch für weniger bedenkliche nicht aufstellen kann, weil ja ganz verschiedene Mittel angewandt werden, und dieselben durch zufälliges Zusammentreffen sehr bedenkliche Wirkungen erzeugen können.

Für gegorene Flüssigkeiten, wie Bier und Wein, auch für Milch, wird das Pasteurisieren angewendet. Pasteur hat gefunden, daß jene Keime, welche ein Verderben von Bier und Wein hervorzurufen pflegen, schon durch rasches Erhitzen auf 50° getötet werden. Nach dem Pasteurisieren kühlt man Wein wie Bier sofort wieder ab; es vermeidet nicht alle Verderbnis der genannten Genußmittel, aber doch weitaus die allermeisten Fälle derselben.

Die im gewöhnlichen Leben am häufigsten geübte Konservierungsmethode ist die der Wasserentziehung und das Trocknen. Stark sirupöse oder lufttrockene Massen sind nur wenig der Gefahr der Verderbnis ausgesetzt. Fleisch, Milch, Eier, Gemüse lassen sich nach dieser Methode mit Erfolg konservieren. Freilich muß man die Geschmacksänderung, welche durch das Eintrocknen ab und zu eintritt, wohl ins Auge fassen. Manchmal werden wasserentziehende Substanzen behufs Konservierung zugesetzt, z. B. Zucker (bei kondensierter Milch) oder Salz und Salpeter (beim Pökelfleisch).

Von der Nahrungsmittelkonservierung hat man den neuerdings überhandnehmenden Unfug der Zusätze von Desinfektionsmitteln zu Nahrungs- und Genußmitteln wohl zu trennen.

Als solche Zusätze sind Borsäure und Borax, schwefligsaures Salz oder schweflige Säure, Salizylsäure, Formaldehyd, Fluornatrium u. s. w. benützt worden.

Die schweflige Säure fand früher zur Konservierung von Wein und Hopfen Verwendung, jedoch ohne besonderen Erfolg und nur zum Nachteile des Weines. Sie wurde auch für Fleisch verwendet. Das Schwefeln der Fässer, gegen welches nichts einzuwenden ist, kommt namentlich im Großbetriebe sehr rasch außer Gebrauch, seitdem man die Fässer durch Einleiten von Wasserdampf reinigt.

Ebensowenig kann man den schwefligsauren Kalk als Zusatz zu Bier und Wein für zulässig erklären; nicht selten hält er Schwefelkalkzium beigemischt, wodurch der Geschmack vollkommen verdorben werden kann. Borax und Borsäure, seit einigen Jahren vielfach benützt, wirken nachteilig auf die Ausnützung der damit imprägnierten Nahrungsmittel. Die Salizylsäure ist als Konservierungsmittel ohne wesentlichen Wert, allgemeinere Verwendung der Salizylsäure ist zu widerraten. In neuester Zeit wird auch der bedenkliche Formaldehyd empfohlen.

Wir werden bei den einzelnen Nahrungs- und Genußmitteln die für sie tauglichen oder angewandten Methoden mitteilen.

Von dem Zusatze von Desinfektionsmitteln wird in der überwiegenden Anzahl der Fälle nur der Konsument Schaden haben, indem ihm häufig halb verdorbene oder minderwertige Ware unterschoben und er einer Benachteiligung der Gesundheit durch das keineswegs indifferente Desinfektionsmittel ausgesetzt wird.

Literatur: Lehmann K. B., Hygienische Studien über Kupfer, Bd. 24—31. — Cnyrim, Die Konservierung der Nahrungsmittel pp., 1903. — König, Chemische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs und Genußmittel, 1889 und 1903. — Schneidemühl, Die animalischen Nahrungsmittel, 1903. — Buchka, Die Nahrungsmittelgesetzgebung im Deutschen Reiche 1901.

## Zweites Kapitel.

### Animalische Nahrungsmittel.

#### Zusammensetzung und Eigenschaften des Fleisches.

Unter Muskelfleisch versteht man als Nahrungsmittel zunächst bloß die eigentliche Muskelsubstanz in ihrem natürlichen Zusammenhange mit Fett, Sehnen, Knochen, unter Fleisch in weiterem Sinne aber alle Weichteile der Tiere, soweit sie genießbar sind, wie Lunge, Nieren, Leber, Milz, Herz u. s. w.

Die Menge des verzehrten Fleisches ist in den einzelnen Städten, wenn wir auf statistischen Erhebungen fußen, eine höchst ungleiche; so wird verzehrt per Tag und Kopf der Bevölkerung in:

Königsberg . . . .	92 g	Bordeaux . . . .	222 g
Danzig . . . . .	121 „	New-York . . . .	226 „
Breslau . . . . .	124 „	Paris . . . . .	230 „
Nantes . . . . .	131 „	Wien . . . . .	238 „
Berlin . . . . .	135 „	Pau . . . . .	252 „
Toulouse . . . . .	159 „	München . . . . .	260 „
Würzburg . . . . .	180 „	London . . . . .	274 „
Lyon . . . . .	200 „		

Wieviel auf den Erwachsenen, wieviel auf die Kinder trifft, ist zwar daraus nicht zu ermesen; wohl aber können die Zahlen zum ungefähren Vergleiche dienen. Das mittlere Gewicht der Bevölkerung beträgt (Kinder und Erwachsene) nur 45 kg (Rubner). Als eine gute Ernährung kann man bezeichnen, wenn in der Kost des erwachsenen Mannes (von 75 kg Gewicht) durchschnittlich 250 g Fleisch für den Tag geboten sind.

Das alkalisch reagierende Fleisch frisch geschlachteter Tiere ist für den Menschen wegen des unangenehmen Geschmacks nicht genießbar. Zu Genußzwecken sollte nur Muskelfleisch, welches die Totenstarre überstanden hat, verwendet werden. Nach einiger Zeit, deren Dauer von der Temperatur abhängig ist, wird der Muskel hart, es tritt die Totenstarre ein. Wieder nach Verlauf von einiger Zeit löst sich die Starre, die Muskel werden biegsam, der Muskelsaft reagiert nun sauer durch saures, phosphorsaures Kali. Schlagen und Klopfen befördert den Eintritt der Totenstarre.

Zwar ist das Fleisch verschiedener Tierarten nicht ganz gleich zusammengesetzt, doch kehren die wesentlichen Bestandteile bei allen Tieren überall wieder.

Das Fleisch enthält außer den in den Muskelfibrillen abgelagerten Stoffen das in dem Perimysium vorhandene Fettgewebe, sowie die in den Gefäßen eingeschlossenen Bestandteile des Blutes.

An Eiweißstoffen finden sich: das Syntonin, das Myosin, Muskelalbumin, Serumalbumin, Hämoglobin. Außerdem sogenannte Extraktivstoffe.

Dazu gehören als stickstoffhaltige Stoffe: das Kreatin und Kreatinin, das Xanthin, Sarkin, Karnin, Guanin, Spuren von Harnsäure in manchen Fleischarten, Taurin, Glykokoll, Protsäure. Ferner stickstofffreie Stoffe, wie das Glykogen, Dextrin, Traubenzucker und Inosit, die Paramilchsaure (Fleischmilchsaure).

Zur Untersuchung des Fleisches kann man dasselbe zunächst mit Wasser auswaschen, solange noch etwas gelöst wird; man filtriert. Die Lösung enthält Muskelalbumin, Serumalbumin, Hämoglobin sowie die Extraktivstoffe. Durch vorsichtiges Erwärmen auf etwa 47° fällt Muskelalbumin aus. Filtriert man ab und erhitzt allmählich zum Kochen, dann scheidet sich Serumalbumin (bei etwa 72—75°) und das Hämoglobin (bei etwa 70°) aus. Letzteres zerfällt in koaguliertes Eiweiß und Hamatin. Während des Erhitzens tritt etwa bei 70—80° der angenehme Geruch nach Fleischbrühe als Folge einer Zersetzung von Stoffen des Fleischextrakts auf. Nach Koagulation der Eiweißstoffe filtriert man ab und hat nun den Fleischextrakt, der bei fabrikmäßiger Darstellung konzentriert wird.

Der im Wasser nicht lösliche Teil des Fleisches wird mit 7—10%iger Chlorammoniumlösung extrahiert, er liefert Myosin. Nunmehr hinterbleibt das Syntonin mit leimgebendem Gewebe und dem Sarkolemmschläuchen und Fett. Syntonin löst sich in Salzsäure von 0.1 bis 0.3 %/100, aber nur langsam.

Ein übersichtliches Bild der quantitativen Zusammensetzung des Fleisches kann aus folgender Analyse des Fleisches vom Rinde entnommen werden (Bischoff und Voit).

100 Teile frisches mageres Fleisch enthalten:

Eiweiß . . . . .	18.36
Leimgebende Substanz . . . . .	1.64
Fett . . . . .	0.90
Extraktivstoffe . . . . .	1.90
Asche . . . . .	1.30
Gesamte Trockensubstanz	24.10
und Wasser . . . . .	75.90

In 100 Teilen fettfreier Trockensubstanz fand Rubner:

Syntonin, Myosin, leimgebendes Gewebe . . .	70·1
Hämoglobin, Serumalbumin . . . . .	8·57
Muskelalbumin . . . . .	3·13
Extraktivstoffe . . . . .	12·68
Asche . . . . .	5·50

Die Asche des Fleisches ist reich an Phosphorsäure (42·5%) und Kali (41·3%). Der Kohlenstoffgehalt des fettfreien, trockenen Fleisches beträgt 50·5%, der Stickstoffgehalt 15·4%.

Von den verschiedenen Fleischsorten wird überwiegend jenes von Pflanzenfressern bezw. dem Rinde, verzehrt, an manchen Orten auch viel Schaf- und Hammelfleisch. Gewöhnlich haben Rinder mit lichter Farbe und feiner Haut ein besseres Fleisch als Tiere mit dunkler Hautfarbe. Von den verschiedenen Rindviehrassen schätzt man in England als besonders schmackhaft das Fleisch des Shorthorns, in Frankreich das Fleisch der Charalois, in Deutschland die schwäbisch-hallische Rindviehrasse, in Österreich das ungarische und podolische Rind.

Die im Freien lebenden Pflanzenfresser, das Wildbret, liefern gesundes und äußerst wohlschmeckendes Fleisch.

Von fremden Fleischsorten wird das Antilopenfleisch gelobt, Lappen, Samojeden, Tungusen verzehren das Rentierfleisch. Giraffenfleisch wird im Hottentottenlande viel verzehrt. Unter den Dickhäutern hat man mit Recht das Schwein als animal propter convivia natum bezeichnet. Es nimmt nach dem Rindfleisch hinsichtlich der Größe des Verbrauches den zweiten Platz ein. Weniger wertvoll ist das Fleisch von Einhufern, z. B. des Pferdes, das von den Mongolen, Tataren, Kalmücken genossen wird. Heutzutage verzehrt die großstädtische Bevölkerung unbewußt recht erhebliche Mengen von Pferdefleisch. Genießbar ist auch das Fleisch des Esels, des Zebra und Guagua.

Von den Nagetieren hat das Fleisch des Hasen einen äußerst angenehmen Geschmack. Genießbar sind Kaninchen, Biber und Eichhörnchen. Das Fleisch von Fleischfressern wird nur bei Volkern, welche keine Gelegenheit haben, anderes zu erhalten, verzehrt, z. B. in Neuholland das Hundfleisch.

Von den Vögeln bietet der aus Siam und Kochinchina verpflanzte Haushahn, der aus Mexiko importierte Puterhahn, Feldhuhn, Auerhahn, Wachtel und Tauben der Tafel mancherlei Abwechslung. Der Genuß von Singvögeln ist glücklicherweise im Aussterben begriffen. In Brasilien wird der Papagei zur Herstellung kräftiger Suppen verwendet. Unter den Schwimmvögeln haben Gans und Ente eine nicht minder wichtige Rolle erlangt, wie das Schwein unter den Säugetieren. Der Genuß von Sumpfvögeln, wie Reiher, Storch, Kranich, der bei den Römern außerordentlich stark war, ist zurückgegangen. Von den Kaltblütern finden nur die Schildkröte, die Frösche, Tintenfische, mancherlei Mollusken beschränkte, die Fische dagegen ausgedehnte Verwendung. Nur wenige Fische sind mit Sicherheit als giftig anerkannt. Einzelne Fische, Clupea, Thrissa, Sparus agrus, scheinen zu allen Zeiten, andere aber nur zur Laichzeit, oder wenn sie eine gewisse Größe erreicht haben (*Letrinus esculentus*, wenn er mehr als 13 cm lang wird), giftig zu sein. Bei gewissen Fischen sind nur bestimmte Körperteile, z. B. die Leber bei *Perca venenosa*, *Cottus gruniens*, *Scomberoides scombrus* oder der Roggen bei *Cyprinus Carbus*, *Cyprinus brana*, giftig. Die Raubfische haben wohlschmeckenderes Fleisch als die Schlammfische.

Der Flußkrebis liefert zartes Fleisch. Der Genuß desselben erzeugt bei manchen Individuen die Nesselsucht. Manche Muschelsorten, wie die Miesmuscheln, können unter Umständen Gift führen.

Die einzelnen Fleischsorten, welche für die Ernährung der Menschen verwertbar sind, schätzen wir sehr ungleich; das, was aber den Wert des Fleisches bedingt, sind äußerst wechselnde Eigenschaften.

Besonders wertvoll ist die Weichheit und Zartheit, sei es nun, daß diese schon dem ursprünglichen Fleische zukommt, sei es, daß dieselbe durch die Kochkunst zu erreichen ist. Eine nicht unwesentliche Aufgabe bei dem Fleischgenusse ist das Kauen. Ein weiches und zartes Fleisch ziehen wir anderem vor, weil wir bei dem Kauen den Fleischsaft in großer Menge gewinnen und dessen Wohlgeschmack genießen.

Die Güte des Fleisches wird weiter bedingt durch die Eigenart der Extraktivstoffe; diese sind bei jeder Tierart und jedem Organ verschiedene und wechseln mit den Lebensbedingungen. Nicht ohne Einfluß ist die Anstrengung, welche die Muskeln zu leisten haben. Es sind die angestrengtesten Muskeln, aber nicht immer die besten, in abgehetztem Zustand geschlachtete Tiere sollen sogar angeblich krankmachendes Fleisch liefern.

Wesentlich beeinflußt die Art der Fütterung den Wohlgeschmack. Das Fleisch von Rindern, welche bei Alpenfütterung süßes Heu genießen, ist äußerst wohlschmeckend und nicht zu vergleichen mit jenem, welches bei Fütterung mit Ölkuchen, Schlempe oder Runkelrüben etc. erhalten wird. Selbst die Weide hat einen wesentlichen Einfluß. Rebhühner verlieren ihren Geschmack, wenn sie eingesperrt und wie Haushühner gefüttert werden. Zahme Enten werden mager und nehmen den Geschmack von Wildbret an, wenn man sie frei läßt. Das Fleisch des Birk- und Auerhahnes schmeckt deutlich aromatisch, würzig, nach Fichtennadeln. Das Fleisch von Schweinen, die mit gesunden Kartoffeln, Trebern, Molke und Milchabfällen genährt wurden, ist vorzüglich saftig. Dagegen ist das Fleisch solcher Schweine, die stinkende Griebe, schlechte Kartoffeln etc. aufnehmen, widerwärtig. Schweine, welche bei Buchen- und Eichelnahrung aufgezogen werden, nehmen einen tranigen Geschmack an.

Alter und Geschlecht der Schlachttiere erzeugen wesentliche Verschiedenheiten der Güte des Fleisches. Das Fleisch junger Tiere ist meist zart. Das Bindegewebe löst sich ungemein leicht bei dem Kochen. Bei alten Tieren wird dasselbe erst nach längerer Zeit in Leim verwandelt. Doch besitzen alte Tiere meist wesentlich mehr und schmackhaftere Extraktivstoffe. Suppe von Kalbfleisch kann man mit jener von Mastochsenfleisch nicht vergleichen. Alte Hühner haben meist ein zähes Fleisch, geben aber vorzügliche Suppen (Extraktivstoffe). Das Fleisch der Weibchen wird meist dem der Männchen vorgezogen; vielfach läßt die Kastrierung einen besseren Fleischgeschmack erzielen.

### Zubereitung des Fleisches.

Rohes Fleisch sollte nicht genossen werden, da es die Einführung von Entozoen ermöglicht. Leider wird die Unsitte, rohes Fleisch zu genießen, gerade in manchen Teilen Deutschlands mit besonderer Zähigkeit festgehalten. Es ist eine wesentliche Aufgabe, mit allen Mitteln diesen Übelstand zu bekämpfen. Es ist eine törichte, durch nichts zu beweisende Annahme, daß rohes Hackfleisch und roher Schinken bekömmlicher seien als die garen Speisen. Gerade der feine würzige Geschmack und Geruch des Fleisches kommen erst beim Kochen, Braten u. s. w. zum Vorschein. Die gewöhnlichen Zubereitungsweisen des Fleisches sind: Kochen, Dünsten, Braten, bei fast allen Zubereitungen des Fleisches wird Wärme angewandt; erwärmt man Fleisch, so gerinnen schon von 45° ab Eiweißstoffe. Nach der Untersuchung, welche im Laboratorium des Verfassers angestellt wurde, sind von den Eiweißstoffen geronnen:

	bei Rindfleisch	bei Schinken
bei 50°	55 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	46 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
60°	75 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	54 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
70°	91 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	95 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
80°	100 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	99 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Also auch in dem blutig aussehenden Fleisch ist der größte Teil alles Eiweißstoffes schon geronnen:

Je höher die Temperatur, welche auf das Fleisch wirkt, um so stärker zieht es sich zusammen, um so zäher also wird es; das spezifische Gewicht nimmt etwas zu und Fleischsaft tritt aus:

Der Gewichtsverlust beträgt beim Erhitzen von Fleisch:

bei 50°	9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
70°	32 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
90°	43 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
100°	46 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
120°	55 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Der Wohlgeschmack des Fleisches erhöht sich mit der Temperatur bis etwa auf 118°, er beginnt etwa bei 70°. Verschiedene Organe zeigen verschiedenen Verlust bei 100°, das Herzfleisch 58<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, die Nieren und Leber 37—31<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, Gehirn 27<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, die Lunge 18<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Bei dem Kochen wird das Fleisch mit Wasser unter Zusatz von Kochsalz und gewissen, den Geschmack der Suppe verbessernden Suppenkräutern erhitzt. 100 Teile frischen Fleisches entsprechen 57—60 Teilen bei 100° gekochten, es verliert etwas an festen Bestandteilen, und zwar einen Teil des löslichen Eiweißes, das später bei höherer Temperatur gerinnt und gewöhnlich mit dem Fett abgeschäumt und beseitigt wird, etwas gelösten Leim, geschmolzenes Fett und viel Extraktivstoffe (etwa 50—60<sup>0</sup>/<sub>0</sub> nach Nothwang) und lösliche Salze. Von den Fleischsalzen lassen sich etwa vier Fünftel durch Kochen ausziehen und es machen die Salze, darunter relativ viel Kalisalze, von allen in der Fleischbrühe enthaltenen Stoffen mehr als ein Viertel aus. Das zurückbleibende Fleisch enthält die überwiegende Menge der Eiweißkörper und der unlöslichen Salze. Sieht man bei der Fleischbrühe von ihrem Gehalt an Nährsalzen ab, enthält sie nur äußerst geringe Mengen von organischen Nährstoffen. Das Wesentlichste der Suppe liegt in den Extraktivstoffen, welche die Tätigkeit des Verdauungsapparats, namentlich die Absonderung des Magensaftes in hohem Grade anzuregen scheinen und den Magen Gesunder und Kranker auf die mildeste Weise für das Verdauungsgeschäft vorbereiten.

Werden große Fleischstücke gekocht, so ist die Auslaugung natürlich gering. Die Suppe ist dann schlecht, dafür aber das Fleisch gut. Bringt man dagegen das Fleisch in kleinen Stücken in kaltes Wasser und bringt letzteres zum Kochen, so geht viel lösliches in dieses über und bekommt man eine gute Suppe, aber geringes Fleisch.

Um Brennmaterial zu ersparen, die Zeit des Kochens abzukürzen, wurde vorgeschlagen, bei Dampfdruck das Kochen vorzunehmen (Papinscher Topf). Der Norwege Sörensen hat einen Kochtopf konstruiert, der aus einem inneren Zylinder von Eisenblech und Metalldeckel und einem äußeren Holzkasten, welches mit schlechten Wärmeleitern ausgelegt ist, besteht und nicht nur eine erhebliche Sparung an Brennmaterial, sondern auch eine vortreffliche Zubereitung von Fleisch und Gemüse ermöglicht, ohne daß eine besondere Aufsicht hiezu nötig wäre. Warren in England hat einen Kochtopf angegeben, in dem man ohne Wasser Fleisch zubereiten kann.

Eine für militärische Zwecke bestimmte Modifikation des Papinschen Topfes ist der Beuerlesche Dampfkochapparat. In diesem Topfe kann Rindfleisch in 90 Minuten, Schweinefleisch in 55, Erbsen in 40, Reis in 22, Kartoffeln in 20 Minuten gar gekocht werden. Durch Umhüllen des Apparats mit Decken und Stroh können die Speisen darin 24 Stunden in einer zum Genusse geeigneten Temperatur erhalten werden. Ähnlich eingerichtet ist der Beckersche Dampfkochapparat.

Durch das Braten oder Rösten sucht man alle Nährstoffe des Fleisches zu vereinigen. Die Extraktivstoffe werden bei der Gerinnung ausgepreßt, das Wasser verdunstet bei der hohen Trockenheit der Luft im Bratraume und hiebei entsteht die wohlchmeckende Bratenkruste. Beim Braten verliert das Rindfleisch an Gewicht. 100 Teile frisches Fleisch geben 56 Teile garen Braten (Rubner). Die Temperatur durchdringt größere Fleischstücke, weil das Fleisch ein schlechter Wärmeleiter ist, nur sehr langsam.

Das Dünsten des Fleisches ist ein Erhitzen desselben in den Dämpfen des eigenen Wassers. Das Fleisch erleidet dabei einen Gewichtsverlust von ca. 22 bis 27% an Wasser (Nothwang).

Bei dem Rösten wird Fleisch auf 150—160° erhitzt; höher mit der Temperatur zu gehen, empfiehlt sich nicht. Bei 220° wird bereits aufgenommenes Fett von der Fleischfaser wieder abgegeben; bei 280° zerlegen sich die Fette.

Zu den Sulzen verwendet man Fleischstücke junger Tiere, welche noch ein Bindegewebe, das leicht durch Kochen in Leim übergeht, besitzen; namentlich die Knöchel und Schweinefüße u. dgl. eignen sich hiezu. Der Leim macht das Fleisch für einen empfindlichen Magen leichter ertragbar.

Fleischsorten mit zähem Bindegewebe kann man mit Vorteil in Saucen kochen. Hiezu läßt man Fleisch vier bis fünf Tage in Wasser und Essig zu gleichen Teilen liegen. Dabei wird das Bindegewebe zart und weich. Alsdann werden die weiteren Ingredienzen zur Zubereitung der Speisen zugegeben und das Fleisch gekocht.

Die wohlchmeckenden Bestandteile des Fleisches sind nicht präformiert, sondern entstehen erst bei Einwirkung höherer Temperatur durch Zersetzung.

Es erübrigt noch, auf eine sehr häufige und allgemein beliebte Zubereitungsart des Fleisches aufmerksam zu machen, welche unter Umständen gesundheitsschädliche Folgen hat. Es ist das die Verarbeitung des Fleisches zu Wurstwaren, Pasteten, italienischem Käse und anderen komplizierten Fleischwaren.

Fleisch in Stücken ist durch Kühle oder beim Hängen in trockener Luft genügend lange frisch zu erhalten. Auch aus reinem Fleische hergestelltes Hackfleisch hält sich für den gewerbsmäßigen Betrieb genügend lange frisch; das von den Schlächtern aus Abfallfleisch hergestellte aber nicht, da diese Abfälle an ihrer Oberfläche mit Bakterien infiziert sind. Hackfleisch sollte nie von Schlächtern bezogen, sondern im Hause hergestellt werden.

Literatur: Nothwang Fr., Über die Veränderungen, welche frisches Fleisch und Pökelfleisch beim Kochen und Dünsten erleiden. Arch. f. Hyg. Bd. 18. 93. 80.

### Das Fleisch der wichtigsten Säugetiere und Vögel.

Nach Lawes und Gilbert läßt sich das Rind folgendermaßen verwerten:

	Lebend- gewicht in kg	Reines Schlacht- gewicht	Abfälle	Knochen	Muskel	Fett	Einge- weide u. Fell
		in Prozenten					
Halbfetter Ochse	605	64.8	35.2	11.4	47.9	12.7	28.0
Fetter Ochse	644	66.2	33.8	10.4	40.2	25.8	23.6

Sehr wesentlich prägt sich der Mastungszustand in der Zusammensetzung des Fleisches aus. Nach Lawes und Gilbert enthält:

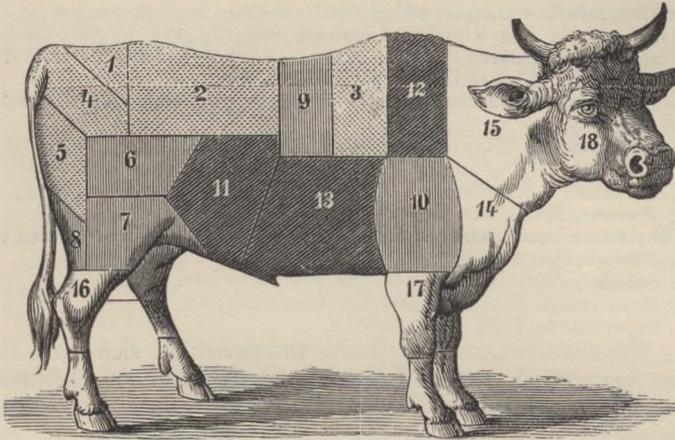


Fig. 178.

	Wasser	Eiweiß	Fett	Asche
Ein sehr fetter Ochse . . . .	54.8	16.9	27.2	1.1
„ mittelfetter „ . . . .	72.2	21.4	5.2	1.2
„ magerer „ . . . .	76.7	20.6	1.5	1.2

Manche Tiere haben an verschiedenen Körperstellen ein auffällig verschiedenes Fleisch (Truthühner). Auch beim Ochsen, und zwar namentlich beim Mastochsen, ist die Qualität des von verschiedenen Körperstellen stammenden Fleisches so verschieden, daß es recht und billig ist, wenn das Ochsenfleisch nach Qualitäten zu verschiedenen Preisen verkauft wird.

Der Fleischwert der verschiedenen Teile des Ochsen wurde von Siegert untersucht und wird aus folgender Tabelle ersichtlich.

In 100 Teilen fanden sich:

	Beim mageren Ochsen			Beim fetten Ochsen		
	im Hals- stück	in der Lende	im Schupp*)	im Hals- stück	in der Lende	im Schupp
1. Wasser . . . . .	77.5	77.4	76.5	73.5	63.4	50.5
2. Fett . . . . .	0.9	1.1	1.3	5.8	16.7	34.0
3. Asche . . . . .	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0
4. Muskelsubstanz	20.4	20.3	21.3	19.5	18.8	14.5
an Nahrungs- substanz . . . . .	22.5	22.6	23.5	26.5	36.6	49.5

\*) d. i. Schulter.

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß das Fleisch eines Mastochsens nicht nur weniger Wasser und mehr Fett enthält, sondern daß weiter die Differenz der einzelnen Fleischpartien desselben Mastochsens bedeutend variiert, so daß ein Gewichtsteil Fleisch von einem gemästeten Tiere nahezu den doppelten Nährwert hat wie der gleiche Gewichtsteil Fleisch von ungemästeten Tieren. Ferner kommt noch in Betracht, daß Fleisch eines ungemästeten Tieres beim Zubereiten stark zusammenschrumpft, dagegen Mastfleisch wegen seines Fettgehaltes saftig, mürbe und wohl-schmeckend bleibt.

Der Fleischmarkt zu London zerlegt den Mastochsen in nicht weniger als 18 Nummern und stellt dieselben in vier Klassen zusammen, wie Fig. 178 in Schattierungen zeigt. Einfacher ist der Fleischmarkt in Paris. Dieser teilt das Ochsenfleisch nur in drei Klassen.

Die englische Fleischeinteilung ist folgende:

I. Schwanzstück, Lendenbraten, Vorderrippe, Hüftenstück, Hinterschenkelstück (66—54 Pfennige).

II. Oberweiche, Unterweiche, Wadenstück, Mittelrippenstück, Oberarmstück (46—42 Pfennige).

III. Flankenteil, Schulterblatt, Brustkern (37—33 Pfennige).

IV. Wamme, Hals, Bein (25—27 Pfennige).

In Deutschland und Österreich wird das Fleisch vielfach folgendermaßen klassifiziert:

I. Filet, Zunge, Hinterschenkelstück.

II. Schulter, Mittelrippe, dicker Teil des Schwanzes.

III. Brustmuskel, fleischiger Teil der Bauchmuskeln.

IV. Bauchfleisch, Hals, Kopf, Waden.

Die Fleischsorten anderer Tiere unterscheiden sich vom Rindfleisch durch den Geschmack, namentlich aber durch ihren verschiedenen Gehalt an Eiweiß, Fett und Wasser. Man kann es nahezu als durchgängiges Gesetz betrachten, daß die Einlagerung von Fett es ist, welche die Verschiedenheit der Zusammensetzung erzeugt. Läßt man das Fett ganz außer Rechnung, so wird man für das Fleisch verschiedener Herkunft eine sehr gleichheitliche Zusammensetzung finden. In 100 Teilen fett-freiem Fleische finden sich z. B. an Trockensubstanz:

Rind	21—22	Pferd	23—25
Schwein	21—23	Hummer	21
Hammel	21	Miesmuschel	20
Kalb	20—21		

Nur bei einigen Fischen trifft man auf einen größeren Wassergehalt. Über den Bestand an einzelnen Stoffen gibt folgende Tabelle Aufschluß; 100 Teile roh enthalten:

		Wasser	Eiweiß	Fett
Kuhfleisch	mager	71·0	19·0	7·7
	fett	76·3	20·5	1·8
Kalbfleisch	mager	78·8	19·8	0·8
	fett	72·3	18·9	7·4
Hammel	halbfett	76·0	18·1	5·8
	sehr fett	47·9	44·8	36·4
Schwein	mager	72·6	19·9	6·8
	fett	47·4	14·5	37·3
Pferdefleisch		72·3	21·7	2·5
Hase		74·2	23·3	1·1
Kaninchen		66·8	21·5	9·8
Reh		75·7	19·8	1·9
Huhn	mager	76·2	19·7	1·4
	fett	70·0	18·5	9·3
Ente (wild)		70·8	22·6	3·1
Gans		38·0	15·9	45·6
Feldhuhn		72·0	25·3	1·4
Taube		73·0	22·1	1·0
Krammetsvogel		73·1	22·2	1·8

Im Freien (wild) lebende Tiere haben im allgemeinen einen sehr geringen Fettgehalt; unsere Masttiere: Hammel, Schwein, Gans einen bedeutenden.

Bei dem Kochen wird der allzu niedrige Fettgehalt des Wildbretfleisches durch das Belegen mit Speck oder Spicken und Übergießen mit Fett etwas abgeglichen. Immer aber bleiben diese Gerichte fettärmer als andere. Fleischsorten mit hohem Fettgehalt geben leicht zu Magenbeschwerden Veranlassung. Die Fettmengen in den gekochten Speisen sind noch bedeutender, als man etwa aus der vorstehenden Tabelle entnehmen kann, weil bei dem Kochen wie Braten (siehe dort) stets Wasser abgegeben wird.

Die verschiedenen Fette sind für den Genuß nicht ganz gleichbedeutend; namentlich jene, welche schwer schmelzbar sind und leicht erstarren, wie das Hammelfett, erregen beim Erkalten leicht Ekel, da sich die Mundhöhle mit einer leichten Fettschicht, welche das Schmecken und das Tastgefühl herabsetzt, überzieht.

Unter den Schlachtabgängen finden sich mancherlei Materialien, welche zur Ernährung des Menschen ganz gut verwendbar sind und manchmal durch hohe Schmackhaftigkeit sich auszeichnen. So verhält es sich mit der Leber, der Milz, manchen drüsigen Organen. Manche derselben werden besonders zur Krankenernährung angewendet. Von den wichtigeren enthalten in 100 Teilen frischer Substanz (König):

	Wasser	Eiweiß	Fett
Blut . . .	80·6	18·0	0·2
Bröschchen . .	70·0	28·0	0·4
Zunge . . .	67·4	14·3	17·2
Lunge . . .	80·1	15·5	2·5
Herz . . .	72·5	18·2	8·0
Niere . . .	75·9	18·5	3·9
Milz . . .	75·5	17·8	4·2
Leber . . .	71·6	20·0	3·6

Knochen enthalten zwischen 15—50% leimgebendes Gewebe und 0·5—20% Fett. Durch eine richtige Verwertung dieser Schlachtabgänge läßt sich auf billige Weise oft die einfache Kost wesentlich verbessern.

Äußerst wichtig als Schlachtabgänge sind die Fette; in diesen sind außer den eigentlichen Fetten noch Membranen aus Bindegewebe vorhanden. Das nicht ausgeschmolzene Fettgewebe enthält daher außer 9—10% Wasser noch 1—2% Eiweiß.

Eigentümliche Fette sind der Leber- und Fischtran; ersterer wird durch Ausschmelzen aus der Leber vom Dorsch und Haifisch dargestellt. Das zuerst gewonnene wasserhelle, wenig gefärbte Fett gibt die bessere Lebertransorte. Aus der faulenden Leber wird dann der braune Lebertran gewonnen. Der Lebertran enthält viel Triolein, geringe Mengen Butter- und Essigsäure, ferner Gallenbestandteile. Im unreinen Produkte sind viel freie Fettsäuren. Der sogenannte Fischtran wird durch Ausschmelzen des Speckes vom Walfisch, Haifisch, Seehund, von der Robbe und dem Delphin gewonnen.

Das Körperfett der Fische steht dem Lebertran nahe und ist kohlenstoffreicher als die übrigen tierischen Fette.

### Das Fischfleisch.

Fischfleisch ist in der Regel ein blaß aussehendes Fleisch, weil es wenig Blut enthält. Doch gibt es auch Fischfleischsorten, welche recht lebhafte Farbe besitzen. Es ist auch keineswegs fett- oder eiweißarm.

Von wesentlicher Bedeutung sind bezüglich des Wertes von Fischfleisch die Schlachtabgänge (Abfälle); so verliert man durch den Kopf, Gräten u. s. w.:

Beim Salm . . . .	9.5%
" Hecht . . . .	31.9%
" Karpfen . . . .	37.1%
" Aal . . . .	24.1%
" Weißfisch . . . .	0 % <sup>*)</sup>
" Gründling . . . .	0 %

Bei Fischen kann man zwischen fettreichen und fettarmen trennen; Beispiele fettreicher Fische sind (frischer Zustand);

	Wasser	Eiweiß	Fett
Lachs . . .	74.4	15.0	6.4
Flußaal . .	57.4	12.8	28.4
Meeraal . .	78.9	13.6	5.9
Hering . .	80.7	10.1	7.1

Zu dieser Gruppe gehören noch Strömling, Makrele und Uklei.

Das Fischfleisch reiht sich also in seinem Nährstoffgehalte den Warmblütern enge an. Fettarme Fische sind:

	Wasser	Eiweiß	Fett
Schellfisch .	81.0	17.1	0.3
Dorsch . . .	82.0	16.7	0.2
Hecht . . .	77.4	20.1	0.7
Karpfen . .	77.0	21.9	1.1

Ihr Eiweißgehalt verhält sich zum Teil ähnlich wie der der Warmblüter bei gleichem Fettgehalte; mageres Kalbfleisch enthält nicht mehr Eiweiß als etwa das Hecht- oder Karpfenfleisch. Im Fischfleiße ist ein großer Teil der N-haltigen Stoffe in Leim und Extraktivstoffen vorhanden. Es ist ein wenig berechtigtes Mißtrauen, wenn man im Volke von dem Fischeiweiß wenig oder keinen Gebrauch macht. Schellfische und Heringe werden zu so billigen Preisen geliefert, daß sie überall zur Verköstigung sich verwenden lassen. Dagegen ist hervorzuheben, daß die Extraktivstoffe beim Fischfleisch offenbar nicht jenen kräftigen Geruch und Geschmack wie jene des Säugetierfleisches besitzen. Fischfleisch kann für die Zwecke der Küche das Rindfleisch nicht überall ersetzen. In einzelnen Arbeiterklassen Rußlands werden außerordentlich große Mengen des billigen Fischfleisches genossen.

Fischfleisch hat minderwertigere Extraktivstoffe. Herstellung von Suppen ist unmöglich, das gekochte Fischfleisch bleibt wasserhaltiger als das Fleisch der Säugetiere und Vögel.

### Konservierung des Fleisches.

Die Konservierung aller Nahrungsmittel, ganz besonders aber jene des Fleisches, ist von großer Wichtigkeit. Die Konserven sichern bei langen Seereisen die genügende Verproviantierung der Schiffsbesatzung. Besondere Wichtigkeit gewinnen die Konserven im Kriege. Das Mitführen von lebendem Vieh zur Fleischversorgung ist schwierig, oft (im Gebirgskriege) nicht möglich; bei der Raschheit der Aktion muß das frisch geschlachtete Fleisch in der Regel sofort verzehrt werden. Die Konserven nehmen relativ einen kleinen Raum ein und lassen sich deshalb gut transportieren. Durch die Konserven erhält der vom Gefecht oder Marsch ermüdete Soldat ohne Zeitverlust Nahrung. Ebenso sind auch belagerte Städte teilweise auf Konserven angewiesen.

\*) Weil sie mit den Gräten verspeist werden.

Leider ist die Konservierung des Fleisches eine schwierige Sache und die Herstellung von Fleischkonserven, die jahrelang aufbewahrt werden sollen, immerhin noch teuer.

Kälte ist für Fleisch ein vorzügliches Konservierungsmittel. Praktisch wird sie in den Eishäusern und Eisschränken, bei der Versendung von Fischen, Geflügel- und Säugetierfleisch auf größere Entfernungen verwendet. In früherer Zeit wurde Kälte ausschließlich mit Hilfe von Eis erzeugt; nunmehr wird auch die Windhausensche Kälteerzeugungsmaschine oder die Ammoniakmaschine u. dgl. hiezu verwendet. Nicht unerheblich ist der Import von frischem gekühlten Fleische aus Amerika und Australien. Doch verhält man sich gegenüber dem Genusse solcher Fleischwaren noch zurückhaltend.

Dem Import von Fleisch geschlachteter Tiere und von Fleischkonserven aus anderen Ländern stellen sich immer gewichtige Bedenken entgegen, da man nie mit Sicherheit feststellen kann, ob die geschlachteten Tiere gesund waren. Dies gilt in ganz hervorragendem Maße von allen Fleischkonserven, wie Büchsenfleisch, getrocknetem Fleisch und ähnlichen.

Gefrorenes Fleisch geht nach Eintritt höherer Temperatur außerordentlich schnell in Fäulnis über, so daß solches Fleisch möglichst rasch abgesetzt werden muß.

Das Trocknen des Fleisches wird in den viehreichen Laplata-Staaten angewendet. Es werden lange Streifen Fleisch geschnitten und in freier Luft aufgehängt. Die zum Trocknen notwendige Luft muß rein, nicht hoch temperiert und mäßig bewegt sein, soll die Konserve, Carne secca genannt, brauchbar werden. Nach einem anderen, auch in den Laplata-Ländern geübten Verfahren wird das Fleisch zuerst durch 14 Tage intensiv gepökelt und erst dann getrocknet. Dieses Fleisch, Charqui, auch Tasajo genannt, geht nach Brasilien, Nordamerika, hat aber, wenigstens in Europa, trotz seiner Billigkeit keine besondere Verbreitung gefunden. Sein Äußeres ist unansehnlich, es braucht fünf bis sechs Stunden zum Kochen, schmeckt schlecht und riecht seifig. Pemikan ist eine aus getrocknetem und hernach pulverisiertem Fleische mit Salz, Pfeffer und Zucker hergestellte Mischung, von nordischen Seefahrern vielfach benützt. Die sogenannten Fleischmehle sind ähnliche, aus getrocknetem Fleische erzeugte Präparate; sie sind auch wenig verwendbar.

Ebenfalls auf Wasserentziehung beruht das Pökeln, d. i. das Salzen des Fleisches mit Kochsalz oder Salpeter. Dieses Verfahren wurde im 15. Jahrhundert durch den Kaufmann Pökel eingeführt, nach dem das Verfahren benannt ist. Das Fleisch verliert bei dem Einlegen in trockenes Salz und Salpeter mit der Zeit immer mehr Substanzen, bis ein Gleichgewichtszustand in der Salzwanderung eingetreten ist. Nach vier Wochen gehen zu Verlust 1·23% des Eiweißes, 32·8% der Phosphorsäure, 35·8% der Extraktivstoffe. Beim Einlegen in verdünnte Lake scheint etwas mehr verloren zu werden (Nothwang). Wird Pökelfleisch gekocht oder gedünstet, so scheidet es sehr viel Kochsalz aus, so daß der Gehalt im Fleisch auf weniger als die Hälfte sinken kann; außerdem geht, wie beim Kochen oder Dünsten des frischen Fleisches, Phosphorsäure, Extraktivstoffe und Eiweiß verloren (Nothwang). Speck nimmt sehr wenig Salze beim Pökeln auf, weil der geringe Wasser-

gehalt keinen lebhaften osmotischen Austausch gestattet. Der Verlust ist also nicht unbedeutend und setzt den Nährwert des Pökelfleisches merklich herab.

Eine ähnliche Methode ist die Konservierung durch Einlegen von Fleisch in Salzlösungen unter hohem Drucke. Das Salz verteilt sich rasch und gleichmäßig im Fleische; dabei wird dem Fleische kein Eiweiß entzogen und nur Spuren von Extraktivstoffen; dagegen phosphorsaures Kali (11%), was aber keinerlei Schaden bedeutet (Rubner).

Nach längerem, fast ausschließlichem Genusse von Pökelfleisch beobachtet man das Auftreten von Skorbut; letzterer ist aber keine ausschließliche Wirkung der animalischen Kost, sondern nur der allzu einseitigen Kost, und kann in gleicher Weise durch monotone vegetabilische Nahrung hervorgerufen werden.

Eine richtige Beurteilung von Salzfleisch ist meist erst nach dem Kochen möglich. Ist zum Pökeln verdorbenes Fleisch genommen worden, so bleibt es weich, riecht und schmeckt schlecht. Vor dem Genusse muß Pökelfleisch eigens zubereitet werden, indem es in Netze gehüllt, in Wasser getaucht und darin einige Stunden ausgelaugt wird. Dann wird es herausgenommen und mit kaltem Wasser zum Kochen angesetzt. Sobald die Siedetemperatur erreicht ist, wird das erste Kochwasser, welches noch immer stark Kochsalzhaltig ist, weggegossen und dafür frisches, kochendes Wasser zugegossen, in welchem das Fleisch gar kocht.

Gekochter Schinken enthält 1·8 bis 5·3% Kochsalz, Spuren bis 0·3% Salpeter, Pökelfleisch verhält sich ähnlich.

Das Räuchern des Fleisches beruht teils auf Austrocknung, teils auf dem Einflusse gewisser antiseptisch wirkender Rauchbestandteile. Beim Räuchern des Fleisches an und für sich geht von den Nährstoffen nichts verloren. Durch das Räuchern erhält das Fleisch einen eigentümlichen Geschmack. Gut geräuchertes Fleisch hält sich monate-, selbst jahrelang. Durch das Räuchern werden Trichinen getötet, wenn die Rauchgase in alle Teile des Fleischstückes gedrungen sind.

Ein für gewisse Verhältnisse (zernierte Festungen, Schiffe) sehr nützliche Konservierungsmethode des Fleisches ist die Aufbewahrung desselben in Blechbüchsen bei Luftabschluß, ein Verfahren, das im Anfange dieses Jahrhunderts von Appert angegeben wurde und seither vielfache Verbesserungen erfahren hat (siehe o. S. 507). (Corned beef, amerikanisches Büchsenfleisch.)

In neuerer Zeit werden für die Zwecke der Soldatenernährung verschiedene Fleischspeisen, Rostbraten, Filets etc. vollkommen zum Gebrauche fertig als Konserven hergestellt. Nach Untersuchungen des Verfassers sind dieselben meist vorzüglich; nur müßte besser darauf geachtet werden, daß nicht durch zu langes Erhitzen und durch Anwendung sehr hoher Temperaturen das Bindegewebe allzu sehr gelockert wird. Das Fleisch wird alsdann faserig und unansehnlich und für lange Zeit wenigstens von den Truppen nicht gerne genommen.

So präpariertes Büchsenfleisch zeigt unter Umständen selbst nach mehrjähriger Aufbewahrung seinen natürlichen Wohlgeschmack. Einzelne Büchsen verderben aber trotz aller Vorsicht bei ihrer Füllung und Verlötung meistens deshalb, weil die Büchse von Anfang an nicht völlig dicht war oder später undicht geworden ist oder wegen ungenügender Sterilisierung. Mehrmals wurde nach dem Genusse von Büchsenfleisch eine Bleivergiftung beobachtet; infolge des Eindringens von Lötmetall in das Innere der Büchse wurde durch die Säure des Fleisches das

Blei gelöst. Bei entstandener Fleischfäulnis im Innern der Büchse bauchen sich die Büchsen auf. Aber auch scheinbar unverdorbene, d. h. nicht aufgebauchte Büchsen enthalten oft ein Fleisch, dessen Genuß schädlich wirkt. Es gibt ein Stadium der Verderbnis, das weder durch äußere Kennzeichen an den Büchsen, noch selbst nach ihrer Öffnung durch den Geruch des Inhalts erkennbar ist.

Zu den Fleischkonserven sind auch die Wurstwaren zu rechnen, bei welchen das Fleisch meist unter Zugabe von Speck und Gewürzen in Gedärmen von Tieren eingeschlossen wird. Vielfach werden die Wurstwaren roh geräuchert, manchmal erst, nachdem sie gekocht wurden. Der Wassergehalt der Wurstwaren ist gering, der Fettgehalt hoch. 100 Teile enthalten nach König:

	Wasser	Eiweiß	Fett
Zervelatwurst . . .	37·4	17·6	39·8
Frankfurter Wurst .	42·8	11·7	39·6
Blutwurst . . . . .	49·9	11·8	11·4*)

In den letzten Jahren hatte die Verwendung chemischer Konservierungsmittel für Fleisch in bedenklichster Weise um sich gegriffen; namentlich für manche Würste und besonders für Hackfleisch fanden die sogenannten Präservierungssalze an manchen Orten fast allgemeine Anwendung. Der Hauptbestandteil derselben ist schwefligsaures Natron. Man behauptet, nur durch diese Salze ließe sich Hackfleisch, ohne grau und unansehnlich zu werden, in den Handel bringen; es ist dies ganz und gar unwahr.

Die schwefligsauren Salze sind an und für sich nicht indifferent, werden aber unter Umständen durch Freiwerden der schwefligen Säure, z. B. durch den Magensaft, Genuß saurer Getränke, noch bedenklicher für den Organismus. Die von den Fleischern zugesetzten Mengen sind oft außerordentlich groß.

Als chronische Wirkungen der schwefligsauren Salze hat man bei Hunden das Brüchigwerden der Gefäße und das Auftreten kapillarer Blutungen nachgewiesen.

Die schwefligsauren Salze wirken weder bakterientötend noch entwicklungshemmend; nur die rote Farbe des Fleisches wird konserviert. Der Konsument wird also über die Natur des Fleisches, das er als frisch ansieht, so lange es rot bleibt, getäuscht. Frisches und reinlich behandeltes Hackfleisch hält sich genügend lang rot, um im Handel abgesetzt werden zu können, und braucht keine Zusätze.

Ebensowenig wie die Präservierungssalze läßt sich der Zusatz von Borsäure oder Salizylsäure zu Fleisch rechtfertigen.

Borsäure findet sich oft in Mengen bis zu 4% in Fleischpräparaten vor. Es ist kein Desinfektionsmittel, wenn auch manche Bakterien-spezies etwa beeinflußt werden, setzt die Ausnützung als Nahrungsmittel herab (Forster) und verursacht beim Menschen Vermehrung des Fettumsatzes (Rubner).

Salizylsäure leistet wenig als Desinfiziens. Bei Herz-, Nieren- und Zuckerkranken hat man Albuminurien und Blutharnen beobachtet.

Die Zusätze sind entbehrlich und in Deutschland verboten; die Erlaubnis etwaiger Zusätze unter Deklarationszwang ist praktisch unausführbar.

\*) Enthält noch reichlich Mehlsatz, etwa 25%.

Die sich immer mehr breitmachende Unsitte, rohes Rindfleisch (Hackfleisch) zu genießen, sollte durch Belehrung eingedämmt werden. Der Verbreitung von Entozoën wird dadurch Vorschub geleistet und für den Ernährungsvorgang selbst ist rohes Fleisch nicht wertvoller als gares Fleisch. (siehe oben).

Literatur: Nothwang, Fr., Der Salpetergehalt verschiedener Fleischwaren in dem Pökelprozesse Arch. f. Hyg. Bd. 16, 93, 122.

### Fleischpräparate des Handels.

Parmentier und Prout haben zuerst auf die Verwendbarkeit des wässerigen, von den Eiweißstoffen befreiten Extraktes des Fleisches aufmerksam gemacht. Liebig hat sodann im Jahre 1848 auf die Bedeutung der in dem Fleischextrakt vorhandenen Stoffe hingewiesen, ihre Erkenntnis gefördert und allmählich zur Einführung und Verbreitung des nach ihm benannten Extrakts beigetragen. Der Fleischextrakt hat dieselbe Eigenschaft wie eine gute Bouillon, kräftig anregend, er ist ein vorzügliches Genußmittel. Er verschafft uns die Annehmlichkeiten der Anregung der Resorption, ohne die Nebenwirkung des Fleisches auf die vermehrte Wärmebildung.

In neuerer Zeit kommen Bouillonextrakte in den Handel; diese haben einen sehr hohen Wassergehalt, 59—68<sup>0</sup>/<sub>10</sub>, gegenüber 15—34<sup>0</sup>/<sub>10</sub> der Fleischextrakte, und enthalten sehr viel Kochsalz. Doch läßt sich mit dem Liebigschen wie mit anderem Fleischextrakt die Wirkung des Bouillonextrakts ebensogut erreichen und sind erstere im allgemeinen vorzuziehen, weil sich die Güte und der Preiswert der Präparate besser schätzen läßt.

Das Infusum carnis frigide paratum Liebigs ist ein mit Salzsäure bereiteter Auszug des Fleisches (mit nur 1·1<sup>0</sup>/<sub>10</sub> Eiweiß). Mehr Eiweiß führt der Succus carnis recenter expressus, nämlich etwa 6<sup>0</sup>/<sub>10</sub>; er wird durch starkes Auspressen des Fleisches in einer hydraulischen Presse erhalten.

Zahlreich sind die Versuche, die Fleischeiweißstoffe zu peptonisieren und dieses „verflüssigte Fleisch“ als Nahrungsmittel anzupreisen. Für den Gesunden haben alle diese Präparate zusammengenommen keine Bedeutung. Der Gesunde deckt sein Eiweißbedürfnis besser, billiger und schmackhafter auf andere Weise.

### Krankheiten der Schlachtthiere.

Die Schlachtthiere tragen bisweilen zur Verbreitung schwerer Krankheiten auf Tiere und Menschen bei.

Der Verkauf des Fleisches eines umgestandenen oder in der Agonie getöteten Tieres ist gesetzlich zu verbieten. Zwar bietet nicht jedes umgestandene Tier ein schädliches Fleisch, aber die Unschädlichkeit eines solchen Fleisches läßt sich nie sicher im voraus bestimmen.

Die Erkenntnis eines natürlichen Todes gestorbenen Tieres bietet keine Schwierigkeiten, wenn es sich um solche Tiere handelt, bei denen das Schlachten mit Ausblutung geschieht. Man findet bei umgestandenen Tieren alle Organe, namentlich die großen Gefäße und die Leber, strotzend von Blut, bei geschlachteten ist aber das Fleisch blutfrei.

Als gesundheitsschädlich und bedenklich ist das Fleisch von Tieren mit schweren Infektionskrankheiten zu betrachten. Hierzu gehören Typhus (der Tiere), typhoide Krankheiten, infektiöse Enteritis, ferner pyämische

Prozesse (Eiterungen, putride Entzündungen, krebsartige Zerstörungen, Faulfieber), Aktinomykose, Tetanus (bei Pferden), Rinderpest.

Gefährlich ist Fleisch von Tieren, die an Milzbrand erkrankt sind. Die Verwendung einzelner Teile auch zu technischen Zwecken ist nicht zu gestatten. Da der Milzbrand alle unsere Haustiere und auch das Wild befällt und die Krankheit gewiß in einer großen Zahl der Fälle weder im Leben noch an den Leichen der Tiere als solche erkannt wird, dürfte bisweilen das Fleisch bona fide zum Konsum gereicht werden.

Ähnliches gilt auch von rotzkranken Tieren. Fleisch von wutkranken Tieren bietet die Möglichkeit einer Ansteckung beim Schlachten des Tieres durch Verwundung.

Die bei den Wiederkäuern und Schweinen so häufig auftretende Maul- und Klauenseuche infiziert namentlich die Milch, man glaubt daher, auch eine Schädlichkeit des Fleisches annehmen zu dürfen. Das Fleisch pockenkranker Schafe und Schweine ist unbedingt zu verwerfen. Die Tuberkulose ist unter den Rindern weit verbreitet.

Nach Beobachtungen am Frankfurter Zentralschlachthause fand sich die Krankheit

bei	10·2	%	der Gesamtsumme der Schlachttiere
"	13·4	%	der Bullen
"	6·3	%	der Ochsen
"	9·2	%	der Rinder
"	16·2	%	der Kühe
"	0·008	%	der Kalber.

Am stärksten von Tuberkulose befallen war das sogenannte Zuckervieh, ältere Tiere mit Schlempefütterung aus der Provinz Sachsen, Schlesien, Brandenburg mit etwa 20%, die geringsten Grade zeigten Holsteiner und Oldenburger Weidevieh mit 1·5%, ferner die Schweizer Berggrasse, Algäuerasse, schwäbische und oberbayrische Rasse.

Unter 2245 Fällen von Tuberkulose trafen 3 derselben auf die Muskel-, 11 auf Euter- und 36 auf die allgemeine Tuberkulose. Die kranken Tiere waren fast ausnahmslos Stallvieh.

Es ist sicher erwiesen, daß das Fleisch bei hochgradig entwickelter Tuberkulose Tuberkelbazillen (Perlsuchtbazillen) enthält. Zurzeit ist die Frage, ob die Perlsucht des Rindes und die Tuberkulose des Menschen von dem gleichen Infektionserreger hervorgerufen werde, was nach den früheren Angaben Kochs als erledigt galt, wieder in Fluß geraten. Jedenfalls steht auch ohne diese Kontroverse sicher, daß die Gefahr der Übertragung der Erkrankung auf den Menschen durch Genuß des Fleisches von tuberkulösen (perlstüchtigen) Tieren keine nennenswerte und erhebliche sein dürfte, zunächst schon deshalb, weil fast durchweg das Fleisch in garem Zustande genossen wird; auch bei den Abdeckerfamilien, welche nachweislich reichlich das Fleisch tuberkulöser Tiere genießen, hat man keinerlei Anhaltspunkte für die Infektionsgefährlichkeit gefunden (Bollinger).

Zur Tötung der Tuberkelbazillen genügt die Temperatur von 70°, wenn dieselbe 10 Minuten innegehalten wird; die graue Farbe des garen Fleisches tritt etwa bei 70° ein. Beim Kochen großer Fleischstücke dringt die Wärme nur sehr langsam ein; man hat vorgeschlagen, Fleisch hochgradig tuberkulöser Tiere nur in sterilem Zustande in den Schlachthäusern abzugeben. Fleisch perlsüchtiger Tiere, welches zum Genusse untauglich ist, sollte durch geeignete „Desinfektion“ (siehe später) zu Leim, Eiweiß und Knochenmehl verarbeitet werden. Das Fleisch perlsüchtiger Tiere sollte vom Genusse ausgeschlossen bleiben: a) wenn die Lymphdrüsen im Bereiche der tuberkulös erkrankten Organe ebenfalls tuberkulös und so zum Ausgang einer weiteren Infektion geworden sind;

b) wenn schon käsige Zersetzung und c) wenn schon eine weitere Verbreitung der Tuberkulose im Körper stattgefunden hat; d) wenn bereits Abzehrung eingetreten ist.

Rauchern und Pökeln tötet die Tuberkelbazillen nicht.

Das Fleisch von Tieren, die wegen Erkrankung an Rotlauf, Lungenseuche, auch Rauschbrand, Rinderpest, an Krankheiten des Gehirnes und Rückenmarkes, an Lokalleiden, die keinen Infektionsherd geschaffen haben, geschlachtet werden, wird erfahrungsgemäß in manchen Gegenden ohne Nachteil genossen, wenn keine Säfteverderbnis, Pyämie, hochgradige Abmagerung u. s. w. entstand. Doch sollte von Seite der Marktpolizei scharf darauf gesehen werden, daß die Käufer über die Herkunft des Fleisches nicht im unklaren bleiben.

Das Fleisch vergifteter Tiere ist ebenfalls als gesundheitsschädlich zu betrachten. Zuweilen werden Fische durch narkotische Substanzen, insbesondere durch Einwerfen der Kockelskörner oder der Wurzel von Zyklamen europeum ins Wasser, betäubt, kommen auf die Oberfläche und können dann mit der Hand gefangen werden. Auf diese Weise kann Pikrotoxin ins Fischfleisch kommen. Solche Fangmethoden sind gesetzlich zu verbieten. Die Arsenikfütterung zum Zwecke der Mästung bei Ochsen und Hammeln sowie zur Mästung unbrauchbarer Pferde ist zu verbieten.

Kälber, welche die Milch der mit Arsenik gefütterten Mutterkühe saugten, können vergiftet werden. Arsenik wurde fünf Tage nach der letzten Gabe noch in der Milch gefunden.

### Entozoen im Fleische.

Die Fleischnahrung wird für den Menschen sehr häufig schädlich durch verschiedene parasitische Entozoen. Gewisse Entozoen können uns durch rohes Fleisch von Tieren, das an sich frei von Parasiten ist, zukommen. Der Hackklotz eines Fleischers, an dem eine Schweinefinne haftet, kann anderes Fleisch infizieren. Doch sind solche Übertragungen sehr selten. Die mit ihren Hunden im engsten Verkehre stehenden Lappländer werden in erschreckender Zahl von Echinokokkus befallen, der von der *Taenia Echinococci* ihrer Hunde stammt. Ein Sechstel der Bevölkerung Islands geht durch diesen Bandwurm zu Grunde. In Deutschland sind gegenwärtig Erkrankungen an Eingeweidewürmern recht häufig und auch die Trichinenfälle nehmen nur wenig ab. Es wird sich so lange hierin nichts Wesentliches ändern, bis man zur Einsicht gelangt ist, daß rohes Fleisch nicht genossen werden darf.

Nebst der *Trichina spiralis* sind einige Band- und Blasenwürmer von besonderer Wichtigkeit, und zwar: der gemeine Bandwurm (*Taenia solium*) und die dazu gehörige Finne (Schweinefinne), dann der gestreifte Bandwurm (*Taenia mediocannelata*) und die dazu gehörige Finne (Rinderfinne) und endlich der breite Bandwurm (*Bothriocephalus latus*).

#### a) Die Finnen.

Im Jahre 1852 konstatierte Küchenmeister, daß die sogenannte Schweinefinne der jugendliche Zustand jenes Tieres ist, das man als einen Parasiten des menschlichen Körpers, als Bandwurm, schon lange kannte. Küchenmeister ließ einen zum Tode verurteilten Verbrecher eine größere Zahl von Finnen mit dem Essen einnehmen und fand nach der Hinrichtung die Finnen in Bandwürmer verwandelt.

Gelangt also die Finne lebend in den menschlichen Magen, so entwickelt sie sich zum Bandwurm, indem der Kopf sich an der Wandung der Verdauungsorgane anhängt und festsetzt, die Blase aber abfällt und dafür sich bandförmige Glieder, Proglottiden genannt, entwickeln. Diese trennen sich im reifen Zustande mit Eiern gefüllt von selbst ab, um mit dem Darminhalte zugleich nach außen entleert zu werden. Die Glieder entleeren ihre Eier durch eine besondere, an dem Seitenrande liegende Mündung.

Das Schwein, das auch den Menschenkot nicht verschmäht, führt die befruchteten Eier in seinen Speisekanal ein, woselbst sie zur Entwicklung gelangen, sie durchbohren die Wandungen des Speisekanals, setzen sich an irgend einer Stelle fest und werden zur Finne. Der Liebingsitz der Finne sind das Bindegewebe der Skelettmuskeln, das Herz, die Zunge, die Augenhöhlen, Lungen und Eingeweide. Oft findet man nur wenige, oft aber viele Tausende (Fig. 179). Die Umwandlung des Eies des Bandwurmes zu einer ausgewachsenen Finne dauert etwa zwei bis drei Monate; die Finne stirbt nach drei- bis sechsjähriger Existenz ab.

Die im Bindegewebe sitzenden Finnen sind durchgehends mit bindegewebigen Kapseln versehen. Diese Finnen kommen nicht ausschließlich beim Schweine, sondern bei manchen anderen Tieren: Affen, Bären, Hunden, Ratten und sehr häufig auch beim Menschen vor.

Die Folgen der Finneninfektion bei Menschen sind in jedem Falle andere; es hängt besonders von dem Sitze, den die Finnen einnehmen, ab, ob schwere oder leichtere Erkrankungen erfolgen.

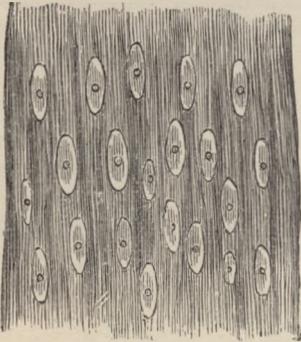


Fig. 179.



Fig. 180.

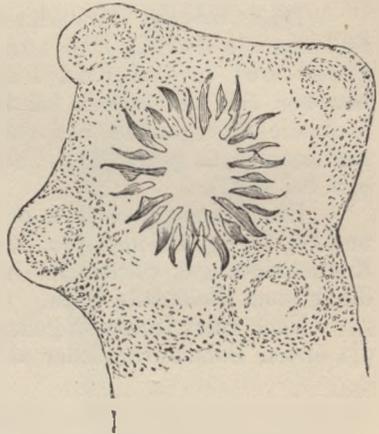


Fig. 181.

Finnige Schweine dagegen nehmen an Körpergewicht und Kraft zu und zeigen überhaupt das Aussehen gesunder Tiere.

Fig. 180 stellt eine freie Finne vergrößert dar. Sie besitzen als äußere Hülle eine dünne, zarte Membran, mit wasserheller Flüssigkeit erfüllt. Nimmt man die Finnen aus den Kapseln heraus, so bemerkt man mehr oder weniger deutlich eine geringfügige Einziehung und mit dieser im Zusammenhange im Innern einen harten, gelblichen oder weißlichen Körper, der durch die Blasenwand hindurchscheint. Beim Aufschneiden der Blase zeigt sich dieser Körper als ein keulen- oder birnförmiger Sack, in welchem der handschuhfingerartig umgestülpte Bandwurmkopf eingeschlossen ist; er besitzt vier Saugnapfe und einen doppelten Hakenkranz von je 16 Haken. Die Haken des äußeren Kreises sind kürzer als die des inneren und haben einen bedeutend kürzeren hebelartigen Fortsatz (Fig. 181).

Die Rindsfinne, *Taenia saginata*, ist die größte der menschlichen Tänien (7–8 m lang), mit 1300 Proglottiden, deren 600 etwa geschlechtsreif sind. Diese Finne hat wohl vier stark entwickelte Saugnapfe, aber keinen Hakenkranz.

Ihre Finne findet sich beim Rinde, bis zu 1 cm groß werdend. Der Mensch behaftet sich sowohl mit der Finne wie auch mit dem Bandwurm. Am häufigsten finden sich finnige Rinder im Panjub (bis 5%) in Indien, da die Tiere dort von Menschen beschmutztes Gras verzehren oder schmutziges Wasser zu saufen bekommen. Ähnlich

verhält es sich in Abessynien. Die Gewohnheit, rohes Fleisch zu essen, verschafft dort jedermann den Bandwurm; ja die Bewohner fühlen sich ohne einen solchen nicht wohl, sie treiben ihn nie ab, und wenn sie Kusso nehmen, so geschieht es nur, um den Bandwurm etwas zu kürzen. Die *Taenia* ist in Afrika, Arabien, Syrien, Australien, Amerika viel verbreitet, bei uns selten. Köchinnen, Metzger, Wirte werden am häufigsten befallen. Genuß rohen, wie halbprohen Fleisches vermittelt vielfach die Infektion. Die Taniien halten sich 8—20 Jahre hindurch.

*Bothriocephalus*, der „Grubenkopf“, ist endlich noch die dritte, nicht so sehr seltene Bandwurmart.

Er hat einen glatten, hakenlosen Kopf mit zwei spaltförmigen, tiefen, muskulösen Sauggruben. Der Körper ist anfänglich fadenförmig, in der Mitte am breitesten, die Glieder sind vielfach schlecht gegeneinander abgegrenzt. Die hinteren Glieder haben quadratische Form. Die Geschlechtsöffnungen befinden sich ventral in der Mitte der Glieder.

Die Eier (siehe Fig. 131) sind von einer einfachen braunen Schale umgeben, deren eines Ende ein klappenförmiges Deckelchen bildet. Es kommen zwei Arten: *Bothriocephalus latus* und *Bothriocephalus cordatus*, vor. Die Würmer können bis zu 8 *m* erreichen.

Die Finne des *Bothriocephalus* findet sich namentlich in Fischen, wie z. B. im Hechte und Quappe, dann in dem aus Hechteiern bereiteten Kaviar (Braun); allenfalls könnte auch rohes Lachsfleisch zur Verbreitung beitragen (Küchenmeister). Eier von *Bothriocephalus* können sich in schlechtem Wasser finden.

Die beste Prophylaxis gegen Wurmkrankheiten, so wie sie durch Fleisch verbreitet werden, ist der Verzicht auf rohes und halbgares Fleisch. Nach Perroncito bewegen sich die Finnen bei 36—38° sehr lebhaft, bei 44—48° hören dann die Bewegungen auf (bei *Taenia saginata* gegen 44°, bei *Taenia mediocannelata* gegen 48°), bei 48° tritt der Tod ein (bei der *Trichine* erst bei 60°!).

Die Finnen überleben den Tod ihres Wirtes bei kühler Temperatur um 14 Tage und darüber, erst die Fäulnis tötet sie. In Wasser und Kochsalzlösungen sterben sie in 24 Stunden. Räuchern und Pökeln soll die Finnen gleichfalls töten.

Nach einer Infektion gehen nach dem 50. bis 60. Tage beim Menschen die ersten Bandwurmglieder ab (Perroncito).

### b) Die *Trichine*.

Seitdem man die Trichinenkrankheit ihrem Wesen nach kennt und sicher zu diagnostizieren vermag, läßt sich die Größe des Unheils er-messen, welches trichinöses Fleisch wiederholt hervorgerufen hat. Im Jahre 1865 wurden in Hadersleben durch ein einziges Schwein 337 Erkrankungen mit 101 Todesfällen, und 1874 in Linden 497 Erkrankungen mit 65 Todesfällen verursacht. Die *Trichine* wurde 1835 von Owen entdeckt, später von Zencker, Leukart und Virchow näher studiert.

*Trichina spiralis* ist ein lebendig gebärender Rundwurm. Die mit dem Fleische (des Schweines) genossenen Muskeltrichinen verbleiben im Darmkanal und bilden sich daselbst in wenigen Tagen zu geschlechtsreifen Trichinen, Darmtrichinen, aus, es findet die Begattung zwischen männlichen und weiblichen Trichinen statt, in kurzer Zeit, fünf bis sechs Tagen, gebären die Weibchen lebendige Junge, welche in die Muskeln überwandern. Da ein jedes Trichinenweibchen während seines Aufenthaltes im Darmkanal nach mäßigem Anschlage weit mehr als 1000 Embryonen hervorbringt, so steigert sich in kurzer Zeit die Zahl der im Organismus wandernden Embryonen zu einer wahrhaft enormen. Die wandernden Embryonen (Fig. 182 c) sind kaum den zehnten Teil eines Millimeters lang. Vornehmlich wandern sie in den das Fleisch durchsetzenden Bindegewebszügen weiter, bohren dann das Sarkolemma der Muskulatur an und treten durch die enge Öffnung in den quergestreiften Inhalt derselben, wachsen,

rollen und kapseln sich ein (Muskeltrichinen). Um die sehnigen Ansätze herum findet man daher die meisten Trichinen.

Kommt die verkapselte Trichine durch Zufall in den Verdauungskanal eines anderen Tieres oder des Menschen, so wird die Kapsel durch die Magensäure gelöst und die Muskeltrichine (Fig. 182 *d*) entwickelt sich wieder zur Darmtrichine (Fig. 182 *a* u. *b*).

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Muskeltrichine findet man an dem Vorderende die Mundöffnung. Dieselbe führt in die Speiseröhre und den Darm. Der

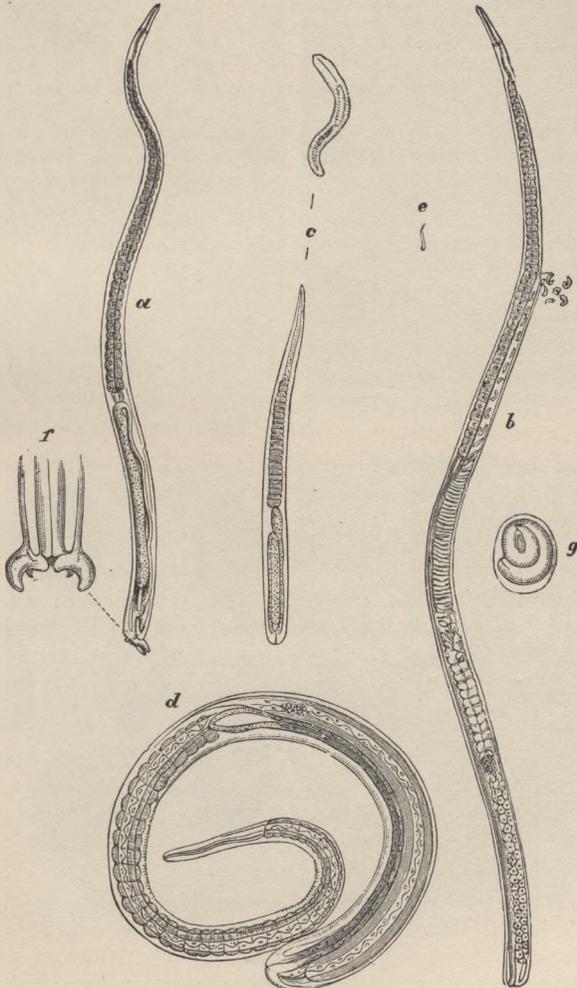


Fig. 182.

hintere Teil des Körpers enthält außerdem die Zeugungsapparate. Die Männchen (Fig. 182 *a*) haben am Hinterende zwei Haken oder Zapfen *f* neben der Öffnung der Kloake. Bei dem Weibchen *b* erstreckt sich der Geburtsweg bis innerhalb des ersten Drittels der Körperlänge und hat hier, also am Vorderende des Körpers, seitlich einen Ausgang.

Zur Prüfung des Fleisches auf Trichinen schneidet man von den erfahrungsgemäß am meisten infizierten Muskeln, wie Zwerchfell-, Kau-, Kehlkopf- und Zwischenrippenmuskeln, nahe gegen ihre Anheftungspunkte oder Übergangsstellen in die Sehnen, sehr feine, dünne Schichten heraus, breitet selbe aus und hält sie gegen das Licht. Sind

Trichinen in großer Zahl vorhanden, so sieht man kleine weiße Pünktchen in der Muskelfaser mit freiem Auge (Fig. 183 *a*).

Nun wird die mikroskopische Untersuchung vorgenommen (Fig. 183 *b* u. *c*). Bei 50- bis 80facher Vergrößerung sind die Muskeltrichinen am schnellsten aufzufinden. Man schneidet mit der krummen Schere kleine Muskelstückchen von den oben erwähnten

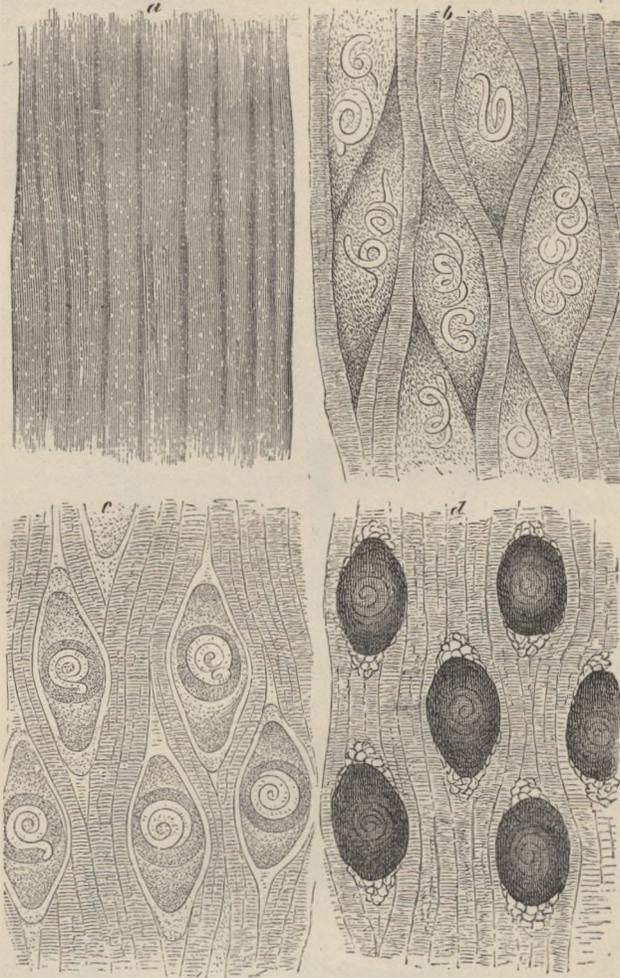


Fig. 183.

Muskeln heraus, legt eines dieser Stückchen auf ein Objektglas, gibt einen Tropfen Glycerin oder schwache Kochsalzlösung dazu, zerzupft und breitet es mittels Nadeln gehörig aus, bedeckt es mit einem Glasplättchen und gibt das Präparat auf den Objektträger.

Findet man eine verdächtige Stelle, so schreitet man zu einer 100—200fachen Vergrößerung, um den inneren Bau des wurmförmigen zu mustern. Verkreidete Kapseln (Fig. 183 *a*) sind undurchsichtig; man löst den Kalk durch Essigsäure.

Der Mensch erwirbt die Trichine fast ausschließlich durch den Genuß rohen oder nicht gar gekochten Schweinefleisches. Trichinen sind auch bei Katzen, Füchsen, Igeln beobachtet worden.

Zum Schutze gegen Trichinen- und Finneninfektion empfehlen sich folgende Maßregeln:

a) Jeder sollte wissen, daß das sicherste Mittel, sich vor den Folgen der Trichinen- und Finneninfektion zu bewahren, Vermeidung des Genusses eines rohen oder wenig erhitzten Fleisches ist. Zur Tötung genügt eine Hitze von 60°, man genieße daher nur gares Fleisch. Die Farbe des garen Fleisches entsteht bis 70°, reicht also hin, die Trichinen zu töten. Bei Schinken bietet die Farbe selbstredend keinen Anhaltspunkt. Die Trichinose ist in Süddeutschland ungemein selten, da dort der Genuß rohen Schinkens dem Volke unbekannt ist.

Das eingepökelte Fleisch muß einige Wochen in der Lake liegen, wenn alle Trichinen getötet werden sollen. Das Räuchern und Trocknen tötet ebenfalls die Trichinen, aber nur, wenn es lange genug stattfindet; bei der Schnellräucherung erreicht man nicht jene Temperatur, um auch die im Innern der Schinken befindlichen Trichinen zu töten.

b) Schweine sollen so gehalten werden, daß sie trichinen- und finnenhaltiges Material nicht erhalten können (Stallfütterung).

c) Alle wertlosen, trichinenhaltigen und trichinenverdächtigen Tiere (Ratten, Mäuse, Igel) sollen in der Weise vertilgt werden, daß die Infektion anderer Tiere vermieden wird.

d) Jeder Fall von Trichinose beim Menschen und beim Schweine soll amtlich angezeigt werden.

e) Es soll das zum Verkaufe gelassene Fleisch durch besonders dazu angestellte Personen, „die Fleischbeschauer“, untersucht werden.

Die Trichinose unter dem Schweinebestand Deutschlands ist sehr gering im Vergleiche zum Ausland.

Im Jahre 1877 fanden in Deutschland 12.865 amtlich bestellte Fleischbeschauer 701 trichinöse Schweine, d. i. ein trichinöses Schwein auf 2800 untersuchte Schweine.

Andererseits werden gegen die Einführung der obligatorischen Trichinenschau mancherlei Einwendungen erhoben. Man betont, die staatliche Beaufsichtigung der Nahrungsmittel könne sich immer nur auf die zum Verkaufe bestimmten, nicht auch auf die von den Schweinezüchtern selbst verzehrten und nicht zu Markt gebrachten Tiere beziehen. Die obligatorische, mikroskopische Fleischschau sei eine Maßregel, deren Kostspieligkeit außer Verhältnis mit dem beabsichtigten Zwecke stehe. Trotz alledem gewähre die Trichinenschau keinen vollkommenen Schutz, da bei solchen Untersuchungen das Resultat auch dann negativ ausfallen kann, wenn tatsächlich trichinöses Material vorliegt. In der Tat nimmt die Trichinose unter der Bevölkerung sehr wenig ab; ein großer Teil der Trichineninfektionen rührten von Schweinen her, welche vorher untersucht waren.

Die Trichinenschau bietet keine erheblichen Schwierigkeiten dort, wo ein öffentliches Schlachthaus mit Schlachthauszwang besteht und auch das Schlachten der Schweine in demselben obligatorisch gemacht wird; aber auf dem Lande ist sie undurchführbar.

### Fleischvergiftung.

Nicht selten werden nach Genuß von Fleischwaren sehr umfangreiche Erkrankungen mit tödlichem Ausgange wahrgenommen. Die Vergiftung tritt meist 24 Stunden nach Aufnahme der Speisen, oft aber erst nach einigen Tagen ein unter den Symptomen eines heftigen Magen- und Darmkatarrhs; bisweilen besteht Pupillenerweiterung, Akkomodationslähmung, Ptosis, Trockenheit im Halse, Tonlosigkeit der Stimme.

In jedem Jahre sind eine große Zahl solcher Todesfälle zu verzeichnen. Da sehr häufig Wurstwaren die Ursache der Vergiftung sind, so spricht man auch von einem Wurstgift. Bekannt ist die Massenvergiftung in Chemnitz 1879 mit 250 Erkrankten, jene in Middelburg (Holland) mit gleichfalls 250 Erkrankten, ferner in Chemnitz 1886 mit 100 Erkrankten u. s. w.

Die Fleischvergiftungen können durch sehr verschiedene Einflüsse zu stande kommen. Es darf nicht bezweifelt werden, daß ein Teil derselben als Intoxikation aufzufassen ist, d. h. als Wirkung eines aufgenommenen Giftstoffes. Solche können sich unter Umständen schon im Tierleibe vor der Schlachtung gebildet haben, wenn z. B. das Tier krank war, oder es sind Zersetzungen, welche sich in der Ware erst nachträglich durch die Entwicklung irgend eines zu solchen Umsetzungen befähigten Keimes (Spaltpilze) gebildet haben. Intoxikation ist namentlich dann anzunehmen, wenn etwa das Fleisch auch nach dem Erhitzen und Zubereiten auch solche giftige und verderbliche Wirkungen entfaltet hat. Durch gründliches Kochen oder Braten werden zwar die Bakterien, aber nicht alle von diesen erzeugten Gifte vernichtet.

In einer großen Anzahl von Fällen ist die Fleischvergiftung aber eine Infektion, d. h. sie beruht auf dem Genuße von Fleisch, welches mit bestimmten Krankheitserregern durchsetzt ist. Dann tritt die Krankheit erst mehrere Tage nach dem Genuße auf; in solchen Fällen hat man auch Übertragung der Erkrankung auf Personen, welche gar kein Fleisch genossen hatten, beobachtet.

In wieder anderen Fällen mag mit der Infektion zugleich eine Intoxikation verbunden sein.

Man hat bis jetzt mehrere Bakterienspezies gezüchtet, welche als die Erreger solcher „Fleischvergiftung“ um so mehr angesehen werden dürfen, als bei Tieren wie auch bei Menschen gelungen ist, mittels der Reinkultur das typische Krankheitsbild zu erzeugen.

Am häufigsten wurde das von Gärtner zuerst näher beschriebene *Bact. enteridis* beobachtet; ferner ein von Günther gezüchtetes Stäbchen.

Besonders bedenklich ist immer Fleisch von notgeschlachteten Tieren;  $\frac{4}{5}$  aller Fleischvergiftungsfälle beziehen sich nach Bollinger auf Genuß solchen Fleisches. Das Fleisch, welches Vergiftungen erzeugt, braucht in seiner äußeren Beschaffenheit nicht im mindesten verändert auszusehen.

Gewiß kommen auch Fälle vor, in denen die gewöhnliche Fleischfäulnis eine solche Veränderung erzeugt, daß Erkrankungen nach dem Genuße der Speise auftreten. Man kann durch langes Kochen die stinkenden, für die Fäulnis charakteristischen Produkte beseitigen, häufig verdecken die Produzenten den bedenklichen Geruch und Geschmack

„nicht ganz frischen Fleisches“ durch starke Gewürze und namentlich durch Räuchern.

In mehreren Epidemien haben sich Typhuserkrankungen an den Genuß von Fleisch angeschlossen. Es ist jetzt erwiesen, daß beim Rinde tatsächlich Typhusbazillen gefunden werden können (Levy).

Es ist zu bedenken, daß die meisten Fleischvergiftungen durch Würste geschehen und daß die Volksfeste u. dgl. es sind, bei denen der Vertrieb solch gesundheitsschädlicher Ware am meisten versucht wird.

Hier wäre auch der Vergiftungen zu gedenken, welche vor nicht langer Zeit durch Miesmuscheln hervorgerufen worden sind. Diese sollen beim Aufenthalt in unreinem Wasser in ihrer Leber das Mytilotoxin erzeugen und dadurch die Erkrankungen hervorrufen. Auch bei Austern hat man Ähnliches gefunden; wenn diese in schlechtem, z. B. durch Kanalwasser verjauchten Wassers wachsen, können sie — und ähnlich auch die Krabben — Vergiftungen hervorrufen.

Gifterkrankungen durch Fische sind durchaus nicht selten. Heftige Vergiftungen durch den Stich der Strahlen der vorderen Rückenflosse und der Kiemendeckel rufen drei Seefische hervor: das kleine und große Petermännchen (*Trachinus vipera* Cuv. und Val. und *Trachinus draco* L.) und der Seeskorpion (*Cottus scorpius* Bloch). Die hauptsächlichsten Krankheitserscheinungen sind äußerst heftige Schmerzen, Lymphgefäß- und Lymphdrüsenentzündung, Fieber, Verlust der Sprache, Schlaflosigkeit und allgemeine tetanische Krampfanfälle. Bei den beiden *Trachinus*arten sitzen die giftproduzierenden Drüsenorgane an der Basis des Kiemendeckelstachels und an der Basis jedes einzelnen Strahles der Rückenflosse. Bei *Cottus scorpio* sind die Stacheln hohl, die Giftdrüsenzellen sezernieren nur während der Laichzeit des Fisches (November bis Jänner). Auch bei den *Trachinus*arten ist die Giftproduktion während der Laichzeit beträchtlich gesteigert. Der Flußaal hat in seinem Blute ein heftiges Gift, das sogenannte Ichthyotoxin, ebenso der Meeraal (*Conger vulgaris* Cuv.) und das Flußneunauge (*Petromyzon fluviatilis* L.). Das Ichthyotoxin ist ein Toxalbumin, also ein giftiger Eiweißstoff. Die Haut des Flußneunauges sondert einen sehr giftigen Schleim ab, der schwere blutige, ruhrartige Durchfälle erzeugt und auch durch Kochen nichts von seiner Giftwirkung verliert.

Vergiftungen durch Fische sind aber auch aus anderen Gründen nicht selten. Vielfach produzieren Bakterien, die im Blute der Fische leben und epidemische Erkrankungen der Tiere bedingen, ein hochgradiges Gift, das durch Kochen nicht zerstört wird und den Genuß solcher Fische gefährlich macht. Bekannt ist es, daß Fischfleisch sehr leicht in Faulnis übergeht. Das in unvollkommen gesalzenem Störfleisch sich entwickelnde Ptomatropin tötet einen Menschen schon, wenn nur 3 mg aufgenommen worden sind. Dorsch wird häufig in verdorbenem Zustande verkauft. Das Fleisch ist dann zuerst rosa gefleckt und wird schließlich durch und durch rot. Oft ist  $\frac{1}{3}$  der auf der Neufundlandbank gefangenen Dorsche in solcher Weise verdorben. Die Vergiftungserscheinungen sind sehr schwere, führen aber meist nicht zum Tode. Ebenso sind nach Genuß von verdorbenem Schellfisch, Schleie, Stint und Hering mehr oder weniger heftige Vergiftungen beobachtet worden. In Öl konservierte Sardinen entwickeln ein tödliches Gift, das Sardinin. Giftige

Sardinen sehen vielfach rot aus. Ähnlich verdirbt oft konservierter Anchovis und Lachs.

### Anforderungen an den Fleischverkauf; die Fleischfälschung.

Das zum Verkaufe gelangende Fleisch soll stets nur bankmäßiges, d. h. gemästetes Fleisch sein.

Als Rindfleisch im engeren Sinne soll nur Ochsenfleisch verkauft werden. Schmalfleisch nennt man das Fleisch der Kuh, das junger weiblicher und männlicher Rinder sowie das Stierfleisch. Ochsen geben mit acht Jahren das beste Fleisch, vom 12. bis 14. Jahre ab wird es zähe.

Die zweite Anforderung ist die, daß nicht mehr Knochen mit dem Fleische verkauft werden dürfen, als dem Einzeltier zukommen. In großen Städten wird namentlich derjenige, welcher nur wenig Fleisch einkauft, vielfach in schamloser Weise übervorteilt.

Kälber, die nicht 20 *kg* wiegen oder nicht vier Wochen alt sind, sollten nicht auf den Markt zugelassen werden. Zum Genusse gelangende Ferkel sollen mindestens zwei Wochen, Ziegen und Lämmer fünf Wochen alt sein.

Die Fleischfälschung besteht in dem Verkaufe minderwertigen Fleisches an Stelle einer besseren Sorte; in diesem Sinne ist sie also eine Unterschiebung. Sehr häufig wird Kuhfleisch oder das Fleisch von Kälbern, welche nur wenige Tage alt sind, Pferdefleisch, ferner das Fleisch von tuberkulösen Tieren ohne Angabe dieses Umstandes zu Markt gebracht, namentlich aber bei Fischen die billigen Sorten einer wertvollen Fischart untergeschoben. Nicht selten verwenden die Fleischer finniges Fleisch zur Herstellung von Würsten, da man die Finnen dabei nicht mehr erkennen kann.

Der Nachweis der Finnen scheint nur dann einigermaßen möglich, wenn es sich um die Schweinefinne handelt, da diese einen Häkchenkranz aus Chitin besitzt. Das verdächtige Fleisch wird der Verdauung mit Magensaft oder Pankreassaft unterworfen und dann der sich ergebende Bodensatz mikroskopisch auf das Häkchen der Finne untersucht.

Nicht selten ist der Zusatz von Stärkemehl zu Wurstwaren; das Auffinden der Stärke unterliegt auch bei geringerem Zusatze keinerlei Schwierigkeiten. Man breitet die Wurstmasse in dünner Schicht auf eine Glasplatte aus, legt diese auf weißes Papier und gibt nun Jodjodkalium darauf. Bei sehr fetten Würsten empfiehlt sich vorheriges Ausziehen mit Alkohol, dann mit Äther.

In betrügerischer Absicht wird bei Würsten, welche zum baldigen Konsum bestimmt sind, Wasser beigemischt; in den meisten Fällen bietet die Erkennung eines solchen Zusatzes keine Schwierigkeit. Man bestimmt den Trockengehalt der Wurstwaren sowie den Fettgehalt, dann berechnet man das Verhältnis von Eiweiß zu Wasser. In normalen Fleischsorten erweist sich dieses Verhältnis äußerst konstant.

Der Zusatz von schwefelsauren Salzen, die das Fleisch nur rot erhalten, aber nebenbei die Fäulnis weitergehen lassen, ist auch ein solcher Zusatz, der den Betrug herbeiführt. Mit Hilfe dieser Beimischung wird namentlich häufig das Abfallfleisch in eine marktfähige Ware verwandelt.

### Kontrolle des Fleischmarktes.

Wenn von Seite der Aufsichtsbehörde alle für die gesundheitlich entsprechende Qualität des Fleisches belangreichen Gesichtspunkte beachtet und mit Rücksicht darauf die Fleischkontrolle geübt werden soll, so ist die Errichtung eines öffentlichen Schlachthauses mit Schlachthauszwang hierfür ein unabweisbares Erfordernis, namentlich in größeren Städten.

Mit den Schlachthäusern sollen hinreichende Stallungen und Futterböden in direkter Verbindung sein, damit die Tiere vor dem Schlachten eine Zeitlang ausruhen und sich von den Strapazen des Transports erholen. In jedem größeren öffentlichen Schlachthause sollte ein Tierarzt als Sachverständiger permanent fungieren und für seine Untersuchungen die nötigen Lokalitäten und Hilfsmittel zur Verfügung haben.

Ein vollständiger Schutz kann dem Publikum jedoch auch durch diese Einrichtung nicht gewährt werden. Es kommt zunächst in Betracht, daß die Einfuhr von totem Fleische nicht untersagt und dieses von den Sachverständigen bei der gewöhnlichen Beschau nicht immer sicher darauf beurteilt werden kann, ob es ganz frei von schädlichen Bestandteilen ist, bezw. ob es von ganz gesunden oder von kranken Tieren herrührt.

Weiters ist es leicht begreiflich, daß die Institution der öffentlichen Schlachthäuser in der Regel nur größeren Städten zu gute kommen kann, weil in diesen Fällen die Rentabilität des aus Gemeindemitteln errichteten Schlachthauses außer Zweifel steht, während in kleineren Städten und in ländlichen Gemeinden die öffentlichen Verwaltungen oft große Summen Geldes zusetzen müßten, um ein den hygienischen Anforderungen genügendes öffentliches Schlachthaus zu errichten und in Betrieb zu erhalten.

Wo öffentliche Schlachthäuser nicht bestehen und nicht errichtet werden können, kann die Kontrolle wenigstens einigermaßen befriedigend geleitet werden, wenn der Fleischverkauf eine Regelung erfährt und auf besonders eingerichtete Fleischhallen, woselbst die Fleischprüfung vorgenommen wird, beschränkt bleibt. Der Verkauf des Fleisches nach Qualitäten zu entsprechend verschiedenen Preisen ist mit Rücksicht auf die Verschiedenheit des Geschmacks und des Nährwertes des Fleisches (namentlich des Ochsenfleisches von verschiedenen Körperregionen) gerechtfertigt und vom marktpolizeilichen Standpunkte nur gutzuheißen. Selbstverständlich muß sich die Marktkontrolle auch darauf erstrecken, daß nicht minderwertiges Fleisch als besseres verkauft werde.

Die Vorteile, die ein öffentliches Schlachthaus bietet, sind mit der Möglichkeit einer zweckmäßigen Fleischkontrolle nicht erschöpft; es werden auch alle jene Übelstände, welche der Betrieb des Schlächtereigewerbes mit sich führt und die sich mit der Zahl einzelner Privatschlächtereien in einer Stadt in geradem Verhältnisse steigern, vermindert und, wenn die Anlage des öffentlichen Schlachthauses eine gute ist — wie sie es, da sie aus öffentlichen Mitteln errichtet wird, wirklich sein kann —, auf ein minimales Maß reduziert. Hiertüber wird im Abschnitt über Gewerbehygiene weiters erörtert.

Literatur: Leukart, Die Parasiten des Menschen, Leipzig und Heideberg. — Claus, Die Eingeweidwürmer der Menschen, Wien 1894. — B. Fischer, Fleischvergiftungen. Zeitschr. für Hygiene und Infektionskrankheiten. Bd. XXXIX.

### Drittes Kapitel.

## Die Milch.

Unter den animalischen Nahrungsmitteln hat die Milch eine sehr wichtige Stellung, da sie bei den Neugeborenen in der Regel die ausschließliche Ernährung übernimmt und auch in der Kost des Erwachsenen vielfach einen nicht unerheblichen Bruchteil des Nahrungsbedürfnisses deckt. Sie enthält alle Stoffe, welche zum Aufbau des Organismus notwendig sind. Als ausschließliches Nahrungsmittel für den Erwachsenen eignet sie sich trotzdem nicht gut, weil für diesen das Volumen der zur Deckung des täglichen Nahrungsbedarfes aufzunehmenden 3—4 l Milch zu groß ist. Doch gibt es ganze Volksstämme, welche sicher einen sehr großen Teil ihres Nahrungsbedarfes der Milch entnehmen, wie z. B. die Bauern in Schweden, das Volk in Kurdistan, die Beduinen Arabiens. Auch bei uns ist in manchen Provinzen auf dem Lande der Milchkonsum ein bedeutender. In den Städten tritt derselbe aber sehr zurück. Für den Tag und Kopf der Bevölkerung werden verzehrt an Milch

in München . . . . .	562 g
„ Königsberg . . . . .	383 „
„ Paris. . . . .	228 „
„ London. . . . .	107 „

Die Milch entsteht in der Milchdrüse, wobei das Drüsengewebe zerfällt und sich wieder regeneriert. Es werden also die Milchbestandteile nicht etwa nur durch die Drüsenzellen hindurch ausgeschieden.

Die Beschaffenheit der Milch ändert sich während der Dauer der Milchbildung; zu Beginn der Milcherzeugung vor erfolgter Geburt sowie kurze Zeit nach der Geburt wird eine mehr oder minder gelbliche Milch von dem Muttertier geliefert — Kolostrum oder Biestmilch genannt. Das Kolostrum der Kuh ist für den Menschen ungenießbar. In der weiteren Folge der Milchproduktion nimmt die Milch dann jene Beschaffenheit einer weißlichen, undurchsichtigen Flüssigkeit an, welche allen bekannt ist.

Die Kühe werden durchschnittlich im dritten Lebensjahre „milchend“, liefern das größte Milchertragnis erst nach dem fünften bis siebenten Kalben. Nach dem vierzehnten Kalben versiegt allmählich die Milcherzeugung, weshalb man die Tiere zum Schlachten mäset. Man nennt sie dann Galtvieh. Die Zeit vom Kalben bis zum Versiegen der Milch bezeichnet man als Laktationszeit. Bei der Kuh währt dieselbe etwa 300 Tage, etwa sechs Wochen liefert dann die Kuh keine Milch.

Morphologisch betrachtet, besteht die Milch aus einer Flüssigkeit (Milchserum), in welcher unzählige kleine Fetttropfchen von 0.0014 bis 0.0063 mm Durchmesser und starkem Lichtbrechungsvermögen schwimmen.

Die Milch enthält in  $1\text{ cm}^3$  zwischen 2·6 bis 11·4 Millionen Fettkügelchen (Bohr). Dieses emulsionsartige Fett bedingt durch seine Lichtzerstreuung im wesentlichen die weiße Farbe der Milch. Beim Stehen steigen die Kügelchen empor und bilden den Rahm, während unten die abgerahmte Milch in bläulicher Farbe zurückbleibt. Je nach der Größe der Fettkügelchen rahmt die Milch verschieden rasch auf. Bei gleichem Fettgehalte sind die Fettkügelchen oft ganz verschieden groß, die Aufrahmung also ungleich. Zentrifugieren beschleunigt und vervollständigt die Rahmabscheidung; Zentrifugalmilch wird nahezu fettfrei, da auch die kleinsten Fetttropfchen dem Rahme sich beimischen.

Die Milch rahmt auf, die Fetttropfchen fließen aber nicht zu einer öligen Masse zusammen, sondern bleiben getrennt. Dies rührt davon her, daß die in Milch vorkommenden Eiweißstoffe in gequollenem Zustande vorhanden sind und in ihrem Maschenwerk die Fetttropfchen einschließen. Eine besondere Membran, Haptogenmembran, besitzen die Milchkügelchen nicht.

Schlägt oder schüttelt man bei hoher Temperatur die Milch, so kann man künstlich die Fetttropfchen noch mehr verkleinern, ihre Zahl also mehren; kühlt man aber die Milch stark ab und schlägt und schüttelt sie, dann haften die erstarrenden Fetttropfchen aneinander und scheiden sich als Butter ab, indes eine wässerige, bläulichweiß gefärbte Flüssigkeit, die Buttermilch, hinterbleibt.

In dem Kolostrum sind außer den Fetttropfchen noch die sogenannten Kolostrumkörperchen, kugelige Gebilde von 0·00667 bis 0·025 mm Durchmesser, Fettkügelchen einschließend, enthalten. Häufig trifft man in der Milch Epithelialzellen, dagegen nur bei Krankheiten Eiterzellen und Blutkörperchen. Die Eiterkörperchen sind größer als die roten Blutscheiben, matt granuliert, mit Kern. Ihre Begrenzung ist unregelmäßig.

An geformten Elementen enthält die Milch noch zumeist eine große Menge von Bakterien, welche zugleich mit kleinen Partikelehen von Kuhkot von außen stammende Verunreinigungen darstellen. Je nach der beim Melken und der weiteren Behandlung der Milch geübten Reinlichkeit sowie anderen später zu erwähnenden Umständen finden sich die Bakterien in größerer oder kleinerer Zahl. Clauss fand in der Marktmilch zu Würzburg 222.000—2,334.000 Keime in  $1\text{ cm}^3$ , Lehmann 1·9 bis 7·2 Millionen und Renk in Halle 6 bis 30·7 Millionen Keime.

Mittels Filtrieren der Milch durch Tonzellen scheidet man das sogenannte Milchserum, eine vollkommen klare, süß schmeckende, leicht gelb gefärbte Flüssigkeit ab, welche Spuren von Eiweiß, Milchsucker und geringe Mengen von Aschenbestandteilen enthält.

Die Milch, welche auf den Markt gelangt, ist fast durchwegs ein Gemisch der Milch vieler Kühe, wodurch mancherlei individuelle Ungleichheiten der Zusammensetzung behoben werden. Das spez. Gewicht dieser Marktmilch variiert (bei 15°) zwischen 1029 und 1033, abgerahmte Kuhmilch hat ein spez. Gewicht von 1034 bis 1037, halbabgerahmte von 1031 bis 1034. Die Vollmilch einer gesunden einzelnen Kuh schwankt zwischen 1025—1040.

In der Milch sind Eiweißstoffe enthalten, und zwar überwiegt das Kasein, dessen Natur noch nicht vollkommen klargelegt ist. Teils rechnet man das Kasein zu den Alkalialbuminaten, teils wird es für eine Verbindung von Nuklein mit einem Eiweißstoffe gehalten, teils für ein Gemenge von zwei Eiweißstoffen, die ihrerseits wieder Nukleinverbindungen sind. Mit diesen Eiweißstoffen des Kaseins scheint außerdem Trikalziumphosphat verbunden zu sein.

Das Kasein wird durch verdünnte Säuren gefällt, ferner durch Lab, außerdem durch Eintragen von Kochsalz und Magnesiumsulfat bis zur Sättigung unter Erwärmen auf 37—40°. Das Kasein wird beim Kochen nur in minimalen Mengen ausgefällt, doch kann man allmählich durch tagelanges Kochen fast alles Kasein zur Ausscheidung bringen; ist dagegen durch Zersetzung von Milchzucker Milchsäure gebildet, so gerinnt die Milch um so leichter, je mehr Saure vorhanden ist, schließlich auch spontan.

Neben dem Kasein findet sich meist in wesentlicher geringerer Menge ein durch Erhitzen auf 70—80° ausscheidbarer, dem Serumalbumin ähnlicher Eiweißstoff, Laktalbumin. In dem Kolostrum sowie in manchen pathologischen Fällen tritt er reichlich auf. Die Milch gerinnt dann beim Erhitzen, ohne daß eine Säuerung vorhanden zu sein braucht.

Kasein und Albumin zusammen repräsentieren die überwiegendste Menge der Eiweißstoffe; in Spuren findet sich daneben aber noch das Laktoprotein, vermutlich eine Mischung von Kasein und Albumin und Laktoglobulin.

Das Kuhmilchfett enthält neben den allgemein im Tierkörper vorkommenden Triglyzeriden, der Öl-, Stearin- und Palmitinsäure und neben geringen Mengen von Cholestearin, Lezithin und gelben Farbstoffes, die Triglyzeride der Buttersäure, Kapron-, Kapryl-, Kaprin-, Myristin- und Arachinsäure. Etwa 68% der nicht flüchtigen Fettsäuren sind in Palmitin, Stearin, 30% in Olein enthalten, die Menge der flüchtigen Fettsäuren in der Butter beträgt 7·0%, darunter 3·7 bis 5·1 Buttersäure, 2·0 bis 3·4 Kapronsäure (D u c l a u x). Gewisse Schwankungen hängen von den Jahreszeiten ab; im Winter finden sich mehr feste Fette als im Sommer. Das Butterfettgemenge schmilzt bei 31—33° und erstarrt bei 19—24°; in der Milch verteilt, können die Fetttropfen aber weit unter diese Grenze abgekühlt werden, ehe sie erstarren. Dieselbe Beobachtung macht man auch an anderen fein emulgierten Fetten. Bei anderen Tieren als der Kuh ist der Gehalt an Triglyzeriden, flüchtigen Fettsäuren oft verschwindend klein. So bei dem Hunde und Schweine. Ähnlich in der Menschenmilch.

Die Milch enthält in bedeutender Menge den sonst im Organismus nicht auftretenden Milchzucker; vermutlich bildet sich derselbe bei Pflanzenfressern synthetisch aus Glykose und Galaktose. Letztere soll nach Müntz identisch mit Arabinose sein, welche leicht aus Gummi und gummiähnlichen Substanzen sich abspaltet.

Man hat in der Milch auch Harnstoff, Kreatin, Kreatinin, Lezithin, Cholesterin, Alkohol, Nuklein, Essigsäure, Zitronensäure aufgefunden. Unter den Aschebestandteilen nimmt der phosphorsaure Kalk eine wichtige Stelle ein, weil derselbe namentlich dem Kinde die Ausbildung des Knochensystems ermöglicht. Da man aus unveränderter Milch durch Zusatz von oxalsaurem Ammoniak nur minimale Mengen von Kalk zu fällen im Stande ist, muß man, wie schon oben mitgeteilt wurde, annehmen, daß der Kalk anderweitige Verbindungen eingegangen hat.

Frisch entleerte Milch reagiert amphoter, d. h. sie färbt sowohl Kurkumapapier braun, als auch rötet sie blaues Lackmuspapier, da in der Milch sowohl alkalisch reagierendes (neutrales) als auch saures Kaliumphosphat vorhanden ist (Soxhlet). Nach einigem Stehen überwiegt die saure Reaktion, weil durch die Tätigkeit von Mikroorganismen der Milchzucker der Milch in Gärungsmilchsäure umgewandelt wird. Schließlich gerinnt die Milch, d. h. die Saure fällt das Kasein aus (Sauer-milch). Die zwischen dem Gerinnsel befindlichen Milchbestandteile nennt man saure Molke.

Einen höchst merkwürdigen Einfluß übt ein vom Kalbermagen zu gewinnendes Ferment, das Lab, aus, indem es ohne Änderung der Reaktion bei gelindem Erwärmen den Käsestoff (Parakasein) in dicken

Klumpen ausfällt, vielleicht unter Abspaltung einer albumoseartigen Substanz, des Molkeneiweißes (Hamarsten). Die dabei austretende Flüssigkeit nennt man die süße Molke. Gekochte wie auch mit Borsäure versetzte Milch gibt keine Labwirkung. Man kennt noch anderweitige Gerinnungsvorgänge, z. B. jenen, der durch Zugabe von Salz zur Milch und Erwärmen hervorgerufen wird.

Die frische Milch hat einen spezifischen Geruch und Geschmack, der die mannigfachsten Unterschiede aufweist. Durch das Kochen der Milch werden gewisse Veränderungen derselben hervorgerufen. Es ändert sich Geruch wie Geschmack, aber außerdem noch in sehr manifester Weise die chemische Zusammensetzung. Beim Kochen bilden sich meist dünne Häutchen an der Milchoberfläche, welche man vielfach für das durch die Siedehitze ausgeschiedene Laktalbumin hielt; doch bestehen sie auch aus Kasein, das in kleinen Quantitäten abgeschieden wird, und Kalksalzen. Gekochte Milch gerinnt durch Lab nicht, sondern erst, wenn etwas Säure, sei es auch nur Kohlensäure, zugesetzt wird. Bei langdauerndem Kochen, namentlich aber bei Erhitzung auf Temperaturen über 100°, wird der Milchzucker zum Teil zerlegt, die Milch bräunt sich und schmeckt etwas bitter. Fett tritt in großen Tropfen auf, die natürliche Emulsion wird zum Teil ausgehoben (Renck).

### Zusammensetzung verschiedener Milchsorten.

Die Zusammensetzung der Milch hängt von verschiedenen Umständen ab: zunächst von der Gattung und Rasse des Tieres.

Die Verschiedenheiten der Milch mit Rücksicht auf die Gattungen werden durch folgende Tabelle erläutert:

Bestandteile für 1000 Teile	Frauenmilch	Kuhmilch	Ziegenmilch	Schafmilch	Eselsmilch	Stutenmilch
Wasser . . . . .	871·0	894·2	836·5	839·8	910·2	823·3
Feste Stoffe . . . . .	129·0	125·8	136·4	160·1	89·7	171·6
Kasein . . . . .	} 24·8	28·8	33·6	} 53·4	} 20·1	} 16·4
Albumin . . . . .		5·3	12·9			
Fette . . . . .	39·0	36·5	43·5	58·9	12·5	68·7
Milchzucker . . . . .	60·0	48·1	40·0	40·9	} 57·0	} 86·5
Salze . . . . .	4·9	7·1	6·2	6·8		

Über Milch von Kühen verschiedener Rasse sind umfassende Untersuchungen angestellt worden, deren Ergebnisse nachfolgende Tabelle übersehen läßt:

### Kuhmilch:

In 1000 Teilen	Schweiz	Tirol	Volgland	Steiermark	Normandie	Bretagne	Angus	Durham	Holland	Belgien	Böhmen
Wasser . . . . .	851·98	817·40	849·90	853·15	871·80	837·48	803·20	845·62	839·72	857·70	841·80
Feste Stoffe . . . . .	148·02	182·60	150·16	146·85	128·20	162·52	196·80	154·40	160·28	142·30	158·20
Kasein . . . . .	22·56	41·98	37·64	22·63	42·18	46·50	45·62	32·46	34·87	31·59	28·52
Albumin . . . . .	3·08	7·60	8·00	8·82	5·50	7·24	7·90	11·14	7·32	9·10	10·20
Fette . . . . .	70·88	79·60	51·40	62·80	32·40	57·04	98·80	64·10	68·46	62·20	63·40
Zucker . . . . .	45·90	48·42	46·26	46·20	42·12	45·54	37·26	39·70	43·50	32·92	49·68
Salze . . . . .	5·60	5·00	6·80	6·40	6·00	6·20	7·22	6·82	6·14	6·78	6·40

Das Niederungsvieh hat einen niedrigeren Fettgehalt der Milch als das Gebirgsvieh.

Die Milch macht mit den Jahreszeiten gewisse Veränderungen durch, der Fettgehalt ist im Frühling und Sommer am kleinsten, steigt dann von Juli bis Oktober und fällt im Dezember und Jänner. Der fettfreie Trockenrückstand bleibt unverändert. Doch sind es nicht allein atmosphärische Einflüsse, welche hiebei mitspielen, sondern auch die mehr oder minder vorgeschrittene Laktationszeit.

Ebenso wie die Qualität der Milch durch die Rasse mitbestimmt wird, beeinflußt letztere auch die Quantität der Milcherzeugung. Es liefert im Jahre:

Die Ansbacher	Rasse . . .	1284 l
„ Siementaler	„ . . .	1590 l
„ sächsische	„ . . .	2093 l
„ Schweizer	„ . . .	2665 l
„ Algäuer	„ . . .	2710 l
„ Holländer	„ . . .	2906 l

Die Qualität der Milch hält freilich mit der Quantität durchaus nicht gleichen Schritt. Die eben gegebenen Werte sind Durchschnittswerte; in den einzelnen Jahren kann die Milchmenge sehr verschieden sein. Der maximalste Milchertrag kann über 5000 l erreichen. Die Milchmenge steigt z. B. bei derselben Rasse von 1530 l nach dem Kalben bis 2380 l nach dem vierzehnten Kalben. Im allgemeinen findet man die größten Milcherträge bei Kühen mittleren Alters, nach dem fünften bis siebenten Kalben. Die tägliche Quantität schwankt zwischen 6–40 l; die Melkbarkeit zwischen 150–460 Tagen.

Die Einzelwerte für die Zusammensetzung sind aber bei den verschiedenen Milchsorten großen Schwankungen unterworfen, so daß die Mittelwerte noch nicht genügend Anhaltspunkte zur richtigen Beurteilung einer Milch bieten. Im allgemeinen ist die Summe von Eiweiß und Milchzucker weniger Schwankungen unterworfen (7·8 bis 10%) als der Gehalt an Fett (2·5 bis 4·7%).

Da die Kuhmilch eine so außerordentlich ausgedehnte Verwendung als Nahrungsmittel findet und ihr gegenüber die übrigen Milchsorten sehr zurücktreten, so wollen wir im folgenden bei Erörterung der äußeren Verhältnisse, welche auf die Milchbeschaffenheit einwirken, nur auf die Kuhmilch Rücksicht nehmen, mit dem Hinweise analoger Verhältnisse bei anderen Tieren.

Von Bedeutung für die Zusammensetzung der Milch ist die Art des Melkens; die einzelnen Portionen, welche abgemolken werden, wechseln in der Zusammensetzung, insofern die ersten fettärmer sind als die letzten. Ferner haben übereinstimmende Beobachtungen ergeben, daß der Fettgehalt der Abendmilch größer ist als jener der Morgenmilch (Eiweiß und Zuckergehalt ändern sich aber kaum), doch kommen mancherlei Abweichungen hievon vor.

Die Milch der einen Kuh gleicht nach Mischung und Menge der Bestandteile nie ganz jener einer anderen. Sie unterliegt selbst während der Laktation sehr bedeutenden Modifikationen.

Bis zur Mitte der Trächtigkeit ändert sich die Milch weder bezüglich ihrer Quantität noch Qualität. Gegen das Ende der Trächtigkeit

tritt in der Milch das Kasein zurück und das Eiweiß erscheint vermehrt. Zurzeit des Werfens enthält die Milch fast kein Kasein, aber viel Eiweiß. Das Sekret von letzterer Beschaffenheit, Kolostrum genannt, erzeugt beim Menschen nach dem Genusse flüssige Stuhlentleerungen und wird als ungenießbar betrachtet. Erst einige Wochen nach dem Kalben wird die Milch wieder gut und von normaler Beschaffenheit.

Die zahlreichen Untersuchungen über den Einfluß, den die Variation der Nahrungsstoffe auf die Zusammensetzung der Milch ausübt, stehen unter sich noch vielfach im Widerspruch. Einzelne dieser Untersuchungen lassen den Schluß zu, daß die Art der Fütterung ohne allen Einfluß auf die Zusammensetzung der Milch sei, insofern das Verhältnis von Fett, Kasein, Albumin und Zucker in der produzierten Milch ein vom verabreichten Futter unabhängiges sei, während andere Erfahrungen darauf hindeuten, daß stickstoffreiches Futter viel und butterreiche Milch gibt und Stallfütterung ebenso wirkt, wogegen das Weiden im Freien auf armer Wiese käsereiche Milch liefern soll. Darin aber stimmen alle bisherigen Beobachtungen überein, daß ein reichlicheres Futter die Milchproduktion vermehre. Durch Fütterung mit wässrigem Futter (Rübenschntzel, Schlempe u. s. w.) wird die Milch wässrig. Melassenschlempe, Schlempe der Starkefabrikation, rohe Kartoffeln und Kartoffelkraut, Obst, Rübakraut, saure Molke sollten als Futter für Milchkühe ebensowenig wie verschimmelter und faulendes Futter Verwendung finden.

Es liegt die Erfahrung vor, daß einzelne aromatische Substanzen: ätherische Öle, Bitterstoffe und ferner mancherlei Farbstoffe, in die Milch übergehen. Die Milch der Alpenkühe hat einen eigentümlichen Wohlgeruch, der auch auf die Butter übergeht. Ferner ist bekannt, daß aus dem Futter der milchgebenden Tiere giftige Substanzen in die Milch gelangen. Bei der Ingestion von Futterkräutern, welche für den Menschen giftig sind, erkranken nicht immer die Milchtiere; namentlich sollen Ziegen giftigen Futterkräutern kräftig widerstehen. Wiederholt hat Milch, die sich nachträglich bei der chemischen Analyse als kolchizin- oder euphorbiumhaltig erwies, Menschen beschädigt, während an der Ziege, die solche Milch gab, kein Krankheitssymptom wahrnehmbar war.

Angeblich soll die Milch beim Transport sich verändern und aufrahmen; dies ist jedoch nur selten und in höchst geringem Grade der Fall.

Gewisse metallische Gifte (Quecksilber, Blei, Arsen, Antimon) gehen nachweislich in die Milch über. Obgleich die Quantität, in der diese Stoffe (die meist als Arzneimittel dem Tiere verabreicht werden) in der Milch nachgewiesen wurden, eine sehr geringe ist, so kann doch der Genuß solcher Milch für Säuglinge und Kinder gefährlich werden. Im Sommer werden zuweilen (um Fliegen abzuhalten) die Kühe mit Tabakabsud gewaschen. Dadurch kann die Milch nikotinhalzig werden. Jodfette gehen in der Milch über (Winternitz).

## Milchfehler.

### a) Reinlichkeitsfehler.

Die Milch kommt durchaus nicht immer in einer vollkommen tadellosen und für die Gesundheit unschädlichen Beschaffenheit in den

Handel. Durch unzweckmäßige Behandlung derselben, durch Unreinlichkeit, durch Krankheiten der Kühe, durch Aufnahme bestimmter Futtermittel erleidet sie die mannigfachsten, vom hygienischen Standpunkte aus bedenklichsten Veränderungen. Bakterienfrei ist die Milch nur in den feinsten Kanälen des Euters. Nach der üblichen Melkweise ist sie fast immer außerordentlich reich an Bakterien (siehe oben).

Manchmal machen sich die Milchfehler schon beim Melken, manchmal erst im Gebrauche geltend. Man unterscheidet zweckmäßigerweise zwischen Reinlichkeitsfehlern und den eigentlichen, durch krankhafte Zustände des Milchviehes bedingten Milchfehlern.

Die Milch hat eine außerordentlich deutlich ausgesprochene Tendenz, Riechstoffe zu binden. Durch Aufbewahrung in unreinen, wenig ventilirten Lokalitäten verliert die Milch ihren Wohlgeschmack; es ist daher auf diesen Umstand gebührend Rücksicht zu nehmen.

In der Milch finden sich eine Reihe von Bakterien, von welchen man einige wegen ihres häufigen Vorkommens als Milchbakterien benannt hat. In erster Linie sind die Milchsäurebildner zu nennen, deren es mehrere Arten gibt. Im allgemeinen stellen sie bei 45° ihre Tätigkeit und sterben schon bei 70° ab. Neben Milchsäure entsteht bei einigen dieser Bakterien noch Alkohol und Kohlensäure und diese Gasbildung kann bei der Käsebereitung sehr störend wirken. Eine zweite Gruppe der Milchbakterien macht die Milch nach Art des Labes gerinnen; sehr häufig sind es Buttersäurebildner und führen Sporen, weshalb sie hohen Temperaturen widerstehen. Die Sporen von *Tyrothrix tenuis* ertragen 115—120° eine halbe Minute lang.

Fehler bestimmter Art sind folgende:

Die wasserige Milch (ohne Fälschung) bläulich (1027—1029 spez. Gewicht) mit wenig Rahm, kommt nur bei Tieren, deren Verdauungsorgane schlecht oder deren Haltung und Fütterung unzweckmäßig ist, vor. Vorübergehend bei guten Kühen bei eintretender Brünstigkeit.

Die salzige Milch soll nur bei Euterentzündungen beobachtet werden, und der Salzgeschmack wird außer durch einen hohen Aschegehalt durch noch nicht näher gekannte organische Verbindungen sowie durch geringen Milchzuckergehalt (2.54%) bedingt.

Durch kleine Konkremente von kohlensaurem Kalk, die sich in den Milchgängen ansammeln, entsteht die sandige Milch.

Als Ursache der fadenziehenden Milch sieht Schmidt-Mühlheim einen Mikrokokkus (*viscosus*) an; der erzeugte Schleim steht dem Pflanzenschleime nahe und bildet sich aus dem Milchzucker der Milch.

Die bittere Milch scheint gleichfalls durch die Einwanderung niederer Organismen hervorgerufen zu werden, häufig durch solche Bakterien, welche Buttersäure bilden. Noch warm in die Transportgefäße verschlossen, nimmt sie bisweilen einen schimmeligen, unangenehmen Geschmack an (erstickte Milch). Die Ursache hievon ist noch wenig aufgeklärt.

Die blaue Milch wird durch Einwanderung eines Spaltpilzes, *Bacillus cyanogenus*, hervorgerufen. Man beobachtet sie häufig im östlichen Norddeutschland. Die Bazillen der blauen Milch sind kleine Stäbchen, welche Sporen bilden; wachsen auf Gelatine unter Erzeugung von Farbstoff, auf Kartoffelscheiben als gelblichweiße Auflagerungen, in deren Umgebung die Kartoffel tief graublau gefärbt ist. In Milch bewirken die Bazillen keine Gerinnung und Säuerung, sondern allmählich schwach alkalische Reaktion, ferner tritt anfänglich in der Rahmschicht, dann von dieser abwärts steigend eine schiefergraue Farbe auf, die durch Säure intensive Bläue annimmt. Entwickeln sich also z. B. gleichzeitig Milchsäurebazillen, so ist von Anfang die Farbe der Milch schon himmelblau. Die Milch ist nicht schädlich. (K. B. Lehmann.)

In gleicher Weise kommt auch eine gelbe und rote Milch zur Beobachtung. Im letzteren Falle hat man wohl zu trennen zwischen vom Blute rot gefärbter Milch und der Einwanderung des *Bact. prodigiosum*, welches auch eine Rotfärbung erzeugt. Erstere

deutet auf Euterkrankheiten hin. Die gelbe Milch soll durch Einwanderung des *Bacillus synxanthus* (Schröter) hervorgerufen werden. Säuren entfärben, Alkalien regenerieren die Farbe.

Bisweilen soll auch faulende Milch zur Beobachtung kommen.

Eine fehlerhafte Milch ist jene, welche rasch säuert. Reine Milch soll, bei 40° im Wasserbade gehalten, nach 9 Stunden noch unverändert sein, Gerinnung nach 12 Stunden weist immer auf nicht ganz zweckmäßige Behandlung der Milch hin. Namentlich unreine Euter oder unreine Gefäße infizieren zumeist die Milch. Außerdem verringern niedrige Temperaturen, weil dabei die Keime in ihrer Entwicklung gehemmt werden, die Säuerung. Die Milch soll daher gleich nach dem Melken (auf etwa 7°) durch Eis oder Wasser abgekühlt und in einem kühlen, reinlichen Raume, vor Staub behütet, verwahrt werden.

Die Kolostralmilch wird in nicht zu seltenen Fällen in den Handel gebracht; das Kolostrum findet sich meist in mehr oder weniger langen, ziehbaren Strängen in der Milch.

Zur Verhütung der Reinlichkeitsfehler der Milch sind, wie hervorgehoben, Reinlichkeit im Stalle, des Leibes der Kühe sowie der Hände der Melkenden notwendig, aber außerdem ist Rücksichtnahme für den Aufbewahrungsort der Milch geboten.

Für die Aufbewahrung der Milch müssen reine Gefäße und ein reinlicher, kühl und geruchlos gehaltener Aufbewahrungsort gewählt werden. Gründliche Reinigung der Milchgefäße darf nie unterlassen werden.

Holzgefäße eignen sich wegen der schwierigen Reinigung nicht für die Aufbewahrung der Milch; Kupfer- und Zinkgefäße geben leicht Metall ab. Eiserne Gefäße oder Tongeschirre mit Bleiglasur sind nicht unbedenklich. Zweckmäßiger werden als Milchbehälter Geschirre aus Porzellan, Steingut, gut verzinntem Eisenblech verwendet.

Zum Verkaufe darf keine mit Milchfehlern behaftete Milch angeboten werden; bei Reinlichkeit im Stalle können alle die genannten Fehler vermieden werden, wo sie sich einstellen, rasch beseitigt werden.

### *b) Milch kranker Tiere.*

Die Milch kranker Tiere soll vom Verkehre ausgeschlossen bleiben, auch wenn sie keine sichtbaren Veränderungen aufweist. Zu solchen schweren Erkrankungsformen sind der Milzbrand, Rauschbrand, Lungenseuche, putride Infektion, Septikämie, Pyämie, Perlsucht, Tollwut, Maul- und Klauenseuche, Ruhr, Krankheiten des Euters zu rechnen. In den meisten Fällen wird freilich der Verbrauch der Milch schon deswegen unmöglich, weil die Milchproduktion zu versiegen pflegt oder weil die Milch abnorme Eigenschaften annimmt, welche sie genußunfähig machen.

Anders liegt die Sache vielfach bei jenen Erkrankungsformen, welche einen mehr chronischen Verlauf zeigen; hier kann es recht wohl vorkommen, daß die Milch, ohne in ihren äußeren Eigenschaften etwas Krankhaftes zu verraten, längere Zeit hindurch abgeondert und den Genußzwecken übergeben wird.

Nur von einigen Krankheitsformen ist uns zurzeit bekannt, daß bei denselben schädliche Milch erzeugt wird.

Man gibt an, daß die Milch von Tieren, welche an Maul- und Klauenseuche leiden, in ungekochtem Zustande genossen, Stomatitis aphthosa hervorrufen könne. Die Milch milzbrandiger Tiere kann mit Sicherheit den Milzbrand übertragen (Bollinger, Feser); man hat die Milzbrandbazillen in der Milch direkt nachweisen können.

Die Milch lungenseuchiger Kühe riecht unangenehm und schmeckt schlecht; sie wird wohl um dessentwillen nur selten genossen werden, auch wenn der direkte Beweis ihrer Schädlichkeit zurzeit noch nicht erbracht ist.

Von hochgradigster Bedeutung für die Hygiene ist die Milch perlsüchtiger (tuberkulöser) Kühe. May hat gezeigt, daß die Milch tuberkulöser Tiere infektionsfähig ist, auch wenn die Tiere an allgemeiner Tuberkulose leiden, ohne daß Lokalerkrankungen im Euter vorhanden zu sein brauchen. Manchmal findet sich auch bei tuberkulösem Euter chemisch ganz normale Milch mit reichlichsten Tuberkelbazillen. Erst im weiteren Verlaufe der Tuberkulose nimmt die Milch eine gelbe Farbe an, Fett und Milchzucker werden vermindert, Eiweiß dagegen vermehrt. Kochen der Milch oder Erhitzen auf  $70^{\circ}$  während  $\frac{1}{4}$  Stunde hebt die Infektionsfähigkeit auf. Nur rohe Milch bietet also eine Gefahr für die Infektion mit Tuberkulose.

Leonhardt berichtet, daß mehrere an der Brust gedeihende gesunde Kinder eine Försters in Thurgau an akuter Tuberkulose starben, sobald sie entwöhnt worden waren und mit der Milch einer Kuh ernährt wurden, die sich beim Schlachten als perlsüchtig erwies. Klebs gibt an, daß in der Schweiz kräftige Männer kurze Zeit nach dem Genuße der Milch perlsüchtiger Kühe an Miliartuberkulose zu Grunde gingen. Mat hat Beispiele, daß bei mit Milch perlsüchtiger Kühe genährten Kindern intestinale Tuberkulose eintritt. Man berichtet über einen fünfjährigen Knaben aus vollkommen gesunder Familie, der nach Genuß von Milch einer tuberkulösen Kuh an primärer Unterleibstuberkulose starb. Einen ähnlichen Fall, bei welchem die Tuberkelbazillen in der Mesenterialdrüse des gestorbenen Kindes wie in den Perlknoten der Kuh nachgewiesen wurden, berichtet neuerdings auch Demme.

Nach den neuesten Untersuchungen muß angenommen werden, daß die Perlsuchtbazillen den Menschen zu infizieren vermögen, es ist auch weiterhin Vorsicht im Gebrauche ungekochter Milch durchaus geboten.

Das Wutgift kann nach neueren Beobachtungen bei den kranken Tieren in der Milch zur Ausscheidung gelangen (Pasteur, Nokard), wie auch bei dem Weibe (Burdach); ob jedoch auf diesem Wege Übertragungen wirklich vorgekommen sind, ist nicht bekannt. Die Milch wutverdächtiger Tiere wird man als für den Gebrauch ungeeignet bezeichnen müssen.

In neuester Zeit sind von E. Levy bei einem Rinde mit Abszessen in der Leber und Milz Typhusbazillen nachgewiesen worden. Es liegt der Gedanke nahe, daß solche Erkrankungen häufiger sind und es muß weiterer Forschung der Nachweis überlassen bleiben, ob nicht ein Überreten der Keime in die Milch vorkommt.

### Die Milch als Infektionsträger.

Die Milch kommt durch das Wasser, mit welchem zum mindesten die Geschirre geputzt werden — von dem Zusatz vorläufig ganz abgesehen — sowie ferner durch den Staub der Luft einerseits mit allen möglichen Keimen in Berührung, andererseits aber bietet sie für die Ver-

mehrung der Keime einen ganz vorzüglichen Nährboden. Löffler hat in der Milch künstlich zugesetzte pyogene Kokken, jene des Erysipels, die Pneumoniokokken, Typhus- und Cholerabazillen sich üppig entwickeln sehen und auch von anderen Autoren liegen hierüber gleichlautende Berichte vor (Heim). Hier liegt die Sache wesentlich günstiger als bei dem Trinkwasser, zumal, abgesehen von dem reichen Gehalte an Nährmaterial, die Milch in den meisten Haushaltungen bei einer für das Wachstum der Spaltpilze günstigen Temperatur gehalten wird.

Für die Anschauung, daß die Milch als Krankheitsursache gewirkt habe, werden in neuerer Zeit vielfach Beobachtungen angeführt, die aber zum großen Teil kaum als sichere Beweise dienen können. Man hat Scharlachepidemien, Diphtherieerkrankungen, Typhus- und Cholerafälle auf Infektionen mit Milch zurückgeführt. Jedenfalls aber verdient die Milch als Ursache der Infektion mehr Aufmerksamkeit, als ihr früher geschenkt wurde.

Die Infektionsträger lassen sich durch die Erhitzung der Milch auf 70° oder die Siedetemperatur mit Sicherheit abtöten.

Ähnlich wie im Fleische, können sich auch in der Milch durch Zersetzung unter dem Einflusse niederer Organismen den Ptomainen ähnliche Stoffe bilden, welche giftig wirken. Einen derartigen Körper hat Vaughan dargestellt und Tyrotoxin genannt. Auch Firth berichtet über ein ähnliches Ptomain. Die Milchvergiftungen nehmen bisweilen eine sehr große Ausdehnung an. 1886 erkrankten in New-Jersey in kurzem 60 Personen, namentlich Kinder, nach dem Genusse von sich zersetzender Milch.

### Milchkonservierung und Konserven des Handels.

Es ist eine alte Erfahrung, daß Aufkochen der Milch ihre Haltbarkeit sehr erhöht. Die Säuerung wird durch Tötung der Mikroorganismen verhindert; soll aber die Milch absolut bakterienfrei werden, so muß die Erhitzung längere Zeit wahren und dann die Milch sorgfältig vor weiterer Einwirkung des Staubes und Unreinlichkeiten bewahrt bleiben.

Auch durch die Kälte kann die Milch lange Zeit intakt erhalten werden; beim Gefrieren scheidet sich aus der Milch Flüssigkeit ab, welche reicher an Eiweiß und Milchzucker ist als das Milcheis. Das Fett verteilt sich je nach den Bedingungen, unter welchen die Milch gefriert, ganz ungleich.

Die schnelle Veränderung, welche die Milch durch die Bakterien erleidet, sowie die Gefahren, welche mit dem Genusse bereits in Säuerung begriffener und bakterienreicher Milch namentlich für den Kinderdarm verknüpft sein können, hat dahin geführt, einerseits Mittel auszudenken, welche die Säuerung hemmen oder ihre Wirkung paralisieren oder endlich dieselbe ganz ausschließen.

Das rationellste Mittel, welches zur Verbesserung der Milch angewendet werden kann, ist die Beseitigung, d. h. Abtötung aller Bakterien in der Milch durch die Siedehitze. Aber die Veränderung des Milchgeschmackes läßt das Kochen nicht immer als geeignet erscheinen, weshalb man in vielen Fällen die Milch nur pasteurisiert.

Die Milch erhält bei 75° den Kochgeschmack, zum Pasteurisieren bleibt man mit der Temperatur unterhalb dieser Grenze bei

68—69°. Diese Temperatur tötet die Tuberkelbazillen in 20 Minuten, die Typhusbazillen, Kommavibrien und Diphtheriebazillen in noch kürzerer Zeit; dabei sinkt der Keimgehalt der Milch von Hunderttausenden per 1 cm<sup>3</sup> auf wenige Keime. Die Milch wird also nicht steril, aber ihre Haltbarkeit wird bei 25° um 10 Stunden, bei 14—15° auf 60—70 Stunden erhöht. Nach dem Pasteurisieren muß die Milch rasch abgekühlt und in reinen Gefäßen aufbewahrt werden.

In hygienischer Hinsicht befriedigt also pasteurisierte Milch im allgemeinen recht gut; sie eignet sich auch technisch zu jeder weiteren Verwendung, z. B. zur Butterung.

Will man die Milch sehr lange aufbewahren, so schreitet man zur Sterilisierung. Die letztere wird ausgeführt, indem man Temperaturen von 110 bis 115°  $\frac{1}{4}$  Stunde lang einwirken läßt (Scherffsche Milch). Die Milch wird dabei bräunlich, schmeckt etwas verbrannt. Um die Zersetzung zu vermindern, wendet man jetzt zumeist nur 102—105° für längere Zeit an. Auch die sogenannte diskontinuierliche Sterilisierung wird versucht; dabei erhitzt man die in Zinnbüchsen eingeschlossene Milch dreimal hintereinander auf 70°  $1\frac{3}{4}$  Stunden, einmal auf 70° während einer halben Stunde und dann die gleiche Zeit auf 80—100°. In den zwischen den Erhitzungsperioden liegenden Zeiten wird die Milch auf 40° gehalten.

Da bei vielen schwächlichen Kindern durch die keimreiche Milch Darmkatarrhe und Magenerkrankungen hervorgerufen werden, hält man die Sterilisierung als wichtiges Prophylaktikum bei der Kindermilch empfohlen. Das gewöhnliche Aufkochen genügt zur völligen Sterilisierung nicht, weil an der blasentreibenden Oberfläche sich Bakterien halten können, ohne ausreichend erhitzt zu werden. Soxhlet hat 1885 darauf hingewiesen, daß die Muttermilch von der Kuhmilch sich neben anderen wesentlich durch ihre Keimarmut unterscheidet und daß die Beseitigung der lebenden Keime in der Kuhmilch zur Verhütung von Krankheiten nötig sei. Zur Abkochung der Kindermilch hat Soxhlet ein Verfahren, welches sich vollauf bewährt hat, angegeben. In einen blechernen Topf mit Flascheneinsatz werden die gut mit Soda und Bürste gereinigten, nachher mit Milch oder Milch und Haferschleim gefüllten Flaschen gebracht und mit einem Gummiplättchen zugedeckt. Das Gefäß wird  $\frac{1}{2}$  Stunde zum Kochen erhitzt, dann abkühlen gelassen. Die Platte schließt durch den Luftüberdruck fest, was man durch die Einstülpung der Platte mit Bestimmtheit erkennen kann. Man ist in neuerer Zeit auf eine bei Kindern, welche längere Zeit mittels sterilisierter Milch ernährt wurden, auftretende Krankheit, welche dem Skorbut ähnlich verläuft, aufmerksam geworden (Barlowsehe Krankheit).

An brauchbaren, lange Zeit haltbaren Milchkonserven besitzen wir — dem Prinzip nach — nur eine einzige, die kondensierte Milch. Das Präparat wird durch Eindicken der Milch im Vakuum hergestellt. Es gelingt aber die Eindickung, ohne die Wiederlöslichkeit der Milch zu schädigen, nur, wenn Zusätze gemacht werden. So hat man, wie dem Verfasser bekannt, den Zusatz von 5 bis 10% Glycerin versucht, was sanitär unzulässig erscheint. Fast allgemein aber setzt man große Mengen von Rohrzucker zu. Die kondensierte Milch stellt eine pomaden-

artige gelbliche Masse dar, welche leicht im Wasser sich verteilt. Es enthält:

	Wasser	Trocken-Substanz	Eiweiß	Fett	Milchzucker	Robrzucker	Asche
Chamermilch . . .	23·5	76·5	11·3	9·7	11·9	41·4	2·1
Gerbersmilch . . .	26·0	74·0	10·4	10·4	11·2	39·7	1·9

Die kondensierte Milch wird mit 3—4 Teilen Wasser aufgelöst; die Versuche, Milch durch anderweitige Zusätze von Salizylsäure, Formaldehyd u. s. w. zu konservieren, können vom hygienischen Standpunkte auch nicht für zulässig erklärt werden, da sie nur dazu dienen, Milchfehler zu verdecken.

### Chemische Untersuchung der Milch.

Zur Bestimmung des Wassers wird nach Haidlen eine gewogene Menge Milch mit einer gewogenen Menge von durch Wasser gereinigtem Sande oder gebrannten und vollkommen trockenem Gipses eingedampft. Man trocknet den Rückstand im Luftbade bei 100° C und erfährt so nach Abzug des Gipses oder Sandes den Gehalt der Milch an festen Stoffen und an Wasser. Zur Untersuchung auf die übrigen Bestandteile der Milch stehen mancherlei Methoden zur Verfügung. Zur Bestimmung der Gesamteiweißstoffe kann die direkte N-Bestimmung nach Kjehldahl dienen. Die gefundene N-Menge ist mit 6·37 zu multiplizieren, um den Eiweißgehalt zu berechnen.

Zur Bestimmung des Kaseins werden nach Hoppe-Seyler 20 cm<sup>3</sup> Milch mit Wasser bis zum Gesamtvolum von 400 cm<sup>3</sup> verdünnt und langsam tropfenweise sehr verdünnte Essigsäure hinzugefügt, bis sich eine flockige Fällung zu zeigen beginnt, und hierauf eine halbe Stunde lang Kohlensäure eingeleitet. Nach zwölfstündigem Stehen wird der Niederschlag (Kasein und Fett) auf einem bei 100° C getrockneten und gewogenen Filter gesammelt, ausgewaschen, bei 110° getrocknet und gewogen. Das Gewicht des Filterinhalts, mit 5 multipliziert, gibt den Prozentgehalt an Fett + Kasein + unlöslichen Salzen. Das Filtrat dieses Niederschlages erhitzt man zur Abscheidung des Albumins zum Kochen; dasselbe wird auf einem gewogenen Filter gesammelt, bei 110° getrocknet und gewogen. Das Filtrat vom Eiweiß bringt man auf ein bestimmtes Volumen und benützt es zur Bestimmung des Milchzuckers. Man läßt, nachdem man 10 cm<sup>3</sup> einer 20prozentigen Lösung von neutralem weinsäuren Kali und Natronlauge zu 10 cm<sup>3</sup> einer Lösung von schwefelsäurem Kupfer, welche im Liter 34·65 g Kupfersulfat enthält, gemischt hat, von dem Filtrat zufließen, bis die lasurblaue Farbe verschwunden ist. Bei weiterem Zusatz des Filtrats muß durch Zerlegung des Zuckers die Flüssigkeit sich bräunen. 10 cm<sup>3</sup> Kupfersulfatlösung werden dann in ähnlicher Weise mit einer Milchzuckerlösung von bekannter Stärke titriert und man erfährt, wieviel Milligramm Zucker 10 cm<sup>3</sup> der Kupfersulfatlösung entsprechen. 10 cm<sup>3</sup> obiger Lösung zersetzen 0·0676 Milchzucker.

Zur Bestimmung des Fettes werden 10 g Milch in einem Hofmeisterschen Schälchen aus dünnem Glase mit 20 g Gips innig gemengt und auf dem Wasserbade zur Trockene gebracht. Dann bringt man das Schälchen in eine Reibschale und zerreibt Gläschen und Gips gleichmäßig und bringt das Pulver in eine Hülse von Filtrierpapier, die mit Hilfe eines Holzzyllinders durch Umwickeln desselben mit Filtrierpapier leicht herzustellen ist.

Zur Extraktion des Fettes in dem mit Gips eingedampften Rückstände bedient man sich jetzt fast stets des von Soxhlet angegebenen Apparats, vermittes dessen die Extraktion in verhältnismäßig kurzer Zeit und ohne großen Ätherverbrauch bewerkstelligt werden kann (Fig. 184). Das unten geschlossene Rohr A ist 35 mm weit und 150 mm hoch, am Boden desselben ist das 15 mm weite und 105 mm lange Rohr B angeschmolzen. Das Heberrohr D ist 2—3 mm weit, steht mit dem unteren Teile von A in Verbindung und mündet in das Rohr B ein, welches letztere mit dem Ätherkölbchen verbunden wird, während der obere Teil von A mit einem Kühler in Verbindung steht. Das Rohr C führt die Ätherdämpfe durch A nach dem Kühler, von wo sie kondensiert nach A zurückfließen.

Die obengenannte Hülse wird in A auf einen Metall- oder Glasring gestellt und nur so hoch gemacht, daß der obere Rand derselben unter dem höchsten Punkte des Heberohres liegt, weil andernfalls derselbe Fett zurückhält. Damit der Äther nichts

von der zu extrahierenden Substanz herausschlämmen kann, wird dieselbe oben mit entfetteter Baumwolle lose bedeckt. Der Äther wird dann verjagt und der Rückstand als Fett gewogen.

Soxhlet bestimmt das Milchfett in folgender Weise: Er schüttelt gemessene Mengen von Milch, Kalilauge und Äther in einer Flasche zusammen, wodurch sich das Fett vollständig im Äther löst und sich nach kurzem Stehen als klare Ätherfettlösung an der Oberfläche sammelt. Ein kleiner Teil des Äthers bleibt hiebei in der unterstehenden Flüssigkeit gelöst, ohne jedoch Fett in Auflösung zu halten.

Den hierzu gebrauchten Apparat zeigt die Fig. 185. Außerdem braucht man eine Kalilauge vom spezifischen Gewichte 1·27 (400 g Atzkali in 870 g Wasser), wassergesättigten Äther und einen Topf mit Wasser von 17 bis 18° C.

Von der gründlich gemischten Milch, welche man auf 17½° abgekühlt, beziehungsweise erwärmt hat, mißt man 200 cm<sup>3</sup> ab und läßt den Inhalt in eine der Schüttelflaschen von 300 cm<sup>3</sup> Inhalt auslaufen. Die Pipette wird ausgeblasen.

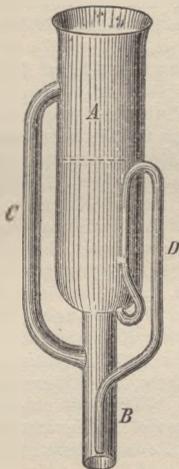


Fig. 184.

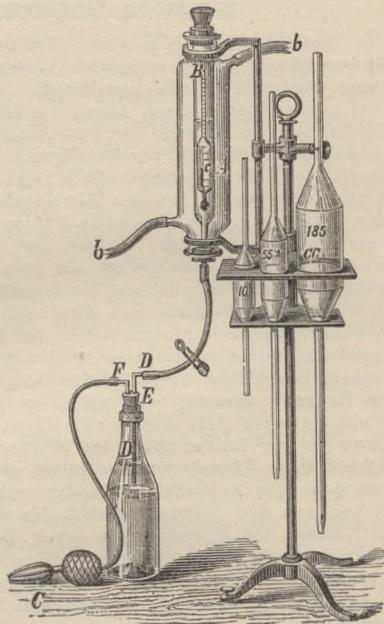


Fig. 185.

Auf gleiche Weise mißt man 10 cm<sup>3</sup> Kalilauge ab, fügt diese der Milch zu, schüttelt gut durch und setzt nun 60 cm<sup>3</sup> wasserhaltigen Äther zu. Der Äther soll beim Einmessen eine Temperatur von 16·5 bis 18·5° C haben (17½° C normal). Nachdem die Flasche gut mittels eines Gummistöpsels verschlossen wurde, schüttelt man dieselbe eine halbe Minute heftig durch, setzt sie in das Gefäß mit Wasser von 17 bis 18° C und schüttelt eine Viertelstunde von ½ zu ½ Minute die Flasche ganz leicht durch, indem man jedesmal drei bis vier Stöße in senkrechte Richtung macht. Nach weiterem viertelstündigen ruhigen Stehen hat sich im oberen verjüngten Teile der Flasche eine klare Schicht angesammelt. Man kann das Absetzen mittels einer Zentrifuge beschleunigen. Nur bei zentrifugierter Milch mit etwa 0·3% Fett wird man die Zentrifuge längere Zeit in Tätigkeit halten müssen. Es ist gleichgültig, ob sich die ganze Fettlösung an der Oberfläche angesammelt hat oder nur ein Teil. Die Lösung muß vollkommen klar sein. Bei sehr fettreicher Milch (4½ bis 5%) dauert ohne Anwendung der Zentrifuge die Abscheidung länger als die angegebene Zeit; manchmal, aber nur ausnahmsweise, 1—2 Stunden.

Man vertauscht nun den Kork mit einem doppelt durchbohrten, um zwei Röhren aufzunehmen, von welchen eine in den Fettäther taucht, während die zweite unterhalb

des Korkstöpsels mündet und mittels eines Gummiballons Luft eintreibt, wodurch der Äther in die obere Röhre *B* steigt, welche von einem mit Wasser von  $17\frac{1}{2}^{\circ}$  gefüllten Glasmantel umgeben ist. Man bestimmt das spezifische Gewicht mit einem kleinen Aräometer, welches die Zahlen 40 bis gegen 66 trägt. Die folgende Tabelle zeigt an, welche Fettprocente diesen spezifischen Gewichten entsprechen.

Tabelle

angehend den Fettgehalt der Milch in Gewichtsprozenten nach dem spezifischen Gewichte der Ätherfettlösung bei  $17.5^{\circ}$  C.

Spezifisches Gewicht	Fett in Prozenten										
43	2.07	46.5	2.46	50	2.88	53.5	3.30	57	3.75	60.5	4.24
43.5	2.12	47	2.52	50.5	2.94	54	3.37	57.5	3.82	61	4.32
44	2.18	47.5	2.58	51	3.00	54.5	3.43	58	3.90	61.5	4.39
44.5	2.24	48	2.64	51.5	3.06	55	3.49	58.5	3.96	62	4.47
45	2.30	48.5	2.71	52	3.12	55.5	3.56	59	4.03		
45.5	2.35	49	2.76	52.5	3.18	56	3.63	59.5	4.11		
46	2.40	49.5	2.82	53	3.25	56.5	3.69	60	4.18		

Um nach Beendigung der Untersuchung den Apparat zu reinigen, lüftet man den Kork der Schüttelflasche und läßt die Fettlösung in dieselbe zurückfließen. Hierauf gießt man das Aräometer *c* voll mit gewöhnlichem Äther und läßt auch diesen abfließen. Mittels des Gummiballes treibt man so lange Luft ein, bis das Knierohr, der Schlauch, das Aräometerrohr und das Aräometer vollständig ausgetrocknet sind. Die Soxhletsche Methode entspricht allen Anforderungen an Genauigkeit, welche man auch für gerichtliche Untersuchungen zu stellen hat. Nur der eine Umstand, daß größere Mengen von Milch zu jeder Analyse verwendet werden müssen, kann unter Umständen un bequem sein.

### Milchkontrolle.

Die Milchfälschung hat heutzutage große Dimensionen angenommen, da namentlich in den Städten die Milch fast ausschließlich durch die Hände von Zwischenhändlern an das konsumierende Publikum geht.

Man würde sich aber einer Täuschung aussetzen, wenn man annehmen wollte, daß sich die Milchfälschung lediglich auf die großen Städte beschränkt; wie in diesen, so gehört sie auch in mittleren und kleinen Städten, ja selbst auf dem Lande zu den täglichen Erscheinungen.

Man ist deshalb allgemein von der Wichtigkeit der Kontrolle des Milchmarktes überzeugt, doch gehen die Ansichten darüber auseinander, bis zu welcher Grenze diese Kontrolle ausgeführt werden soll, damit ihr Zweck möglichst erreicht wird. Der ausgedehnten Milchverfälschung wird nicht gesteuert durch vereinzelte Untersuchungen, sondern nur dadurch, daß die Milchuntersuchungen sich auf möglichst viele Proben erstrecken und täglich vorgenommen werden. Das läßt sich aber nur durchführen, wenn die Prüfung schnell ausführbar ist, eine vorgenommene Verfälschung mit Sicherheit erkennen läßt und ohne kom-

plizierte Apparate durch die Organe der Marktpolizei vorgenommen werden kann. Diese sollen dann die verdächtige Milch an die Nahrungsmittel-Untersuchungsstationen abgeben, in welchen Fachleute die genaue Analyse vornehmen.

Um die Milchkontrolle zu ermöglichen, hat man in den Städten einen bestimmten niedrigst zulässigen Fettgehalt normiert, der natürlich, nach Maßgabe der schlechtesten — aber unverfälscht — produzierten Milch begrenzt werden mußte. So ist in mancher Stadt ein Fettgehalt von 2·7% als „Norm“ aufgestellt worden. Die Wirkung solcher „Normen“ bringt es leider mit sich, daß man vielfach bereits die Milch von besseren Kühen annähernd auf dieses Minimum entrahmt, ehe man sie in den Handel bringt. Der Durchschnittswert der Milch als Nahrungsmittel sinkt also.

Wenn alle früher erörterten, vom gesundheitlichen Standpunkt belangreichen Gesichtspunkte in bezug auf die Milch beachtet werden sollen, so müßte sich die Kontrolle aber auch noch auf die Milchtransportgefäße, die Milchverkaufsräume, ja auf die Meierei und den Kuhstall selbst ausdehnen. Nur auf diese Weise erscheint es möglich, solche Milch vom Konsum auszuschließen, welche durch Krankheit der Kühe, schlechte Fütterung derselben oder durch Unreinlichkeit im Stalle oder im Milchkeller fehlerhaft und dadurch ungesund geworden ist. Namentlich kommt hierbei die schädlich wirkende Milch von Kühen in Betracht, die an Perlsucht, an Maul- und Klauenseuche leiden. In der Marktmilch ist ein Zusatz von derart kranker Milch ja nicht nachzuweisen.

So wünschenswert eine so weit ausgedehnte polizeiliche Beaufsichtigung auch sein mag, so wird sie doch nur unter den seltensten Verhältnissen und stets nur bis zu einem gewissen Maße durchführbar sein.

Die Milchkontrolle könnte sich aber dadurch wirksamer und ersprißlicher gestalten, wenn gewisse gesetzliche Anordnungen auch in bezug auf Milchwirtschaften, Kuhställe und Milchläden erlassen und betreffs ihrer Ausführung überwacht würden.

Solche Anordnungen hätten etwa zu verlangen, daß die Ortsbehörden ein genaues Register über alle Personen anlegen und führen, die sich mit dem Halten von Kühen abgeben oder Meiereien, Milchverkaufsläden u. s. w. besitzen. Alle derartigen Geschäfte sollten nur gegen behördliche Bewilligung betrieben und die Bewilligung selbst sollte nur in jenen Fällen erteilt werden, in welchen die Betriebsräumlichkeiten in bezug auf Beleuchtung, Ventilation, Reinhaltung, Entwässerung und Wasserversorgung so eingerichtet sind, wie es für die Gesundheit und gute Beschaffenheit des Viehstandes, für die Reinhaltung der beim Milchverkaufe notwendigen Gefäße und behufs Vorsicht gegen Infektion und Verderbnis der Milch verlangt werden muß.

Betreffs der Meiereien wäre noch insbesondere zu verlangen, daß, sobald in einem Kuhstall eine Krankheit ausbricht, die Milch der erkrankten Kühe nicht mit der Milch gesunder Kühe vermischt, aber auch als Nahrung für Menschen weder verkauft noch benützt werde.

Durch obrigkeitliche Vorschriften und Beaufsichtigung die ganze Milchwirtschaft regeln zu wollen, würde aber Eingriffe nötig machen, die der persönlichen und gewerblichen Freiheit widersprechen.

Um eine sichere Garantie des Bezuges gesunder Milch zu haben, wurden durch einzelne Vereine öffentliche Milchanstalten (Meiereien) errichtet, in denen unter sorgfältiger tierärztlicher Kontrolle die Milch von ausschließlich gesunden Kühen gewonnen wird. Es liegt im Interesse der allgemeinen Gesundheit, daß die Errichtung derartiger Anstalten von Seite der öffentlichen Verwaltung gefördert werde.

### Fälschung der Milch.

Die Fälschung der Milch geschieht erfahrungsgemäß fast ausschließlich in folgender Weise:

1. Durch Entrahmen wird der Milch ein mehr oder weniger großer Teil ihrer Nährbestandteile (Fett) entnommen. Die so behandelte Milch (Magermilch) wird mit unentrahmter (ganzer) Milch vermischt und das Gemenge als „frische ganze Milch“ auf den Markt gebracht.

2. Die reine Milch wird vor ihrem Verkaufe mit Wasser verdünnt.

3. Abgerahmte Magermilch wird schlechthin als „frische Milch“ in den Handel gebracht.

4. Milch wird erst dem Abrahmungsprozesse unterworfen und nachträglich noch mit Wasser verdünnt. Diese Verdünnung wird vorgenommen, um das durch das Entrahmen erhöhte spezifische Gewicht wieder auf das normale Maß zurückzuführen.

Wenn salpetersäurehaltiges Brunnenwasser zur Verdünnung der Milch benützt wurde, so läßt sich eine solche Fälschung durch Nachweis der Salpetersäure konstatieren. In der Milch fehlt selbst nach Fütterung von großen Mengen von salpetersaurem Kali jedwede Spur von Salpetersäure. Hieraus folgt, daß eine Milch, welche Salpetersäure, wenn auch in äußerst geringer Menge, enthält, mit Brunnenwasser versetzt wurde.

Zur Bestimmung der Salpetersäure werden 100  $cm^3$  Milch mit 1·5  $cm^3$  20%iger Chlorkalziumlösung gekocht, wodurch Kasein und Albumin aus der Lösung ausgeschieden werden. Der Niederschlag wird abfiltriert. Das Filtrat wird im Reagensrohre mit alkoholischer Lösung von Diphenylamin bis zur Trübung versetzt, dann konzentrierte Schwefelsäure darunter geschichtet; selbst wenn nur 0·1  $mg$  Salpetersäure (oder salpetrige Säure) in 100  $cm^3$  vorhanden sind, erhält man nach einigen Stunden an der Berührungsfäche beider Flüssigkeiten einen blauen Ring. Ist die Verfälschung aber mit reinem Wasser vorgenommen, so ist sie auf diesem Wege nicht nachweisbar.

Andere wohl nur ganz ausnahmsweise übliche Fälschungsarten gehen darauf hinaus, der durch besagte Manipulationen entwerteten oder sauer gewordenen Milch ihr ursprüngliches Aussehen oder Geschmack wiederzugeben. So soll beobachtet worden sein, daß der abgerahmten und der gewässerten Milch, um ihre Durchsichtigkeit und Dünflüssigkeit zu verringern, Zucker, Stärkekleister, rohe Stärke, Kreide, Gips, Weizenmehl, Dextrin, Abkochungen von Kleie, Gerste, Reis oder auch Gummi zugeführt wurden. Als häufig vorkommend können diese letztgenannten Manipulationen indes nicht angesehen werden, da dieselben vielen Beobachtern niemals entgegengetreten sind.

Häufiger kommt es vor, daß sauer gewordene Milch mit kohlen-saurem Natron oder Kreide versetzt wird, um sie zu entsäuern, oder daß man versucht, derselben durch Zusatz von schleimigen Substanzen ihre verlorene Konsistenz wiederzugeben.

Auch hat sich bei den Milchverkäufern die Gewohnheit eingebürgert, Salizylsäure, Borsäure, benzoesaures Natrium, Saccharin, schwefelig-saures Natron, Formalin in erheblichen Mengen der Milch zuzusetzen, um das Sauerwerden zu verhüten.

Konservierungsmethoden dieser Art sind zu verbieten; man befördert in erster Linie wieder den Vertrieb von Milch, welche mit Fehlern behaftet ist. Gesunde und reinliche Milch hält sich hinreichend lang, um sie im Handel abzusetzen. Für den Großkonsum sind also die Zusätze durchaus unnötig.

Formaldehyd geht mit Eiweißstoffen Verbindungen ein, welche dann durch Fermente nicht mehr verdaut werden. Die Aufsaugung des Phosphors und des Fettes aus dem Darne wird bei Kindern herabgesetzt. In größeren Dosen ätzt Formaldehyd die Schleimhaut. Kleine Mengen, wie sie der Milch zugesetzt werden können, erzeugen keine Desinfektion. Über Borsäure siehe unter Fleisch.

Gekochte Milch läßt sich von ungekochter in folgender Weise unterscheiden. Die Kuhmilch enthält immer neben dem Kasein auch Laktalbumin; bei kurzdauernder Erwärmung auf  $100^{\circ}$ , so wie es beim üblichen Abkochen geschieht, gerinnt nur das Albumin, nicht aber das Kasein. Beide Stoffe lassen sich, wie bekannt, getrennt nachweisen. Das bequemste Verfahren, welches schnell zum Ziele führt, ist das Aus-salzen der Milch mit käuflichem Kochsalz; man trägt vom letzteren in die zu prüfende Milchprobe so lange unter Schütteln ein, bis reichlich ungelöstes Kochsalz auf dem Boden des Gefäßes sich sammelt, erwärmt auf  $30-40^{\circ}$  und filtriert. Das leicht-gelbliche Filtrat enthält außer Salzen und Extraktivstoffen das Albumin der Milch, wie man sich durch die Kochprobe überzeugen kann. Die Anwesenheit koagulierten Eiweißes beweist, daß man es entweder mit ungekochter oder mit Gemengen gekochter und ungekochter Milch zu tun hat. (Rubner).

Den Nachweis der Salizylsäure führt man nach Pellet.  $100\text{ cm}^3$  Milch werden, mit Essigsäure und salpetersaurem Quecksilberoxyd (an 5 Tropfen) gefällt, filtriert. Das Filtrat wird mit  $50\text{ cm}^3$  Äther geschüttelt, der Äther verdunstet und  $1\%$  Eisenchlorid auf den Rückstand gegebenen Violett-färbung zeigt Salizylsäure an.

Die Borsäure läßt sich nach einer Methode von Meißl auffinden.  $100\text{ cm}^3$  Milch werden verascht; die Asche in möglichst wenig konzentrierter Salzsäure gelöst, filtriert und zur Trockene verdampft. Hierauf wieder mit sehr verdünnter Salzsäure befeuchtet, Kurkumatinktur zugegeben und auf dem Wasserbade zur Trockene verdampft. Der Rückstand färbt sich zinnober- oder kirschrot, wenn Borsäure vorhanden war.

Benzoessäure wird aus der unter Natronzusatz getrockneten Milch nach dem Ansäuern mit Alkohol ausgezogen, bei alkalischer Reaktion nochmals eingedickt, nochmals angesäuert und mit Äther extrahiert, bei dessen Verdunsten die Benzoessäure kristallisiert. Zur Auffindung von Soda setzt man nach E. Schmidt zu  $10\text{ cm}^3$  Milch  $10\text{ cm}^3$  Alkohol und einige Tropfen Rosolsäure; Rosafärbung läßt auf den Zusatz von kohlen-saurem oder doppelkohlen-saurem Salz schließen. Soxhlet und Scheibe bestimmen den Kohlensäuregehalt der Milch-säure; wenn mehr als  $2\%$  Kohlensäure gefunden wird, ist auf den Zusatz von Soda zu schließen.

Zum Nachweise von Formalin destilliert man  $200\text{ cm}^3$  Milch  $60\text{ cm}^3$  ab und versetzt  $10\text{ cm}^3$  des Destillates mit  $3\text{ cm}^3$  einer  $10\%$  ammoniakalischen Silberlösung. Formalingehalt erzeugt einen sogenannten Silberspiegel.

## Marktpolizeiliche Prüfung der Milch auf etwa stattgefundene Fälschung.

### a) Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Milch.

In gewissen Fällen kann die Feststellung des spezifischen Gewichtes der Milch wertvolle Anhaltspunkte betreffs der oben erwähnten Milch-fälschungen liefern. Das spezifische Gewicht des Milchezuckers ist  $1.55$ , des Käsestoffes  $1.20$ , beide sind sonach schwerer als Wasser; das Fett der Milch dagegen ist leichter, es hat  $0.933$  spezifisches Gewicht. Je dünner und wässriger die Milch ist, desto geringer wird im allgemeinen ihr spezifisches Gewicht sein, doch muß die Milch, da in ihr bei normaler Beschaffenheit die das spezifische Gewicht erhöhenden Bestandteile vorwiegen, ein höheres spezifisches Gewicht als Wasser =  $1$  haben.

## Korrektionstabelle für ganze (nicht abgerahmte) Milch.

Wärmegrade der Milch.

D	15	16	17	18	19	20
25	25	25·2	25·4	25·6	25·9	26
26	26	26·2	26·4	26·6	26·9	27·1
27	27	27·2	27·4	27·6	27·9	28·2
28	28	28·2	28·4	28·6	28·9	29·2
29	29	29·2	29·4	29·6	29·9	30·2
30	30	30·2	30·4	30·6	30·9	31·2
31	31	31·2	31·4	31·7	32	32·3
32	32	32·2	32·4	32·7	33	33·3
33	33	33·2	33·4	33·7	34	34·3
34	34	34·2	34·4	34·7	35	35·3
35	35	35·2	35·4	35·7	36	36·3

## Korrektionstabelle für abgerahmte (blaue) Milch.

Wärmegrade der Milch.

D	15	16	17	18	19	20
30	30	30·1	30·3	30·5	30·7	30·9
31	31	31·2	31·4	31·6	31·8	32
32	32	32·2	32·4	32·6	32·8	33
33	33	33·2	33·4	33·6	33·8	34
34	34	34·2	34·4	34·6	34·8	35
35	35	35·2	35·4	35·6	35·8	36
36	36	36·2	36·4	36·6	36·9	37·1
37	37	37·2	37·4	37·6	37·9	39·2
38	38	38·2	38·4	38·6	38·9	39·2
39	39	39·2	39·4	39·6	39·9	40·2
40	40	40·2	40·4	40·6	40·9	41·2

Zahlreiche Versuche haben ergeben, daß das spezifische Gewicht einer ganzen (nicht abgerahmten) Milch, wenn sie das Gemisch der Milch verschiedener Kühe ist, wie das bei Marktmilch in der Regel der Fall, nur innerhalb enger Grenzen, nämlich zwischen 1·029 und 1·034 variiert. Das spezifische Gewicht abgerahmter Milch fällt zwischen 1·023 und 1·038.

Zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Milch wird fast ausnahmslos das Laktodensimeter von Quevenne benützt (Fig. 186). Es ist ein Araometer, dessen Skala in Grade von 14—42° eingeteilt ist. Die Grade geben zugleich das spezifische Gewicht an, und zwar in dem Sinne, daß z. B. 29° das spezifische Gewicht 1·029, daß 35° = 1·035 u. s. f. andeutet. War während der Untersuchung der Milch ihre Temperatur 15° so bedarf es keiner Korrektur, in jedem anderen Falle ist das abgelesene spezifische Gewicht (D) mit Hilfe der oben beigefügten Tabellen zu korrigieren. Die obere horizontale Reihe (15—20) gibt die Wärmegrade der Milch, die erste vertikale Reihe links (25—35) die Laktodensimetergrade oder die Dichtigkeit an. Ist z. B. das Laktodensimeter bis zum Grade 33 eingesunken und war die Temperatur der Milch = 18° C, so ist das spezifische Gewicht bei Normaltemperatur zu finden, indem man in der ersten Vertikalreihe links die Zahl 33 aufsucht, von da nach rechts so lange fortschreitet, bis man zu jener Kolonne gelangt, deren Kopf 18 ist. Die gefundene Zahl ist für diesen Fall 33·7 = Dichtigkeit der Milch bei der Normaltemperatur von 15° C.

Eine eigentümliche Tatsache ist die sogenannte Kontraktion der Milch, welche wohl Bouchardat zuerst beobachtet hat. Nach dem Melken nimmt einige Zeit hindurch das spezifische Gewicht der (gut gemischten) Milch zu. Die Ursache liegt in dem allmählichen Aufsteigen kleinster Luftbläschen und Volumveränderungen des Milchfettes.

Sobald zu der Milch ein irgend bedeutender Wasserzusatz gemacht worden ist, wird das spezifische Gewicht derselben unter die normale Grenze herabsinken, und zwar bei gleichem Wasserzusatz natürlich um so mehr, je niedriger das spezifische Gewicht der reinen Milch war; bei einer Milch mit hohem spezifischen Gewichte kann ein geringerer Wasserzusatz freilich auch unbemerkt bleiben.

Der umgekehrte Fall, ein Steigen des spezifischen Gewichtes, tritt dagegen ein, wenn man der Milch durch Abrahmen ihren leichtesten Bestandteil, das Fett, zum Teil entzieht.

Ist es also unter gewissen Voraussetzungen möglich, durch die Ermittlung des spezifischen Gewichtes den Nachweis zu führen, daß eine Milch entrahmt worden ist, so läßt sich eine Entrahmung und vorsichtige Verwässerung der Milch mit Hilfe des Laktodensimeters ebensowenig wie bei Anwendung irgendeiner Milchwaage nachweisen. Man braucht nur für je 1% Fett, welches man der Milch im Rahme entzogen hat, 1% Wasser zuzusetzen, um das ursprüngliche spezifische

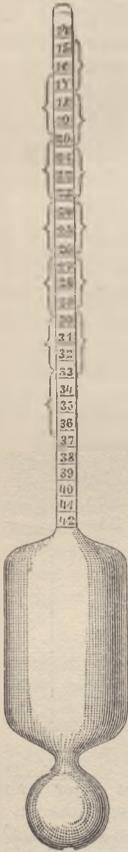


Fig. 186.

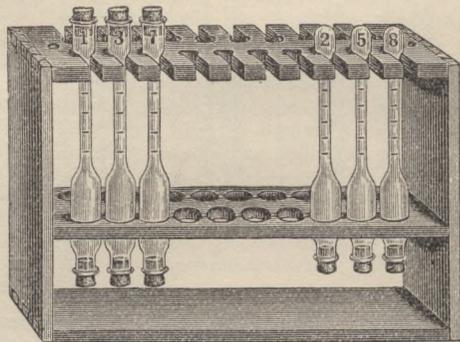


Fig. 187.

Gewicht wiederherzustellen, wie man aus den oben durchgeführten Berechnungen leicht ersehen kann. Um in den angeführten Fällen den Nachweis der Fälschung liefern zu können, bedarf das Laktodensimeter der Unterstützung solcher Instrumente, welche den Fettgehalt der Milch anzeigen.

#### b) Fettbestimmung mittels des Kremometers.

Zur Fettbestimmung der Milch wurde früher häufig das Kremometer benützt.

Das Kremometerverfahren ist stets mit mehr oder minder erheblichen Fehlern behaftet und heutzutage völlig entbehrlich. Es gibt Proben, welche selbst bei mittlerem

Fettgehalte von 3·5% gar keinen Rahm bilden und andere, welche ungewöhnlich viel geben.

c) *Die Acidbutyrometrie von Gerber.*

Zur Ausführung dienen die in Fig. 187 dargestellten Butyrometer, von denen die mit 2, 5, 8 bezeichneten oben geschlossenen Formen für Vollmilch, Magermilch, Butter- und Käsemilch, die mit 1, 3, 7 bezeichneten für Rahm, Butter, Käse bestimmt sind und oben gleichfalls wie an der unteren Seite mit einem Pfropfen verschlossen werden können.

Für Vollmilch wird zuerst 10  $cm^3$  Schwefelsäure von 1·82 bis 1·825 spez. Gewicht eingefüllt, dann 1  $cm^3$  Amylalkohol, dann vorsichtig 11  $cm^3$  Milch. Nach Verschluss mittels eines Pfropfens wird stark geschüttelt, dann kommt die Probe in ein Wasserbad von 60 bis 70°. Hierauf werden die Butyrometer mit dem Stöpsel nach abwärts in die Metallhülse einer kleinen Zentrifuge gebracht und 2–3 Minuten ausgeschleudert.

Die Butyrometer tragen eine Skala, deren einzelne Grade 0·1% Fettgehalt entsprechen. Die Ergebnisse sind bei genauen Arbeiten völlig befriedigend; sie weichen von der Gewichtsanalyse durchschnittlich nur um 0·053% ab.

d) *Fettbestimmung mittels optischer Instrumente.*

Die Milch enthält ihr Fett in Form sehr kleiner Tröpfchen, die in ihr emulsionsartig verteilt sind. Die Undurchsichtigkeit einer Emulsion wird um so vollständiger sein, je mehr Fettkügelchen vorhanden sind; sie wird also bei der Milch mit der Dicke der Schicht oder in einer Schicht von bestimmter Dicke mit der Zahl der darin vorhandenen Fettkügelchen zunehmen.

Die Zahl der Fettkügelchen geht aber nicht in allen Fällen parallel dem Fettgehalte. Die in der Milch vorhandenen Butterkügelchen haben sehr verschiedene Größen und das gegenseitige Verhältnis zwischen der Anzahl größerer und kleinerer Kügelchen in jeder Milch ist ein verschiedenes und sehr wechselndes.

Außer dieser Unsicherheit, welche das Prinzip der optischen Fettbestimmungsmethoden an sich trägt, kommen bei Ausführung derselben noch weitere Momente in Betracht, welche geeignet sind, die Sicherheit der erhaltenen Resultate zu beeinträchtigen. Es hängt die Richtigkeit des erlangten Resultats nicht allein von der Konstruktion des Apparats und von der sorgfältigen Ausführung der Probe, sondern auch von der Empfindlichkeit des Auges des Beobachters und der Beleuchtung ab.

Unter den vielen nach diesem Prinzip konstruierten Apparaten werden die früher gebräuchlichen an Einfachheit der Anwendung und Zuverlässigkeit des Resultats übertroffen durch das sogenannte Laktoskop von Feser.

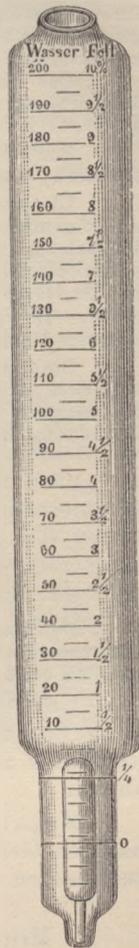


Fig. 188.

Eine Glasröhre (Fig. 188) enthält in ihrem unteren verengten Teile einen festgestellten Milchglaszylinder, der von der gegenüberliegenden durchsichtigen Wand des äußeren Glasmantels seiner ganzen Höhe und Breite nach 4·75 mm weit entfernt ist und mehrere schwarze, gleichmäßig starke Querlinien in bestimmter Entfernung eingebrannt erkennen läßt. Die den Milchglaszylinder umgebende Glasröhre trägt eine eingebrannte Skala. Zur Prüfung einer Milch werden in eine beigegebene Pipette 4 cm<sup>3</sup> von der vorher gut gemischten Milch bis zur Marke eingesaugt und darauf in den Apparat gebracht.

In den Apparat wird hierauf aus einem Gefäße unter beständigem Umschütteln so lange gewöhnliches Brunnenwasser gegeben, bis die dunklen Linien des Milchglaszylinders bei auffallendem Lichte gerade deutlich sichtbar werden und abgezählt werden können. Damit ist die Prüfung schon beendet. An der Skala des Apparats ersieht man nämlich unmittelbar den zur Ausführung der Probe nötig gewesenenen Wasserzusatz und diesem entsprechend am Niveau und Flüssigkeit gleichzeitig die Fettprocente für die der Untersuchung unterworfenen Milch. In etwa zwei Minuten ist so der Fettgehalt einer Milch ohne jede besondere Fertigkeit von jedem Laien ziemlich richtig zu ermitteln.

Das Fesersche Laktoskop ist nicht geeignet, auf Grund seiner Resultate der Milchprüfung ein endgültiges Urteil abzugeben. Es eignet sich aber für die erste Kontrolle der Milch durch die Polizeiorgane weit besser als andere Apparate.

Zur marktpolizeilichen Untersuchung der Milch eignen sich also nur wenige Methoden; entweder ein Laktodensimeter oder besser das Fesersche Laktoskop.

Die genaue Untersuchung der Milch hat das spezifische Gewicht der Vollmilch und abgerahmten Milch, den Fettgehalt und die Trockensubstanz zu berücksichtigen. Vielfach legt man mit Recht auf letztere großes Gewicht, denn Milchzucker und Eiweißgehalt zusammengenommen zeigen weit weniger Schwankungen als der Fettgehalt. Durch eine Stallprobe, d. h. durch richtiges Abmelken der im Stalle gehaltenen Tiere, von welchen die verdächtige Milch stammt, überzeugt man sich von der Zusammensetzung normaler Milch unter den gegebenen Fütterungsumständen.

Die Analysen sind auch durch Rechnung kontrollierbar; das spezifische Gewicht setzt sich zusammen aus der Menge des Wassers, der Menge des Fettes und der Menge der fettfreien Trockensubstanz. Nennt man *f* den Fettgehalt der Milch, *t* die fettfreie Trockensubstanz, *s* das spezifische Gewicht, so hat man nach Fleischmann:

$$f = 0\cdot833 t - 2\cdot22 \frac{100 s - 100}{s}$$

$$t = 1\cdot0 f + 2\cdot655 \frac{100 s - 100}{s}$$

$$s = \frac{1000}{1000 - 8\cdot75 (t - 1\cdot2 f)}$$

Man hat auch Tabellen angegeben, welche die Größe der Verfälschung aus dem Ergebnisse des spezifischen Gewichtes, des Fettes und der Trockensubstanz direkt ablesen lassen (Herz).

Um das etwaige Vorhandensein eines Mehl- oder Stärkezusatzes zur Milch festzustellen, werden der letzteren einige Tropfen Jodtinktur zugesetzt, worauf im Bestätigungsfalle eine Bläuung der Milch eintritt.

Metalle, welche in die Milch durch Aufbewahrung in unzureichenden Gefäßen gelangen, werden in der Asche nach den allgemeinen analytischen Regeln aufgefunden.

### Milchkuranstalten und Molkereigenossenschaften.

Die Schwierigkeiten, welche sich der Beschaffung guter und unverfälschter Milch allorts entgegenstellen, haben dazu geführt, besondere Milchkuranstalten zu gründen, aus welchen das Publikum sicher eine unverfälschte Milch bekommen kann und in welchen für rationelle Fütterung und Wartung des Viehes sowie für gute Auswahl der Kühe unter sachverständiger und ärztlicher Aufsicht gesorgt ist.

Solche Milchkuranstalten sind in neuerer Zeit an vielen Orten entstanden und z. B. in Frankfurt a. M., Berlin und in Stuttgart muster­gültig eingerichtet.

In Frankfurt sind die Böden, Mauerwände und der Plafond des Stallgebäudes zementiert, Mist und Urin fallen hinter den kurzen Vieh­ständen in einen Sandsteingraben ab. Die Räume sind durch Luftsauger und über das Dach gehende Abzugschornsteine ventiliert. Getrennt von diesem Stalle besteht ein Krankenstall für Kühe. Die Wahl der Milch­kühe ist eine sorgfältige (Schweizervieh), die Fütterung geschieht ausschließlich mit gutem Heu, Mehl und Schrot. Doch wäre hierauf vielleicht weniger Gewicht zu legen, als auf eine genaue Beobachtung des Gesundheitszustandes der Kühe. Die Milch wird unter Aufsicht in Flaschen gefüllt, welche mit sorgfältig gereinigten Korkpfropfen ver­schlossen werden. Der Stall wird gründlich gereinigt.

Einen Fortschritt auf dem Gebiete der Milchversorgung bieten auch die Molkereigenossenschaften, welche schon seit längerer Zeit in der Schweiz bestehen und nun auch in fast allen größeren Städten eingerichtet sind.

Der Zweck dieser Genossenschaften ist der, die von den Teil­nehmern auf deren Gütern produzierte Milch ohne Zuhilfenahme des Zwischenhandels selbst zu verwerten. Wird die Milch kranker Tiere in eine Molkerei geliefert, so kann aber dadurch die Verbreitung von Krankheiten in weit gefährlicherem Grade begünstigt werden, als wenn die Konsumenten die Milch aus Kleinbetrieben beziehen.

Die Bedingungen, welche an die Molkereigenossenschaft vom gesundheitlichen Standpunkte zu stellen sind, müßten sich auf die Produktion einer guten, möglichst gleichmäßig beschaffenen Milch be­ziehen, sonach auf die Einstellung gesunder, kräftiger Tiere von gutem Schlage, auf Haltung derselben in zweckmäßig eingerichteten Ställen, auf Einhaltung des Systems der Aufzucht, Fütterung mit gutem Futter, mit Ausschluß aller Fabrikabfälle, sowie auch auf zweckmäßige Aufbewahrung und auf den Transport der Milch, Forderungen, die zum großen Teile selbst schon im ökonomischen Interesse der Viehzüchter und Milchproduzenten liegen.

Literatur: Freudenreich, Bakteriologie der Milchwirtschaft, Basel 1893. — Weigmann, Methoden der Milchkonservierung, Bremen 1893. — Siehe auch Kap. 12. Stohmann, Milch- und Molkereiprodukte, 1898. — Jensen, Grundriß der Milch­kunde und Milchhygiene, 1903.

#### Viertes Kapitel.

### Die Milchprodukte.

#### Butter.

Die Butter enthält vorwiegend das Fett der Milch. Sie wird aus abgekühltem Rahme durch heftiges Schütteln desselben gewonnen. Die aus dem Rahme entstehende Buttermenge richtet sich nach dem Fett­reichtum der Milch oder des Rahmes, hängt aber auch von dem Butterungs­verfahren ab. Ganze Milch gibt durchschnittlich 3·3% Butter.

Durch die Butterbildung wird keine vollständige Trennung des Fettes von den anderen Milchbestandteilen herbeigeführt.

Es findet sich in 100 Teilen:

	Wasser	Eiweiß	Fett	Zucker	Asche	Milchsäure
Rahm . . .	66·4	3·7	25·7	3·54	0·6	—
Buttermilch .	90·6	3·8	1·2	3·38	0·6	0·3

Die Buttermilch enthält also immer noch etwas Fett und die Butter dagegen mancherlei Milchbestandteile, insbesondere Wasser, gelbliche Farbstoffe und Käsestoff, welcher letztere in der Butter in Form weißer Flecken mit freiem Auge sichtbar ist. Der Butter wird nicht selten Kochsalz zugesetzt.

Die in verschiedenen Buttersorten vorhandenen Bestandteile können folgende Schwankungen zeigen:

Wasser . .	6	bis	18%
Kasein . .	0·5	„	3·5%
Fett . . .	79	„	95%
Kochsalz .	0	„	6%

Einen noch höheren Wassergehalt als 18% zeigt die Butter, wenn derselben durch Einkneten Wasser einverleibt oder die Buttermilch nicht vollständig ausgearbeitet ist. Die mangelhafte Ausarbeitung beeinträchtigt die Haltbarkeit der Butter und ein zu hoher Wassergehalt vermindert selbstverständlich ihren Wert.

Die reine, von allen Nebenbestandteilen befreite Butter besteht aus verschiedenen Neutralfetten. Gute, unverfälschte Butter hat eine blaßgelbe Farbe, einen angenehmen Geruch und Geschmack, zeigt auf der Schnittfläche ein gleichmäßiges Aussehen. Die Konsistenz guter Butter ist unter 10° krümelig, bei 10—20° geschmeidig, bei 20—25° sehr weich und annähernd bei 36° flüssig; bei allmählicher Abkühlung bis ca. 23° wird die Butter wieder fest.

Der Schmelzpunkt des Butterfettes ist je nach der Zusammensetzung der Fette sehr wechselnd, meist zwischen 31—37°, selten erst bei 41—44°, der Erstarrungspunkt liegt weit tiefer, meist zwischen 19—24°.

Bezüglich der Gesundheitsschädlichkeit der Butter muß auf das bei der Milch Gesagte verwiesen werden. Da in der Regel die frische Milch zur Butterung verwendet wird, steht dem Übergange von Krankheitskeimen aller Art in die Butter keinerlei Hindernis entgegen. Bei dem Zentrifugieren der Milch behufs Entrahmung scheint ein Teil der Keime sich abzusinken. Die Tuberkelbazillen (Perlsucht) hat man in Marktbutter vielfach nachgewiesen. Unbedenklicher dürfte das Butterschmalz sein, da es einer mehr oder minder hohen Temperatur bei seiner Bereitung und bei der Verwendung zum Kochen ausgesetzt wird.

Für sich aufbewahrt, hält sich die Butter nicht lange frisch, nach 8—14 Tagen wird sie ranzig. Auch Butterschmalz wird ranzig. Das Ranzigwerden beruht auf einer Spaltung der niederen Triglyzeride, namentlich in dem Auftreten von freier Buttersäure; übrigens zersetzen sich dabei auch die hochatomigen Triglyzeride. Nur fällt eben unserem Gaumen und der Nase die Buttersäure unangenehm auf, während freie Ölsäure, Stearinsäure oder Palmitinsäure den Sinnen entgehen. Die Ursache

der Zerlegung ist in der Einwirkung der Lichtstrahlen und des Sauerstoffes der Luft zu suchen, aber auch manchmal auf die Einwirkung von niederen Organismen zurückzuführen. Je wärmer die Luft ist, um so eher wird die Butter ranzig.

Um die Butter zu konservieren, wird sie unter Zusatz von 1 bis 3% Kochsalz durch Schmelzen von dem Wasser- und dem Käsestoff befreit.

So behandelte Butter heißt Butterschmalz. Letzteres repräsentiert also das reine Butterfett; es schmilzt durchschnittlich bei 32° C.

Ranzige Butter bewirkt regelmäßig Verdauungsstörungen.

Ein schwaches Ranzigsein kann unter Umständen noch behoben werden, wenn man die Butter mit Milch oder Buttermilch nochmals buttert oder in reinem, kaltem oder eine Spur Soda enthaltenden Wasser ausknetet, wodurch die in der ranzigen Butter enthaltenen Fettsäuren in das Wasser übergehen. Gegen starkes Ranzigsein gibt es überhaupt kein Mittel. Solche Butter ist dann nur mehr zur Seifen- und Schmierenfabrikation geeignet.

Zur Bereitung und Aufbewahrung der Butter und des Butterschmalzes sollen keine Gefäße und Gerätschaften verwendet werden, welche schädliche Metalle abgeben können.

Gewöhnlich wird Butter und Butterschmalz in Holzfässern versendet; es ist zweckmäßig, bei jedesmaliger Wiederbenützung eines Butterversandfasses eine gründliche Reinigung desselben mit Pottaschelösung vorzunehmen. Auch soll die Butter so eingefüllt werden, daß möglichst wenig Luft zwischen den Schichten bleibt.

### Untersuchung der Butter.

In der neueren Zeit hat man auch in vielen Fällen die Milchbutter, mit Kunstbutter vermischt, als reine Ware (Kuhbutter) in den Handel gebracht.

Die Butter ist als Träger von Infektionsstoffen bis jetzt viel zu wenig gewürdigt worden; sicher steht zurzeit, daß die in der Milch auftretenden Tuberkelbazillen offenbar leicht in die Butter übergehen. Die Mischbutter hat sich bei manchen Molkereien in der überwiegenden Mehrzahl der untersuchten Fälle als tuberkelbazillenhaltig (perlsuchtbazillenhaltig) erwiesen. (Obermüller u. a.)

Der Nachweis wird dadurch erbracht, daß man die Butter schmilzt, warm zentrifugiert und den Bodensatz, frei von Fett, Meerschweinchen ins Peritoneum injiziert. Liegen Tuberkelbazillen vor, so entwickelt sich nach 4—5 Wochen ausgebreitete Unterleibstuberkulose.

Der Wert der unverfälschten Butter hängt wesentlich von ihrer Frische und ihrem Wohlgeschmack, dann aber auch von ihrem Gehalte an Fett, Wasser, Kochsalz und Käsestoff ab. Der Wohlgeschmack kann nur sinnlich geprüft werden.

Zur quantitativen Bestimmung des Wassers, des Fettes, des Kaseins und des Kochsalzes in der Butter läßt sich folgendes Verfahren anwenden:

Will man eine Probe Butter möglichst genau auf ihren Fettgehalt zur Feststellung ihres Wertes untersuchen, so verfährt man folgendermaßen: Die abgewogene Probe wird mit Sand aufgenommen, das Wasser verjagt und sodann im Soxhletschen Apparat mit Äther extrahiert, die ätherischen Lösungen auf dem Wasserbade verdunstet und gewogen. Durch Trocknung der Butter auf gewogener Menge Sand erfährt man den Wassergehalt. Durch vorsichtige Veraschung lassen sich die anorganischen Stoffe bestimmen. Der in Wasser lösliche Teil der Asche kann nach den bekannten Methoden auf Kochsalz geprüft werden. Auf Kasein und Milchzucker kann man, wenn man durch Äther aus einer gewogenen Menge Butter das Fett entfernt hat, den verbleibenden unlöslichen Anteil prüfen.

Die Menge der freien Säuren, welche auch in der Regel sich mit dem Grade des Ranzigseins deckt, läßt sich durch Titration bestimmen. Man mischt eine gewogene

Menge Butterschmalz mit Alkohol (1 Fett: 10 Alkohol) tüchtig durch, setzt etwas Rosolsäure zu und titriert mit Barytwasser von bekanntem Gehalte.

Um der Butter die hie und da beliebte gelbe Farbe zu geben, wird sie manchmal mit Orlean, Safran, Kurkuma, Möhrensaft, Ringelblumen gefärbt. Wenn man das Färben der Butter überhaupt nicht anstößig findet, so wäre gegen die genannten Farbstoffe nichts einzuwenden, da sie der Gesundheit keinerlei Nachteil bringen.

Zum Nachweise dieser Farbstoffe kann man die Butter mit Wasser oder Alkohol schütteln. Natürlich gefärbte Butter gibt hierbei keinerlei Farbstoff an das Ausschüttlungsmittel, sondern letzteres bleibt farblos. Färbt sich dagegen das Ausschüttlungsmittel gelb, so verdampft man die gefärbte Lösung im Wasserbade zum Trocknen und prüft den Rückstand. Besteht er aus Safrangelb, so löst er sich vollständig im Wasser und gibt mit Zitronensäure eine grasgrüne Färbung, ist er Orlean, so wird er auf Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure blau, war er Kurkuma, so wird die Farbe durch Zusatz von Alkali braun. Ist der Farbstoff Saflor, so gibt er mit salpetersaurer Silberlösung einen grünlichbraunen flockigen Niederschlag, ist er der Farbstoff der Ringelblume, so gibt er mit demselben Reagens einen grauschwarzen Niederschlag.

Als betrügerische Beimengungen, um das Gewicht der Butter zu erhöhen, sollen in der Butter vorgekommen sein: Kartoffelmehl, Stärke, Carrageenschleim, Gips und Topfen. Löst man eine solche Butter in Äther auf, so kommen diese fremdartigen Beimengungen nach hinlänglich langem Stehen zur Ausscheidung, können mit Wasser aufgenommen werden und unter dem Mikroskop oder auf chemischem Wege auf ihre Natur geprüft werden.

Die Untersuchung der Butter auf derartige Beimengungen muß sich auch auf die inneren Teile eines Butterstückes erstrecken, da nicht selten unter einer äußeren Hülle von guter Butter eine gefälschte zum Vorschein kommt.

### Kunstbutter.

Mège-Mourriés hat im Jahre 1870 ein Verfahren zur Verwertung billiger Fette an Stelle der teureren, für die Volksernährung schwer zu erhaltenden Kuhbutter angegeben. Zurzeit sind solche Präparate unter den Namen Kunstbutter, Sparbutter, Ersatzbutter in den Handel gebracht. Diese Butter enthält nicht die Fette der Milch, sondern meist Rindsfett, Knochenfett, Schweinefett, Nierenfett. Das zur Kunstbutter verwendbare präparierte Fett wird häufig als Oleomargarin bezeichnet.

Zur Kunstbutterfabrikation verwendet man die Fette gesunder Tiere, von den Fleischteilen möglichst sorgfältig befreit. Sodann werden 1000 kg Fett mit 300 kg Wasser, 1 kg Pottasche mit zwei Schweinemagen bei etwa 45° gehalten und dadurch das Fett von Membranen getrennt. Das obenauf schwimmende Fett wird von dem wässrigen Teile vorsichtig abgezogen und nun in Eisenblechgefäßen in Räumen von 20–25° C einen Tag stehen gelassen. Es erstarrt dabei und läßt bei Auspressen sich in Stearin (von 40 bis 59° Schmelzpunkt) und Oleomargarin (20–22° Schmelzpunkt) trennen.

Das Oleomargarin (Butterine, Margarine) bildet das Ausgangsprodukt für die Kunstbutterherstellung; manche Fabriken beschäftigen sich ganz ausschließlich mit seiner Gewinnung. Das schwerer schmelzbare Fett wandert zur Lichteherstellung. Das Oleomargarin (50 kg) wird zum Zwecke der Kunstbutterbereitung mit Milch (25 l + 25 l Wasser) und etwas Milchdrüse gemengt und verbuttert; sodann setzen manche die Butterfarbe (Kurkuma, Orleans), Buttersäureäther und Kumarin zu.

Sehr häufig wird Margarin in betrügerischer Absicht der Naturbutter beigemischt; solche Verfälschungen sind sehr schwer chemisch zu erweisen, weil die Naturbutter selbst an dem für den Fälschungsnachweis so wichtigen Gehalte an Triglyzeriden niederer Fettsäuren schwankend ist. Um diesen Verfälschungen ein Ende zu bereiten, hat man gesetzlich bestimmt, daß das Margarin und der Kunstkäse besonders leicht nachweisbare Zusätze erhalten müssen.

Nach § 6 des deutschen Gesetzes vom 15. Juni 1897 wurde bestimmt: „Margarin und Margarinkäse, welche zu Handelszwecken bestimmt sind, müssen einen, die allgemeine Erkennbarkeit der Ware mittels chemischer Untersuchung erleichternden, Beschaffenheit und Farbe derselben nicht schädigenden Zusatz erhalten.“

Als solcher Zusatz wurde dann bestimmt eine Menge von 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Sesamöl für Margarin und 5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> für Margarinkäse.

Die Prüfung ist leider nicht ganz so einfach, als man wünschen möchte. Das Margarin wird geschmolzen und filtriert, dann 10 cm<sup>3</sup> in Scheidetrichter mit 10 cm<sup>3</sup> Salzsäure (1·125 spez. Gewicht) versetzt. Dabei darf keine Rotfärbung auftreten. Dann wird die Säure abgelassen, 5 cm<sup>3</sup> Fett in einem kleinen Meßzylinder gelassen, 0·1 cm<sup>3</sup> alkoholische Furfurolösung und 10 cm<sup>3</sup> Salzsäure (1·19 spez. Gewicht) zugegeben und 1 Minute geschüttelt. Die Furfurolösung wird durch Auflösen von 1 Teil farbloser Substanz zu 100 Volumen Alkohol bereitet.

Die Vorbehandlung mit ClH ist notwendig, weil die Margarine manchmal mit einem gelben Farbstoff gefärbt ist, der mit der Säure rot wird.

Es kann aber auch vorkommen, daß der Kunstbutterfabrikant entweder den Zusatz des Sesamöles unterläßt und dessen Menge unberechtigterweise zu gering bemißt. Daher sind die bisher zur Butterprüfung angewandten Methoden doch nicht ganz entbehrlich.

Die Zusammensetzung von Kuhbutter und Kunstbutter ist folgende:

	Reine Kuhbutter	Kunstbutter
Wasser . . . . .	11·8	12·0
Palmitin . . . . .	16·8	18·3
Stearin . . . . .	35·4	28·5
Olein . . . . .	22·9	24·9
Butyrin, Caproin etc. . .	7·6	0·2
Kasein . . . . .	0·2	0·7
Salze . . . . .	5·2	5·2

Die Kunstbutter läßt sich an in ihrem Geruche, der etwas von dem frischer Butter abweicht, erkennen; sie wird meist behufs Verfälschung frischer Kuhbutter zugesetzt, wobei ihre Erkennung wesentlich erschwert wird.

Das oben beschriebene Verfahren der Butterherstellung von Mège-Mourriés gilt als das beste und hat sich bisher noch als brauchbarste Methode behauptet.

Unter Marinebutter versteht man kristallisiertes Oleomargarin, welches zum Ersatze der Butter für Kochzwecke dient; man läßt das Oleomargarin von der Presse in wohlverzinnete Eisenblechbüchsen, die auf 100<sup>0</sup> erhitzt und wieder abgekühlt worden sind, fließen, schließt mit Kitt zu dichtendem Deckel ab und kühlt auf 20<sup>0</sup> bis zur Erstarrung des Fettes.

Die Kunstbutter wird häufig selbst wieder gefälscht durch Zusatz von Archidoöl, Mohnöl, Kokosnußbutter, Baumwollsamöl. Letztere Mischung, viel aus Amerika importiert, ist die billigste. Auch Abfälle aller Art von Bullen, Schweinen dienen als Surrogate; auch verdorbene Fette und solche von gefallenen Tieren verwenden gewissenlose Fabrikanten. Das verdorbene Fett sucht man durch Reinigen mit Chemikalien geruchlos zu machen.

Die Kunstbutter untersteht in ihrem Verkaufe bestimmten gesetzlichen Vorschriften. (Gesetz vom 12. Juli 1887.) Die Verkaufsstellen für Margarine müssen eine deutlich erkennbare Inschrift besitzen; Margarine ist nach der Definition des Gesetzes ein der Milchbutter ähnliches

Fabrikat, welches nicht ausschließlich der Milch entstammt. Vermischung mit Butter oder anderen Speisefetten zum Zwecke des Handels ist verboten.

Bei der Butteruntersuchung auf fremde Fette unterlasse man nie, vorerst den Geruch und Geschmack und die Konsistenz zu prüfen und die Form der Strichfläche zu beobachten. Zugesehter Talg macht sich besonders dann kenntlich, wenn man Fett in dünnen Schichten aufgestrichen erwärmt; trinkt man mit der zu untersuchenden Butter einen baumwollenen Docht, brennt man ihn an und löscht ihn nach zwei Minuten des Brennens aus, so erinnert der dann vom Dochte aufsteigende Dampf nach scharfgebratener Butter, wenn es reine Milchbutter war; dieser Dampf zeigt aber den üblen Geruch eines verlöschenden Talglichtes, wenn fremde tierische Fette der Butter reichlich zugeseht wurden.

Der Schmelzpunkt der reinen Butter liegt zwischen 31 und 37° C (siehe oben), derjenige der Kunstbutter zwischen 22—31° C. Das spez. Gewicht der reinen Butter beträgt 0·910 bis 0·913 bei 87·8° C, alle anderen Fette haben ein spez. Gewicht von höchstens 0·9045.

Reines Butterfett gibt unter dem Mikroskop bei 300—400facher Vergrößerung ein Sehfeld von feinen Kügelchen, frei von jeder Kristallgestalt. Hat man ein Gemisch vor sich, das neben Butter stearinhaltige Fette enthält, so wird man häufig neben den Fettkügelchen zahlreiche eckige oder nadelförmige Kristallgestalten finden.

Die Hauptgefahr auf dem Gebiete der Butterfälschung liegt weniger in der Unterschiebung von Kunstbutter als in der Beimengung der letzteren zu Naturbutter.

Zum chemischen Nachweise der fremden Fette in der Butter sowie zur Unterscheidung der echten Butter von der Kunstbutter hat Hehner ein Verfahren angegeben, dessen Prinzip darauf beruht, daß alle Tierfette, mit Ausnahme der Butter, aus Gemischen von Tristearin, Tripalmitin und Triolein bestehen. Es müssen daher alle Fette, exklusive Butter, verseift und mit Schwefelsäure zersetzt, eine zwischen 95·28 und 95·73% liegende Fettsäuremenge liefern.

Butterfett aber, welches neben den unlöslichen Säuren auch eine beträchtliche Menge von im Wasser löslichen Säuren enthält, liefert 86·5 und 87·5% unlösliche Säuren, selten bis 88%.

Auf ähnlichen Prinzipien wie die Hehnersche Methode beruhen fast alle übrigen Verfahren zum Nachweise fremder Fette in der Butter.

Köttstorfer empfiehlt folgendes Verfahren:

Von ungeschmolzener Butter nimmt man von 1 bis 2 g, setzt dazu in einem Becherglase 10 cm<sup>3</sup> normale Kalilauge und 50 cm<sup>3</sup> absoluten Alkohol, bringt die Masse zum Sieden, bedeckt sie mit einem Uhrglase und erhält sie 15 Minuten in ruhigem Sieden, dann spült man das Uhrglas mit Weingeist ab, versetzt die Flüssigkeit mit Phenolphthalein und titriert den Überschuß des Kali mit halbnormale Salzsäure zurück.

Auf 1 g Butter braucht man 221·5 bis 233 mg Kalihydrat, bei den anderen Tierfetten und Kunstbutter zwischen 196 und 197 mg.

Am meisten wird zur Auffindung von Kunstbutter das Reichert-Meißsche Verfahren angewandt. Nach R. Sendtner (Archiv für Hygiene, Band VIII) verfährt man genau wie folgt:

5 g des bei 60° geschmolzenen und filtrierten Butterfettes kommen in einen 300 cm<sup>3</sup> fassenden Kolben, in dem man 10 cm<sup>3</sup> alkoholische Kalilauge (20 Kalihydrat: 100 cm<sup>3</sup> Alkohol von 70 Volumprozent) zu geben hat, man verseift auf dem Wasserbade, verjagt den Alkohol (den letzten Rest durch Lufteinblasen). Die Seife wird in 100 cm<sup>3</sup> destillierten Wassers gelöst, dann rasch abgekühlt und 40 cm<sup>3</sup> Schwefelsäure (1:10) und einige Bimssteinstückchen zugegeben. Man destilliert unter Anwendung eines 50 cm langen Kühlers genau 110 cm<sup>3</sup> ab, mischt, filtriert und titriert 100 cm<sup>3</sup> unter Phenolphthaleinzusatz mit  $\frac{1}{10}$  n-Natronlösung und rechnet auf 100 cm<sup>3</sup> um (sogenannte Meißsche Zahl).

Die Meißsche Zahl von reinem Milchfett ist mindestens 25, die der anderen tierischen und pflanzlichen Fette 0·6 bis 1·0, Kokosfett ausgenommen, welches bis 7 gibt.

Die Reichert-Meißsche Methode ist die beste, um in der Butter fremde Zusätze nachzuweisen.

Die Hüblsche Jodzahl ist für Kuhbutteruntersuchungen wenig zu empfehlen (siehe unter Pflanzenfett), dagegen wertvoll für die Prüfung der Kunstbutter auf fremde Fette pflanzlicher Herkunft.

Alle diese Methoden können einen sicheren Beweis für geringere Grade der Verfälschungen häufig nicht erbringen, weil es keine gleich-

heitliche Zusammensetzung der Naturbutter gibt. Die Laktationsperiode, Rasse, Alter der Tiere ist von Einfluß auf den Gehalt an den für das Butterfett charakteristischen Triglyzerid enniederer Fettsäuren. Nur gröbere Verfälschungen lassen sich mit Sicherheit dartun. Der gesetzlich geforderte Sesamölzusatz soll diese Schwierigkeiten beseitigen.

In neuester Zeit hat man den Brechungsindex der Butter, Kunstbutter und ihrer Komponenten untersucht; dies geschieht am besten mit dem Refraktometer von Abbé. Der Brechungsindex eignet sich nicht zu einem absolut sicheren Urteil über eine etwaige geringgradige Verfälschung natürlicher Butter durch Kunstbutter, aber er gestattet eine sehr schnelle Orientierung über grobe Verfälschungen oder Unterschiebungen. Ähnlich wie die optischen Milchuntersuchungsmethoden wäre die erste

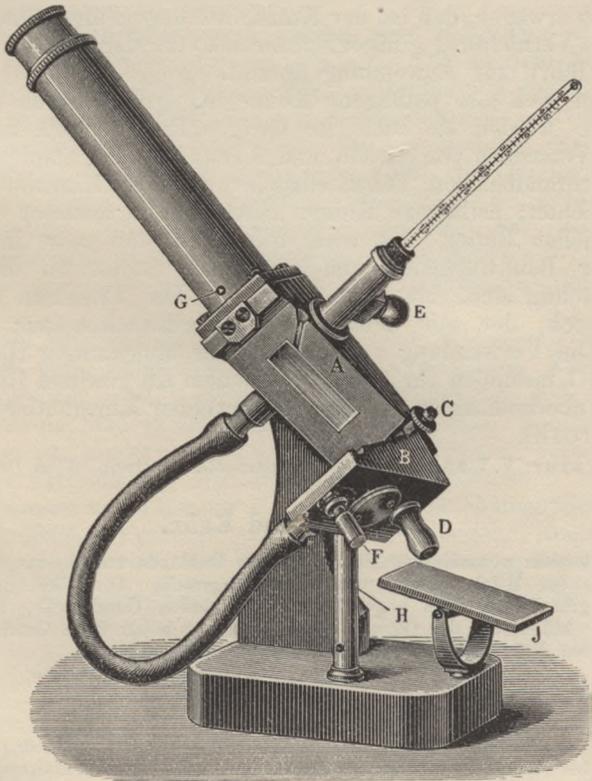


Fig. 189.

orientierende Butterprobe mit dem Refraktometer zu machen. Die zu beanstehende Butter hätte man sodann nach den chemischen Methoden, am besten und sichersten nach Reichert-Meißl zu prüfen. Das Butterrefraktometer von Zeiß (Fig. 189) besteht aus zwei Prismen *A*, *B*, zwischen welche ein Tropfen des filtrierten Fettes gelegt wird. Warmes Wasser strömt von *D* nach *E*, um das Fett geschmolzen zu halten. Das von *J* reflektierte Licht erfährt durch das Fett eine Ablenkung, wodurch die Grenze der totalen Reflexion verschoben wird. Die Skala ist in 100 Teile geteilt. Naturbutter zeigt die Grenze bei 50–54 Skalateilen, Margarin bei 59–66, Mischungen bei 54–64·8.

Kunstbutter ist auch bei tadelfreier Herstellung nie völlig gleichwertig mit der natürlichen Butter; die Kunstbutter entbehrt in rohem Zustande, wie bei der Verwendung zu Kochzwecken und zum Braten des charakteristischen Geschmackes und Geruches, den wir an der natür-

lichen Butter schätzen. Sie bleibt immer nur ein für manche Zwecke brauchbares Surrogat.

Die Kunstbutter unterscheidet sich von der natürlichen Butter durch eine etwas geringere Ausnützung (A. Meyer), von wesentlichem Einflusse auf den Wert der Kunstbutter ist dieser Umstand nicht; wie sich manche minderwertige Produkte verhalten, ist nicht bekannt.

Betreffs der Frage über die gesundheitliche Benachteiligung durch Kunstbutter wird man zweierlei unterscheiden müssen. In erster Linie kann ekelerregendes Fett, durch chemische Reagentien etwas verbessert, zur Verwendung kommen, was Bedenken erregt. In zweiter Linie ist zu erwägen, daß bei der Kunstbutterherstellung keine Temperatur, welche die Vernichtung giftiger Substanzen oder der Bakterien mit Sicherheit herbeiführt, zur Anwendung kommt.

Finden sich also pathogene Keime und giftige Stoffe im Ausgangsmaterial, so werden sie auch im fertigen Produkt sein können. Nach speziellen Versuchen von Skala und Alessi werden Staphylokokken des Eiters, Milzbrandbazillen, Tuberkelbazillen durch die Kunstbutterfabrikation nicht vernichtet; pathogene Keime halten sich in letzterer ebenso wie in der natürlichen Butter. Es wird behauptet, daß man in importierter Kunstbutter Bandwurmeier und Trichinen fände; ob dieselben noch infektionstüchtig sind, ist nicht erwiesen. Die Trichinen stammen aus Schweinespeck, der mit anhaftenden Fleischstücken zur Verarbeitung gelangt. Die Verwendung von Kunstbutter unbekannter Herkunft bringt unter allen Umständen für den Konsumenten ein gewisses Risiko mit sich. Lebende Tuberkelbazillen hat man in käuflicher Kunstbutter nachgewiesen (Morgenroth).

Literatur: V. Lang, Kunstbutter, Sparbutter, Butterin. Wien, Pest, Leipzig 1885.

### Kumys und Kefir.

Bei manchen nomadischen Völkern Rußlands und Asiens werden gegorene Getränke aus der Milch, Kumys und Kefir, hergestellt. Die alkoholische wie Milchsäuregärung gibt diesen einen angenehmen, prickelnden Geschmack. Da nur ein Teil der Stoffe der Milch bei der Gärung zerlegt wird, so haben diese Getränke einen nicht unbedeutlichen Nährwert. Es sind enthalten in 100 Teilen:

	Eiweiß	Fett	Milchzucker	Milchsäure	Alkohol
Kumys . .	2.2	2.1	1.5	0.9	1.7
Kefir . . .	3.1	2.0	1.6	0.8	2.1

Zur Kumysherstellung wird meist Stutenmilch, zur Kefirbereitung Kuhmilch angewendet. Über die Mikroorganismen, welche sich an diesen Umsetzungen beteiligen, ist völlig Sicherstehendes noch nicht bekannt. Das Kefirferment enthält Hefezellen und Bakterien (*Dispora caucasica*) mit zwei runden endständigen Sporen.

### Käse.

Der Käse wird gewonnen, indem ungekochte Milch durch das in dem Kälbermagen enthaltene und aus ihm zu gewinnende Labferment bei 31—35° koaguliert wird. Es scheidet sich die Molke ab; sie enthält nur mehr 0.8% Eiweiß, 0.2% Fett und 4.6% Milchzucker, hat also einen sehr beschränkten Nährwert.

Das Kaseinkoagulum wird meist noch durch eine Presse von der eingeschlossenen Molke befreit. Nach dem Zerkleinern des Koagulums werden auf 1 kg etwa 25 g Kochsalz beigemischt und ersteres in Formen gepreßt. Nach 14tägigem Trocknen in luftigem Raume wird der Käse 4—6

Wochen zum Zwecke des Reifens in den Keller gebracht. Aus 9—14 l Milch erhält man etwa 1 kg Käse.

Je nachdem sehr fette oder teilweise abgerahmte Milch verwendet wird, spricht man von Fett- und Magerkäsen sowie von Rahmkäsen.

Mitunter verwendet man auch durch Säure geronnene Milch zur Käsebereitung, dann ist selbstverständlich kein Labzusatz nötig.

Wenn man Milch bei niedriger Temperatur koaguliert und wenig auspreßt, entstehen Weichkäse, durch Koagulation bei hoher Temperatur und festes Auspressen der Hartkäse.

Frischer Käse reagiert sauer, nimmt aber allmählich an Säure ab. Im überreifen Zustande reagiert er alkalisch. Der in dem Käse zurückbleibende Milchzucker wird unter Kohlensäurebildung zerlegt, wodurch die Löcher im Käse entstehen. Viel Kochsalzzusatz unterdrückt diese Gärung, es bleibt dann der Käse fest. Bei der Reifung des Käses entstehen mancherlei Produkte: Leucin, Tyrosin, Butylamin, Amylamin, Ammoniak aus dem Kasein. Letzteres nimmt also bei dem Reifen ab.

Verschiedene Bakterien beteiligen sich an der Zerlegung, in manchen Fällen sind es Schimmelpilze, z. B. bei Roquefort. Die Pilze werden sogar auf Brot gezüchtet und die Sporenmasse dem Käse zugesetzt.

Jedenfalls sind die Reifungsvorgänge der Käsesorten das Produkt der Tätigkeit von Lebewesen, welche den einzelnen Käsebereitungsmethoden angepaßt sind. Wahrscheinlich handelt es sich dabei aber keineswegs darum, daß je eine Bakterienspezies einer bestimmten Käsesorte zu eigen ist, sondern vielmehr um die Tätigkeit verschieden miteinander oder nacheinander wirkender Mikroorganismen.

Der Parmesan und Liptauer sind magere, der Emmentaler, Eidamer, Chester mittelfette, Fromage de Brie, Limburger, Roquefort sind Fettkäse. Manchmal wird auch das nach der Gerinnung durch die Milchsäure erhaltene Koagulum, mit Salz oder Kümmel zubereitet, als Topfen oder Quark verkauft.

Die mittlere Zusammensetzung dieser Produkte ist nach König und Rubner für 100 Teile:

	Topfen	Fettkäse	Halbfettkäse	Magerkäse
Wasser . . . . .	60·3	35·7	46·8	48·0
Feste Bestandteile . . . . .	39·7	64·2	53·2	52·0
Eiweiß . . . . .	24·8	27·2	27·6	32·6
Fett . . . . .	7·3	30·4	30·5	8·4
Milchzucker etc. . . . .	3·5	2·5	3·0	6·8
Asche . . . . .	4·0	4·1	3·0	4·1

Die Käsesorten sind also sehr konzentrierte Nahrungsmittel und eignen sich gut zur Verwendung. Bisweilen finden sich in demselben ein giftiges Ptomain, das Tyrotoxin. In neuerer Zeit hat man mehrfach Vibrionen (Spaltpilze) in Käsesorten gefunden und will Erkrankungserscheinungen nach Käsegenuß auf diese zurückführen (Sanarelli).

Der Käse enthält immer reichlichst Bakterien. Man hat Krankheitskeime im Käse alsbald absterben sehen; die Keime der Cholera schon nach einem Tage, jene des Typhus nach drei Tagen. Durch unzweckmäßige Verpackung in bleihaltiges Stanniol kamen bereits manche Schädigungen zur Beobachtung.

In Quarkkäse hat man lebende Tuberkelbazillen, welche wohl aus tuberkelbazillenhaltiger Milch stammten, nachgewiesen; in reifen Käsen ist deren Vorkommen aber ganz unwahrscheinlich (Hormann und Morgenroth).

Die Angabe, das bei reifendem Käse sich Fett aus Eiweiß bildet, kann als widerlegt gelten. Von den Eiweißstoffen wird ein Teil zersetzt, von dem nach der Reifung vorhandenen N sind etwa 85—90% als Eiweiß, der Rest als Spaltungsprodukte vorhanden, der Milchzucker verschwindet. Ein kleiner Teil des Fettes wird gespalten und kleinste Mengen von den Pilzen aufgezehrt.

Die Untersuchung des Käses kann sich auf die Feststellung der Trockensubstanz, des Fettes, der Eiweißstoffe, beziehungsweise des Stickstoffes (nach bekannten Methoden) erstrecken. Die fettartigen Bestandteile sind Neutralfette freie Fettsäuren und Seifen; die Fettsäuren der Seifen werden nach Ansäuerung mit Schwefelsäure durch Ausschütteln mit Äther erhalten.

In neuester Zeit kommt auch sogenannter Kunstkäse, oft ein äußerst widerliches Produkt, in den Handel. Meist werden bei seiner Bereitung zur Zentrifugalmilch Pflanzen- und Tierfette zweifelhafter Herkunft zugesetzt, durch Lab Gerinnung hervorgebracht und dann das Koagulum wie normaler Käse behandelt. Es wäre sehr zu bedauern, wenn dieses Produkt, das den Minderbemittelten geradezu schädigt, mehr zum Vertriebe käme. Der Kunstkäse soll nach gesetzlicher Vorschrift 5% Sesamöl als Zusatz enthalten.

## Fünftes Kapitel.

### Vogeleier.

Von den Eiern werden fast durchwegs nur Vogeleier, insbesondere jene der Hühner verzehrt, selten Amphibien- und Fischeier; von letzteren der Kaviar und Gangfischeier.

Das Ei besteht vorzugsweise aus Eiweißstoffen und Fett. In dem Dotter findet sich neben Nuklein das Vitellin, ein dem Myosin verwandter Körper, ferner Cholestearin, Fett, viel Lecithin und der gelbe Farbstoff, das Lutein; im Eiweiß dagegen ist Eieralbumin enthalten. Die Asche des Gesamteies reagiert alkalisch und enthält reichlich Verbindungen der Phosphorsäure, die Asche des Eiweißes reagiert (wie das Eiweiß in frischem Zustande) stark alkalisch, die Asche des Dotters stark sauer durch freie Phosphorsäure, welche beim Verbrennen aus dem Lecithin gebildet wird. In noch erhöhtem Maße erhält man einen glasigen, sauren Rückstand, wenn man den Ätherauszug des Eidotters verbrennt.

Es enthalten 100 Teile:

	Dotter	Albumin	Ganzes Ei
Wasser . . . . .	54·0	85·9	73·9
Feste Teile . . . . .	46·0	14·1	26·1
Eiweiß . . . . .	15·4	13·3	14·1
Fette . . . . .	28·8	—	10·9
Asche . . . . .	1·7	0·7	—

Im Ei treffen 37·6% auf den Dotter, 62·4% auf das Albumin. Die Eier sind wichtige, wertvolle Nahrungsmittel.

Sowohl das Eiweiß wie das Eierfett wurden ganz vorzüglich auch in geronnenem Zustande zur Resorption gebracht. Es ist daher auch die Angabe über die „gute Verdaulichkeit“ besonders roher oder weicher Eier für den Gesunden eine grundlose Behauptung.

Vielfach hegt man über den Nährwert der Eier ganz irrige Anschauungen; ein Ei enthält etwa so viel an Eiweiß und Fett wie 40 g Fleisch oder etwa 150 cm<sup>3</sup> Milch.

Zur Konservierung der Eier verwahrt man sie an einem kühlen Orte: vielfach werden sie mit Leim, Mohnöhl, Harz, Gummi, Wasserglas überzogen. Frische Eier sind mäßig durchsichtig, schlechte undurchsichtig; erstere sinken in einer 5—10%igen Kochsalzlösung zu Boden. Ihr spezifisches Gewicht beträgt 1·0784 bis 1·0942 und soll täglich um 0·0017—0·0018 abnehmen, woraus man ungefähr auf das Alter der Eier schließen kann. Das spezifische Gewicht bestimmt man, indem eine Kochsalzlösung, in welcher das Ei schwimmt, so lange mit Wasser verdünnt wird, bis das Ei zu sinken beginnt. In diesem Moment nimmt man mit dem Aräometer das spez. Gewicht der Kochsalzlösung.

Die Eier verderben nicht selten durch Bakterien, welche in ihnen zur Entwicklung kommen. Die Einwanderung der Bakterien geschieht durch die Eiwandung hindurch; liegen die Eier lange Zeit in den Fäkalien, so sind günstige Bedingungen für die Infektion gegeben. An der Zerstörung der Eier beteiligen sich in seltenen Fällen Schimmelpilze, zumeist Bakterien. Unter letzteren kann man zwei Gruppen unterscheiden. Schwefelwasserstoffbildner und andere, welche einen grün fluoreszierenden Farbstoff bilden. Echte Anaeroben, welche nur bei Ausschluß von O gedeihen, hat man bis jetzt im Ei nicht gefunden. Überziehen der reinen Eier mit Firnis oder anderen die Luft abschließenden Materialien wirkt konservierend. (Zörkendörffer, Arch. für Hygiene, Bd. XVI.) Die Eier lassen sich künstlich auf dem Wege der Einwanderung durch die unverletzte Schale mit mancherlei Bakterien (Typhus, Cholera) infizieren; ob auch unter normalen Umständen pathogene Keime einwandern, ist unbekannt (Wilm).

Legt man Eier in Desinfektionsmittel, wie Karbolsäure etc., so dringt von diesen in das Ei ein und macht es genußunbrauchbar (Rubner).

Aus Kochsalzlösungen wandert das Salz in das Ei; nach einem Monat enthalten sie bei gesättigten Lösungen 1·4% der Substanz (Hanna). Erhitzt man das Ei bis zur Koagulation, so wird auch aus frischem Material Schwefelwasserstoff frei, welcher die Grenzzone des Dotters grünlich färbt, durch Reaktion mit einer organischen Eisenverbindung (Rubner).

Als Eikonserven kommen trockenes Eigelb, getrocknetes Eiweiß oder deren Mischung in den Handel. Die Präparate werden durch Trocknen bei niederer Temperatur, z. B. an der Sonne, hergestellt, sind aber fast alle sehr langsam, mitunter unvollkommen in Wasser löslich. Der Dotter zersetzt sich, wie alle fetthaltigen Konserven, leicht. Meist werden Zusätze von Zucker u. dgl. gemacht.

## Sechstes Kapitel.

## Vegetabilische Nahrungsmittel.

## Cerealien.

Die Vegetabilien stellen bei allen Kulturvölkern den wichtigsten Nahrungsvorrat dar. Der Reis liefert in verschiedener Zubereitung dem Indier, Chinesen, Japaner die tägliche Kost; der Mais wird in Italien, der Türkei, in Amerika in ausgedehntem Maße angebaut und verzehrt. In den nördlicher gelegenen Ländern treten unter den Cerealien namentlich Weizen und Roggen in den Vordergrund. Auch in Deutschland werden die beiden der Hauptsache nach zur Volksernährung verwendet; es kommen jährlich bei uns 650 Millionen Zentner zum Verkaufe.

Die in den Vegetabilien enthaltenen Nahrungsstoffe unterscheiden sich von den in Animalien vorkommenden wesentlich durch die große Menge der Kohlehydrate. Einen Überblick über die in den Cerealien zu Gebote stehenden Nahrungsstoffe gibt folgende Tabelle nach König:

	Wasser	Stickstoff- substanz	Fett	Stickstoff- freie Extraktiv- stoffe	Holzfaser	Asche	In der Trocken- substanz	
							Stick- stoff	Kohle- hydrate
in Prozenten								
Weizen . . .	13·65	12·35	1·75	67·91	2·53	1·81	2·29	78·64
Roggen . . .	15·06	11·52	1·79	67·81	2·01	1·81	2·17	79·81
Gerste . . .	13·77	11·14	2·16	64·93	5·31	2·69	2·06	75·29
Hafer . . .	12·37	10·41	5·23	57·78	11·19	3·02	1·90	65·93
Mais . . . .	13·12	9·85	4·62	68·41	2·49	1·51	1·81	78·74
Hirse . . . .	11·66	9·25	3·50	65·93	7·29	2·35	1·67	74·65
Reis . . . .	13·11	7·85	0·88	76·52	0·63	1·01	1·45	88·01
Buchweizen . .	11·93	10·30	2·81	55·81	16·43	2·72	1·85	63·37

Die reife Frucht der Getreidearten enthält innerhalb einer dünnen, zuweilen noch von den Spelzen eingeschlossenen und mit der Samenhülle innig verwachsenen Fruchthaut einen Kern, welcher der Hauptmasse nach aus dem stärkemehreicherem Eiweißkörper (Endosperm) besteht, an dessen Grunde der meist relativ kleine Keim (Embryo) angefügt ist.

Zu einem genauen Verständnis des Weizenkorns gelangt man nur, wenn man die einzelnen Bestandteile des Getreidekorns der mikroskopischen Untersuchung unterzieht.

Fig. 190 zeigt die schematische Darstellung des vergrößerten Weizenkorns. *a* Epidermis, *b* Schicht-Querzellen, *a* und *b* Fruchthaut; *c* Samenhaut, *d* Kleberzellen, *e* Stärkezellen, *f* Bärtchen, *k* Keim.

Der Bau der verschiedenen Getreidefrüchte ist im allgemeinen folgender:

Die Fruchthaut besteht aus zusammengedrückten, zum großen Teil verholzten und inhaltsleeren, häufig in ihren Formelementen kaum mehr nachweisbaren Gewebsschichten. Wohl immer ist indes eine äußere Oberhaut (Epidermis) (Fig. 191 *e*, *e*) aus tafelförmigen, längsgestreckten, zuweilen wellenförmig (bei Reis) oder buchtig begrenzten (bei Mais) Zellen, häufig mit eingestreuten Haaren, zuweilen mit einzelnen Spaltöffnungen

deutlich zu erkennen. Unter ihr folgt ein Gewebe aus mehr oder weniger zusammengedrückten, langgestreckten, grobgetüpfelten Zellen, die Mittelschicht (*mm*). Auf sie folgt weiter einwärts bei manchen Früchten (Roggen, Weizen, Gerste, Reis) eine eigentümliche, meist einfache Schicht aus quergestreckten Zellen (Querszellenschicht *q*).

Die Samenhaut (*S*) erscheint häufig als gelbe und braunrote Linie, oft ist sie gar nicht mehr als besondere Gewebsschicht nachweisbar.

Unmittelbar auf die Samenhaut folgt zuweilen noch eine einfache Schicht aus zusammengefallenen, inhaltsleeren Zellen mit farblosen, quellenden Wänden (*h*).

Das Sameneiweiß (Endosperm *E*) ist ein Gewebe aus großen dünnwandigen, im ganzen vielkantigen Zellen, welche dicht mit Stärkekörnchen, häufig neben Resten des ursprünglichen protoplasmatischen Inhaltes, gefüllt sind. Das Endosperm wird in seiner

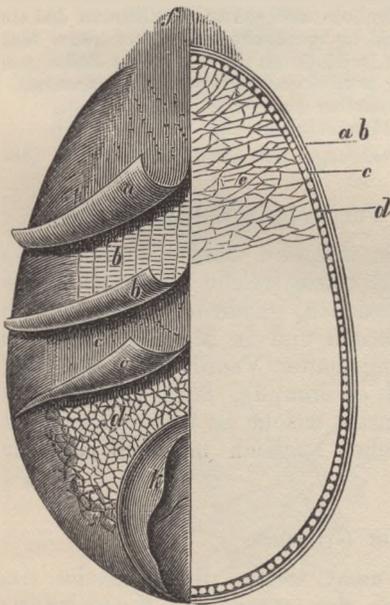


Fig. 190.

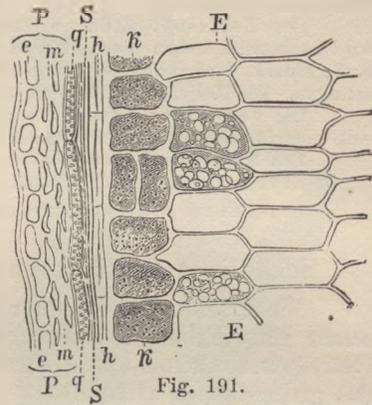


Fig. 191.

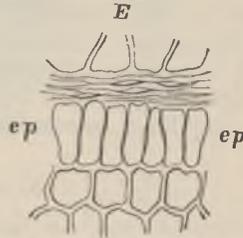


Fig. 192.

Peripherie von einer einfachen (Weizen und Roggen) oder mehrfachen Schicht (drei Reihen bei der Gerste) von Zellen (*k*, *k*) umgeben, welche aus kleinen, rundlichen oder etwas eckigen Körnchen, dem Kleber, neben etwas Fett, bestehen.

Wesentlich vom Gewebe des Endosperms verschieden ist das Gewebe des Keimes. Von seiner dem Eiweißkörper zugewendeten Seite erhebt sich das Schildchen, welches die Bestimmung hat, während der Keimung aus dem Sameneiweiß die daselbst angehäuften Nährstoffe aufzunehmen und den wachsenden Teilen des Keimlings zuzuführen. Auf seiner dem Endosperm zugewandten Fläche trägt er eine einfache Schicht aus zartwandigen, säulen- oder keulenförmigen Zellen (ein Epithelium) (Fig. 192 *ep*, *ep*).

### Die mikroskopische Untersuchung vegetabilischer Nahrungs- und Genußmittel.

Die chemischen Methoden treten bei der Untersuchung pflanzlicher Nahrungs- und Genußmittel vielfach in den Hintergrund, während die mikroskopische Beobachtung zur Entdeckung der Verfälschung große Dienste leistet.

Die Objekte kommen meist als Pulver zur Beobachtung, doch lassen sich bisweilen Zupfpräparate und Schnittpräparate anfertigen, was von Wichtigkeit

ist. Die Präparate werden mit Wasser angefeuchtet und zur Verjagung der Luftbläschen etwas erwärmt; nur wenn man Quellungserscheinungen von Stärke und Proteinkörpern verhüten will, ebenso wenn man die Lösung von Zellinhalt, wie Zucker, Gerbsäure, Gummi, gewissen Farbstoffen, die Verschleimung von Membranen zu vermeiden bestrebt ist, wird Glycerin, eventuell auch Alkohol oder ein Öl als Zusatz angewendet.

Zur Aufhellung eignet sich außer Wasser namentlich Glycerin, bisweilen mit ersterem gemengt; für die Dauerpräparate findet Glyzeringelatine (1 Teil Gelatine, 6 Teile Wasser, 7 Teile Glycerin und etwas Karbol) Anwendung. Gegen Kali- und Natronlösungen verhalten sich die Organe nicht indifferent, Zellmembranen quellen, verholztes Gewebe wird gelb, Stärke verkleistert, manche Eiweißstoffe werden gelöst, fettsaure Kristalle verseift.

Wesentlich wird die Erkenntnis der Objekte durch die Anwendung gewisser Reagentien erleichtert.

Der Zellstoff (Zellulose) färbt sich durch Chlorzinkjod blau; letzteres Reagens wird hergestellt, indem man Zink in Salzsäure löst, wobei Zink im Überschuß bleiben muß; sodann wird durch Glaswolle filtriert, Jodkalium und später metallisches Jod eingetragen. Die Zellulose färbt sich auch mit Jod in konzentrierter Schwefelsäure blau.

Die verholzte Zellulose, Holzstoff, wird durch schwefelsaures Anilin goldgelb gefärbt (einer gesättigten Anilinsulfatlösung wird etwas Schwefelsäure zugesetzt).

Der Korkstoff nimmt bei der Zellstoffreaktion eine gelbe Farbe an.

Stärke färbt sich durch Jod blau, die Eiweißkörper gelb.

Literatur: Möller, Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel, Berlin 1886.

### Schädliche Beschaffenheit und Verderbnis des Getreides.

Nicht selten ist das Getreide schon während seines Wachsens und seiner Entwicklung auf dem Felde durch Pilze, welche die verderblichen Getreidekrankheiten, Rost, Brand, verursachen, gefährdet; beim Lagern des gedroschenen Getreides auf Schüttdöden und in Magazinen befallen es Insekten und andere Tiere; bei mangelhafter Ventilation und großer Feuchtigkeit der Getreidespeicher wird es dumpfig, fault und verdirbt. Häufig ist es durch Samen gewisser Pflanzen, welche als Unkraut zwischen dem Getreide wachsen und beim Dreschen zugleich mit dem Getreidekorn ausgehült werden, verunreinigt.

#### *a) Krankheiten des Getreides.*

Krankheiten des Getreides sind nicht selten; ihre Ursache sind durchwegs Schimmelpilze; es sind dies der sogenannte Kornbrand (Schmierbrand, Kornfaule), der Spitzbrand und das Mutterkorn.

Der Pilz des Schmierbrandes, *Tilletia*, Karies, welcher hauptsächlich den Weizen befällt (daher auch Weizenbrand genannt), dringt mit seinen Fäden (Hyphen) in das Innere des Fruchtknotens ein, dessen Gewebe er bis auf die äußersten Hüllen zerstört. Er bildet Sporen. Das Innere eines Brandkorns ist anfangs eine weiche, schmierige, schwarze, nach Heringslake riechende Masse (Schmierbrand, Stinkbrand) und trocknet dann samt der Schale des brandigen Körnchens zu schwarzbraunem Staube ein.

Die Sporen (Fig. 193 *a*) sind eiförmig, mit kleinen Stacheln besetzt. Ihr Keimschlauch *b* entwickelt an seiner Spitze einen Wirtel von ca. 10 Sporidien, deren je zwei durch ein Querband zu einem umgekehrten A verbunden sind. Diese Sporidien *c* fallen ab und treiben Keimschläuche und sekundäre Sporidien *d*, welche wieder der Ausgangspunkt eines neuen Myzeliums werden. Dieser Staub wirkt ansteckend, wenn er an Hülsen gesunder Körper kleben bleibt. Die von den anhaftenden Pilzsporen durch Putzen gereinigten Körner sehen blaß und rauh aus.

Ein anderer Pilz, *Ustilago carbo*, erzeugt den Flugbrand, eine Krankheit die weniger den Weizen, häufiger Gerste und Hafer

befällt. Dieser Pilz zerstört nicht bloß frühzeitig den ganzen Fruchtknoten, sondern er greift auch mehr oder weniger die Spelzen an, so daß zuletzt statt der fruchttragenden Rispe oder Ähre kienrußähnliche Massen der Spindel aufsitzen, welche noch vor der Ernte größtenteils vom Winde vertragen werden (daher der Name Flug- oder Rußbrand).

Die Sporen des Flugbrandes besitzen eine weit geringere Größe (0.0005 mm) als jene des Kornbrandes, sind braun gefärbt, zeigen einen deutlichen Kern und sind an der Oberfläche glatt. Neben den Sporen findet man auch Hyphen (Fäden) zum Myzelium verflochten (Fig. 194).

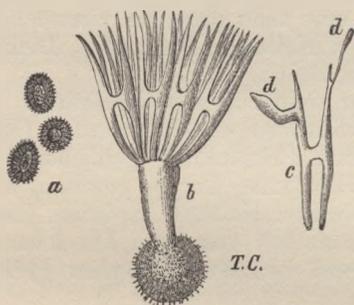


Fig. 193.

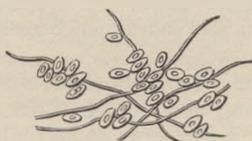


Fig. 194.

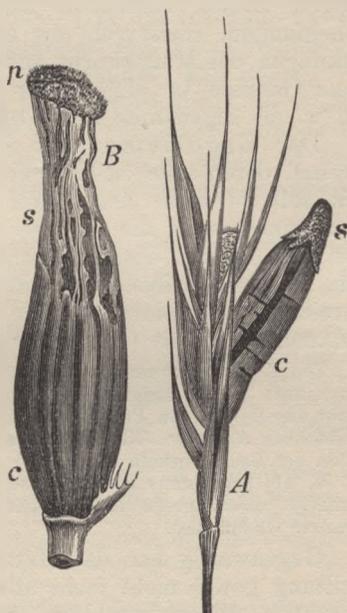


Fig. 195.

Eine mit brandigem Korne reichlich versehene Frucht ist schwer verkäuflich, da daraus bereitetes Mehl und Brot mißfarbig oder dunkel gefärbt ist und einen schlechten Geschmack zeigt.

Die in gesundheitlicher Beziehung wichtigste Pilzkrankheit des Getreides ist jene, die durch den Mutterkornpilz bedingt wird. An den Ähren mehrerer Grasarten, namentlich der des Roggens, entwickelt sich an Stelle einzelner Früchte sogenanntes Mutterkorn, eine Bildung, welche in ihrer Form einem Getreidekorn ähnelt, zur Reifezeit der Ähre ungefähr 1 Zoll lang, 1½ Linien dick ist, von stumpf dreikantiger, gekrümmter, nach beiden Enden schmaler werdender Gestalt, mit drei Langsfurchen äußerlich schwarzviolett, nach innen zu heller gefärbt (siehe Fig. 195). Häufig ist das Mutterkorn schwach bereift und trägt an der Spitze ein schmutzigweißes, haarig-flockiges Gewebe (das Mützechen, Sphacelia).

Das Mutterkorn entsteht dadurch, daß zur Blütezeit der Ähre die in der Luft fliegenden Sporen eines Pilzes, *Claviceps purpurea* Tulasne, auf die Narbe einzelner Blüten gelangen, hier keimen und ihre Sporenschläuche in das Innere des Fruchtknotens der Roggenblüte senden. Gleichzeitig mit dem weiteren Wachstum des Roggenfrucht-

knotens entwickelt sich innerhalb desselben der Pilz, dessen Wachstum das des Fruchtknotens rasch überholt. Der Mutterkornpilz muß verschiedene Entwicklungsstadien durchlaufen, bevor er die Form erreicht, in der er von neuem Sporen bilden kann. Das zweite Stadium seiner Entwicklung ist das eben beschriebene Mutterkorn. Legt man frisches Mutterkorn in feuchten Sand und betrachtet man es nach Verlauf einiger Wochen unter der Lupe, so bemerkt man die Entwicklung des eigentlichen Pilzes, kleiner purpuroter Köpfchen, welche von einem Stiele getragen werden.

Durch Mutterkornbildung wird einerseits eine beträchtliche Anzahl von Früchten vernichtet, andererseits aber enthält das Mutterkorn Ergotin, eine Substanz, die giftige Wirkungen hervorruft. Der Genuß mutterkornhaltigen Brotes verursacht selten augenblicklich heftige Magendarnerscheinungen, meist geht die erste Verdauung gut von statten und die Wirkungen des Mutterkorns äußern sich erst nach drei- bis vierwöchentlichem Genuße in allgemeiner Schwäche, Kribbeln, Krämpfen, Delirien u. s. w. als sogenannte Kribbelkrankheit.

Der Ergotismus hat sich früher in förmlichen Epidemien ausgebreitet, deren erste zu Ende des 6. Jahrhunderts erwähnt wurde. Dänemark soll zu allen Zeiten frei von dieser Erkrankung geblieben sein. Im allgemeinen ist die Domäne dieser Erkrankung Europa gewesen, aber schon seit Beginn des 19. Jahrhunderts waren Holland, Spanien, Österreich, Türkei, Griechenland, England ganz frei von ihr. Die letzteren zahlreichen Vorkommnisse in Deutschland betreffen Chemnitz (1867), Frankenberg (1879) (Poincaré).

Die Kribbelkrankheit oder der chronische Ergotismus tritt in zwei Formen auf: 1. als Ergotismus convulsivus. Nach Kopfschmerzen und Appetitlosigkeit entsteht das Gefühl von Pelzigsein oder Ameisenlaufen und Kribbeln an der Haut; ferner kachektisches Aussehen, Gliederschmerzen, Erbrechen, Leibscherzen, schmerzhaft Kontraktion der Beugemuskeln der Finger und Zehen. Melancholie, Delirien sind selten.

2. Als Ergotismus gangraenosus. Als Vorläufer fanden sich Symptome wie oben beschrieben, dann Empfindungslosigkeit, Schmerzen, Entzündung und brandige Abstoßung oft ganzer Gliedmaßen.

Gegenwärtig hat das Mutterkorn für das Entstehen einer Ergotinvergiftung gewiß nicht mehr die Bedeutung wie früher. Jetzt wird das Mutterkorn als gut bezahltes Arzneimittel sorgfältig ausgesucht und entfernt; wo ein Auslesen des Mutterkorns nicht stattfindet, gelangt es mittels Putzmaschinen in der Scheuer und in der Mühle nahezu vollständig aus dem Getreide.

Die Quantität und die Giftigkeit des Mutterkorns ist in den Einzeljahren stark schwankend; nicht immer sind es nur einmalige große Dosen, welche Vergiftungen erzeugen, sondern auch kleine Dosen, längere Zeit hindurch genommen, können sehr schädlich werden. In manchen Gegenden kommen auch heutzutage noch Getreidesorten mit 2—3% Mutterkorn vor; man halt einen Mutterkorngehalt von mehr als 0.2% im Mehle für gefährlich (Lehmann, Archiv f. Hyg. XIX).

#### b) Feinde des Getreides.

Die Larven zweier Käfer und eines Schmetterlings richten an dem reifen, bereits aufbewahrten Getreide die größten Verwüstungen an; die Larve des Getreidesamenfressers, des Getreidesamenstechers und der Kornmotte.

Der gefährlichste Gast der Kornspeicher ist der Getreidesamenfresser, *Sitophilus granarius*, ein 3—4 mm langer, etwa 1.5 mm breiter, schwarzer bis dunkelrotbrauner Rüsselkäfer.

Weniger gefährlich als der Getreidesamenfresser ist der Getreidesamenstecher, *Apion frumentarium*, ein kleiner, höchstens 2—3 mm langer Rüsselkäfer von gelbroter Farbe, mit birnförmigem Leibe, langem dünnen Rüssel und geraden ungebrochenen Fühlern. Das befruchtete Weibchen legt im März in je ein Korn ein Ei. Die ausbrechende Larve, der sogenannte rote Kornwurm, zehrt bis in den Monat Juni an dem Mehlkörper, verpuppt sich dann, worauf vier Wochen später der entwickelte Käfer herausschlüpft.

Der sogenannte weiße Kornwurm ist die Raupe der Kornmotte, *Tinea granella*; letztere ist ein sehr kleiner, 5 mm langer, 13 mm breiter Schmetterling, mit silberweißen, dunkelbraun bis schwarz marmorierten Vorder- und glänzend weißgrauen Hinterflügeln.

Diese Insekten verzehren den Mehlkörper und verunreinigen den Rest des Getreides durch die Exkremente. Um die Insekten zu vernichten, hat man hie und da das Besprengen der Fruchthaufen mit Kupfervitriol, Sublimat, arseniger Säure angewendet. Ein solches Verfahren muß kategorisch verboten werden. Das beste Mittel ist fleißiges Umschaukeln der Fruchthaufen und Lüften des Speichers. Haben sich einmal diese Insekten in größerer Menge angesiedelt, so bleibt oft nichts übrig, als die Körner einer höheren Temperatur (etwa 60°) auszusetzen, um die Larven der Puppen zu töten.

Noch wäre eines Getreideverderbers zu erwähnen, eines kleinen Tierchens aus der Ordnung der Fadenwürmer (Nematoden), des Weizenälchens, *Anguillula tritici*, welches eine eigentümliche Erkrankung des Getreidekorns, die unter dem Namen „Gichtig- oder Radigwerden“ des Weizens bekannt geworden ist, hervorruft. Das kranke Korn ist mißgestaltet, oft ganz unregelmäßig, teilweise von schwarzbrauner Farbe, eingeschrumpft, runzelig; die dicke und harte Schale umschließt statt Mehl eine gelblich-weiße Masse von faserigstaubiger Beschaffenheit, welche, mit Wasser befeuchtet, unter dem Mikroskop kleine, etwa 0·86 mm lange, 0·006 mm dicke, fadenförmige, nach beiden Enden schwach verschälerte Tierchen wahrnehmen läßt, welche nach kurzer Zeit mehr oder weniger lebhaftere Bewegungen anführen.

Wird das radig gewordene Korn ausgesät, so werden die Weizenälchen nach Zerstörung der Fruchthülle infolge der Faulnis im feuchten Boden frei und begeben sich auf die jungen Weizenpflanzen in die Blütenstände. Hier dringen sie in die jungen, noch weichen Fruchtknoten ein, werden dann geschlechtsreif, begatten sich und sterben nach dem Eierlegen ab. Aus den Eiern entwickeln sich in der auswachsenden Frucht die oben beschriebenen geschlechtslosen Larven.

Bemerkenswert ist die große Lebensfähigkeit dieser Tierchen; sie vertragen eine Temperatur von über 52° C und andererseits den stärksten Frost, ebenso können sie eingetrocknet jahrelang ihre Lebensfähigkeit bewahren.

Der Genuß dieses Kornes ist zwar, soweit darüber die Erfahrungen reichen, weder dem Menschen noch den Tieren gesundheitsschädlich; gewiß ist aber, daß nicht jeder mit Lust ein Mehl genießen wird, das Fadenwürmer enthält.

### c) Verunreinigungen des Getreides.

Das Getreide enthält, so wie es eingebracht wird, eine große Menge von Verunreinigungen: Staub, Sand, Spreu, Stroh, Eisenteile, Unkrautsamen und erkrankte Körner.

Von den giftigen Unkrautsamen sind zu nennen die Samen von *Lolium temulentum*, dem Taumelolch und von *Agrostemma Githago*, der Kornrade.

Die *Lolium*samen sind dem Hafer ähnlich, aber grau, dabei etwas schmaler und spitziger. Sie enthalten zwei schädliche Substanzen, deren eine auf das Nervensystem, die andere auf den Darm wirkt. Die erstere ist ihrer chemischen Natur nach als zweisäurige Pyridinbase zu betrachten.

Unter Kornrade versteht man die nierenförmigen, schwarzen oder dunkelbraunen, seltener orangegelben oder braunroten Samen von

*Agrostemma Githago*. Die Samen führen etwa 6.6% Githagin, ein dem Saponin ähnliches Gift; 3—5 g Radepulver verursachen beim Menschen leichte Intoxikationserscheinungen. Rösten zerstört das Gift, desgleichen die bei der Brotbereitung auftretende Saure (Lehmann, Archiv f. Hyg., Bd. XIX).

Die übrigen im Getreide vorkommenden fremden Samen sind insofern von Bedeutung, als sie das aus dem Mehle von solchem Getreide bereite Gebäck in Farbe und Geschmack nachteilig verändern. Erbsen färben das Mehl und Brot gelb und machen es minder schmackhaft; Wicken machen das Mehl dunkel und für Gebäck wenig geeignet; Rodel färbt es blau, desgleichen der Wachtelweizen (*Melampyrum arvena*); letzterer gibt dem Mehle auch einen bitteren Geschmack.

Beim Weizen steigt der Preis mit dem größeren spez. Gewichte des Korns. Durch Einölen erhält der Weizen ein scheinbar größeres spez. Gewicht. Die eingeölten Körner legen sich dicht aneinander, wodurch das Gewicht eines mit solchem Weizen gefüllten Meßgefäßes größer ausfällt, als wenn es mit ungeölten Körnern gefüllt wird.

Zur Unterscheidung des geölten vom nicht geölten Weizen schüttelt man in einem völlig reinen und trockenen Glaschen den zu untersuchenden Weizen mit einer kleinen Menge des zum Bedrucken der Etiketten u. s. w. angewendeten feinst gemahlten Bronzepulvers. Darauf schüttet man auf trockenes Filtrierpapier den Weizen aus und reibt denselben damit. Im Falle derselbe geölt ist, vergoldet er sich dabei schön; im entgegengesetzten Falle reibt sich das Bronzepulver wieder ab.

#### *d) Aufbewahrung des Getreides.*

Getreide muß möglichst luftig und trocken aufbewahrt werden. Das Feuchtwerden bedingt das Auswachsen (Keimen) oder die Fäulnis des Getreides. Durch Trocknen, Lüften kann man den begonnenen Keimungsprozeß unterbrechen. Solches Getreide, soll es noch zu Nahrungszwecken des Menschen dienen, muß vollständig getrocknet und durch eine grobe Vermahlung von Keimen und Würzelchen befreit werden. Fäulnis des Getreides erzeugt einen widerlichen, dumpfigen Geruch, die Körner schwellen teilweise an, der Mehlkörper wird mißfarbig. Nur beim leichtesten Grade dieser Verderbnis, dem einfachen Dumpfigwerden, kann das Getreide nach gehöriger Lüftung und Trocknung noch zur Nahrung für Menschen benützt werden.

#### **Herstellung des Mehles.**

Weizen und Korn bestehen nicht lediglich aus lauter reinen und gesunden Getreidekörnern, sondern enthalten verschiedenartige Beimengungen. Insbesondere kommt das Getreide mit wechselnden Mengen von Erde, Steinchen, Spelz, Stroh, Stengelresten, Eisenteilchen, fremden Samen, halb und ganz faulen Körnern, Sporen, Myzelien, Insekten, deren Eiern und Exkrementen, mit Mäusekot u. s. w. mehr oder weniger behaftet in die Mühle.

Durch die Einrichtungen, welche die modernen Mühlen besitzen, werden aber nahezu alle dem Getreide anhaftenden Unzugehörigkeiten weggebracht.

Die Reinigung des Getreides wird mit Hilfe der sogenannten Getreidereinigungsmaschinen vorgenommen. Gewöhnlich gliedert man die Getreidereinigungsmaschinen in drei Gruppen:

1. Die sogenannten „Koppzylinder für schwarzen Staub“, deren vier Abteilungen mit Sieben versehen sind, entfernen Staub, Erdteilchen, Brandsporen wie auch Steine, Stroh, Eisenteilchen u. s. w. Hierbei fällt durch die ersten zwei Abteilungen Staub und Erde, durch die zwei letzteren der Weizen und das Korn.

2. Eine zweite Gruppe von Maschinen beseitigt hauptsächlich Spreu, Stroh, Stengelreste, taube Körner u. dgl., indem ein Ventilator einen Strom Luft auf das durch die Siebe fallende Getreide bläst; die leichteren Partikelchen fliegen weg, während die gesunden, schweren Getreidekörner auf ein zweites Sieb fallen und daselbst nach ihrer Größe sortiert werden.

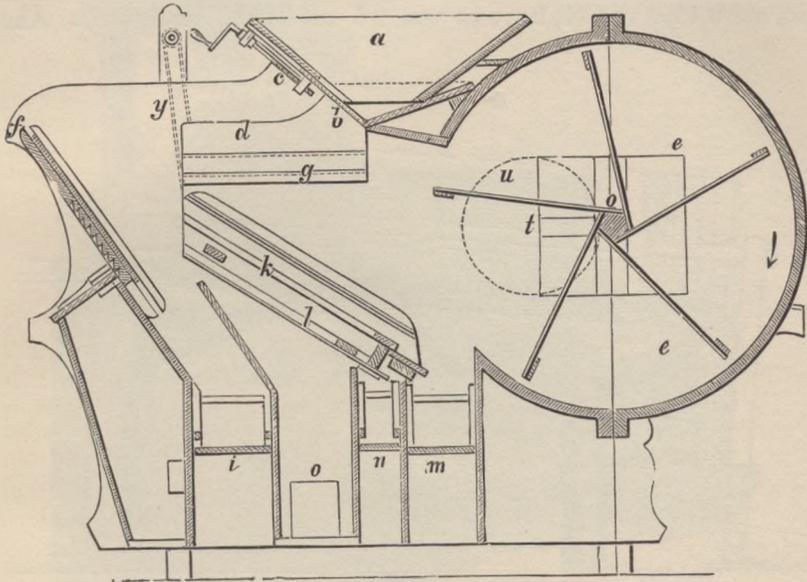


Fig. 196.

Eine solche Maschine stellt die Fig. 196 dar. Das Getreide wird in die Gasse *a* gegeben, fällt bei *b* auf das Sieb *d* und von da auf das Sieb *g*. Durch diese Siebe, welche in rüttelnde Bewegung gesetzt werden, werden größere und kleinere Stein- und Eisenstückchen und verschiedene andere Verunreinigungen zurückgehalten. Von *g* fällt das Getreide auf das Sieb *k*, über welches die größten und vollen Körner herabrollen und nach *m* gelangen, während die kleinsten Körner und kleines Unkrautgesäme durch *l* nach *o* fallen. Während des Fallens der Körner von *g* nach *k* werden sie von einem kräftigen Luftstrome des Ventilators *e* getroffen, wodurch die Spreu, der an den Körnern hängende Staub und die tauben Körner gegen die Wand *f* getrieben werden und nach *i* gelangen.

3. Eine dritte Gruppe von Maschinen entfernt alle Unkrautsamen und das sonstige Gesäme von kugelförmiger Form. Am häufigsten kommt der sogenannte Trieur, auch Ausleser, Radefänger genannt, zur Anwendung, welcher aus dem Getreide nahezu gänzlich die in demselben vorkommenden Kornraden (Agrostemmasamen), dann die Erbsen, Wicken und dergleichen Unkrautkörner entfernt (Fig. 197).

Das Getreide fällt durch ein Rohr *a* in den Zylinder, *b* ist der erste Teil des Zylinders, das Sieb, durch welches die kleinen Verunreinigungen nach *c* gelangen;

$d$  und  $d^1$  ist der zweite Teil des Zylinders, der mit Grübchen versehen ist, in welchem die kugeligen Unkrautsamen und sonstige Gesäme von kugelförmiger Form aus dem Getreide liegen bleiben. Die Unkrautsamen gelangen aus dem Zylinder zuerst in die Schale oder Mulde  $e^1 e$  und dann nach  $h$  und  $i$ , während das Getreide nach  $f$  und  $g$  gelangt. Magnete beseitigen das Eisen.

Von den Getreidekörnern wird häufig auch noch die Frucht- und Samenhaut entfernt, weil diese Hülsensubstanzen zur Ernährung nichts beitragen. Hierzu dienen Putz- und Schälmaschinen verschiedener Konstruktion, auf welche hier nicht näher einzugehen ist.

Nach den Untersuchungen von K. B. Lehmann wird durch die Reinigungsmethoden der Gehalt des Roggens an giftigen Unkrautsamen von 0,3 etwa auf 0,1%, an ungiftigen Unkrautsamen von 9,6% etwa auf 0,1%, von Schmutz von 0,5 auf 0,08% herabgesetzt. Ähnlich

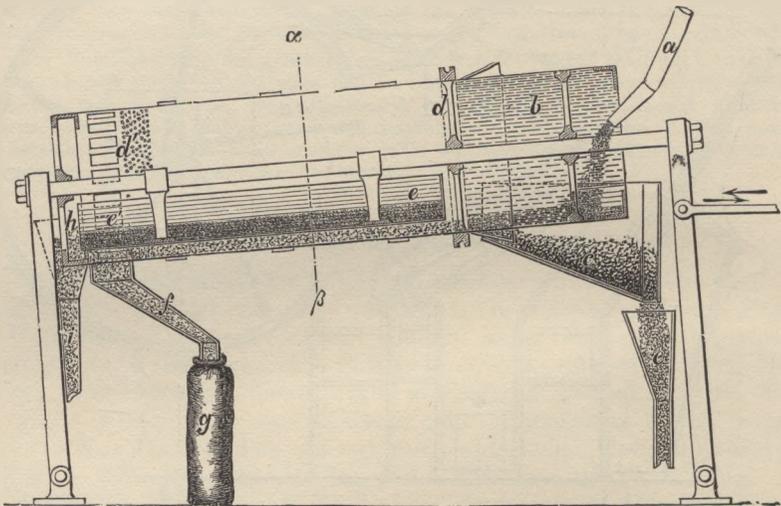


Fig. 197.

verhält es sich beim Weizen. Gereinigtes Getreide sollte nicht mehr wie 0,2 bis 0,3% an Verunreinigung im ganzen enthalten. Ein<sup>er</sup> Gehalt von 0,5% an ungiftigen Unkrautsamen, 0,5% an Raden, 0,2% an Mutterkorn wäre unter allen Umständen zu beanstanden.

Die alten Flach- und Beutelmühlen (Fig. 198) vermahlen das Getreide möglichst vollständig in einem Mahlgange.

Die Hauptbestandteile eines solchen Mahlganges sind zwei zylindrische, breite Mühlsteine  $A B$ , deren einer, der sogenannte Bodenstein  $B$ , auf einem Holzgerüste festsetzt; der andere, der Laufer, wird getragen von dem Mühleisen  $C$ , das durch das Zahnrad  $f$  getrieben wird. Durch Hebung des Balkens  $d$  kann man die Mühlsteine sich nähern oder voneinander entfernen. Bei  $a$  wird durch einen selbsttätigen Mechanismus das Korn aufgeschüttet, durch den Rührnagel  $K$  gemischt; das gemahlene Korn gelangt dann in den Mehlbeutel  $R$ . Letzterer wird durch eine gabelartige Stange  $s$  automatisch geklopft. Das Mehl fällt in den Mehlkasten  $Q$ , die Kleie in das Sieb  $S$ , wo sie nochmals von anhaftendem Mehle befreit werden kann.

Bei einer solchen Einrichtung wird aber das ganze Korn zerrieben und alle diese Teile gelangen zusammen in das Mahlgut.

Die Flachmüllerei liefert stark kleiehaltiges Mehl. Wesentlich andere Resultate erzielt die Hochmüllerei.

Die Hochmüllerei benutzt als Mühlgänge am besten eiserne Walzen mit Ventilation. Letztere bietet viele Vorteile. Beim Mahlen ohne Ventilation kann die Temperatur so hoch steigen, daß ein Teil der Stärke in Dextrin, Zucker und organische Säuren umgewandelt und innerhalb des Mahlganges Wasserdampf gebildet wird.

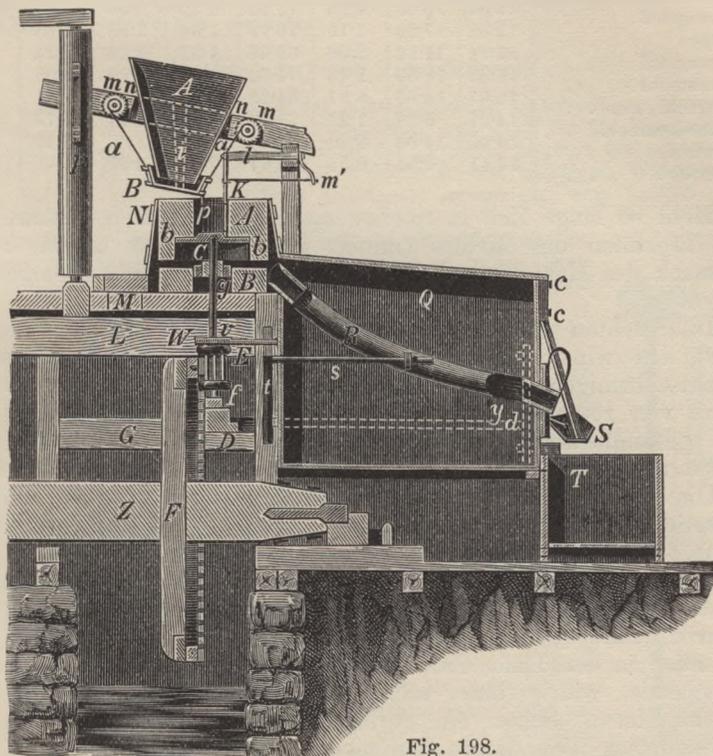


Fig. 198.

Durch die Kunst- oder Hochmüllerei ist man im stande, 50% an Vordermehlen und 20% von den feinsten Mehlen (Auszugmehlen) zu erzeugen. Es werden an zehn verschiedene Mehlsorten bei der Vermahlung gewonnen. Der mühsame und komplizierte Prozeß der Hochmüllerei bezweckt die möglichst vollständige Scheidung der Kleie von dem Innern des Kornes.

Gegen die Hochmüllerei wird eingewendet, daß das Mehl einen geringeren Nährwert habe als das nach der alten Methode erzeugte, weil der Klebergehalt im ersteren geringer sei als im letzteren.

Es entscheidet aber über den Wert des Mehles nicht die chemische Analyse, sondern einzig und allein die Ausnutzungsfähigkeit (siehe bei Brot) und diese Ergebnisse sprechen gegen die Anwendung der Flachmüllerei.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Mehle ist aus nachstehender Tabelle zu erschen.

Benennung	Wasser	Stickstoff- substanz	Fett	Stickstoff- freie Stoffe*)	Holzfaser	Asche	Trockensubstanz	
							Stick- stoff	Kohle- hydrate
							in Prozenten	
Feinst. Weizenmehl**)	13·34	10·18	0·94	74·75	0·31	0·48	1·88	86·82
Gröberes           **)	12·65	11·82	1·36	72·23	0·98	0·96	2·16	82·89
Mehl aus ganz. Korn**)	14·5	10·87	4·80	70·50	1·17	1·20	2·04	82·37
Weizengriß . . . . .	12·52	10·43	0·38	75·95	0·22	0·50	1·90	86·82
Graupen . . . . .	12·82	7·25	1·15	76·19	1·36	1·23	1·33	87·39
Roggenmehl . . . . .	13·71	11·52	2·08	69·66	1·59	1·44	2·14	80·73
Gerstenmehl . . . . .	14·83	10·89	1·48	71·74	0·47	0·59	2·05	84·23
Hafermehl . . . . .	10·07	14·66	5·91	64·73	2·39	2·24	2·61	71·98
Buchweizenmehl . . . . .	14·27	9·28	1·89	72·46	0·89	1·21	1·73	84·52
Maismehl . . . . .	10·00	14·00	3·80	67·66	3·09	1·62	2·49	—
Reismehl . . . . .	14·41	6·94	0·51	77·61	0·08	0·45	—	—

Mehl ist lange Zeit in trockenen, luftigen Räumen haltbar. Künstliches Trocknen des Mehles (mittels Malzdarre) hat öligen, ranzigen Geschmack des Mehles zur Folge. Trockenem Mehl leidet weniger durch Insekten.

In feuchten Mehlen findet man häufig eine Milbenart (*Acarus farinae*), ein winziges Tierchen aus der Klasse der Spinnen, mit langgestreckt-eiförmigem Leibe, am Rücken mit langen Borsten versehen und mit vier rötlichen Beinpaaren. Ein milbiges Mehl schmeckt bitter; ob es gesundheitsschädlich ist, wissen wir nicht. Außer Mehlmilben kommen noch vor: der Mehlkäfer, die Küchenschaben und der Zuckergast. Die als Mehlwurm bekannte Larve besitzt sechs Beine. Die besten Schutzmittel sind große Reinlichkeit, guter Verschluss bei fleißiger Lüftung.

Wenn auf Mehl Feuchtigkeit und Wärme ungehindert einwirken, zersetzt es sich leicht. Der Geruch wird dumpfig, der Geschmack ranzig, die Farbe grau; es bilden sich Schimmelpilze anfangs auf der Oberfläche, später auch in der Tiefe und das Mehl verwandelt sich in eine äußerst übelriechende, widrig bitter schmeckende, schmierige, bräunliche oder grünliche Masse. Schon ein geringes Dumpfige sein macht sich durch den Geschmack des daraus bereiteten Gebäckes fühlbar. Ein höherer Grad von Verderbnis macht das Mehl gänzlich unbrauchbar.

### Untersuchung des Mehles und Nachweis der Verfälschung.

In hygienischer Beziehung handelt es sich meist darum, ob das fragliche Mehl unverdorben, backfähig, unverfälscht ist und keinerlei gesundheitsnachteilige Eigenschaften aufweist. Mit Rücksicht auf diese Bedürfnisse des hygienischen Standpunktes mögen nachfolgende Methoden angeführt sein.

#### *Prüfung auf Verderbnis des Mehles.*

Anhaltspunkte, ob ein Mehl verdorben ist, kann man durch Bestimmung der löslichen Substanzen desselben erhalten. Gesundes Mehl enthält etwa 5% in Wasser lösliche Teile; im verdorbenen, beim Mahlen überhitzten oder aus gekeimtem Getreide stammenden oder bei der Aufbewahrung feucht gewordenen Getreide findet man größere Mengen (bis 18%) löslicher Substanzen.

\*) Kohlehydrate.

\*\*) Nach einer Analyse des Verfassers.

Die Untersuchung auf die löslichen Bestandteile und auf Kleiegehalt wird in folgender Weise ausgeführt: Sämtliche löslichen Substanzen werden durch vollständige Extraktion des Mehles mit Wasser und Wiegen des filtrierten Wasserauszeuges bestimmt. Will man die Natur und das Mischungsverhältnis der löslichen Bestandteile kennen, so wird der wässrige Auszug gekocht, wodurch das lösliche Eiweiß koaguliert wird. Dieses wird auf einem Filter gesammelt, gewaschen und gewogen. Durch Eindampfen der von dem Eiweiß abfiltrierten Flüssigkeit erhält man die Gesamtmenge von Dextrin, Zucker und löslichen Salzen. Der die unlöslichen Mehlbestandteile enthaltende Filtrerrückstand wird mit säurehaltigem Alkohol digeriert und dann mit verdünnter Schwefelsäure gekocht. Hiedurch wird das Stärkemehl aufgelöst und die Hülsen bleiben zurück; diese werden ausgewaschen und nach dem Trocknen gewogen. Der Gehalt an Stärke wird aus dem Verluste gefunden.

### Prüfung auf die Backfähigkeit.

Es kann Mehl dem Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung, ja selbst der chemischen Analyse nach als tadellos erscheinen und doch für die Verwendung mit Fehlern behaftet sein. Ein solcher Fehler ist das „Fließen, Laufen“ des aus dem Mehle hergestellten Teiges. Es findet sich bei Weizenmehl aus brandigem Weizen oder aus solchem, welcher mit *Allium* (wildem Knoblauch) verunreinigt war, endlich auch bei Weizenmehl, dem Gerstenmehl beigemischt wurde.

Dem Kleber kommt die Eigenschaft des Getreidemehles zu, mit Wasser einen zusammenhängenden, zähen Teig zu bilden. Diese Eigenschaft aber büßt der Kleber bei der Verderbnis des Mehles leicht ein.

Zur genaueren Prüfung der Güte des Klebers verwendet man das Bolandsche Aleuometer (Fig. 199).

70 g Mehl werden in Teig verwandelt, aus welchem sich durch ein zirka 45 Minuten erforderndes Auskneten 20–25 g nassen Klebers abscheiden lassen. Hievon werden 15 g abgewogen, in Form eines kleinen Zylinders gebracht und nach dem Einrollen in feines Stärkepulver in den Backzylinder des Apparats gegeben. Die nebenstehende Figur zeigt diesen Zylinder in verkleinertem Maßstabe und man ersieht, daß ein kleiner Kolben *k* an der Stange *s* in dem Zylinder leicht beweglich ist. Wenn der Zylinder in ein auf 150° C erhitztes Ölbad gebracht wird, entweichen die aus dem Kleber einströmenden Wasserdämpfe durch die im Deckel angebrachten Löcher, der Kleber aber drückt den Kolben nach oben. Nach zirka zwei- bis dreistündiger Erhitzung ist der Kleber vollkommen getrocknet und der Kolben wird eine bestimmte Stellung einnehmen, so daß die geteilte Stange *s* bis zu einem gewissen Teilstriche sichtbar ist, nach welchem man dann die Steigkraft des Klebers bezeichnet. Die Anzeige des Aleuometers kann leicht um 2–3° ungenau sein, da sie abhängig ist von der Art des Einfüllens des Klebers, von dem richtigen Temperaturgrade des Ölbadens u. dgl. Man hat den in Stärke eingehüllten Kleber in den Zylinder einzuschieben, durch Aufstoßen des letzteren in dem unteren Zylinderteile zu richtigem Anschlusse an die Wände zu bringen, und wenn der Kleber den Kolben zu heben beginnt, durch einmaliges schwaches Niederdrücken desselben in die Oberfläche des Klebers abzugleichen, um die Bildung von Spitzen, welche eine zu hohe Anzeige bedingen würden, zu hindern.

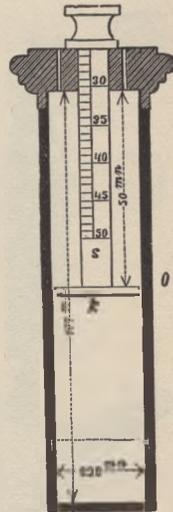


Fig. 199.

### Wassergehalt und mineralische Beimengungen.

Es ist durch eine große Reihe von Versuchen konstatiert, daß der Wassergehalt normaler Mehle von 8–18% variiert. Es kann demnach erst ein über 18% hinausgehender Wassergehalt als Beweis eines absichtlichen Wasserzusatzes gelten. Zur Bestimmung der Feuchtigkeit des Mehles trocknet man eine gewogene Menge desselben bei 100–110° C. Der Gewichtsverlust entspricht dem Wassergehalt.

Erdige Beimengungen werden durch Einäscherung einer abgewogenen Mehlmenge bestimmt. Man wird mit Hinzurechnung zu-

falliger erdiger Teile annehmen dürfen, daß ein Mehl, welches nicht mehr als 2% unverbrennliche Bestandteile enthält, normal sei.

Es kommt im Handel Getreidemehl vor, welches hauptsächlich mit Gips, gepulvertem Quarz, Schwerspat, Ton, kohlenurem Kalk und Alaun vermenget ist. Der Zusatz von Gips ist bis zu einer Höhe von 30% beobachtet worden, während Schwerspat manchmal zu 16—20% dem Mehle gemischt wird.

Die beste Methode, derartige Zusätze zu erkennen, ist die Veraschung, welche man durch Zugabe von völlig reinem salpetersauren Ammoniak noch beschleunigen kann.

Finden sich in der Asche des Mehles mehr als 3% Asche oder noch mehr (16—20%), so kann man die einzelnen Verunreinigungen getrennt bestimmen.

Ist Gips vorhanden, so wird derselbe durch eine wässrige Lösung, welche 20% Salzsäure enthält, vollständig gelöst. Man untersucht diese Lösung quantitativ auf Kalk und Schwefelsäure. Hat man in der Asche bedeutende Mengen von Schwefelsäure, Tonerde und Kali gefunden, so liegt der Verdacht vor, daß es sich um Kalialaun handelt. Kreide in Mehl kann in der einfachsten Weise mittels eines Kohlensäureapparats quantitativ bestimmt werden. Einer der besten Apparate für die Kohlensäurebestimmung ist der in der Fig. 200 dargestellte.

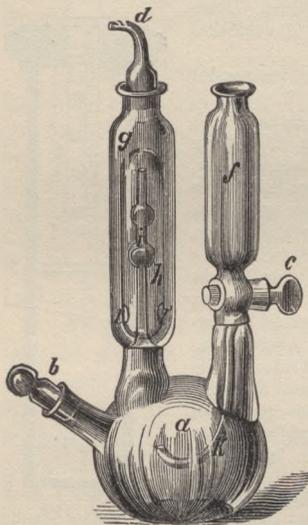


Fig. 200.

Durch Wegnahme des Stöpsels *b* wird eine bestimmte gewogene Menge von Mehl in den Raum *a* gebracht. Die in dem inneren Glaszylinder *h* sichtbare Röhre *i* kommuniziert mit dem Gefäße *a* und durch zwei Öffnungen *e* am unteren Teile des Zylinders mit einem flaschenförmigen Gefäße *g*, in dessen Hals der in der Mitte durchbohrte Stöpsel *d* eingesetzt ist. Die Bestimmung der Kohlensäure wird in der Weise durchgeführt, daß man in das Gefäß *g*, so viel konzentrierte reine Schwefelsäure eingießt, bis die unteren Öffnungen des Zylinders um 4—6 mm überragen. Der Raum *f* wird mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, der gefüllte Apparat zuerst gewogen, dann der Hahn *c* so weit geöffnet, daß die verdünnte Schwefelsäure tropfenweise in das Gefäß *a* gelangt, in welchem die Zersetzung des kohlenurem Kalkes im Mehle vorgeht, wobei die Kohlensäure durch die Röhre *i* nach *h* aufsteigt und durch die Schwefelsäure im Gefäß *g* von Wasser befreit wird. Sobald die Kohlensäureentwicklung aufhört, wird der Apparat wieder gewogen und der Gewichtsverlust bestimmt. Dadurch erfährt man die verflüchtigte Kohlensäure.

Wiederholt ist im Mehle Blei gefunden worden.

Manche Müller pflegen nämlich Vertiefungen in der Mahlfläche der Mühlsteine mit Blei auszugießen. Beim Abreiben der Steine wird auch das Blei abgerieben, das in das Mehl gelangt und dieses gesundheitsgefährlich macht. Zum Nachweise des Bleies wird Mehl eingäschert und in der Asche das Blei nach den analytischen Regeln bestimmt.

### *Fälschung des Mehles durch Beimengung billiger Mehlsorten.*

Beimischungen anderer Mehle kommen nur beim Weizenmehl und da nur selten vor, weil Erbsen-, Linsen-, Bohnenmehl nicht viel billiger als Weizenmehl sind. Wo eine Verfälschung oder Unterschlebung eines fremden Mehles zu konstatieren ist, muß auch auf die Zahl der fraglichen Formelemente Rücksicht genommen werden.

Man bedient sich bei der mikroskopischen Untersuchung des Mehles einer Vergrößerung von 300—400.

Für die mikroskopische Untersuchung des Mehles sind die wichtigsten Formelemente die Stärkekörnchen. Bestehen die Stärkekörnchen des zu prüfenden Mehles aus einfachen, gerundeten Formen, so kann das Mehl aus Weizen, Roggen oder Gerste hergestellt sein.

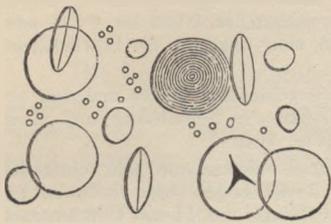


Fig. 201.

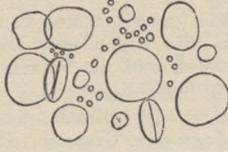


Fig. 202.

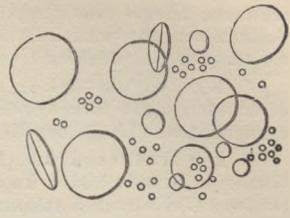


Fig. 203.

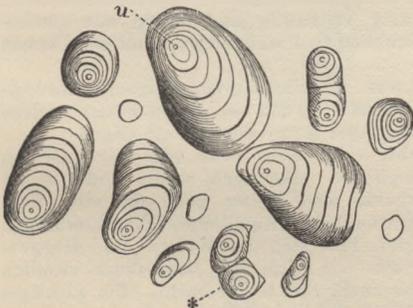


Fig. 204.

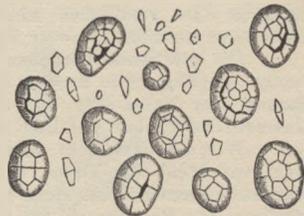


Fig. 205.

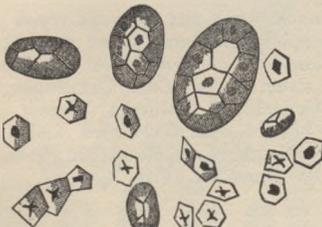


Fig. 206.

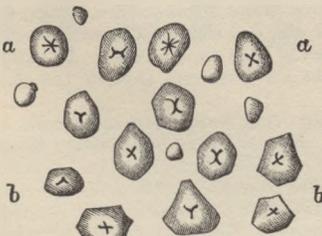
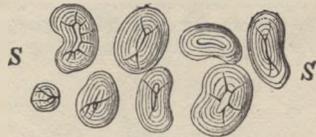


Fig. 207.

Fig. 208.

Die Roggenstärkemehlkörnchen sind verschieden groß, oval, die größeren zeigen oft einen ein- bis viermal linear- oder kreuzförmig gestreiften Nadeldurchmesser (Fig. 201) von 0,036—0,047 mm.

An den Weizenstärkemehlkörnchen ist der Nabel undeutlich und bei 200facher Vergrößerung als eine punktförmige Vertiefung zu erkennen. Sie sind von

zweierlei Größe, rund oder etwas länglichrund (Fig. 202). Der Durchmesser der großen Weizenstärkemehlkörnchen beträgt 0·030—0·036 *mm*. Die kugelige Kleberkörner messen höchstens 0·0088 *mm*. Das Roggenmehl ist mithin durch die bedeutendere Größe der Stärkekörner vom Weizen- und Gerstenmehl zu unterscheiden.

Gerstenstärkekörnchen (Fig. 203) sind meist weniger gerundet, zeigen schwache Längs- und Querrisse. Durchmesser der Großkörner 0·022 bis 0·028 *mm*. Vollkommen abweichend in Form und Größe verhalten sich dagegen die Stärkekörner der übrigen Getreidefrüchte und der Kartoffeln.

Kartoffelstärkemehlkörnchen sind von verschiedener Größe und von abgerundeter, meist Birnengestalt. Sie zeigen eine konzentrische Schichtung und einen Kernpunkt *n*. Länge der Körner 0·06 bis 0·1 *mm* (Fig. 204).

Die Haferstärke (Fig. 205) besteht aus zusammengesetzten und einfachen Körnern. Erstere bilden kugelige oder eirunde, aus 2—8kantigen oder teilweise gerundeten Teilkörnchen zusammengesetzte Gruppen von 0·018 bis 0·0044 *mm* Durchmesser. Die kaum 0·0044 *mm* messenden Teilkörnchen zeigen keine Kernhöhle.

Sehr ähnlich ist die Reisstärke (Fig. 206); doch sind die Teilkörnchen etwas größer (0·0066 *mm*), zum großen Teile regelmäßig vielkantig und häufig mit ansehnlicher Kernhöhle versehen. Auch die Einzelkörner sind vielkantig; rundliche Formen fehlen ganz.

Die Maisstärke (Fig. 207) besteht aus scharfkantig-vieleckigen, gerundetkantigen oder rundlichen Einzelkörnern von 0·0122 bis 0·022 *mm* Durchmesser, welche meist eine sternförmige oder strahlige Kernhöhle, aber keine Schichtung zeigen.

Die Stärkemehlkörnchen der Hülsenfrüchte sind meist oval oder nierenförmig, wenige kugelig. Die meisten haben einen länglichen oder auch wohl sternförmigen Sprung oder Nabel (Fig. 208 *S*); für Hülsenfrüchte sind weiter noch die mit protoplasmatischem Inhalt gefüllten Zellen *A* aus dem Gewebe der Keimlappen charakteristisch.

Wie sich aus dem eben Erörterten ergibt, läßt sich das Weizen- und Roggenmehl vom Mehl aus Hafer, Mais, Buchweizen etc. mit Hilfe des Mikroskops ziemlich markant unterscheiden, nicht so aber das Weizenmehl vom Roggenmehl. Ein wichtiges Merkmal für Roggenmehl im Gegensatze zu Weizenmehl ist, daß es von dunklerer Farbe ist, mit Wasser angerührt sich weniger bildsam und von eigentümlichem Geruche und Geschmache erweist und leicht in Buttersäuregärung gerät.

Nach Cailletet soll Roggenmehl in Weizenmehl auch auf folgende Weise sich leicht finden lassen: Das Mehl wird mit seinem doppelten Volum Äther geschüttelt, letzterer abfiltriert und in einer Porzellanschale verdunstet. Zu dem festen Rückstande setzt man für je 20 *g* Mehl, die man zum Versuche nahm, 1 *cm*<sup>3</sup> eines Gemisches, das aus 3 Volumen Salpetersäure von 1·35 spez. Gewicht, 3 Volumen Wasser und 6 Volumen Schwefelsäure von 1·84 spez. Gewicht besteht. Es färbt sich hierbei das fette, ausgezogene Öl des Weizens nur gelb, das des Roggens kirschrot, ein Gemenge beider rotgelb. Die Scharfe der Methode läßt viel zu wünschen übrig.

### Nachweis von Mutterkorn.

Zur Erkennung von Mutterkorn prüft man Mehl auf folgende Weise:

*a*) Man gibt etwa 20—25 *cm*<sup>3</sup> Kalilauge in eine weite Probierröhre, trägt unter Schütteln von dem zu untersuchenden Mehle so viel ein, daß sich ein dicker Brei bildet, und senkt das Röhrchen kurze Zeit in heißes Wasser. War mindestens 1—2% Mutterkorn im Mehle, so entsteht der bekannte Geruch von Trime-thylamin (Heringslake).

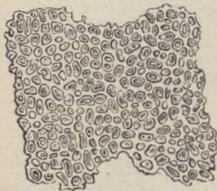


Fig. 209.

*b*) Zur Nachweisung von Mutterkorn kann man auch die von F. Hoffmann und Wolff angegebene Methode benutzen: 10 *g* Mehl, 15 *g* Äther, 20 Tropfen verdünnter Schwefelsäure (1 : 5) werden durch Schütteln innig gemengt und die erhaltene Flüssigkeit mit 5 Tropfen einer gesättigten Lösung von doppelkohlensaurem Natron versetzt. Bei Gegenwart von Mutterkorn entsteht eine violette Färbung, die auch spektralanalytisch zu prüfen ist.

*c*) Man läßt Mehl mit verdünnter Natronlauge 2—3 Stunden stehen und filtriert; die Flüssigkeit ist bei Anwendung von Mutterkorn rot. Nun wird Salzsäure zugesetzt und mit Äther, der den roten Farbstoff aufnimmt, geschüttelt, alsdann im Spektroskop untersucht. Ein scharfes Absorptionsband liegt zwischen *D* und *E*, ein anderes zwischen *E* und *F* (Uffelmann).

d) Auch durch das Mikroskop läßt sich im Mehle das Mutterkorn nachweisen. Die Zellen (Fig. 209) sind außerordentlich innig untereinander verbunden und führen als Inhalt farbloses Fett, durchaus keine Stärke; jene der äußersten Gewebeschicht des Mutterkornes sind überdies Träger eines schwarz-violetten Farbstoffes.

### Fälschung mit Unkrautsamen.

Die bei der Reinigung des Getreides vor dessen Vermahlen als Abfall in großer Menge sich ergebenden wertlosen Samereien werden von gewissen Mühlen bezogen, vermahlen und das so erhaltene Unkrautsamenmehl normalem Cerealienmehle in betrügerischer Weise zugesetzt. Tatsächlich bilden diese Unkrautsamen und -Früchte in zwei Sorten, „Raden“ und „Wicken“, einen Handelsartikel. Außer

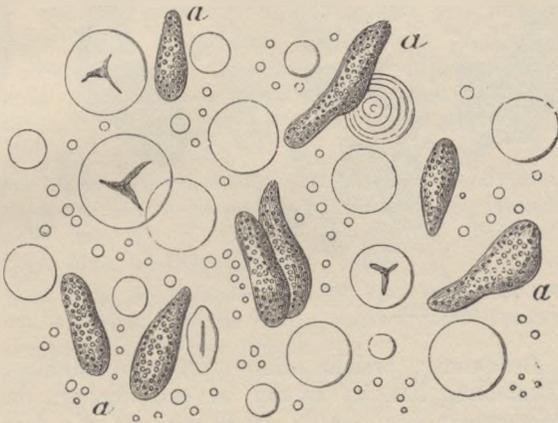


Fig. 210.

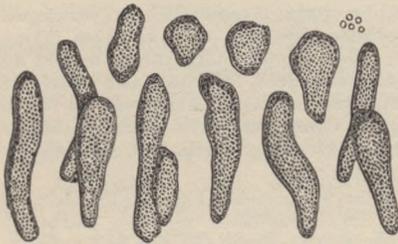


Fig. 211.



Fig. 212.

Raden und Wicken sind die Früchte verschiedener Gramineen, darunter jene von *Lolium temulentum*, des Taumellohls, ferner jene einiger Kompositen, insbesondere der Kornblume (*Centaurea Cyanus*) und namentlich der Möhre (*Daucus Carota*) häufige Beimengungen des Getreides.

Die „Raden“ bestehen der Hauptsache nach aus den Samen der Kornrade, daneben enthalten sie noch verschiedene andere Samen und Früchte, je nach der Gegend, insbesondere jene des Feldritterspornes (*Delphinium consolida*), die Früchte des windenartigen Knöterichs (*Polygonum Convolvulus*), die Samen der Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*) und andere.

Die „Wicken“ bestehen zum großen Teile aus den Samen diverser Leguminosen (*Vicia*, *Lathyrus*, *Ervum*, *Medicago* etc.) und Cruciferen (*Raphanistrum*, *Sinapis*, *Brassica*, *Camelina* etc.) neben oft ansehnlichen Mengen der Früchte von Laubkrautarten (*Galium* sp.)

Die Vermahlung der Raden und Wicken wird in der Art vorgenommen, daß nur das rein weiße Endosperm derselben als Mehl gewonnen wird, während die gefärbte Samenschale so gut wie ganz und der Keim zum größten Teile in der Kleie bleibt.

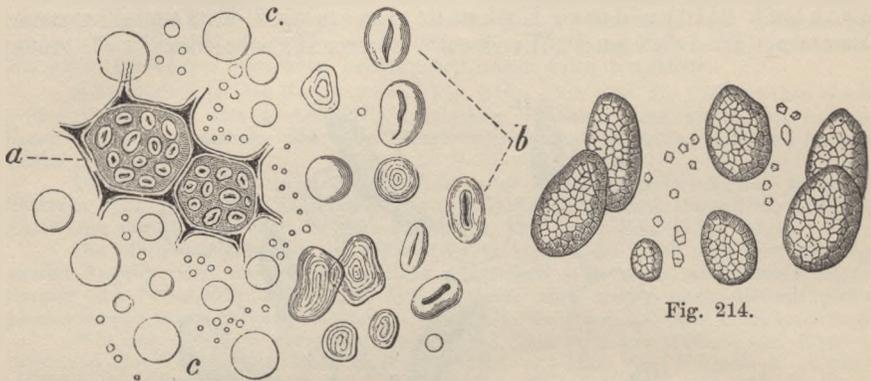


Fig. 213.

Fig. 214.

Bei der Bedeutung, welche diese Art von Mehlverfälschung in hygienischer Beziehung hat, ist es um so erfreulicher, daß völlig zuverlässige Prüfungsmethoden gerade in bezug auf die hier in Betracht kommenden Beimengungen vorliegen.

Kornrade charakterisiert sich durch die ganz eigentümlichen, vorwiegend spindel-, spulen-, flaschen- oder eiförmigen, seltener kugeligen oder eirunden Stärkekörper von 0·02 bis 0·1 mm Länge (Fig. 210 a). Jeder dieser Stärkekörper besteht aus winzigen, kugeligen Stärkekörnchen, welche in eine homogene, farblose Masse eingelagert sind. Dadurch erhalten diese Gebilde ein eigentümlich granuliertes Aussehen. Im Wasser zerfallen sie langsam, indem sich die homogene Grundmasse löst und die Stärkekörnchen frei werden. Diese Stärkekörner sind so charakteristisch, daß sie sich sehr leicht im Zerealienmehle (Fig. 211) nachweisen lassen.

Wicken (Fig. 212) verraten sich durch ihr Stärkemehl (Fig. 213), welches in Größe, Form und sonstigen Eigentümlichkeiten im allgemeinen mit dem Stärkemehl der gewöhnlichen Hülsenfrüchte übereinstimmt, dann auch durch einzelne Zellgruppen aus dem Gewebe der Keimlappen.

Zur chemischen Prüfung werde ca. 2 g Mehl mit 10 cm<sup>3</sup> einer Mischung von 100 cm<sup>3</sup> Alkohol (70%), mit 5 Teilen Salzsäure in einem Proberöhrchen geschüttelt und die Färbung beobachtet, welche nach einigem Stehen das zu Boden sich setzende Mehl, vorzüglich aber die überstehende Flüssigkeit annimmt. Bei dieser Behandlung bleibt reines Weizen- und Roggenmehl weiß und die Flüssigkeit vollkommen farblos. Reines Gersten- und Hafermehl geben eine reine, blaßgelbe Flüssigkeit, Kornradenmehl und Taumellochmehl färbt diese orange gelb, Wickenmehl schön purpurrot. Eine Beimengung von Kornrade zu Weizen-, Roggen- oder Gerstenmehl verrät sich (schon bei 5%) durch eine deutliche orange gelbe Färbung der Probeflüssigkeit; eine solche von Wicken gibt dieser (bei ca. 5–10%) eine schön rosenrote bis deutlich violette Farbe.

Bei dieser mikroskopischen Untersuchung des Mehles läßt sich auch Taumelloch auffinden. Zusammengesetzte, dem Hafer ähnliche, 0·01 bis 0·08 mm große Stärkekörner (Fig. 214) sind die charakteristischen Formelemente des Taumellochs.

## Brot.

### *Die Herstellung des Brotes.*

Die Zerealien werden in mannigfacher Weise in unserer Küche verwendet; mit anderen Zusätzen, Mehl, Eiern, Butter, Milch, Zucker, geben sie die allerverschiedensten und schmackhaftesten Speisen; keine aber gelangt so häufig auf den Tisch und keine vermag so sicher den Appetit anzureizen als das Brot.

Es können die allerverschiedensten Mehle verwendet werden, zu- meist jedoch sind es Weizen und Roggen. Bei feinem Luxusbrot setzt man auch noch Milch und Eierweiß hinzu. In den verschiedenen Ländern bestehen in dem Brotkonsum recht wesentliche Verschiedenheiten. Vielfach wird nur, wie in Frankreich und England, das feinere Weizenmehl zu Weißbrot verarbeitet, in anderen Fällen, wie in Deutschland, Österreich, nimmt man entweder Riemischmehl, Mischungen von Weizen- und Roggenmehl oder letzteres allein zum Backen und erhält ein dunkles Brot. In einigen Provinzen hat sich aber sogar noch Mehl aus ganzem Korn in gröblicher Vermahlung — der Pumpnickel — erhalten.

Das Backen des Brotes macht eine Reihe von Prozeduren nötig.

1. Zuerst wird das Mehl durch Einrühren von Wasser (100 Mehl: 70—85 Wasser) zu Teig verarbeitet. Dieses Wasser spielt später beim Backprozeß eine wichtige Rolle.

2. Um den Teig zu lockern und zu verhüten, daß er beim Backen zu einer harten, spröden, für die Zähne schwer angreifbaren Masse werde, wird er in verschiedener Weise gelockert.

Die älteste Art der Lockerung besteht in der Gärung.

Wenn man Mehl zu Teig anrührt und letzteren an einem warmen Orte stehen läßt, gerät jener durch die zahlreich vorhandenen Hefezellen und anderen Mikroorganismen in Gärung. Diese ist meist die alkoholische, aber bei mancher Mehlsorte, wie z. B. dem Roggenmehl, erhält man mit großer Häufigkeit alsbald den Übergang in die Buttersäuregärung, welche den Teig zur Brotbereitung unbrauchbar machen würde. Sauerteig ist in Gärung begriffener Brotteig, von den man jedesmal beim Backen einen Teil bis zum nächsten Backtermin zurückbehält. Es sind aber nicht allein Hefezellen, sondern es sind auch Keime der Essigsäure- und Milchsäurebildung vorhanden. Unter Hefe versteht man meist Preßhefe, wie sie jetzt im großen dargestellt zu werden pflegt. Der Teig wird nach dem Zusatze des Gärmaterials in einer Temperatur von 25 bis 30° gehalten. Der vorhandene Zucker des Mehles wird in Kohlensäure und Alkohol zerlegt, durch ein in dem Brote vorhandenes Ferment (Zerealinalkohol) aus Stärke noch weiter Zucker gebildet, wodurch die Gärung unterhalten wird.

Bei gutem Mehle von normaler Kleberbeschaffenheit dehnen die Kohlensäureblasen den Teig aus, ohne zu entweichen, der Teig „geht“. Der Kleber besteht aus drei Eiweißkörpern, Glutenfibrin, Gliadin und Mucedin. Überwiegt das Gliadin, so ist der Kleber richtig zähe, dehnbar, überwiegt das Mucedin, so wird er zerfließlich. Es kann also ein Mehl kleberreich sein und schlecht backfähig, und umgekehrt. Nach dem Gären wird nochmals etwas Mehl in den Teig eingeknetet, dann gebacken. Durch die Gärung wird 1—2% des Brotes zersetzt.

Die Gewinnung des Alkohols, der in dem Backofen sich verflüchtigt und z. B. für London allein auf 13 Millionen Liter jährlich im Werte von 5 bis 6 Millionen Mark geschätzt wird, hat zu guten Resultaten bislang noch nicht geführt.

Liebig empfahl, um umgegorenes Brot herzustellen, dem Teige kohlen-saures Ammoniak zuzusetzen, welches bei hoher Temperatur verdampft und den Teig lockert. Ferner hat man Natriumbikarbonat und Salzsäure einwirken lassen und durch die Kohlensäure den Teig locker gemacht. Aus beiden Chemikalien entsteht dabei Kochsalz. Es hat sich aber keines dieser Verfahren bewährt. Das Horsfordsche Backpulver besteht aus einem Alkalipulver (Natriumbikarbonat und Chlorkalium) und einem Säurepulver (saurem Kalziumphosphat und saurem Magnesiumphosphat). Endlich versucht man in neuerer Zeit, dem Teige Kohlensäuregas beizumengen, zweifellos das unbedenklichste Verfahren von den genannten.

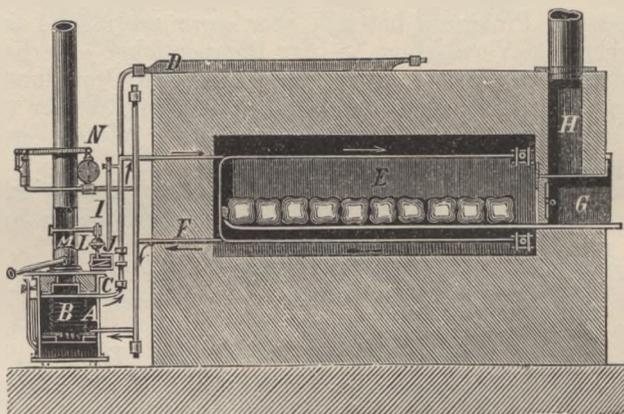


Fig. 215.

Die Herstellung ungegorenen Brotes hat nur den Vorteil großer Schnelligkeit der Lockerung für sich.

Die Schmackhaftigkeit gegorenen Brotes ist dagegen unzweifelhaft größer; bei der Gärung entsteht eben nicht allein Kohlensäure und Alkohol, sondern auch eine Reihe von Nebenprodukten, welche auf den Geschmack von Einfluß sind.

Nachdem der Teig gelockert ist, wird das Brot gebacken.

In neuerer Zeit heizt man die Backöfen vielfach, anstatt direkt, durch eine Perkinsheizung. Fig. 215 stellt einen derartigen Ofen dar. *F* ist die Heizschlange aus Schmiedeisen, welche bei *E* durch den Ofen zieht, *H* ein Abzug für die Dämpfe, *G* dient zum Einbringen des Brotes, das auf einer Platte lagert, *D* ist das Expansionsventil des Heizröhrensystems.

Für die Truppen hat man auch transportable Backöfen hergestellt. Die Öfen mit Warmwasserheizung haben neben dem reinlichen Betriebe den Vorteil einer gleichmäßigen Wärme, Kohlenersparnis und die Möglichkeit des kontinuierlichen Betriebes.

Im Beginne des Backens wird durch die Hitze das Brot noch mehr aufgetrieben. Die Stärke quillt, daher sind in dem Brote nur wenige Stärkekörnchen in ihrer ursprünglichen Gestalt erhalten, vielmehr fast alle zu einer krümlichen Masse umgewandelt.

Die Hitze des Backofens beträgt meist 170—210° und erreicht im Oberraume 240°; bei einer Temperatur von 190° beträgt die Backdauer etwa 100—110 Minuten, bei 230—240° nur 45—50 Minuten; in der Mitte größerer Brote steigt die Hitze nicht viel über 100°.

100 Teile Mehl liefern etwa 120—135 Teile Brot; in 100 Teilen Brot sind enthalten.

	Wasser	Eiweiß	Fett	Zucker	Stärke	Holzfaser	Asche
Weizenbrot, fein . . .	38·4	6·8	0·8	2·3	41·0	0·4	1·2
„ „ größerer Sorte	41·0	6·2	0·2	2·1	48·7	0·6	1·1
Roggenbrot . . . . .	44·0	6·0	0·5	2·5	45·3	0·3	1·3
Pumpnickel . . . . .	43·4	7·6	1·5	3·2	41·9	0·9	1·4

Beim Lagern wird das Brot altbacken. Der Wasserverlust ist aber offenbar nicht die alleinige Ursache dieses Vorganges; denn man kann altbackenes Brot durch Erwärmen wieder gut und frischschmeckend machen; erst wenn der Wassergehalt auf etwa 30% gefallen ist, genügt die Erwärmung nicht mehr. Bei dem Anwärmen wird sogar von dem Brote noch weiters Wasser abgegeben. Horsford glaubt, bei dem Wiedererwärmen des Brotes gebe der Kleber sein Wasser an die glasig und hart gewordenen Stärkekörnchen ab. In der Tat ist die Aufnahmefähigkeit für Wasser bei Kleber und Stärke bei derselben Temperatur nicht gleich. Der Kleber gibt bereits Hydratwasser ab, wenn letztere noch hygroskopisches Wasser aufnimmt.

Bei der Garung des Brotes werden etwa 1—2% der Substanzmenge in Kohlensäure und Alkohol gespalten; der größte Teil des letzteren verdampft beim Backen. Doch bleiben etwa 0·3% Alkohol im frischen Brote, nach sieben Tagen finden sich noch 0·12%.

Frisches Brot reagiert sauer, beim Liegen nimmt der Säuregehalt nicht unwesentlich zu (0·1 bis 0·2% bei viertägigem Lagern). Die einzelnen Mehlsorten gehen verschieden leicht in eine Säuregärung über; die feinen Mehle schwerer als die groben (Rubner). Im Brote findet sich Essigsäure und Gärungsmilchsäure; am wenigsten im Weißbrote, mehr in Schwarzbrot, am meisten im Schrotbrot (K. B. Lehmann).

Die Eiweißstoffe des Brotes werden zum größten Teile unlöslich in Wasser. Man kann aus dem Brote durch Auswaschen keinen Kleber mehr gewinnen, jedoch läßt sich durch Alkohol noch Gliadin ausziehen. Durch die im Brote vorhandenen Säuren färbt sich der Kleber beim Backen der Krume dunkel.

Die wichtigste Veränderung betrifft die Kruste. Die Menge der Kruste ist je nach der Größe des Brotes sehr verschieden. Bei Broten von etwa 250 g beträgt sie 20—25% (Rubner). In der Kruste werden die Eiweißkörper verändert; man gewinnt aus ihr mehr in Wasser lösliche Eiweißstoffe als aus der Krume. Dabei muß aber eine teilweise Zerlegung der Eiweißstoffe eintreten, unter Abspaltung von Ammoniak.

Nach Rubner

100 Teile Kruste enthalten Stickstoff	1·37
100 „ Krume „ „	1·93

Die Kruste enthält also weniger Eiweiß als die Krume. In der Rinde wird an der Oberfläche Dextrin und aus diesem der wohlgeschmeckende Stoff, das Röstbitter, erzeugt. Durch die Erhitzung des Brotes werden die in demselben vorkommenden Mikroorganismen, besonders die Hefepilze, Milchsäure- und Essigsäurebazillen, getötet.

### Brot als Nahrungsmittel.

Brot ist ein wichtiges Nahrungsmittel, was man ohne Widerwillen jeden Tag in der Kost genießen kann.

Das feinere Brot der Hochmüllerei bricht sich mehr und mehr Bahn, obschon es teurer ist als die dunkleren Mehlsorten. Die Resorbierbarkeit dieses Brotes ist selbst bei Aufnahme größerer Mengen eine ganz vorzügliche.

Die feinen Mehle gehen ihrer Hauptsache nach mit 95—96% ins Blut über, die Kohlehydrate bis fast 99%. Nur das Eiweiß wird unvollkommen aufgenommen. Selbst bei den mittleren Sorten kann der Gesamtverlust an organischen Stoffen noch als gering bezeichnet werden. Die Kotmenge beträgt bei der feinsten Brotsorte nur 24·3 g Trockensubstanz im Tage, bei mittlerer Sorte 40·8 g.

Die besten Mühlen erreichen bei dem Ausmahlen des Getreides etwa 80% an gut verwertbaren Mehlen; 20% fallen als Kleie ab. Die Kleie schließt außer Fett und Stärke namentlich noch Kleber-Eiweißstoffe ein.

100 Teile trockenes Weizenmehl

bestehen aus:

11·6 Eiweiß

1·3 Fett

86·4 Stärke, Zellulose etc.

100 Teile Weizenkleie

bestehen aus:

13·9 Eiweiß

3·1 Fett

81·9 Stärke, Zellulose etc.

Die Kleie dient meist als Viehfutter; manche finden in der Kleiebeseitigung aus der menschlichen Kost eine Schädigung des Volkswohlstandes. In der Tat, wenn man die Kleie gleich Mehl für den Menschen verwerten könnte, würde das einem Gewinne an Nationalvermögen für Deutschland von 780 Millionen Mark jährlich gleichkommen.

Immer kehren die Versuche, die Kleie dem Menschen nutzbar zu machen, wieder. Die aus verschiedenen Mehlsorten hergestellten Brotsorten unterscheiden sich höchst ungleich in ihrem Nährwerte:

Man kann nur auf dem Wege der Ausnutzungsversuche Genaueres über den Wert derartiger Vorschläge erfahren.

Verfasser hat die Ausnutzung von Brotsorten untersucht, welche aus Weizenmehl von verschiedener Ausmahlung hergestellt waren, bei dem feinsten Mehle waren nur 30% des Kornes ausgemahlen, bei mittlerem etwa 70%, bei Mehl aus ganzem Korn 95%. Die verschiedenen Sorten unterscheiden sich durch den verschiedenen Kleiegehalt und lassen auch die Ausnutzbarkeit der Kleie berechnen.

Es betrug der Prozentverlust	an Trocken- substanz	Eiweiß	Kohlehydrat	Kohle- hydrat aus- schl. der Zellulose	Asche
Bei Brot aus feinstem Mehle	4·0	20·0	1·10	1·00	19·3
" " " Mittelmehl	6·7	24·6	2·57	2·36	30·3
" " " ganzem Korne	12·2	30·5	7·37	5·70	45·0

Je mehr wir also das Korn ausmahlen, d. h. je mehr Kleie mit zermahlen wird, desto schlechter wird das Brot aus demselben resorbiert, und zwar verlieren wir sowohl mehr Eiweiß, als auch mehr an Kohlehydraten — auch abgesehen von der mit der Kleie zugefügten Zellulose — und mehr von der Asche. Trotzdem kommt aber doch von den Bestandteilen der Kleie dem Körper ein nicht unwesentlicher Bruchteil zu gute.

Nach Versuchen des Verfassers werden aus der Kleie im Darme des Menschen resorbiert:

- 31·3% der Trockensubstanz,
- 61·3% des Eiweißes,
- 26·5% der Kohlehydrate (inklusive Zellulose).

Danach ist also sichergestellt, daß der menschliche Darm bei feiner Vermahlung der Kleie nicht Unerhebliches aus derselben zu resorbieren vermag. Von den Kohlehydraten (zu den die Zellulose gerechnet ist) wird scheinbar sehr wenig aufgenommen, weil eben viel Zellstoff (Zellulose) in der Kleie sich findet und dieser im Darmkanal sehr wenig angegriffen wird.

Die Bestandteile der Kleie, der Stärke, des Klebers sind an sich leichter resorbierbar, aber bei grober Vermahlung bleibt der Klebereiweißstoff in den Kleberzellen, deren Wandungen von den Verdauungssäften nicht durchdrungen werden, unaufnehmbar. Will man also die Kleie besser ausnutzen, so muß die Vermahlung eine weit bessere werden, als die Mühlensie heutzutage leisten.

Das Bestreben, Mehl aus ganzem Korne herzustellen, würde nach mancher Richtung hin eine Verbesserung der Brotsorten bedeuten. Das gewöhnliche Schwarzbrot wird aus der sehr kleienreichen schlechteren Weizenmehlsorte mit Roggenmehl gebacken und ist meist weit zellulosereicher als Brot aus ganzem Korne.

Von solchem Bauernbrote wird bei der Ausnutzung in Prozenten verloren:

an Trockensubstanz	Eiweiß	Kohlehydraten
15·0	32·0	10·9

Die Beifügung der Kleie zum Brote verändert etwas den Geschmack und das Aussehen des Brotes. Es wird rauher und dunkler gefärbt. Die Kotmenge nimmt sehr zu; so entfernt man bei Weißbrot im Tage nur 133 g Kot frisch (= 24·8 g trocken), bei Brot aus ganzem Korne aber 318 g (= 76 g trocken) für den Tag; bei Kleienbrot tritt er in festen Ballen auf. Diese Umstände machen weißes Brot und kleienhaltiges Brot in ihrer hygienischen Bedeutung sehr ungleich. Es ist nicht jedermanns Sache, die Darmtätigkeit durch Brot derartig anzuregen, wie es durch das Schwarzbrot oder Mehl aus ganzem Korne u. s. w. geschieht. Freilich wird in anderen Fällen der Arzt von diesen Brotsorten oft sehr günstige Anwendung machen können.

Vom volkswirtschaftlichen Standpunkte aus empfiehlt es sich, da, wo man die Kleie an Vieh verfüttern kann, sie nicht in dem Brote zu lassen. Die Haustiere nutzen die Kleie weit besser aus als der Mensch.

Störend ist bei dem Brote häufig die intensive Buttersäuregärung im Darmkanal; besonders kräftig entwickelt sie sich bei Brot, welches mit Sauerteig hergestellt wurde. Sie kann so hochgradig werden, daß

der dabei entstehende Wasserstoff und die Kohlensäure im höchsten Grade durch Flatulenz belästigen und daß allmählich heftige Diarrhöen dem Brotgenusse ein Ende bereiten.

Zu den Brotsorten aus ganzem Korne gehört auch das Grahambrot, welches aus geschrotetem Weizen, Roggen und Mais hergestellt wird, ferner der Pumpernickel (der ab und zu mit Honig gesüßt wird) und das schwedische Knütkebrot.

### Brotfehler.

Gutes Brot soll gleichmäßig aufgegangen sein, unter der Rinde keine großen Hohlräume zeigen, die Rinde soll braun, gleichmäßig dick, glatt, nicht gerissen und nicht verbrannt sein, das Brot soll beim Anschneiden angenehm kräftig riechen, keine bröckliche oder klebrige Krume haben, die Krume soll gleichmäßig porös und so elastisch sein, daß ein Fingerdruck auf dieselbe wieder ausgeglichen wird, und der Geschmack des Brotes weder sauer noch bitter, noch fade erscheint. Keine Spur von Schimmel darf sich zeigen. Das Brot soll höchstens acht Tage alt sein.

Wird zu viel Wasser zur Teigbereitung genommen, so wird die Rinde dick, das Brot dicht, schluffrig. Zu wenig Wasser erschwert das Durchkneten, was zur Folge hat, daß unzersetztes Amylum in größeren oder kleineren Klümpchen sich im Brote befindet. Ist der Sauerteig nicht tadellos, vielmehr stark sauer, alt oder gar zum Teil faul, so zeigt das fertige Brot einen zu starken Säuregehalt und einen schlechten Geschmack. Der Säuregehalt des Roggenbrotes wurde bei vierstündiger Gärung zu 0.27%, bei achtstündiger zu 0.42% (als Essigsäure berechnet) gefunden. Eine ungenügende oder ungleiche Teiggärung hat das stellenweise Speckigsein des Brotes zur Folge. Ein schlechtes Backverfahren, unrichtige Heizung bedingt ein Brot mit zu heller oder zu dunkler Rinde. Zu rasches Backen in sehr heißen Öfen liefert eine wasserhaltige Krume, ermöglicht das Anbrennen und erzeugt Risse in der Rinde.

Wenn das zur Brotfabrikation angewendete Mehl verdorben ist, so ist das Brot derb und auch weniger weiß. Um diesen Übelstand zu beheben, pflegen Bäcker, die verdorbenes Mehl zur Bäckerei verwenden, dem Teige eine kleine Menge schwefelsaures Kupferoxyd ( $\frac{1}{5000}$  bis  $\frac{1}{30000}$ ) zuzusetzen, dessen Base mit dem Kleber eine unlösliche Verbindung eingeht. In England setzt man ziemlich allgemein dem Mehle, um ein besseres Aussehen zu bewirken, Alaun zu, hie und da auch Zinkvitriol oder Kalkwasser.

Der Zusatz selbst geringer Mengen von Kupfer, Zink, zu einem Nahrungsmittel, das, wie das Brot, täglich und reichlich genossen wird, ist selbstverständlich absolut unzulässig und strafbar. Auch Alaun und Kalk ist bei normaler Backweise entbehrlich.

Blaues Brot entsteht durch Beimengung von Samen einiger Rhinanthaceen (Rhinanthus und Melampyrum) häufig wohl durch Wachtelweizen (Melampyrum arvense). Der Farbstoff löst sich in salzsäurehaltigem Alkohol und gibt ein spektrales Bild ähnlich dem Indigo, ändert aber mit kleinen Ammoniakmengen die Farbe in Karminrot. Blaues Brot scheint ungiftig zu sein (K. B. Lehmann).

### Konservierung des Brotes.

Durch längeres Aufbewahren in trockenen Räumen wird das Brot hart. Aufbewahrung in feuchten Räumen bedingt Schimmelbildung

und gänzliche Verderbnis des Brotes. Der häufigste Brotpilz ist *Penicillium glaucum*, von grünlicher Farbe. Er bildet mit *Aspergillus* zusammen oder auch allein weiße, dann schmutziggrünblaue Überzüge. Bezüglich des mikroskopischen Verhaltens siehe später (Kap. Schimmelpilze).

Ein ebenso häufiger Brot- und Obstpilz ist *Aspergillus glaucus* (siehe später unter Schimmelpilze), dessen blaugrüne Sporen auf endständigen Köpfchen sitzen.

Schimmeliges Brot ist für den Genuß ungeeignet.

Da das Brot nicht haltbar ist, dient Zwieback als Brotkonserve. Für die Schiffsverpflegung, für die Verpflegung in zernierten Festungen und für die Soldaten im Kriege ist Zwieback unentbehrlich; er soll aber stets nur als ein Aushilfsmittel für den Fall der Not an Brot betrachtet werden, da der Zwieback bei anhaltendem Genusse sehr erhebliche Gesundheitsgefährdungen, insbesondere entzündliche Affektionen der Mundhöhle, des Magens und Darmes, hervorruft.

Literatur: Lehmann, K. B., Hygienische Studien über Mehl und Brot, mit besonderer Berücksichtigung der gegenwärtig in Deutschland üblichen Brotkost. Arch. f. Hyg. Bd. 19—24.

### Untersuchung des Brotes.

Wichtig ist der Wassergehalt; man nimmt eine abgewogene, aus entsprechenden Teilen Krume und Kruste bestehende Brotmenge und trocknet bei 110° bis zu konstantem Gewichte; der Gewichtsverlust entspricht dem Wassergehalte.

Die Brotasche reagiert neutral, wenn es sich um ungesalzenes Brot handelt; sie wird aber bei Anwesenheit von Kochsalz durch Zerlegung des letzteren und Verflüchtigung von Chlor alkalisch. Zusätze von Alaun, Zink, Kupfervitriol werden in der Asche nach den üblichen analytischen Methoden untersucht.

Quecksilber und Blei hat man nach Heizen des Backofens mit Holz, das mit giftigen Ölfarben angestrichen war, gefunden.

Alaun kann im Brote durch Einlegen des Brotes in eine Kampescheholzabkochung (während 24 Stunden) entdeckt werden; durch Gegenwart von Alaun entsteht eine dunkle Purpurfarbe. Eine Verbesserung der Methode ist die, daß man in ein Glas mit Wasser 1 Teelöffel Kampeschetinktur und 1 Teelöffel gesättigtes Ammoniakkarbonat gibt, wobei eine blaßrote Mischung entsteht. Brot wird in diese Mischung 5 Minuten eingetaucht, dann getrocknet. Alaunhaltiges Brot wird in 1—2 Stunden blau. Kupferhaltiges Brot mit verdünnter Schwefelsäure zu Teig geformt, erzeugt auf einem in den Teig gesteckten blanken Eisenstabe einen Kupferüberzug.

### Anderweitige Verwendung des Weizens.

Das Weizenmehl wird nicht allein zur Herstellung des Brotes, sondern namentlich zu allen möglichen Suppen, zu Saucen, zu Mehlspeisen verwendet. Das Gemeinsame dieser Verwendungsweise besteht darin, daß das Weizenmehl der Kochtemperatur ausgesetzt wird. In neuerer Zeit kommen Graupen, Nudeln, Makkaroni vielfach in dem Handel vor; sie haben meist in lufttrockenem Zustande eine dem Mehle entsprechende Zusammensetzung (13—15% Wassergehalt).

Verfasser hat nachgewiesen, daß kein wesentlicher Unterschied in der Resorption dabei aufzufinden ist, wenn schon am günstigsten der Weizen als Brot aufgenommen zu werden scheint. Bereitet man aus Weizenmehl Kuchen unter Zusatz von Fetten, so ändert sich die Ausnutzung nicht.

Bei der Herstellung von Stärkemehl läßt sich bei gewissen Fabrikationsweisen der größte Teil des Weizenklebers gewinnen. Man hat ihn entweder zu Weizenmehl zugegeben und sehr eiweißreiche Makkaroni hergestellt, oder bringt ihn als Aleuronat in den Handel. Derartige Eiweißstoffe werden gut vertragen und resorbiert und sind als Zusatz zu eiweißarmen Vegetabilien, z. B. zu Kartoffeln, empfohlen. Nur darf man sich nicht vorstellen, daß durch solche Zusätze von geschmack- und geruchlosen Eiweißpulvern die Kost der Armen wirklich aufgebessert werden könnte. Wenn man Eiweiß oder, besser gesagt, Fleisch verlangt, so will man nicht nur das Eiweiß des Fleisches haben, sondern das Nahrungsmittel zugleich mit den in ihm steckenden Genußmitteln. Das Verlangen nach Fleisch hat seine Begründung in der zahllosen Verwendbarkeit dieses Nahrungsmittels bei der Speisebereitung.

### Der Mais und der Reis.

Der Mais spielt in manchen Gegenden als Volksnahrungsmittel eine große Rolle; in Südtirol, Italien, der Türkei, Ägypten, in den südlichen Staaten Nordamerikas u. s. w. stellt er den Hauptbestandteil der Kost dar. Er wird als Kuchen, weit häufiger noch als Polenta unter Zugabe von Parmensankäse verzehrt. Mais wird sehr gut verdaut und resorbiert, durch den Zusatz von Parmensankäse wird die Ausnutzbarkeit des Maises gehoben. Über die Zusammensetzung des Maises siehe oben VIII. Abschnitt, Kapitel VI. Verdirbt der Mais, so können die entstehenden Zersetzungsprodukte giftige Eigenschaften annehmen. Manche führen die unter der lombardischen Landbevölkerung häufig auftretende Pellagra auf den Genuß zersetzten Maises zurück. Man hat verschiedene Gifte aus letzterem darstellen können, welche teils narkotisch, teils tetanisch wirken, doch kennt man die näheren Bedingungen, unter welchen die Gifte im Mais entstehen, zurzeit noch nicht.

Die Pellagra sieht ihr Mutterland in Italien, die ersten Mitteilungen stammen aus dem Jahre 1558. Besonders in der Lombardei hatte sie sich weit ausgebreitet. Von Spanien werden Erkrankungen seit dem Jahre 1750 mitgeteilt (mal de la rosa). Einen weiteren Bezirk mit Pellagra stellen die Donauländer dar. In Frankreich ist das Land der Gironde die Heimat, in Polen finden sich vereinzelt Bezirke mit Pellagravorkommnissen.

Der Reis (die nähere Zusammensetzung siehe VIII. Abschnitt, Kapitel VI) ist eiweiß- und fettärmer als der Mais; in China, Japan, Indien gilt er als Volksnahrung. Die Zubereitungsweisen sind sehr mannigfach. Seine Ausnützung kann eine sehr günstige genannt werden, wenn man von jener des Eiweißes, welche ja im allgemeinen bei den Vegetabilien nicht günstig ist, absieht.

Als Risotto bereitet, erleidet nach Untersuchungen des Verfassers der Reis folgenden Prozentverlust bei der Ausnützung:

an Trockensubstanz	Eiweiß	Kohlehydrat
4.1	20.4	0.9

Die Kohlehydrate des Reises werden also so gut ausgenutzt wie das feinste Weizenmehl und wesentlich besser als jene des Maises oder der schlechteren Brotsorten.

Aus Weizen-, Reis- und Maisstärke wird „Sago“ hergestellt; er besteht im wesentlichen aus Stärke; Graupen sind die von Hülsen und Spitzen befreiten und in Kugelgestalt gebrachten Gersten- und Weizenkörner, Grütze die entweder nur von der Schale befreiten oder entschälten und geschroteten Körner von Hafer, Buchweizen, Hirse, Gerste. Grieß ist unvollkommen vermahlener Weizen; er ist kleiefrei.

### Die Leguminosen.

Die Leguminosen führen unter den pflanzlichen Nahrungsmitteln am reichlichsten Eiweiß, vorwiegend Legumin, ein Pflanzenkasein. Es enthalten 100 Teile:

	Wasser	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Zellulose	Asche	In d. Trockensubstanz	
							Stickstoff	Kohlehydrate
Bohnen . . . . .	14.8	24.3	1.6	49.0	7.1	3.3	4.6	57.5
Erbsen . . . . .	15.0	22.8	1.8	52.4	5.4	2.6	4.3	61.6
Linsen . . . . .	12.3	27.7	1.9	53.5	3.6	3.0	4.7	61.0
Sojabohnen . . . . .	9.5	33.4	17.3	39.0	4.7	5.2	5.7	19.0

Ein kleiner Bruchteil des Stickstoffes (4%) ist als Amidverbindung vorhanden. Die Leguminosen sind reich an Zellulose, von der sie als Schalenhaut bedeckt werden. Die Sojabohne führt außerordentlich reichlich Fett.

Trotz ihres hohen Gehaltes an Nährstoffen sind die Leguminosen im allgemeinen als Nahrungsmittel nicht sehr beliebt; es läßt sich ihr eigentümlicher Geschmack nur schlecht verdecken. Sie gelten vielfach als schwer ertragbar.

Die grünen Bohnen und grünen Erbsen u. s. w. haben einen reichlichen Wassergehalt, erstere bis 88%, letztere bis 80%. Die Sojabohne wird namentlich in China und Japan zur Herstellung verschiedener Nationalgerichte, Miso, Sochu, Tofu verwendet.

Für Ernährungszwecke sollten die Hülsen und Erbsen, Bohnen, Linsen etc. tunlichst beseitigt werden; da sie überwiegend aus Zellulose bestehen, haben sie wenig oder gar keinen Wert.

Die Ausnutzbarkeit der Leguminosen ist zum Teil durch Versuche des Verfassers bekannt (siehe oben VII. Abschnitt, Kapitel III). Die Eiweißstoffe werden zwar nicht im entferntesten so gut aufgenommen wie jene der Animalien, aber doch immerhin sehr gut und so reichlich, daß man sich leicht mit Erbsen, eventuell unter Zusatz anderer Stoffe, auf dem Eiweißgleichgewicht erhalten kann. Es scheint aber, daß die Erbsen in größeren Mengen (800–900 g für den Tag) schlechter als Brot resorbiert werden. Das Legumin der Erbsen ist weniger gut ausnützlich als die Klebereiweißstoffe.

Grüne Bohnen, welche bekanntlich sehr reich an Zellulose sind, zeigen sich schlecht ausnützlich, da bis zu 15% der eingeführten Trockensubstanz verloren wird, besser wird Bohnenmehl verwertet.

Bei der Zubereitung der Erbsen, Bohnen, Linsen soll kein stark kalk- oder magnesiahaltiges Wasser verwendet werden, da das Kalk- und Magnesia mit dem Legumin eine schwere lösliche Verbindung eingeht; die Ausnutzbarkeit nimmt sehr ab.

In neuerer Zeit werden vielfach Leguminosenmehle in den Handel gebracht und Konserven hergestellt; als solche wären zu erwähnen die kondensierten Suppen, Leguminosenmehl mit Fett, Kräutern, Salz komprimiert, ferner die Erbswurst, bestehend aus Erbsenmehl, Speck, Zwiebel, Salz, Gewürze. Diese Konserven scheinen sehr brauchbar, doch ist der Geschmack auf die Dauer nicht jedem angenehm. Im Felde und zum Schiffsproviant mögen sie von Nutzen sein. Für die tägliche Verköstigung wird man sich bei den Leguminosen an die Rohmaterialien halten und diese in der Küche verwenden; die Mehle gelangen durch-aus nicht immer in reinem Zustande in die Hände des Käufers.

Nicht selten werden Kindermehle durch Mischen von Leguminosen, Weizenmehl und Milch und Eintrocknen dieser beiden hergestellt. Solche Mehle zeigen dann einen reichlichen Fettgehalt.

### Präparierte Mehle.

Diese Handelspräparate bestehen teils aus fein verteiltem Mehl, teils aus Mehl, in welchem die Stärke in Dextrin oder Traubenzucker übergeführt ist.

In den ersteren ist Arrowroot, Conflor, Maizena zu rechnen, sie besitzen nur den Nährwert des Starkemehles.

Zur Umwandlung in Dextrin befeuchtet man Mehl (z. B. 100 kg) mit einer verdünnten Säure (40 l 1%iger Säure), trocknet und erhitzt auf 100—125°. Um nun eventuell auch Zucker zu erhalten, läßt man Malzauszug auf das Dextrin wirken.

Bei der Bereitung der Stärke des Handels (Pudermehl) fällt Kleber ab, dieser kann der menschlichen Ernährung nutzbar gemacht werden. So wurde derselbe dem Mehle zugemengt und eiweißreiche Makkaroni, die gut ausnutzbar sind, hergestellt (Guillaume in Köln), andererseits kommt der Kleber als Pulver in den Handel (Hundhausen). Als Zusatz zu Kartoffeln eignet sich das Kleberpulver vorzüglich (Constantinidi).

## Siebentes Kapitel.

### Die Kartoffel.

Die Kartoffel hat sich seit der Zeit Friedrichs des Großen, als ihr Anbau noch erzwungen werden mußte, in ein gebräuchliches und beliebtes Nahrungsmittel umgewandelt. Sie wurde bereits in den Jahren 1580—1585 von den Spaniern nach Europa eingeführt. Sie verlangt zu ihrer Entwicklung keine in engen Grenzen sich bewegende Temperatur, wie viele andere Kulturpflanzen, und gedeiht wie in Süditalien so auch noch bis zum 66. Breitengrade. Zwar ist warme, mäßig feuchte Witterung ihr am zuzusagendsten; doch gedeiht sie auch auf sehr mäßigem Boden und liefert reiche Erträge, bis zu 12.000 und 16.000 kg per 1 h.

Die Zusammensetzung ist nicht unbeträchtlichen Schwankungen unterworfen. 100 Teile frischer Substanz enthalten:

			Mittel
Wasser . . . . .	68	bis 83	76·0
Eiweiß . . . . .	0·5	" 3·6	1·79
Fett . . . . .	0·05	" 10·8	0·16
Starke . . . . .	12·0	" 16·6	20·56
Holzfaser . . . . .	0·3	" 1·4	0·75
Asche . . . . .	0·4	" 1·5	0·97

Die Kartoffel ist von einer Hülle umgeben, welche im wesentlichen aus Zellulose besteht und beim Essen beseitigt wird. Nimmt man frische Kartoffeln, schält dieselben und preßt sie in einer Presse aus, so ist es nicht schwer, in großer Menge Kartoffelsaft zu erhalten, eine anfänglich leicht bräunliche, an der Luft sich dunkel färbende Flüssigkeit von saurer Reaktion. In diesem Saft sind 82% der eiweißartigen Substanzen der Kartoffel vorhanden; es sind lösliches Eiweiß, Zucker, Pepton, Amidverbindungen (Glutaminsäure, Asparagin, Leuzin, Tyrosin, Xanthin) und Salze gefunden worden. Von dem Gesamtstickstoff der Kartoffel, der hier als Eiweiß berechnet wird, sollen 56·2%, d. h. über die Hälfte in Form von Asparagin und Amidosäuren vorhanden sein (E. Schulze und J. Barbieri).

Die Kartoffel ist ein sehr wässriges und eiweißarmes Nahrungsmittel, sie enthält nur  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{4}$  der Eiweißstoffe, wie Weizenmehl (auf gleiche Trockensubstanz berechnet); trotzdem kann man sich mit Kartoffelkost leichter auf dem N-Gleichgewicht erhalten als bei Brotzufuhr. Dies ist eine gerade für die Volksernährung wichtige Tatsache.

Die Kartoffel erfährt beim Kochen eine Veränderung: das Stärkemehl wird in den gequollenen Zustand übergeführt, ein Teil der im Saft vorhandenen Eiweißkörper gerinnt. Eine Gewichtszunahme oder -Abnahme der Kartoffel läßt sich aber nicht nachweisen.

Beim Braten wird dagegen Wasser verdampft und Röstprodukte gebildet. Die Resorption der Kartoffel ist, bei mäßiger Aufnahme und wenn die Kartoffel sorgfältig zerkleinert wird, günstig, bei Aufnahme großer Mengen und gerösteter Kartoffeln u. s. w. dagegen erheblich ungünstiger. Die Kartoffelzellulose wird zum größten Teile (79%) im Darmkanal verdaut (Constantinidi).

Schädliche Beschaffenheit können die Kartoffeln annehmen:

a) Wenn sie nicht völlig reif aus der Erde herausgenommen werden. Unreife Kartoffeln sind nicht mehlig, sondern schluffig. Solange man in den Vertiefungen der Oberfläche der Kartoffeln keine Spur von Keimen findet, sind sie als unreif zu betrachten. Der Genuß unreifer Kartoffeln ruft Diarrhöen und Verdauungsbeschwerden verschiedener Art hervor.

b) Durch Erfrieren. Das Amylum ist in den Kartoffeln in membranöse Zellen eingeschlossen; gefriert die Kartoffel, so werden durch die Ausdehnung des gefrorenen Wassers die zelligen Wände zerrissen und dadurch die Keimkraft der Kartoffel aufgehoben. Solange Kartoffeln gefroren sind, bleiben sie konserviert, nach dem Auftauen aber sollen sie gleich konsumiert werden, denn sonst werden sie welk, weich, lassen beim Einschneiden Wasser austreten und schmecken, da sich ein Teil Amylum in Zucker umgewandelt hat, süßlich. Später entwickeln sich durch Fäulnis andere Zersetzungsprodukte, die gesundheitsschädlich sind.

c) Durch Auswaschen (Keimen). Bei diesem Prozesse erscheint das in der Kartoffel sonst nur in sehr geringer Menge vorhandene giftig wirkende Solanin vermehrt, namentlich ist es in den Keimen und den an diese angrenzenden Stellen überaus reichlich. Kartoffeln mit zarter Schale keimen besonders leicht.

d) Durch Krankheiten der Kartoffeln. Sowohl an der Schale als auch in der ganzen Knolle sind bei der Kartoffel die verschiedenartigsten pathologischen Veränderungen schon mit bloßem Auge wahrzunehmen: der sogenannte Aussatz, die Pusteln, die Flechte das Fleckigsein, der Grieb, die Pockenkrankheit, Schimmelbildungen, Warzen, Knollenluft, Grünanlaufen, Stränge im Gewebe, Tuberkeln im Gewebe, Seifigsein, Wässrigsein, Trockenfäule und Naßfäule.

Die Ursache der Naßfäule, der verbreitetsten und verderblichsten Kartoffelkrankheit, ist der vorstehend (von de Bary) dargestellte Pilz *Peronospora infestans* (Fig. 216).

A junger Zweig des Pilzes. B Schwärmsporenbildung. C Schwärmspore, welche sich durch die Epidermis eines Kartoffelstengels gebohrt hat. D, a die Konidie c bildet eine sekundäre s, b Keimung einer Konidie.

Der Pilz dringt in die grünen Teile der Blätter, wodurch das Wachstum leidet, wandert aber bis in die Knollen, wodurch er gleichfalls die Stärke aufzehrt. In die kranken Knollen wandern von außen leicht Bakterien ein und beteiligen sich an der Zersetzung des Kartoffelinhalt.

Aber diese Kartoffelkrankheiten, namentlich aber die Fäule, sind insofern von großer hygienischer Bedeutung, als durch sie eine große Menge von Stärke

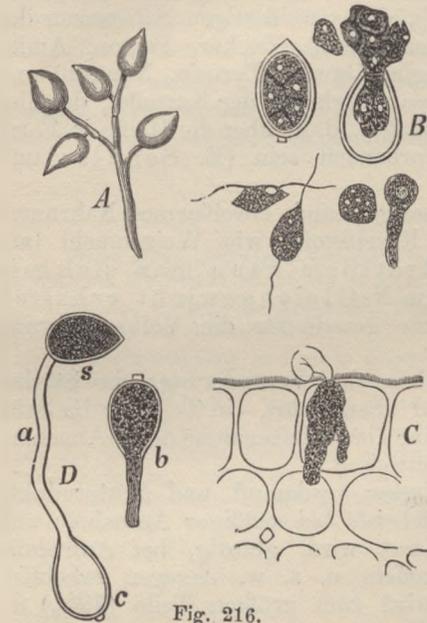


Fig. 216.

verloren geht. Doch liegen keinerlei Erfahrungen darüber vor, ob durch sie gesundheitsschädliche Wirkungen hervorgerufen wurden, weil niemand von diesen Krankheiten hochgradig ergriffene Kartoffeln wegen ihres schlechten Geruches und Geschmackes ißt.

Fälschungen der Kartoffeln sind im wahren Sinne nicht möglich, allenfalls kann eine ungefähre Schätzung des Nährstoffgehaltes, namentlich des Gehaltes an Amylum, in Frage kommen. Zu diesem Zwecke bestimmt man das spez. Gewicht der Kartoffel, wie wir es oben für das Ei angegeben haben. Der Stärkegehalt und der Trockengehalt der Kartoffeln ergibt sich durch Multiplizieren des spez. Gewichtes mit einer gewissen Zahl. Die nachfolgende Tabelle enthält diese Multiplikatoren. Die Zahlen über dem spez. Gewichte dienen zur Berechnung des gesamten Trockengehaltes, die Zahlen unter dem spez. Gewichte zur Berechnung des reinen Stärkegehaltes der Kartoffeln (Fresenius).

	28	27	26	24
Spez. Gewicht	$\frac{1.129-1.120}{21}$	$\frac{1.119-1.115}{20}$	$\frac{1.114-1.110}{18}$	$\frac{1.109-1.105}{17}$
	22	20	19	16
Spez. Gewicht	$\frac{1.104-1.083}{15}$	$\frac{1.082-1.075}{13}$	$\frac{1.074-1.069}{11}$	$\frac{1.068-1.061}{9}$

Die Konservierung der Kartoffeln wird in neuerer Zeit vielfach dadurch erreicht, daß man sie abkocht und aus den abgekochten Kartoffeln ein Mehl bereitet.

### Gemüse und Obst.

Als Gemüse und Obst verwerten wir zahlreiche Wurzeln, Stengeln, Blätter, Blüten und Früchte der verschiedenartigsten Pflanzen. Beide sind sehr wasserreiche, dagegen eiweiß-, stärke- und fettarme Nahrungsmittel. Namentlich ist das Obst das an Eiweiß relativ ärmste unter allen Nahrungsmitteln. Die chemische Charakteristik der wichtigsten Gemüse- und Obstsorten ist aus nachstehender Tabelle über die prozentige Zusammensetzung ersichtlich:

Bezeichnung	Wasser	Eiweiß	Fett	Zucker	Extraktivstoffe	Holz-faser	Asche
Möhren*) . . . . .	87.05	1.04	0.21	6.74	2.66	1.40	0.90
Runkelrüben**) . . . . .	87.88	1.07	0.11	6.55	2.43	1.02	0.94
Kohlrüben . . . . .	91.24	0.96	0.16	4.08	1.00	0.91	0.75
Kohlrabi . . . . .	85.01	2.95	0.22	0.40	8.45	1.76	1.21
Spargel . . . . .	93.32	1.98	0.28	0.40	2.34	1.14	0.54
Wirsing . . . . .	87.09	3.31	0.71	—	6.02	1.23	1.64
Gartenerbsen . . . . .	80.44	5.75	0.50	—	10.81	1.60	0.80
Blumenkohl . . . . .	90.39	2.53	0.38	1.27	3.74	0.87	0.82
Rotkraut . . . . .	90.06	1.83	0.19	1.74	4.12	1.29	0.77
Spinat . . . . .	90.26	3.15	0.54	0.08	3.26	0.77	0.94
Gurken . . . . .	95.60	1.02	0.09	0.95	1.33	0.62	0.39
Kopfsalat . . . . .	94.60	1.41	0.31	—	2.19	0.73	1.03
Sellerie . . . . .	84.09	1.48	0.39	—	11.79	1.40	0.83
Rettich . . . . .	86.92	2.92	0.11	1.53	6.90	1.55	1.07
Radisheschen . . . . .	93.34	1.23	0.15	0.88	2.91	0.75	0.74
Äpfel . . . . .	83.58	0.39	—	7.73	0.01	1.98	0.31
Birnen . . . . .	83.03	0.36	—	8.26	3.74	4.30	0.31
Zwetschken . . . . .	81.18	0.78	—	6.15	5.77	5.41	0.71
Kirschen . . . . .	80.26	0.62	—	10.36	2.08	6.07	0.73
Weintrauben . . . . .	78.17	0.59	—	14.36	2.75	3.60	0.53
Erdbeeren . . . . .	87.66	1.07	0.45	6.28	1.21	2.32	0.81
Walnüsse . . . . .	4.68	16.37	62.68	—	6.17	7.89	2.03
Haselnüsse . . . . .	3.77	15.62	66.47	—	9.03	3.28	1.83

Die Bedeutung der Gemüse- und Obstsorten liegt in ihrem Gehalt an vegetabilischen Salzen, an Zucker, freien Pflanzensäuren und an aromatisch-ätherischen Stoffen, welche für die Geschmacksveredlung unserer Speisen so wichtig sind.

Die Gemüse scheinen zum Teil, soweit sie untersucht sind, nicht gut ausnutzbar zu sein. Verfasser hat die Möhren (gelben Rüben) und Wirsing näher untersucht. Der Verlust war dabei:

	an Trockensubstanz	Eiweiß	Kohlehydrat
Gelbe Rüben . . . . .	20.7	39.0	18.2
Wirsing . . . . .	14.9	18.5	15.4

Die Kohlehydrate werden daraus also nur sehr unvollkommen aufgenommen, schlecht bei den gelben Rüben auch das Eiweiß.

\*) Gelbe Rübe.

\*\*) Weiße Rübe.

Bei den Blattgemüsen finden sich 40—50% des Gesamtstickstoffes nicht als Eiweiß, sondern als Amidverbindungen. Die Gemüse werden bei der Zubereitung meist noch wasserreicher, als sie an sich sind; sie geben mancherlei Abfälle.

Gemüse und Obst sollen nur in reifem Zustande genossen werden, da sie unreif erfahrungsgemäß Diarrhöen bedingen. Eine Ausnahme machen jedoch die Gurken, die nur in unreifem Zustande genossen werden. Werden Gemüse und Obst in rohem Zustande, ungekocht genossen, so sollen sie stets sorgfältig gereinigt werden, da sie sonst leicht die Übertragung von Eiern und Jugendformen menschlicher Entozoën (Schnecken im Salat) vermitteln können.

Die Konservierung des Gemüses geschieht in mehrfacher Weise:

a) Durch Sauerwerdenlassen. Die Methode ist namentlich bei Sauerkraut üblich. Es tritt hiebei eine Gärung ein, durch welche Milch- und Essigsäure gebildet und dem Kraut ein eigener, angenehmer Wohlgeschmack erteilt wird. So eingelegtes Sauerkraut ist monatelang haltbar.

b) Durch Kompression nach dem Massonschen Verfahren. Diese Methode hat den Vorzug, daß sie Gewicht und Raum der Konserven verringert und keiner besonderen Aufbewahrungsgefäße bedarf. Die Gemüse werden hiebei zunächst getrocknet, dann komprimiert und in die Form viereckiger Kuchen gebracht, welche entweder in Zinnfolien oder in Büchsen verschlossen werden. Es hat sich gezeigt, daß bei dieser Art von Konservierung die für das Gemüse so wesentlichen ätherischen Öle und überhaupt die geschmackbedingenden Stoffe verloren gehen oder gänzlich verändert werden. Die Gemüsekonserven haben einen heuartigen Geruch.

c) Durch Einkochen in Büchsen oder Flaschen bei hermetischem Verschlusse nach dem Appertschen Verfahren.

d) Gemüse und Obst lassen sich durch Einlegen in Öl, Essig und Zuckerlösungen konservieren. Diese Flüssigkeiten wirken ebenfalls durch Luftabschluß. Grünes, in Essig konserviertes Gemüse, namentlich Gurken, Kapern u. s. w., wird häufig, wenn durch die Länge der Zeit die beliebte grüne Farbe verändert ist, durch Kupferlösungen künstlich grün gefärbt. Der kupferrote Überzug eines in solches Gemüse eingelegten Eisenstabes konstatiert einen solchen Zusatz.

e) Obst wird auch durch Trocknen konserviert. Hauptsächlich sind es Pflaumen, welche gedörrt sich lange Zeit erhalten.

### Schwämme (Pilze).

Die Schwämme besitzen einen nicht unbedeutenden Gehalt an Nahrungsstoffen. Sie enthalten zwar keine größeren Kohlehydratmengen, namentlich keine Stärke, dafür jedoch etwas Mannit und Traubenzucker. Im frischen Zustande sind sie sehr wasserhaltig; sie verlieren dasselbe leicht durch Trocknung und nehmen auch beim Kochen am Volumen etwas ab. Die Zusammensetzung kann nach jener des Champignons bemessen werden; 100 Teile solcher enthalten:

	frisch	getrocknet
Wasser . . . . .	91.1	17.5
Eiweiß . . . . .	2.6	23.8
Fett . . . . .	0.1	1.2
Mannit . . . . .	0.4	3.6
Zucker . . . . .	0.7	6.0
Stickstofffreie Stoffe .	3.7	34.6
Zellulose . . . . .	0.7	6.2
Asche . . . . .	0.7	7.0

Nicht giftige Pilze sind der Champignon, die Trüffel, der Reitzker, Mufferon, der Hahnenkamm, Steinpilz, der Pfifferling. Die häufig als ungiftig angeführten Morchelarten sind nach Böhm und Kütz keineswegs ausnahmslos ungefährlich.

Der Nährwert der Schwämme wird vielfach übertrieben; man beobachtet meist die chemische Zusammensetzung der trockenen Schwämme, ohne sich klar zu machen, daß die Schwämme in trockenem Zustande ungenießbar sind. Ihr Eiweißreichtum wird überschätzt. Die Schwämme haben einen hohen Gehalt an Amiden, Amidosäuren und Ammoniak; die Angaben über den Eiweißgehalt sind deswegen  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  hoch zu bemessen. Saltet hat erwiesen, daß von dem Eiweiß des Champignons nur etwa 67.8% resorbiert und 32.2% unausgenützt bleiben, und Ähnliches hat Uffelmann gefunden.

Beim Einsammeln soll die Vorsicht beobachtet werden, nur junge und vollkommen frische Schwämme auszuwählen. Schwämme sollen bald nach dem Sammeln gekocht und aufgewärmte Gerichte nicht genossen werden.

Konserviert werden die Schwämme durch Trocknung.

Der Genuß schädlicher, giftiger Schwämme fordert in jedem Jahre viele Opfer an Menschenleben. Es ist von Wichtigkeit, dem Publikum den Grundsatz einzuprägen, es solle nur solche Schwämme genießen, die es selbst als unschädlich kennt. Die Angaben, daß die giftigen Schwämme eine auffallend grelle Farbe, einen beißenden, scharfen Geschmack besitzen, schnell faulen, an den Bruchflächen rasche Farbveränderungen zeigen, weiße Zwiebel beim Kochen schwarz färben, sind durchaus nicht verläßlich. Der Unterricht über Schwämme sollte in allen Volksschulen, namentlich auch in Dorf- und Landschulen fleißig geübt werden.

Mit Rücksicht auf die Unsicherheit und Schwierigkeit der Unterscheidung genießbarer von ungenießbaren Schwämmen verbieten die meisten Marktordnungen, zerkleinerte Schwämme auf den Markt zu bringen. Ausgenommen sind nur die Morcheln, Trüffeln und die Herrenpilze, da diese auch zerkleinert noch leicht erkennbar sind.

## Achtes Kapitel.

### Pflanzenfette.

Von reinen Pflanzenfetten ist als Nahrungsmittel das Olivenöl das wichtigste. Das in dem Fruchtfleische der reifen Oliven enthaltene Öl ist das beste; das Öl der Kerne schmeckt bitterlich. In den deutschen Handel gelangen nur zwei Sorten von Olivenöl, welche zu Speisen verwendbar sind, und zwar Jungfernöl, gelblich oder grünlich, sehr mild,

angenehm schmeckend, durch kaltes Pressen der von den Kernen befreiten Früchte bereitet, und ordinäres Speiseöl, durch kaltes Pressen der gemahlten Oliven in verschiedenen Graden der Reife gewonnen. Das gute Speiseöl gerinnt bei  $+4^{\circ}$  C zu einer festen Masse; die geringeren Sorten, namentlich die heißgepressten, gerinnen früher, bei  $+5^{\circ}$  bis  $+6^{\circ}$  C; sie haben eine grünliche Farbe, ranzigen Geschmack und sind meist trüb. Das spezifische Gewicht liegt zwischen 0.915 und 0.918.

Verfälschungen des Olivenöls mit anderen, billigen Ölen sind sehr häufig und meistens schwer nachweisbar. Bei der Prüfung des Öles auf seine Echtheit hat man außer Geruch und Geschmack, Farbe und Konsistenz vornehmlich noch das spezifische Gewicht, sein Verhalten bei niederen Temperaturgraden (Erstarrungspunkt), gegen salpetrige Säure (Elaïdinprobe) und gegen Schwefelsäure zu beachten.

Sesamöl hat ein spezifisches Gewicht (für  $15^{\circ}$ ) von 0.921 bis 0.923 und setzt bei  $0^{\circ}$  festes Öl ab und erstarrt völlig bei  $-5^{\circ}$  C.

Mohnöl, spezifisches Gewicht 0.925 bis 0.937, erstarrt bei  $-18^{\circ}$  und wird erst bei  $-2^{\circ}$  flüssig.

Walnußöl, spezifisches Gewicht 0.928, erstarrt bei  $-28^{\circ}$ .

Bucheckeröl, spezifisches Gewicht 0.920 bis 0.923, erstarrt bei  $-17^{\circ}$ .

Rüböl, kressenartig riechend, spezifisches Gewicht 0.911 bis 0.914, erstarrt bei  $-6^{\circ}$  bis  $-8^{\circ}$ .

Erdnußöl, spezifisches Gewicht 0.915, erstarrt bei  $-3^{\circ}$ .

Baumwollsamensöl, spezifisches Gewicht 0.922 bis 0.930, erstarrt bei  $-1^{\circ}$ .

Die Bestimmung der Menge des Jods, welches die Fette aufnehmen, ist oft zur Erkennung derselben von großem Werte. Die Fettsäuren der Essigsäurereihe (Stearin- und Palmitinsäure) nehmen kein Jod, die der Akrylsäurereihe (Ölsäure, Erukasäure) 2 Atome, die der Tetrolsäurereihe (Leinölsäure) 4 Atome Jod auf.

Zur Bestimmung verfährt man nach Hübl wie folgt (siehe Repertorium für analytische Chemie 1884):

0.2 bis 0.3 von trocknenden, 0.3 bis 0.4 von nichttrocknenden, 0.8 bis 1.0 von festen Fetten werden in einer 200  $cm^3$  fassenden Flasche mit 10  $cm^3$  Chloroform gelöst und 20  $cm^3$  Jodquecksilberlösung zugegeben, verschlossen und zwei Stunden unter zeitweiligem Schütteln belassen. Die alkoholische Jodquecksilberlösung wird bereit durch Mischen von einer alkoholischen Jodlösung (25 g, 500  $cm^3$  95% Alkohol) mit Quecksilberchlorid (30 g, 500  $cm^3$  95% Alkohol). Das nicht gebundene Jod wird nach zwei Stunden zurücktitriert.

Man gibt 10  $cm^3$  Jodkaliumlösung zu, verdünnt auf 150  $cm^3$  und läßt Natriumthiosulfat 24:1000  $cm^3$  Wasser) zufließen, bis nur mehr wenig Jod vorhanden. Dann wird mit Stärkekleister bis zum Verschwinden die Blaufärbung weitertitriert. Hat man die Jodlösung genau mit Natriumthiosulfat eingestellt und den absoluten Wert durch Titration einer Lösung von sublimierten Jods gewonnen, so läßt sich berechnen, wieviel Jod durch die Fette gebunden war; diese Menge für 100 Teile Fett berechnet, nennt man die Hüblsche Jodzahl. Man hat:

	Jodzahl für Fett
Bei Leinöl . . .	148.1 bis 158.0
„ Olivenöl . . .	78.5 „ 84.0
„ Rüböl . . .	100 „ 103
„ Lebertran . . .	127 „ 129
„ Palmöl . . .	51 „ 52
„ Kokosöl . . .	8.9 „ 9.4
„ Kuhbutter . . .	26.0 „ 35.1
„ Rindstalg . . .	40.0 „ 44.0
„ Hammeltalg . . .	57.1 „ 60.0
„ Knochenfett . . .	68

Alle nicht trocknenden Öle, zu denen auch das Olivenöl gehört, unterscheiden sich von den trocknenden dadurch, daß erstere die Eigenschaft haben, durch salpetrige Säure in eine weiße, feste Masse verwandelt zu werden, während die trocknenden dabei flüssig bleiben; darauf beruht die Elaïdinprobe: Man gibt 20–30 g des zu prüfenden Öles auf Wasser und leitet in letzteres gasförmige salpetrige Säure, die man aus einem Apparat, in dem 20–30 g Eisenfeile mit dem gleichen Gewichte Salpetersäure langsam

erwärmt werden, entwickelt. Nach 10 Minuten stellt man das Glas an einen kühlen Ort. Reines Olivenöl muß nach Verlauf einer Stunde zu einer völlig harten, krümligen Fettscheibe erstarrt sein. Ist das Öl nicht fest geworden oder zeigt es beim Zerdrücken sich weich und schmierig, so enthält es fremde Öle in größerer oder kleinerer Menge.

Von fremden Ölen wird gegenwärtig am häufigsten Sesamöl zur Fälschung des Olivenöls benutzt. Zu einem Nachweise mischt man gleiche Raumteile reiner Salpetersäure von 1.33 spezifischem Gewichte und reiner konzentrierter Schwefelsäure, bringt 20 Tropfen Öl in ein auf weißer Unterlage stehendes Uhrglas, setzt 4—5 Tropfen der Säuremischung zu und rührt um; reines Olivenöl bleibt farblos oder wird etwas gelblich, mit Sesamöl gefälschtes färbt sich grün (siehe auch unter Kunstbutter).

Bei Aufbewahrung des Olivenöls hat man darauf zu achten, daß es vor Licht- und Luftzutritt geschützt sei und an einem kühlen Orte, am besten im Keller, gehalten werde.

Infolge mangelhafter Aufbewahrung in metallenen Gefäßen kann das Öl metallhaltig werden. Außerdem kommt es vor, daß verdorbenes, namentlich ranziges Öl mit metallischem Blei oder mit Bleioxyd absichtlich digeriert wird, weil man glaubt, daß das Blei beim Ranzigwerden die Fettsäure binde und den Geschmack verbessere.

Die Metalle lassen sich behufs Nachweis durch Schütteln des Öles mit Essigsäure entfernen, letztere wird dann weiter untersucht.

Z BIBLIOTEKI  
o.k. kursu naukowego gimnastycznego  
W KRAKOWIE.

Neuntes Kapitel.

## Zuckerhaltige Nahrungsmittel.

### Zucker.

Der Zucker ist Genuß- und Nahrungsmittel zugleich. Der im Handel vorkommende Zucker wird teils aus dem Saft des Zuckerrohres, teils aus dem der Zuckerrübe gewonnen.

Die bei der Reinigung des Rübenzuckers zurückbleibende Mutterlauge wird Raffinademelasse, auch schwarzer, holländischer Sirup genannt. Dieser Sirup enthält zum großen Teile unkrystallisierbaren Zucker, dann aber noch viele andere Beimengungen, insbesondere nicht abscheidbare Eiweißkörper, mancherlei organische Verbindungen aus den Rüben, endlich alkalische und metallische Salze vom Material und den Apparaten der Fabrikation. Dieser Gehalt bedingt einen höchst widrigen salzigen Geschmack, einen stinkenden Geruch und eine störende Wirkung auf den Verdauungskanal; die Melasse darf demnach als Nahrungsmittel nicht angeführt werden.

Die Eigenschaften der Melasse übertragen sich einigermaßen auch auf den Zucker, wenn auch in sehr mäßigem Grade, je nachdem derselbe mehr oder weniger raffiniert ist. Volle Raffinade ist ein der chemischen Reinheit sehr nahe kommendes Produkt. Die Melasse von Kolonialzucker (aus Zuckerrohr) ist von den gegen die Rübenmelasse erhobenen Bedenken frei, infolge der ungleich größeren Reinheit des Zuckerrohrsaftes.

Der augenblicklich in Handel kommende sogenannte Kolonialsirup ist meistens Kartoffelstärkesirup. Derselbe ist so billig, daß er die Rohrzucker melasse ganz vom Markt verdrängt hat, aber ein nicht unbedenkliches Produkt; früher enthielt der Kartoffelstärkesirup bisweilen nicht unbedeutliche Arsenmengen, die von der Verwendung arsenhaltiger Schwefelsäure bei der Umwandlung der Kartoffelstärke in Kartoffelzucker

herrühren. Heutzutage dürfte dies zu den großen Seltenheiten gehören. Manche Sirupsorten, wie der Kapillarsirup, gelten als gut verwendbare Präparate.

Guter Zucker ist rein weiß, glänzend, hart, ohne farbigen Schatten, trocken, löst sich vollständig in Wasser. Die besten Zuckersorten sind fast vollständig frei von fremden Bestandteilen und enthalten nur etwa 0.25% Wasser. Mindere Sorten aber können bis 10% Wasser besitzen.

In unreinen, melassehaltigen Zuckersorten werden nicht selten Pilze und Milben gefunden. Auffällig ist bei solchen Zuckerarten der urinartige, schlechte Geruch. Derselbe läßt sich am leichtesten finden, wenn man in eine Zuckerdose, welche mehrere Stunden geschlossen war, beim Öffnen rasch hineinriecht. Dieser üble Geruch ist nur dem Rübenzucker in dem Falle eigen, wenn ihm noch Melasse anhängt.

Der Zucker unterliegt nicht leicht Fälschungen und sind auch Verunreinigungen nur in den minderen Sorten hie und da anzutreffen. Von einzelnen Seiten wird das Vorkommen von Glykose und von Dextrin behauptet. Erstere wird durch die Vornahme der Traubenzuckerreaktion gleich erkannt.

Man macht die Natronlauge alkalisch und träufelt dann so lange Kupfersulfat zu, bis eben eine Spur von Kupferoxydhydrat ungelöst bleibt, und erwärmt. Erhält man Reduktion, so ist neben dem Rohrzucker noch eine andere Zuckerart vorhanden.

Beim Kochen mit Natronlauge bleibt reiner Rohrzucker ungefärbt, während Traubenzucker, Milchzucker etc. sich bräunen; dagegen wird Rohrzucker leicht durch Zugabe von  $\frac{1}{4}$  des Volums an konzentrierter Schwefelsäure braun gefärbt. Beim Erwärmen mit Barföds Reagens (neutrales essigsäures Kupfer) reduziert nur der Traubenzucker.

Zum Nachweise des Dextrins empfiehlt es sich, 13 g des fraglichen Zuckers in 50 cm<sup>3</sup> Wasser zu lösen und einen Teil der Lösung mit 90—95% Alkohol zu versetzen, welcher bei Gegenwart von nur  $\frac{1}{2}$ % Dextrin eine milchige Trübung hervorbringt, den anderen Teil mit einer wässrigen Jodlösung, durch die eine weiße bis purpurrote, bisweilen auch violette Färbung hervorgebracht wird.

Sehr regelmäßig pflegt man, nach dem lange bestehenden, überall verbreiteten Gebrauche, dem raffinierten Zucker mittels farbender Stoffe ein weißeres Aussehen zu geben. Das gewöhnliche, allgemein verwendete Mittel ist Ultramarin, selten Indigokarmin. Beide können der Natur der Sache nach eben nur in dem Verhältnisse angewendet werden, um den schwachen gelblichen Stich zu decken. Das Blaue ist sonach, namentlich bei sehr intensiver Farbekraft der genannten Materialien, nur in geringer Menge vorhanden. Immerhin kann man das Ultramarin beim Auflösen des Zuckers in Wasser als einen nach längerem Stehen am Boden sich absetzenden blauen Niederschlag, der beim Behandeln mit Salzsäure seine blaue Farbe verliert und zugleich den Geruch von Schwefelwasserstoff entwickelt, erkennen. Gesundheitsschädlich ist das Ultramarin an sich nicht und außerdem in Wasser unlöslich.

### Honig und Konditoreiwaren.

Honig ist eine Substanz, welche die Bienen aus den Nektarien der Blüten einsaugen, in ihrem Magen umwandeln und durch den Mund wieder von sich geben. Je nach den Blüten, welche die Bienen zur Honigbereitung ausnutzen, hat der Honig eine verschiedene Zusammensetzung. Der Genuß von aus Blüten giftiger Pflanzen produziertem Honig kann erfahrungsgemäß giftige Wirkungen hervorrufen.

Honig besteht wesentlich aus Fruchtzucker, Wachs, Farbstoff, Gummi, Salzen und freier Säure (Äpfelsäure, Milchsäure, Ameisensäure). Er soll an kühlen Orten aufbewahrt werden, sonst wird er sauer.

Der Honig wird häufig gemischt oder auch gänzlich nachgemacht mit gefärbtem Stärkesirup unter Zusatz von Mandelpulver, verschiedenen Mehlen, Gummi, Wachs u. s. w. Solche Artefakte werden im Handel unter den verschiedensten täuschenden Bezeichnungen feilgeboten, als „türkischer Honig“, „Schweizer Honig“ u. s. w.

Als Erkennungszeichen des echten Honigs dient das spezifische Gewicht von 1.415 bis 1.440, die vollständige Auflösbarkeit in Wasser (wobei die unlöslichen fremden Substanzen sich ausscheiden) und der Nichteintritt blauer Färbung bei Zusatz von Jodtinktur.

Wenn auch die verschiedenen Konditoreiwaren als entbehrliche Luxusartikel nur von einem geringen Teile der Bevölkerung konsumiert werden, so muß doch in Betracht kommen, daß Fruchtsäfte, Gelées, Limonaden etc., welche bekanntlich auch von Kranken und Rekonvaleszenten aus allen Schichten der Bevölkerung recht viel genossen werden, häufig verfälscht vorkommen, so daß statt der echten Ware eine wertlose Nachahmung zum Verkaufe gelangt. Früchte werden in Rohrzucker eingemacht, die billigeren Sorten legt man in Kapillarsirup oder auch in minderwertige Sirupe ein. Von Wichtigkeit sind auch besonders jene Konditoreiwaren, welche ihres billigen Preises wegen in großer Menge als Naschwerk von Kindern genossen werden; wiederholt ist solche Ware in gesundheitsgefährlicher, giftiger Beschaffenheit in den Konsum gebracht worden.

Bei Konditoreibackwerken findet nicht selten zum Zwecke der Gewichtszunahme Zusatz von Gips oder Schwerspat statt. Statt Honig wird der billige (mitunter arsenhaltige Kartoffelzucker) statt der echten Fruchtsäfte und Limonaden werden künstliche Äther und Essenzen unter Beimischung oft schädlicher Substanzen verwendet. Vielen Zuckerwaren wird der geliebte Mandelgeschmack durch Zusatz von rohem Bittermandelöl oder Nitrobenzol (Essenz de Mirban) verliehen. Beide Stoffe sind bekanntlich giftig. Beschädigungen durch solches Zuckerwerk sind häufig beobachtet worden.

Zur Färbung der Konditoreiwaren werden ebenfalls nicht immer ungiftige Farbstoffe verwendet, obwohl dem Konditor eine richtige Auswahl gänzlich unschädlicher Farbstoffe keine Schwierigkeit bereitet. Unschädlich sind: weiß: Mehl, Stärke; rot: Cochenille, Karmin, Rottönen-, Kirschensaft; gelb: Safran, Saflor, Kurkuma; blau: Indigolösung, Lackmus; grün: Spinatsaft, Mischungen unschädlicher gelber und blauer Farben; violett: Mischungen unschädlicher blauer und roter Farben; braun: gebrannter Zucker, Lakritzensaft; schwarz: chinesische Tusche, Schokolade.

Die Prüfung der Konditoreiwaren auf etwaige schädliche Pflanzen- oder Teerfarben kann in derselben Weise vorgenommen werden wie die Untersuchung der Liqueure auf diese Stoffe, wovon weiter unten die Rede sein wird.

### Saccharin.

Das Saccharin  $C_6H_4 \begin{matrix} \text{CO} \\ \text{SO} \end{matrix} NH$  hat in letzter Zeit vielfach als Süßungsmittel Verwendung gefunden. Es besitzt gar keinen Nährwert

und erzeugt bei vielen Personen einen stark ausgeprägten Harndrang. Vielfach wird es als Surrogat des Zuckers auch in betrügerischer Absicht verwendet. Man sagt, eine schädliche Einwirkung auf die Resorption der gestülften Speisen hat es nicht. 0.1 bis 0.2 g täglich schaden nach monatelangem Gebrauche nicht. Jedenfalls ist Saccharin für die Speisebereitung vollkommen entbehrlich. Es ist 250mal süßer als der käufliche Rübenzucker (Jessen).

Der Nachweis gelingt leicht; Sacharin ist in Äther löslich; man verdampft den Äther, schmilzt mit Kali und weist mittels Chlorbaryum das Vorhandensein von Schwefelsäure nach.

## Zehntes Kapitel.

### Die Gewürze.

Die Gewürze enthalten Substanzen von verschiedenem chemischen Charakter, meist ätherische Öle, Harze. Diese üben teils durch ihren Geruch, teils durch ihren Geschmack einen wichtigen Einfluß, indem sie das Verlangen nach Nahrungsaufnahme beleben und die Absonderung der Verdauungssäfte vermehren.

Die Gewürze werden oft gefälscht, und zwar besonders häufig im gepulverten Zustand, so daß sie gepulvert billiger zu haben sind als unverkleinert. Das Publikum kann sich vor Gewürzverfälschungen am besten schützen, wenn es zerkleinertes Gewürz nicht kauft. Alle Gewürze, die als Hauptbestandteil flüchtige ätherische Öle enthalten, sollten in dicht schließenden Gefäßen sorgfältig aufbewahrt werden.

Von den Gewürzen ist der Pfeffer weitaus das verbreitetste. Der schwarze Pfeffer besteht aus den unreifen Früchten des Pfefferstrauches (*Piper nigrum*) samt Schalen. Weißer Pfeffer aus den

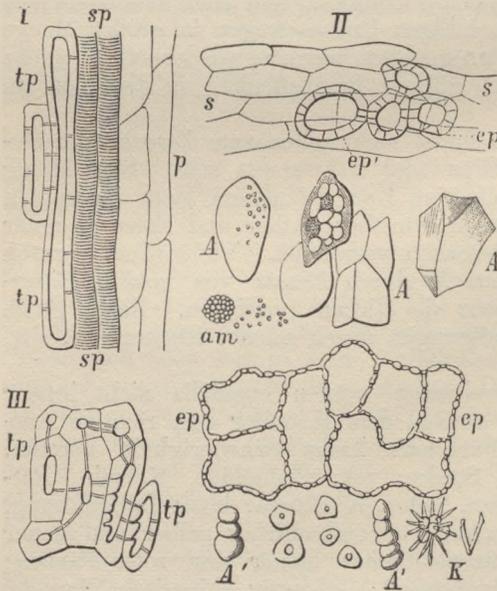


Fig. 217.

reifen, von ihren Schalen durch Einlegen in Kalkwasser befreiten Früchten. Die wirksamen Bestandteile des schwarzen und weißen Pfeffers sind ein scharfes Harz, ein scharfes ätherisches Öl (etwa 1%) und ein Alkaloid, Piperin (etwa 4—9%). Die Stoffe sind namentlich in der Schale angehäuft.

Verfälschungen des Pfeffers kommen sehr häufig vor. Pfeffer wird nicht nur in gemahlene Zustand in verschiedenen Mehlen, Hanf, Leinsamen, Bertramswurzel, gebranntem Elfenbein, Palmölrückständen u. dgl. vermischt, sondern es werden auch vollständig nachgemachte Pfefferkörner im Handel vorgefunden, bestehend aus Ölkuchen, Lehm und Cayennepfeffer.

Bei Untersuchungen auf Pfefferverfälschung ist zu berücksichtigen, daß der Pfeffer naturgemäß Staub und Schalen in einer je nach Umständen, Qualität, Lagerungsverhältnissen u. s. w. wechselnden Menge enthält, so daß der Aschengehalt zwischen 3·5—6·5% schwankt. Außer der Aschenanalyse ist die mikroskopische Untersuchung für die Erkennung fremder Zusätze von Wesenheit.

Der gepulverte Pfeffer bietet mehrere charakteristische Formelemente.

Fig. 217 I. *sp sp* Spiralgefäße mit anhaftenden Steinzellen *tp tp* und Parenchymzellen *p p*. Gewebe der inneren Fruchthautpartien *s s* mit anhängenden Zellen *ep' ep'* der Innenepidermis. III. Eine Gruppe von Steinzellen *tp tp* aus den äußeren Partien der Fruchthaut; *A A* Kleistermassen aus den Zellen des Eiweißkörpers; *A' A'* Stärkekörnchen; *K* Kristalle von Piperin; *ep* Fruchtgehäuseoberhaut.

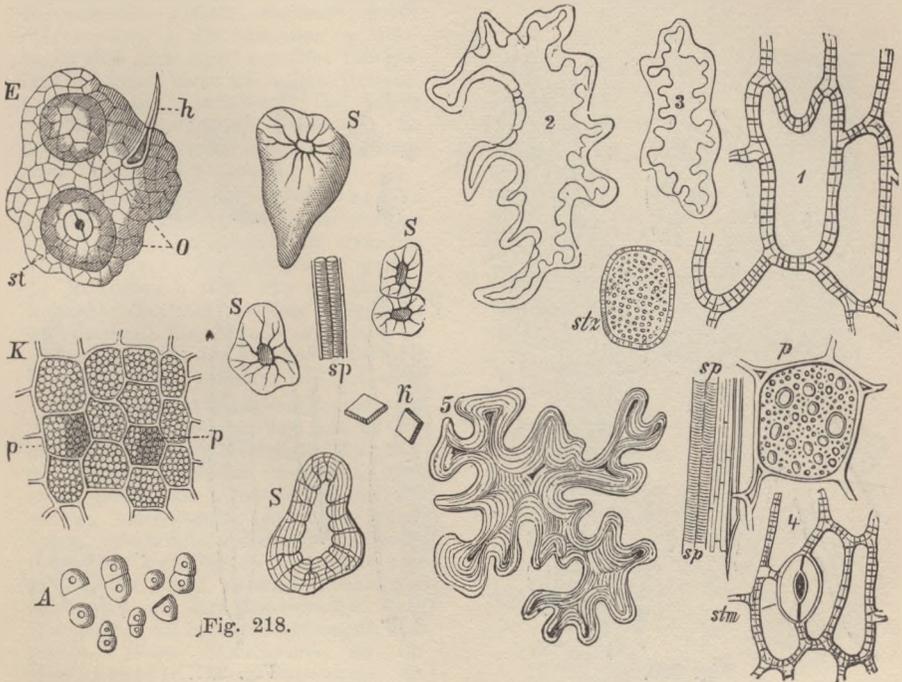


Fig. 218.

Fig. 219.

Piment, auch Neugewürz genannt und seit 1605 in Europa eingeführt, sind die Früchte von *Pimenta officinalis*, einem Baume, welcher in Westindien heimisch, in Mexiko, Brasilien, auch in Ostindien angebaut wird. Sie sind erbsengroß, kugelig, rötlichbraun oder graubraun, an der Oberfläche mit kleinen Wärzchen besetzt. Sie besitzen einen stark gewürzhaften Geruch, einen brennenden Geschmack, sind fest und leicht zu pulvern.

Neben Stärkemehl, fettem Öl, Gerbstoff, enthält der Piment reichliche Mengen atherischen Oles (oft mehr als 6%).

Der Piment ist ein allgemein beliebtes Gewürz für Speisen, Backwaren und andere Genußmittel. Auch in der Liqueurfabrikation findet er Verwendung.

Der gemahlene Piment unterliegt ähnlichen Fälschungen wie der Pfeffer; zuweilen setzt man ihm überdies gemahlene Nelkenstiele und Sandelholz zu. Das Pulver des Piments zeigt unter dem Mikroskop folgende charakteristische Gewebeelemente (Fig. 218): Stück der Oberhaut mit durchschimmernden Ölhöhlen *O*, mit einem Haar *h* und einer Spaltöffnung *st*. Dickwandige Steinzellen, viele mit verzweigten Porenkanälen *S* und *S'*; Spiralgefäßfragmente *sp*, rhomboidische Kalkoxalatkrystalle *K*, Gewebe des Keimes mit den Farbstoffzellen *p p*; Starkekörnchen aus den Zellen des Samens *A* (Vogl).

Als spanischer Pfeffer oder Paprika bezeichnet man die Früchte von *Capsicum annuum*, einer einjährigen Pflanze, welche ursprünglich in Südamerika heimisch,

gegenwärtig in allen wärmeren Ländern (in Ungarn, namentlich in Szegedin) gebaut wird. Paprika enthält eine reichliche Menge eines fetten Öles in den Samen und einen in Schalen und Samen enthaltenen kampfartigen Körper, der das würzende Prinzip darstellt (Strohmer).

Der gemahlene Paprika wird vielfach gefälscht, am häufigsten mit gemahlenem Zwieback, Mandelkleien, Rübölkuchen.

Charakteristische Formelemente sind: Zellen unter der äußeren (Fig. 219 1) und inneren Epidermis (Fig. 219 2 und 3); Oberhaut des Kelches mit einer Spaltöffnung *stm* (Fig. 219 4), Gefäßbündel *sp*, Steinzeile *stz*, Parenchym aus der Fruchthaut *p*; Oberhaut des Samens (Fig. 219 5).

Unter Zimmt versteht man die von den äußeren Gewebsschichten teilweise oder größtenteils befreiten und getrockneten Zweigrinden mehrerer Arten der Gattung *Cinna-*

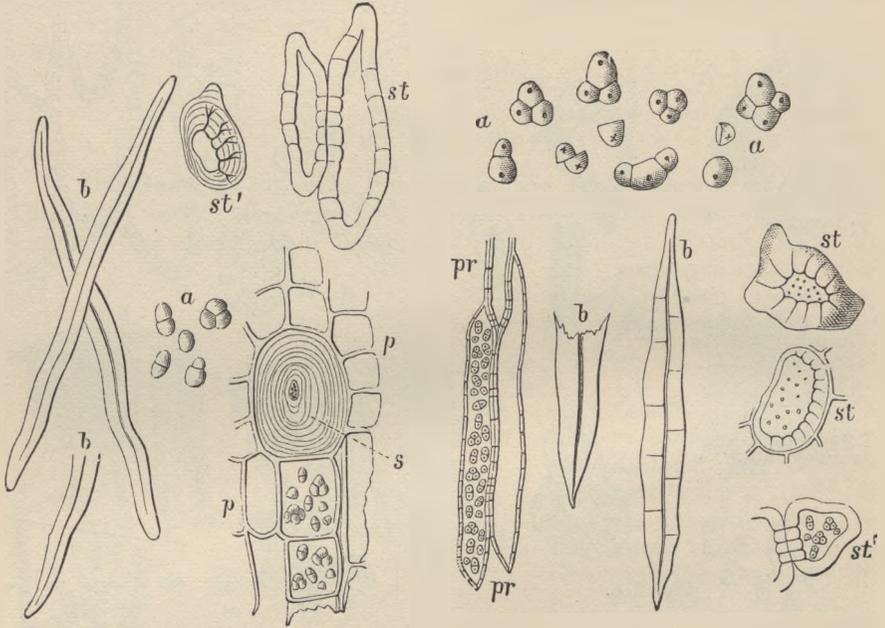


Fig. 220.

Fig. 221.

momum aus der Familie der Lorbeerartigen. Im Handel werden drei Zimmtsarten unterschieden: Caneel oder Ceylonzimmt (*Cortex Cinnamomi*), chinesischer oder Zimmtkassia (*Cassia lignea*) und der Holzkassia oder Malabrazimmt (*Cassia vera*).

Der Ceylonzimmt ist am gehaltreichsten, er enthält 1% flüchtiges Öl, den Aldehyd der Zimmtsäure, Harz, Gummi und Gerbstoff.

Die Zimmtkassiarinde hat kurze, aber dicke, grobe Röhren, welche einfach oder höchstens doppelt eingerollt sind, so daß deren Mitte hohl bleibt. Ihre Oberfläche ist rötlichbraun, nicht glänzend, bisweilen mit kleinen, braunen Flecken besprenkt. Ceylonzimmt ist glatt, bräunlichgelb, außen heller als innen gefärbt, von faserigem Bruch und besteht aus kartenblattgedicken Bastrohren, die zu 8—12 so ineinandergerollt sind, daß sie in der Mitte keinen leeren Raum übrig lassen. Bei der Holzkassiarinde unterscheidet man zwei Sorten: die rote und die graue. Die rote *Cassia vera* ist von der Außenrinde befreit, von rotbrauner Farbe, auf beiden Seiten eben und gleichförmig, auf der Unterseite dunkler gefärbt. Die graue *Cassia vera* ist noch mit der grüngrauen, mit weißlichen Flechten dicht besetzten Außenrinde versehen. Die Rindenstücke dieser beiden Holzkassiarinden haben oft  $\frac{1}{2}$ —1 m Länge, sind bis 40 mm stark, sehr hart und dicht, fast geruchlos. Der Geschmack ist schleimig, herb und zusammenziehend, wenig gewürzhaft.

Im Handel kommen Zimmtinden vor, denen das Öl durch Extraktion entzogen wurde.

Unterschiebungen kommen häufig vor; besonders — und das ist fast Regel — wird im gemahlten Zustand statt Zimtkassia Holzzimmt verkauft.

Weiter findet sich im gepulverten Zimmtpräparat infolge betrügerischer Manipulation Pulver von Mandelschalen, Maismehl, Ziegelmehl, Eisenocker, Mahagonispänen, Zwieback u. s. w.

Derartige Fälschungen und Unterschiebungen werden am sichersten durch die mikroskopische Untersuchung des fraglichen Zimmtpräparats konstatiert.

Beim Ceylonzimmt und bei der Holzkassia (Fig. 220) sind die Steinzellen *st'* sehr zahlreich, zum großen Teile umfangreich (bis 0.1 mm lang), sehr dickwandig, mit sehr zahlreichen verzweigten Porenkanälen. Wände der Bastfasern *b* und Steinzellen farblos. Stärkekörner *a* klein. Die Bastfasern des Ceylonzimmts sind 0.6 mm lang und fast durchaus ganz isoliert; der formlose Inhalt der Parenchymzellen *p* hellbraun, die Parenchymzelle enthält zerstreute große Schleimzellen *s*, die Bastzellen der Holzkassia sind nicht oder nur zum Teil isoliert und stehen meist mit anderen Gewebeelementen in Verbindung. Der Inhalt der Parenchymzellen ist gelbbraun. Es finden sich auch mehr oder weniger zahlreiche Reste des Korkes.

Die Steinzellen der Zimtkassia *st* (Fig. 221) sind kleiner, meist weniger verdickt und vorwiegend mit einfachen Porenkanälen. Stärkekörnchen größer, die Bastfasern *b* nicht oder nur einzelne isoliert, dicker und meistens länger (bis 0.9 mm lang), ihre Wände sowie jene der Steinzellen gelb, der formlose Inhalt der Parenchymzellen braunrot oder rotbraun.

Der auf den Molukken, Papuainseln, Neu-Guinea heimische, dort wie in Ostindien, Südamerika kultivierte Muskatnußbaum. *Myristica moschata*, trägt rundlichefrüchtige, 50 mm dicke Früchte, welche, umschlossen von einer bräunlichen, lederartigen Schale, einen dieselbe fast völlig ausfüllenden Samenkern enthalten. Der Raum zwischen Schale und Kern wird von dem Samenmantel, einer Wucherung des Samennabelstranges, ausgefüllt. Dieser Samenmantel ist die Muskatblüte, der Samenkern die Muskatnuß.

Beide enthalten ein dickflüssiges, dunkelgelb gefärbtes, fettes Öl in reichlicher Menge (nahezu 30%) und eine dextrinähnliche Substanz. Die Muskatblüte enthält ferner 2%, die Muskatnuß bis 6% ätherisches Öl. Man benützt das spez. Gewicht zur Prüfung auf die Güte der Muskatnüsse. Wurmstichige Ware wird häufig durch Verkleben der Wurmlöcher verkäuflich gemacht.

Fälschungen durch künstliche Nachbildungen (Mehlteig, Kreide, Ton etc.) werden unschwer zu entdecken sein.

Bei der mikroskopischen Untersuchung lassen sich die charakteristischen Formelemente der Muskatnuß erkennen. Das Pulver zeigt vieleckige, dünnwandige, mit Stärke mehlkörnchen erfüllte Zellen.

Die Stärkemehlkörnchen sind hie und da in einer fettigen, rotbraunen Masse eingebettet. Sie sind zu 2, 3, 4 und mehr meist regelmäßig zusammengesetzt, das Teilkörnchen zeigt eine rundliche oder eckige Kernhöhle. In den meisten der Stärkemehl führenden Zellen findet sich von Stärkemehlkörnchen umlagert ein kristallförmiger rhomboidisch oder kubisch gestalteter Körper (Kristalloid).

Fig. 222. *A* Partie eines Querschnittes; *s s* Gewebe der in das Parenchym eingestülpten Samenhaut. *B* Zellen des Eiweißkörpers, starker vergrößert; in denselben Kristalloide *k k* von Stärkekörnchen umgeben. *C* Stärkekörnchen. In zerstreuten

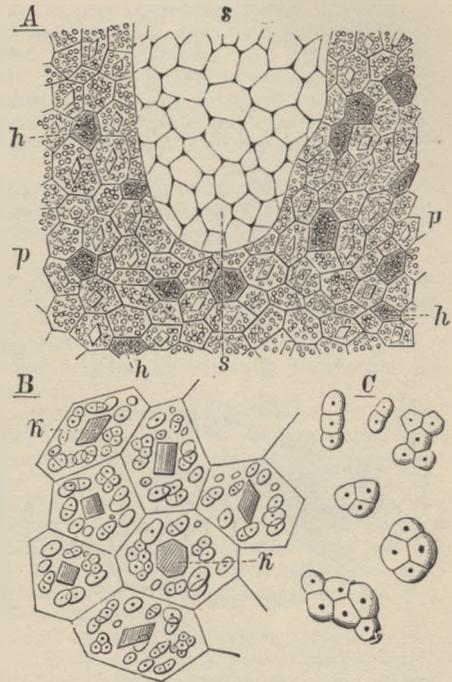


Fig. 222.

Zellen sind die Stärkekörnchen in eine dunkelrotbraune, oligharzige Masse eingebettet (Fig. 218 *A h h*).

Das Pulver der Muskatblüte zeigt unter dem Mikroskop gerundete, kantige oder eiförmige Ölzellen (0·04—0·08 mm.)

Nelken sind die noch unaufgeschlossenen Blüten des *Caryophyllus aromaticus*, eines auf den Molukken einheimischen, dort, in Ostafrika, Brasilien und Westindien kultivierten Baumes aus der Familie Myrtaceen. Sie enthalten bis 25% eines ätherischen Öles, das spezifisch schwerer ist als Wasser, ferner Harz, Gummi und Extraktivstoffe.

Bereits erschöpfte Nelken kommen im Handel häufig vor; man versetzt gute Sorten damit oder verwendet sie zur Fälschung gemahlener Nelken. Außerdem werden

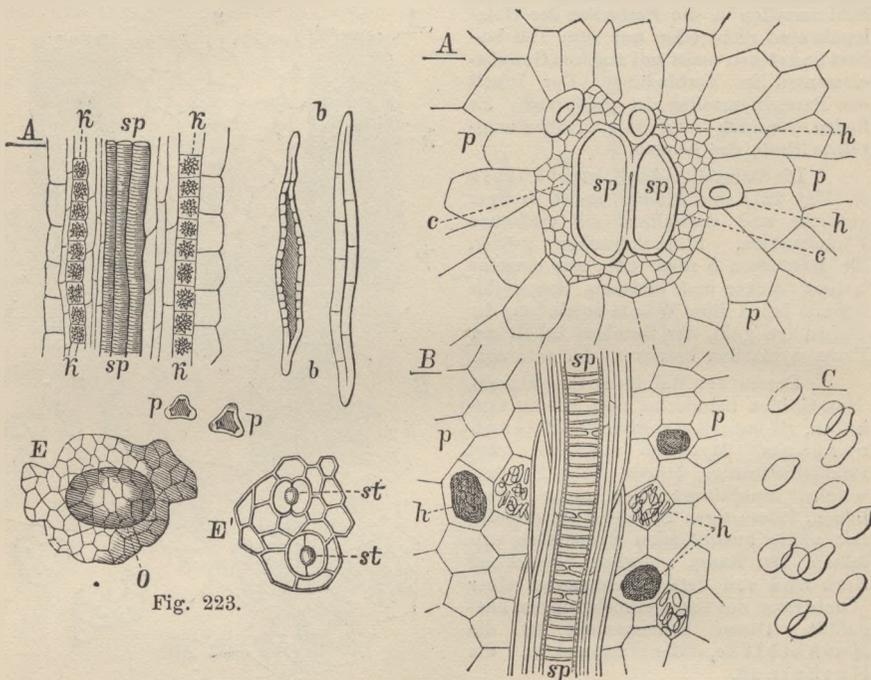


Fig. 223.

Fig. 224.

gepulverte Nelken mit Getreide- und Eichelmehl, zerriebenen Rübölkuchen, Mandelkleie, Brotrinde, Zwieback, Ziegelmehl u. s. w. gefälscht.

Als charakteristisch für das Gewürznelkenpulver können betrachtet werden (Fig. 223) die kleinzellige Oberhaut mit den darunter liegenden Ölhöhlen *E O* in der dicken Cutikula, die verhältnismäßig kurzen, aber dicken, spindelförmigen Bastzellen *bb*, die Bündel enger Spiralgefäße *sp* mit kleinzelligem, Kristalldrüsen *K* führendem Parenchym *A*, die dreieckigen, dreiporigen Blütenstaubzellen *pp*, Mangel von Stärkekörnchen und reichliche Anwesenheit von Gerbstoff im Inhalt der Gewebszellen *st, st* sind Spaltöffnungen.

Die Anispflanze, *Pimpinella anisum*, ist in der Levante, Griechenland und Ägypten heimisch und wird im südlichen Frankreich, Spanien, Rußland, sowie auch in Thüringen und Magdeburg kultiviert. Der Anis besitzt einen stark gewürzhaften Geruch und süßlich brennenden Geschmack. Der wirksame Bestandteil ist das ätherische Anisöl wovon die Frucht 12% enthält. Das Anisöl steht in chemischer Beziehung dem Fenchelöl sehr nahe. Dem Anis ähnlich sind die giftigen Früchte des Schierlings. Sie sind ein wenig größer, haben wellig gekerbte Rippen, zwischen diesen kleine Ölstriemen und entwickeln beim Zerreiben einen Geruch wie Katzenurin.

Fenchel und Kümmel sind die Früchte der in unserer Gegend kultivierten Doldenpflanzen *Foeniculus officinalis* und *Carum carvi*. Sie enthalten als wirksame Bestandteile 3% eines ätherischen Öles. Anis, Fenchel und Kümmel werden immer nur im unzerkleinerten Zustand verkauft, weshalb sich etwaige Unterschiebungen leicht erkennen lassen werden.

Sternanis oder Badian ist ein aus Hinterindien und China von einem Baum aus der Familie der Magnoliengewächse, *Illitium anisatum* Laureiro, stammendes Gewürz; es besitzt Geruch und Geschmack unseres gemeinen Anis, doch von feinerer Qualität.

Samenkapseln und Samen enthalten ätherisches Öl, fettes Öl, Harze; die Samenkapseln liefern 5%, die Samen 1.8% ätherisches Öl. Das ätherische Sternanisöl stimmt in seinem chemischen Verhalten nahezu mit dem ätherischen Anisöl überein; es ist aber von angenehmerem, feinerem Geschmack.

Die Sternanisfrüchte finden vorzugsweise in der Liqueurfabrikation Verwendung. In jüngster Zeit wurden mehrere Fälle von Vergiftung nach dem Genusse von Sternanis bekannt. Die betreffenden Erhebungen führten zu der Tatsache, daß der verwendete Sternanis nicht reiner „chinesischer Sternanis“ war, sondern beigemischt enthielt die ihm äußerlich sehr ähnlichen, aber giftigen Früchte einer anderen in China und Japan vorkommenden *Illicium*art, des *Illicium religiosum* Siebold, welche seit etwa sechs Jahren aus Japan auf dem Londoner Drogenmarkt gebracht werden. *Illicium religiosum* ist in China als Giftpflanze wohl bekannt.

Charakteristische Formzellen des Sternanis sind die unregelmäßig ästigen Steinzellen der Fruchtschale und die vierseitigen Steinzellen, die getüpfelten Zellen und Kristalle der Samenhaut. Die Oberhaut bildet die äußere Bedeckung der Parenchymzellen und diese enthalten Ölzellen.

Ingwer ist das knollige Rhizom von *Zingiber officinarum*, einer in Ostindien und China heimischen, dort und in Westindien angebauten Pflanze. Der Knollstock treibt mehrere, etwas flach gedrückte, knollig verdickte, gabelästig sich teilende Wurzelstöcke, welche entweder geschält (weißer Ingwer) oder ungeschält (schwarzer Ingwer) in den Handel kommen. Auch bei diesem Gewürze ist der wirksame Bestandteil ein ätherisches Öl, das bis zu 4½% darin vorkommt.

Der Ingwer wird vielfach in der Liqueurfabrikation und Konditorei verwendet. Der gemahlene Ingwer wird häufig mit Kartoffelstärke, Eicheln, Curcuma, Cayennepeffer u. s. w. verfälscht. Das Mikroskop gewährt hiebei einen leichten Nachweis dieser Zusätze.

Fig. 224 A stellt eine Querschnitt-, Fig. 224 B eine Längenschnittpartie des Ingwers dar. Die charakteristischen Formelemente des Ingwers sind: Runde Öl- und Harzzellen *h*; viellockige stärkemehlhaltige Parenchymzellen *p*; Gefäßbündel *sp*, aus dünnwandigen Faserzellen, dickwandigen, eine weite Höhlung zeigenden bestartigen Holzfasern und Treppengefäßen *sp* bestehend; ferner flache, eiförmige oder längliche, konzentrisch geschichtete Starkekörnchen *c*, etwa 0.002 mm lang.

Die Blüten des im Orient heimischen, dort und auch in Frankreich und Österreich kultivierten Herbstsafrans, *Crocus sativus*, besitzen eine rote, innen violett gestreifte Blumenkrone, aus deren Grunde sich ein bis 80 mm langer, fadenförmiger, gelb gefärbter Griffel (Fig. 225 A, *g*) erhebt. An seinem Ende trägt der Griffel drei lappenförmige, 24 bis 25 mm lange, am unteren Ende gelblich, nach oben orange bis blutrot gefärbte Narben *n*, welche etwas aus der Mündung der Blumenkorne hervorragen. Die mit dem Griffelende abgefückten, bei künstlicher Wärme (30—35°) rasch getrockneten Narben bilden den Safran des Handels. Zur Gewinnung von 1 kg Safran sind 150.000 Blüten erforderlich.

Der Hauptbestandteil des Safran ist ein roter, in Wasser, Alkohol löslicher, stark tingierender Farbstoff, der, wie der Orleanfarbstoff, durch konzentrierte Schwefelsäure erst blau, dann violett, durch Salpetersäure grün wird. Der Safran enthält weiter ein ätherisches Öl, Fett, Zucker und eine Säure. Der Safran ist, vor dem Lichte geschützt, in sorgfältig geschlossenen Gefäßen aufzubewahren.

Bei dem selbst gegenwärtig noch sehr hohen Preise ist Safran vielen Verfälschungen unterworfen; häufig findet man die Griffelfäden des Safrans, Safor, Ringelblumen und andere rotgelbe Blütenblätter von Kompositen dem Safran beigemischt.

Die Griffelfäden des Herbstsafrans, mit etwas echtem Safran angefärbt und gemischt, bilden unter der Benennung Föminell einen besonderen, zum Verfälschen von Safran bestimmten Handelsartikel.

Eine Verfälschung durch Safrangriffel, Safor- und andere Blütenblätter wird bei genauer Durchmusterung einer in Wasser aufgeweichten Safranprobe mit der Lupe

entdeckt. Die Saflorblumen (Fig. 225 *B*) besitzen eine lange fadenförmige Blumenröhre *r*, die sich oben in fünf linienförmige Lippen *b* ausbreitet. Aus ihrem Schlunde ragt die Staubbeutelröhre *a* hervor, welche den fadenförmigen, nach oben verdickten Griffel umschließt. Der Fruchtknoten *f* erscheint in der Mitte eingeschnürt. Die Randblüten der Ringelblumen (Fig. 225 *C*) besitzen eine lange, zungenförmige Blumenkrone, deren flacher Teil viernervig und vorn am Rande dreizählig ist. In den langgestreckten Oberhautzellen der Blüten ist in Form rundlicher Bläschen ein orangegelber Farbstoff enthalten.

Vanille ist die schotenähnliche Frucht einer parasitischen Schlingpflanze, *Vanilla planifolia*, aus der Familie der Orchideen, welche in Mexiko einheimisch und sowohl hier als auch in Westindien, Java kultiviert wird. Die Vanillefrüchte sind lange, schmale, einfacherige Kapseln, welche im zweiten Jahre reifen, vor der völligen Reife gesammelt, an der Sonne getrocknet und in Blechbüchsen versendet werden. Der in Weingeist, in fetten und ätherischen Ölen lösliche Riechstoff ist im isolierten Zustand noch nicht bekannt. Bei guter Vanille, welche einige Zeit in einem mäßig warmen Raume gelagert, findet man die ganze Oberfläche des Fruchtgehäuses mit farblosen, langen, biegsamen Kristallnadeln, Vanillin, bedeckt. Das Vanillin ist ein dem Kampfer ähnlicher, flüchtiger, indifferenten Körper, welcher in reinem Zustand fast geruchlos ist, süßlichen Geschmack besitzt, sich schwierig im Wasser, leicht in Weingeist und Äther löst. Gute Vanille soll aus großen, unverletzten Früchten bestehen, welche sich weich und trocken, nicht hart oder fettig anfühlen dürfen und reichlich mit dem stark riechenden Fruchtmus erfüllt sein müssen. Die besten Sorten besitzen dünne Fruchtwandungen, sind schwach gewurzelt, ganz mit Mus gefüllt.

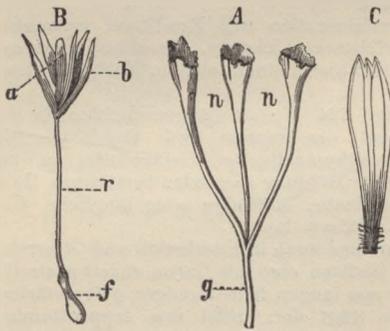


Fig. 225.

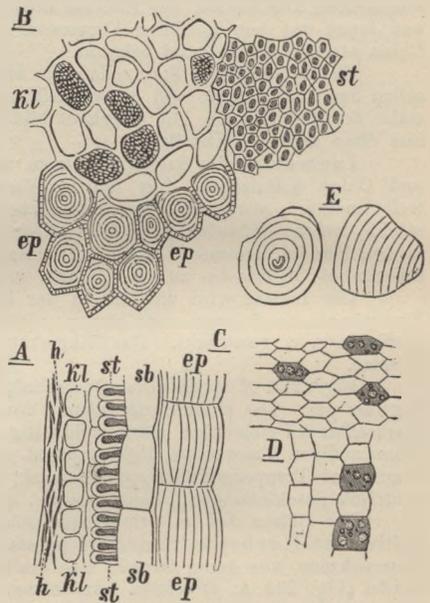


Fig. 226.

Der wirksame Teil des Speisesenfes oder Mostrichs ist das in den gequetschten und mit Wasser angerührten Samen von *Sinapis nigra* und *Sinapis alba* entstandene Senföl, Rhodanallyl, welches aus Myronsäure durch Gärung, unter Mitwirkung von Myrosin gebildet wird. Der Senfsamen enthält weiter noch ein stickstoffhaltiges Alkaloid, Sinapin, an Rhodanwasserstoff gebunden, ferner ein fettes Öl in reichlicher Menge. Der von Fett befreite Senf ist haltbarer als der Fett enthaltende. Fälschungen des ange-machten Senfes mit Mehl, Cayennepfeffer, Curcuma, Rettigsamen, Ölkuchen lassen sich am sichersten durch das Mikroskop nachweisen.

Die charakteristischen Formelemente zeigt Fig. 226. *A* ist eine Partie eines Durchschnittes der Samenhaut des weißen Senfes; *ep* Oberhaut; *sb* subepidermales Gewebe; *st* Steinzellenschicht; *kl* Kleberschicht; *h* hyaline Schicht. *B* Flächenansicht der hervortretendsten Gewebsschichten der Samenhaut. *C* und *D* Gewebe des Keimes in Quer- und Längsrichtung. *E* zwei isolierte Oberhautzellen der Samenschale.

Nicht selten finden bei Saucen und Knospen des Kapernstrauches, der in Südeuropa und Nordamerika gedeiht, Verwendung. Die Blütenknospen werden gepflückt,

welken gelassen, dann in Essig und Salz eingelegt. Anfangs olivgrün, gehen sie später in graue Farbe über.

Der bittere, aber aromatische Geschmack der Lorbeerbaumblätter wird vielfach geschätzt. Die Lorbeerbaumblätter kommen fast nur getrocknet in den Handel. Die grünen sind von besserem Geschmack als die braun gewordenen.

Die Blätter des zu den Lippenblütlern gehörigen Majorankrautes (*Majoranum hortensis*) werden getrocknet und als Gewürz verwertet; der Geschmack wird durch ein kampherähnliches Öl hervorgerufen, das in der Menge von 1% in den Blättern vorhanden ist.

## Elftes Kapitel.

### Die alkaloidhaltigen Genußmittel.

#### Kaffee.

Der Kaffee ist in Deutschland, Österreich und Frankreich zu einem allgemeinen Genußmittel geworden. Im Jahre 1555 wurde in Europa das erstemal, und zwar in Konstantinopel unter Suleiman dem Großen, ein Kaffeehaus errichtet, das sich die dortigen Gelehrten zum Stelldichein erwählten. Hundert Jahre darauf wurde Kaffee auch in Italien und England getrunken, während in Deutschland noch zu Beginn vorigen Jahrhunderts der Kaffee eine Seltenheit war. Heute ist er dagegen selbst in dem bescheidensten Hause fast ein tägliches Getränk.

Der Kaffeestrauch, *Koffea arabica*, ist in Abessinien heimisch. Gegenwärtig wird er besonders in Java, Sumatra, Ceylon, Portorico, Brasilien kultiviert. Die geschätzteste Sorte ist die abessinische, dann der westarabische oder Mokka-Kaffee, obwohl die Bohnen klein und unansehnlich sind. Vorzügliche Sorten sind auch Menado, Java, Ceylon. Bahia und Domingo sind die mindesten Sorten.

Die Früchte des Kaffeebaumes reifen sehr ungleich. Bei der Kaffeernte wird die fleischige Hülle entfernt, die Kaffeebohnen werden gewaschen, getrocknet und versendet.

Nach König enthält der ungebrannte Kaffee im Durchschnitte: 10·13 Wasser, 11·84 Stickstoffsubstanz, 0·93 Kaffein, 12·21 Fett, 11·84 Zucker, 9·54 Gerbstoff, 38·12 Zellulose, 5·33 Asche.

Der gebrannte Kaffee enthält im Durchschnitte: 1·81 Wasser, 12·20 Stickstoffsubstanz, 0·97 Kaffein, 12·03 Fett, 1·01 Zucker, 22·60 Gerbsäure, 44·57 Zellulose, 4·81 Asche. Von 100 Teilen gebranntem Kaffee werden durch Wasser im Mittel gelöst: Wasserlösliche Stoffe überhaupt 25·50, Stickstoffsubstanz 3·12, Stickstoff 0·50, Öl 5·18, stickstofffreie Extraktivstoffe 13·14 und Asche 4·06 Teile. Zu einer Tasse Kaffee verbraucht man in der Regel 15 g gebrannten Kaffee; diese liefern 0·26 g Kaffein und 0·77 g Öl.

Die Zusammensetzung der rohen Kaffeebohnen wird durch die Röstung sehr bedeutend geändert. Es entweicht dabei Kohlensäure, Kohlenoxyd, Wasser und ein Teil des Fettes und Kaffeins. Es bildet sich aus einem Teile des Zuckers und Dextrins Karamel; es entstehen Produkte der trockenen Destillation, die wesentlich für das Aroma und den Geschmack, vielleicht auch für die Wirkung des Kaffees sind; das kaffee-

gerbsaure Kaffeinkali wird aufgeschlossen und für Wasser löslich gemacht. Das Fett geht in Kaffeon (Kaffeol), ein bei 195° siedendes aromatisches Öl, über, durchdringt die gelockerten Geweberäume und die ganze Masse der gerösteten, nunmehr um  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{5}$  des Gewichtes leichter gewordenen Kaffeebohnen wird mahlbar. Das Rösten geschieht zweckmäßig in einer geschlossenen Kaffeetrommel (damit die Riechstoffe zurückgehalten werden) bei einer Temperatur von 200 bis 250°. Es ist für den Geschmack des Kaffees vorteilhaft, wenn der Inhalt der Trommel nach beendetem Erhitzen rasch durch Ausschütten auf eine kalte Platte abgekühlt wird.

Der Kaffeeaufguß, in mäßiger Menge genossen, wirkt durch sein Kaffein und auch durch die empyreumatischen Stoffe (Kaffeon) anregend auf das Nervensystem, namentlich auf die Gefäßnerven und die Nerven der willkürlichen Muskeln. Durch Kaffee verschwindet das Ermüdungsgefühl, das Schlafbedürfnis wird gemindert, die Arbeitslust gesteigert. Auch die riechenden Stoffe sind von Bedeutung. In der Ertragbarkeit von Kaffee kommen große Verschiedenheiten vor; Gewöhnung und Resorptionsgeschwindigkeit spielen eine große Rolle. Doch darf man auch nicht, wie das in neuerer Zeit vielfach geschieht, den Kaffee als ein für jedermann passendes Getränk bezeichnen. Manche leiden nach Genuß von Kaffee an großer Aufgeregtheit und äußerst störender Schlaflosigkeit, deren Folge Erschöpfung der Kräfte ist. Das Kaffein wirkt stark auf die Harnabsonderung ein.

Literatur: Nicolai, Der Kaffee und seine Ersatzmittel. 1901.

### Verunreinigungen und Verfälschungen des Kaffees.

Kaffeekörner, die beim Seetransport gelitten haben oder unzumutbar (in feuchten, dumpfigen Lokalen) aufbewahrt wurden, verlieren an Geschmack und Aroma (marinierte Bohnen); sie werden, um ihr Aussehen zu ändern, künstlich gefärbt, indem man entweder die Bohnen mit Indigo, chromsaurem Bleioxyd, Blei, Kupfer- und Eisensalzen überzieht oder durch Rollen mit Bleikugeln in Fässern dunkler macht. Die Fälschungen lassen sich durch Schütteln der Kaffeekörner zuerst mit Wasser und dann mit salzsaurehaltigem Wasser leicht nachweisen.

Im Handel kommen als Kaffeebohnen Präparate vor, die gänzlich aus Ton oder aus Mehl oder Gips dargestellt werden und in Größe, Farbe, Gestalt täuschend dem echten Kaffee nachgebildet sind. Diese Präparate werden niemals in unvermischem Zustand als Kaffee zum Verkaufe gebracht, sondern meistens dienen sie zum Zumischen zu echtem Kaffee.

In neuerer Zeit werden vielfach Kaffeebohnen, welche durch Dämpfen gequollen und dann mit Ocker gefärbt sind, als „Kunstmendo“ verkauft; die Prozedur charakterisiert sich als eine Täuschung der Konsumenten.

Die meisten Fälschungen erfährt der gebrannte und gemahlene Kaffee durch Vermischen mit bereits ausgezogenem. Die Kaffeereste der Restaurationen bilden sogar einen Handelsartikel. Daher sollte man niemals zermahlene Kaffee, sondern stets ganze Körner kaufen.

Als sonstige betrügerische Zusätze zu gebranntem gemahlene Kaffee dienen die gerösteten und zerkleinerten Samen des Roggens, der Gerste, der Sonnenblumen, ferner Datteln, Feigen, Eicheln, Rüben, Zichorien-

wurzeln u. s. w. Das Kaffeepulver wird dadurch weich und klebrig. Der Kaffee ist ferner gekennzeichnet durch das Fehlen fertig gebildeten Zuckers, wogegen die Zichorie fast zu einem Drittel der löslichen Substanz aus fertig gebildetem Zucker besteht. Ebenso enthalten geröstetes Getreide, Feigenkaffee u. s. w. fertig gebildeten Zucker. Die Bestimmung des Zuckers kann demnach unter Umständen ein geeignetes Erkennungsmerkmal für eine stattgefundene Fälschung abgeben.

Die sichersten Resultate betreffs Zusatzes fremdartiger Bestandteile zum gebrannten Kaffee gibt die mikroskopische Untersuchung.

Die charakteristischen Formelemente der Kaffeebohne sind die Steinzellen der Samenhaut und das Gewebe des Eiweißkörpers.

Waren in der Kaffeebohne in der Samenspalte noch Reste der Samenhaut, so wird man in dem feinen Pulver des gebrannten Kaffees gelbliche, dickwandige, spindelförmige, mit zahlreichen Porenkanälen versehene Steinzellen (Fig. 227 B) wahrnehmen. Die Zellen des Eiweißkörpers sind vieleckig, dickwandig und reichliche Porenkanäle zeigend (Fig. 227 A). Die Zellen enthalten formlose Eiweißmassen, Stärkemehl, Glykose, Kaffeegerbsäure, Öltröpfchen. Das Stärkemehl ist nur in ganz geringer Menge vertreten. Wenn man das Objekt mit Jodlösung befeuchtet, so färbt sich das Stärkemehl dunkelblau, während Zellgewebe und Eiweiß gelblich, die Fetttröpfchen dunkler gelb oder grünlich erscheinen.

Um zu erkennen, ob bereits gebrauchter Kaffee beigemischt wurde, braucht man nur das Präparat wiederholt mit Wasser auszukochen und den Auszug einzudampfen. Die Menge des Extraktes beträgt bei echtem Kaffee mindestens 25% und kann sogar bis 37% steigen.

Das Kaffein bestimmt man nach der Trocknung von 50 g Kaffee mit zwei Teilen Kalk und 8 g Magnesia durch Extraktion mit Chloroform.

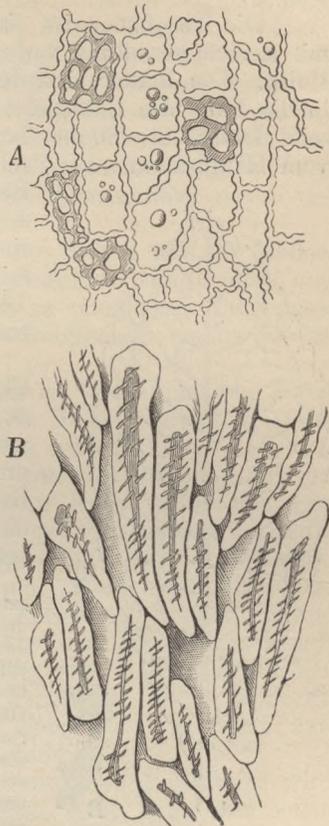


Fig. 227.

### Kaffeesurrogate.

Von einem Ersatze der Kaffeebohnen durch die vielen verschiedenartigen, im Handel als Kaffeesurrogate vorkommenden Waren, namentlich den Zichorienkaffee, kann keine Rede sein. Keines dieser sogenannten Kaffeesurrogate enthält Kaffein. Zum Zichorienkaffee wird die Wurzel von *Cichorium Intybus* vorzugsweise verwendet. Gegenwärtig wird aber auch aus Zuckerrüben, Runkelrüben, gelben Rüben, aus Feigen, Eicheln, Getreidekörnern u. s. w. durch Trocknen und Rösten derselben Kaffeesurrogat bereitet und bisweilen selbst Torf zugesetzt.

Kaffeesurrogate sind meist wertlos, indem sie nur dunkle Brühen herzustellen erlauben. Es wäre dringend erwünscht, das Publikum durch Belehrung von dem Ankaufe solcher Produkte abzubringen.

## Tee.

Tee wird in China, in der Tatarei und in Persien seit den ältesten Zeiten genossen. Im Jahre 1630 wurde er in Holland, 1680 in England eingeführt.

Die Teepflanze ist ein bis sechs Fuß Höhe erreichender Strauch mit steifen, geradlinig verlaufenden Stämmchen und Zweigen von zähem Holze. Die Blätter sind dunkelgrün, im Alter lederartig, am Rande bis in die Nähe des Blattstieles gesägt, dann eine kurze Strecke glatt, unterseits drüsig, 40—80 mm lang, 20—30 mm breit; die Blattrippen, welche vom Hauptstamme aus nach der Peripherie hin verlaufen, erreichen den Blattrand nicht ganz, sondern lassen einen deutlichen Saum frei. Im jugendlichen Zustand sind die Blätter eingerollt, mit einem dichten, feinhaarigen Filze bedeckt (Fig. 228 A). Den Teeblättern sind zuweilen Bruchstücke von Ästchen der Teepflanze beigeengt (Fig. 228 B).

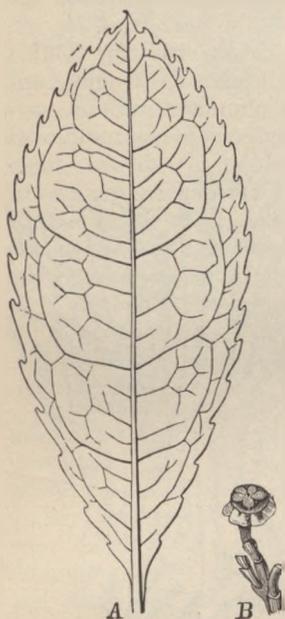


Fig. 228.

Das Hauptproduktionsland des Tees ist China, welches jährlich 30,000,000 kg zur See ausführt, dann Japan, Tonking, Cochinchina, neuerdings auch Java. In Ostindien, Brasilien und in den Südstaaten Amerikas ist der Teebau erst seit Anfang des jetzigen Jahrhunderts eingeführt. Der beste Tee wird in China zwischen 27 und 33° nördlicher Breite gewonnen.

Die Behandlung, welche der Tee von dem Einsammeln der Zweigspitzen und Blätter bis zum Versenden durchzumachen hat, wird ziemlich verschieden geschildert. Der grüne Tee wird durch Erhitzen der frischen Blätter unter fleißigem Umrühren in einer eisernen Pfanne über freiem Feuer nebst Kneten und Rollen zwischen den Händen erhalten. Die Blätter bilden nur kleine, fast kugelförmige oder länglichrunde Massen von mattgrünlicher Farbe, die man für den Export durch Bestäuben mit einer Mischung von Blau (Indigo, Berlinerblau), Gelb (Kurkuma) und Weiß (Ton oder Gips) in eine mehr bläulich- oder grünlichgraue überführt.

Der schwarze Tee verdankt seine dunkle Farbe einer Art Schwitzung oder Gärung, welcher man die Blätter vor dem Trocknen dadurch unterwirft, daß man sie eine Zeitlang, in Haufen aufgeschüttet, sich selbst überläßt. Der schwarze Tee erscheint als ein Gemenge von schwarzbraunen, unregelmäßig gestalteten, meist dünnen, stielartig geformten Fragmenten und bleibt meist ungefärbt.

Die billigste Teesorte, der sogenannte Backsteintee, wird aus dem Staub und den Abfällen, welche bei dem Trocknen und Absieben der Blätter entstehen, fabriziert. Ein großer Teil beider Teesorten wird auch sehr häufig durch Untermengen verschiedener Blüten (Jasmin, Orange, Rose) parfümiert. Diese riechenden Blüten werden aber vor Versendung des Tees wieder zum größten Teile herausgenommen. Die Verpackung findet entweder in Bleifolien oder in Kistchen statt. Im ersteren Falle kann leicht Blei in den Tee übergehen.

Von den zahlreichen, mit chinesischen Benennungen belegten Handelssorten des Tees sind der Pekko (aus den jüngsten Blättern bestehend, mit kleinen weißfilzig behaarten Blättchen untermischt), dann Kongo (Bruchstücke von völlig ausgewachsenen Blättern, rötlichbraun gefärbt, mit kleinen Zweigstückchen untermischt) und Souchong (ältere, zusammengedrehte, dunkelbraune Blätter, denen meist die äußerste Spitze fehlt) die wichtigsten schwarzen, Haysan, Gunpowder und Tonkay die wichtigsten grünen Sorten. Bei uns wird am meisten Kongoteeverbraucht.

Die wichtigsten Bestandteile des Tees sind das Tein (Tein und Kaffein sind identische Körper), welches in Mengen von 1·5% bis zu 2·4% gefunden wird, ferner ätherisches Öl (0·6 bis 1%), Gerbsäure (13—18%), Eiweiß (4%), Dextrin (7·3 bis 12·2%), Extraktivstoffe (19·9 bis 23%), Asche (4·8 bis 5·6%), Zellulose (14·1 bis 28·3%), Wasser (4—10%) und kleine Mengen von Chlorophyll, Harz, Wachs.

Die beste Bereitungsweise des Teegetrankes ist die, daß man den Tee mit kochendem Wasser übergießt, daß Gefäß zudeckt und durch fünf Minuten extrahiert. Dies genügt, um die wirksamen und aromatischen Bestandteile in den Teetrunk überzuführen. Durch längeres Kochen wird viel Gerbstoff ausgezogen, der bereiteter Tee schmeckt dann herb. Eine Tasse Tee aus 5—6 g echten Blättern enthält im Durchschnitte ebenso viel Kaffein als eine Tasse Kaffee aus 17 g Bohnen.

In physiologischer Hinsicht wirkt der Tee ebenso wie der Kaffee, nur ist er, weil nicht so reich an Röstungsprodukten, als Genuß- und Reizmittel milder als Kaffee. Auch vor dem zu reichlichen Teegeuss kann nur gewarnt werden. Der größere Gerbstoffgehalt macht ihn bei Neigung zum Durchfalle besonders wertvoll.

Von 100 Teilen Tee werden im Mittel in Wasser gelöst: 33·64 Teile mit 11·68 Teilen Stickstoffsubstanz, 1·85 Teilen Stickstoff, 16·57 stickstofffreien Extraktivstoffen, 3·44 Asche und 1·86 Kali.

Zahlreich sind die Verfälschungen des Tees. Die häufigste Art der Fälschung ist die mit gerbstoffhaltigen Blättern anderer Pflanzen, vorzugsweise von Weiden, Schlehstrauch, welche den Teeblättern morphologisch am nächsten stehen, dann mit Eichen-, Buchen-, Platanen-, Kastanien-, Ulmen-, Holunder-, Erdbeer-, und Weidenröschenblättern. Letztere werden namentlich in Rußland zur Fälschung benützt. Schon in China soll Tee mit Blättern von Choranthus und einer Kamelienart gefälscht und von den Chinesen Lie — das ist Lügente — genannt werden.

Die Fälschungen mit anderen Blättern werden am besten entdeckt, wenn man die Blätter in Wasser aufweicht, dann auf Glasplatten aufrollt und nun in morphologischer Beziehung untersucht.

Die Verfälschung des Tees mit schon gebrauchten Teeblättern wird nach Eder in größtartigstem Maßstabe betrieben. Nach demselben sollen in London allein schon im Jahre 1843 sich acht Fabriken damit beschäftigt haben, gebrauchten Tee wieder verkäuflich zu machen.

Verhältnismäßig die sichersten Anhaltspunkte, ob Beimischung eines schon gebrauchten Tees vorliegt, gibt die Bestimmung des Tee-Extrakts und der Teesache.

Wie aus folgender Tabelle zu ersehen ist, macht sich nach Eder zwischen frischen und bereits extrahierten Teeblättern eine große Verschiedenheit bemerkbar.

	Originalblätter				Extrahierte Blätter			
	Gerbstoff	Extraktivstoffe	Asche	in Wasser lösliche Asche	Gerbstoff	Extraktivstoffe	Asche	in Wasser lösliche Asche
Schwarzer Kongo I. . .	11·20	40·3	5·43	2·83	0·14	10·2	3·92	0·94
„ „ II. . .	10·10	39·4	6·21	1·55	5·65	15·3	4·89	0·46
„ „ III. . .	8·36	37·6	6·05	2·32	3·31	8·5	4·27	0·39
Assam Souchong . . .	10·95	44·3	5·22	3·09	5·07	19·2	4·96	1·05
Grüner Haysan . . .	12·44	43·2	4·89	2·77	5·36	13·2	3·41	0·74
Gelber Japan . . . .	13·07	39·5	5·81	2·73	2·62	12·0	3·40	0·47

Man kann demnach fordern, daß ein guter Tee nicht unter 35% in Wasser lösliche Substanzen enthalte, welcher Gehalt auch im englischen Gesetze bestimmt ist. Die Asche soll nicht über 6% hinausgehen.

Der Paraguaytee besteht aus den Blättern von *Ilex paraguayensis*. Dieser Tee wird in den südamerikanischen Staaten viel benützt. Seine Zusammensetzung und seine Wirkung ist dem ostindischen Tee sehr ähnlich. Sein Infusum ist braungelb, herb und etwas bitter. Das Aroma dieses Tees geht bald verloren, weshalb derselbe für längere Zeit nicht haltbar ist.

Koka, die Blätter von *Erythroxylon Coca*, wird namentlich von den Indianern der Anden zum Teil gekaut, zum Teil als Teeaufguß verwendet. Koka enthält ein flüchtiges (Hygrin) und ein nicht flüchtiges (Kokain) Alkaloid. Letzteres soll in toxi-kologischer Beziehung dem Atropin nahe stehen und wirkt, in größerer Menge genommen, als Gift, Delirien und Erschöpfung bedingend. Koka ist, in mäßigen Mengen genossen, ein die Muskeltätigkeit besonders anregendes, Abspannung und Ermüdung zurückdrängendes Genußmittel. Indianer sollen bei Genuß der Koka die größten Strapazen überwinden.

### Kakao.

Der in Amerika zwischen 15° nördlicher und 5° südlicher Breite heimische und dort häufig gebaute Kakaobaum (*Theobroma Cacao*) trägt fleischige, unseren reifen Gurken ähnliche Früchte, welche zahlreiche Samen, meist horizontal in fünf Längsreihen angeordnet, in dem Fruchtfleische eingebettet enthalten. Die reifen Samen sind eiförmig, häufig auf einer oder auf beiden Seiten plattgedrückt, besitzen eine dünne, papierartige, genervte Schale von hellbrauner bis grauer Farbe, welche bei einigen Kakaosorten sich leicht vom Kern trennt, leicht zerbrechlich ist, bei anderen fest und zähe auf demselben haftet. Um letztere von dem fest anhängenden Fleische zu befreien, schneidet man die Früchte auf, nimmt den Inhalt heraus und unterwirft ihn, in Haufen oder in Gruben gelegt, einer Art Gärung. Sobald die Masse locker geworden ist, wäscht man das breiig gewordene Fleisch weg und trocknet die gereinigten Samen an der Sonne. Hiedurch wird die Keimfähigkeit der Samen aufgehoben und ihre Farbe wird braun. Auch verliert sich hierbei der den Samen ursprünglich eigentümliche herbe Geschmack.

Cortez brachte die Kenntnis des Kakao 1520 nach Spanien, von wo sie sich weiter verbreitete.

Um aus den so erhaltenen Samen die zur Anfertigung der Schokolade dienende Kakaomasse zu bereiten, werden die gereinigten Samen zunächst in ähnlicher Art wie der Kaffee, doch nur bei einer 100° nicht übersteigenden Temperatur geröstet. Der geröstete Kakao wird durch Schrotmühlen und Windfeger von Schalen und Häutchen befreit und auf durch Dampf erwärmten Granitwalzen zu einer äußerst feinen, in der Wärme sirupartig flüssigen Masse gerieben, welche beim Erkalten zu einer festen, braunen, fettigen Substanz, der Kakaomasse, erstarrt. Aus der Kakaomasse wird durch Zusatz von Zucker und Gewürzen, namentlich Vanille und Zimt, die gewöhnliche Schokolade gemacht.

Die Kakaomasse zeigt nach Analysen von Mitscherlich folgende durchschnittliche Zusammensetzung: Kakaobutter 45—49%, Stärke 14—18%, Zucker 0·60%, Zellulose 5·8%, Pigment 3·5—8%, Eiweiß (eine Albuminart) 13—18%, Theobromin (und Koffein) 1·2—1·5%, Asche 3·5%, Wasser 5·6—6·3%.

Benennung	Wasser	Stickstoff- substanz	Theo- bromin	Fett	Zucker	Sonstige stickstoff- freie Extraktiv- stoffe	Asche
1. Schokolade in Stücken	3·06	16·51	0·47	54·90	—	21·27	3·22
2. Süße Schokolade . . .	2·81	5·56	0·56	17·57	54·80	15·40	2·98
3. Bittere Schokolade . .	1·91	13·04	1·04	51·83	—	27·35	3·77
4. Vanille . . . . .	2·11	6·75	0·68	25·54	45·37	11·25	1·65

Koffein und Theobromin lassen sich nach E. Schmidt durch kaltes Benzol trennen; ersteres ist in dem Benzol löslich. In den Schalen, welche im ganzen weniger Alkaloide enthalten als die Kerne, ist fast eben soviel Koffein als Theobromin vorhanden.

Das Kakao fett, auch Kakaobutter genannt, wird aus den geschälten Bohnen durch Pressen in der Wärme gewonnen; der in den Preßmateriaien zurückbleibende Teil wird zur Stearinkerzenfabrikation verwendet. Kakaofett ist ein Gemisch der Glyceride, der Öl-, Laurin-, Palmitin-, Stearin- und Arachinsäure; es schmilzt zwischen 30—40°.

Der mittlere Stärkegehalt dürfte etwa 10% sein. Außerdem findet sich Weinsäure, Gerbsäure und das Kakao-rot; letzteres ist vielleicht ein Oxydationsprodukt der Gerbsäure. Die Kakaogerbsäure scheint ein Glykosid zu sein. Die Natur des Aromas ist nicht näher bekannt.

Wie aus dieser Zusammensetzung der Kakaomasse erhellt, ist dieselbe nicht nur allein als Genußmittel, sondern auch als wertvolles Nahrungsmittel zu schätzen. Als Genußmittel steht Kakao dem Kaffee und Tee nahe, da der wirksame Bestandteil des Kakao, das Theobromin, in toxischer und physiologischer Beziehung ähnlich wie Tein wirkt und bei Herstellung der Kakaomasse ähnliche Röstprodukte gebildet werden, wie beim Brennen des Kaffees und bei der Schwitzung des Tees; außerdem enthält Kakao auch Koffein (E. Schmidt).

Als Nahrungsmittel enthält Kakao reichliche Mengen von Fett und auch etwas Eiweiß. Regelmäßiger Genuß des Kakao ist nicht immer ratsam, weil hiedurch leicht Verstopfung eintritt.

‡ Die mannigfachen Vorzüge der Kakaopräparate werden durch den hohen Preis und die Häufigkeit und Leichtigkeit der Fälschungen geschmälert.

Die teureren Sorten der Schokolade enthalten wohl in der Regel ausschließlich die obgenannten Materialien (Kakao, Zucker, Gewürz); in den billigeren Sorten sind die wertvollen Bestandteile der Kakaobohne

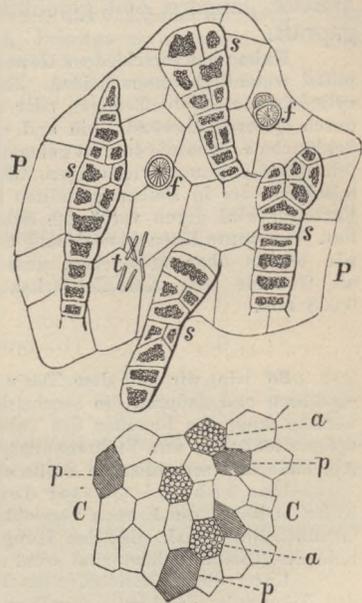


Fig. 229.

durch wohlfeile Bestandteile substituiert. Die Erkennung solcher Zusätze wird für den Konsumenten erheblich erschwert durch die Gegenwart stark riechender und schmeckender Substanzen und es sind daher vorzugsweise die stark parfümierten Sorten, in welchen sich Beimischungen von Getreide- und Hülsenfruchtmehl, Dextrin, gerösteten Eicheln, gepulvertem Kastanien, gepulvertem Mahagoni- und Zigarrenkistenholz, Kakaoschalen, Hammelfett, Kalbsfett, Sesamöl in größerer Menge vorfinden.

Man kann Kakao und Schokolade auch mikroskopisch untersuchen, um etwaige fremde Zusätze nachzuweisen. Die reine Schokolade soll nur aus dem enthülsten Samen und Zucker bestehen und daher nur die Gewebeelemente des Samenkornes und der inneren Samenhaut enthalten. Will man Schokolade mikroskopisch untersuchen, so wird sie kalt zerrieben, zuerst zur Beseitigung des Fettes mit Äther, dann zur Beseitigung des Zuckers mit lauwarmem Wasser ausgezogen und nun das in Äther und Wasser Unlösliche unter das Objektiv gebracht. Behufs der mikroskopischen Prüfung von Kakao wird etwas von der Masse fein zerrieben, ein Teil davon mit verdünntem Glycerin gemischt, ein anderer Teil mit Wasser längere Zeit geschüttelt, auf einem Filter gesammelt und dann geprüft.

Kakao hat verschiedene Gewebeelemente, welche sich von denen der Verfälschungsmittel wesentlich unterscheiden. Zunächst sind zu erwähnen (Fig. 229) die verlängerten zylindrischen, keulenförmigen oder spindelförmigen, an ihrem einen Ende oft geteilten, durch Querscheidewände, hin und wieder auch durch Längsscheidewände geschichteten Schlauche *s*, dann die in Fett gelagerten, zusammengesetzten, winzige Stärkemehlkörnchen führenden, braunen, vieleckigen Zellen *a* der Keimlappen *CC* und die denselben untermischen oder in Reihen gestellten Zellen *p*, einen rotbraunen Farbstoff enthaltend. Der Farbstoff wird durch verdünnte Schwefelsäure blutrot und durch Essigsäure violett gelöst. Verdünnte Eisenchloridlösung tingiert blau. Die Stärkemehlkörnchen des Kakao sind, wie bereits oben angegeben, zusammengesetzt und  $\frac{1}{6}$  bis  $\frac{1}{8}$  im Durchmesser kleiner als Getreide oder Kartoffelstärkekörnchen. Ihr Durchmesser schwankt von 0·005 bis 0·008 *mm*.

### Tabak.

So wie wir mit dem Tee und Kaffee Röstprodukte und toxisch wirkende Stoffe einführen und dadurch die beschriebenen nervenerregenden Wirkungen hervorrufen, so vermag auch das Rauchen des Tabaks durch die hiebei sich bildenden sehr verschiedenartigen Röstungs- und Verbrennungsprodukte und durch die im Tabakrauche vorhandenen Alkaloide und aromatischen Stoffe einen gewissen Reiz zu setzen.

Der Tabak ist unter den Reizmitteln entschieden das leicht entbehrlichste; die Frauen verzichten ohne allen Schaden zumeist zeitlebens auf diesen Genuß. Der Tabak stillt den Hunger, ähnlich wie Opium und Alkohol. Weitere Vorteile des Tabakrauchens sind wohl schwer zu beweisen.

Unter den Bestandteilen des Tabakblattes sind die wichtigsten: das giftige Nikotin, das Nikotianin, das häufig angeführt wird, jedoch seiner Natur nach ungenügend bekannt ist, und organische Säuren. Der fertige Tabak enthält manchmal nur Spuren (syrischer), Havannatabak 0·5%, deutsche und andere Tabake 3—4% Nikotin. Der Nikotianin-gehalt schwankt zwischen 0·02 bis 0·30%.

In hygienischer Beziehung sind mit Rücksicht darauf, daß der Tabakgenuß hauptsächlich im Rauchen besteht, vorzüglich die Rauchbestandteile von Interesse. Sie beeinflussen nicht nur den eigentlichen Tabakgenuß, sie gelangen auch in die Mundhöhle und mit dem Speichel in den Magen.

Die Anschauungen über die Zusammensetzung des Tabakrauches sind noch nicht geklärt. Der Tabakrauch enthält Nikotin, Nikotianin, Kohlensäure, geringe Mengen von Kohlenoxyd und Blausäure, Schwefelwasserstoff, Sumpfgas, flüchtige Fettsäuren, Phenol, Kresot, benzolartige Kohlenwasserstoffe, viel Ammon und eine Reihe von Pikolin- und Pyridinbasen. Die giftigen Wirkungen des Tabakrauches kommen hauptsächlich den Pikolin- und Pyridinbasen, dem Nikotin und dem Kohlenoxyd zu.

Die Wirkungen des Tabakrauchgenusses äußern sich sehr verschieden nach der Individualität des Rauchers und insbesondere nach der Widerstandsfähigkeit gegen Tabakgift.

Gewiß ist, daß der gewohnheitsmäßige Genuß des Tabaks wenigstens manchen ernste Leiden bringt (Appetitlosigkeit, Betäubung des Sensoriums, chronischen Larynx- und Magenkatarrh, Schwindel, Schwäche, Herzklopfen, Zittern, Amblyopie, Amaurose etc.); andererseits gewöhnen sich unzählig viele, nachdem sie und trotzdem sie die ersten so unangenehmen Tabakintoxikationen durchgemacht haben, an das Rauchen; die Zigarre oder die Pfeife wird ihnen ein allmähliches Bedürfnis.

Nahezu stets wird das Rauchen schädlich, wenn der Tabakrauch verschluckt oder die Tabakblätter gekaut werden. Magen und Rachenkatarrhe sind davon die geringsten Folgen. Größere Dosen Tabak, innerlich genommen (geschluckt), bewirken: Ekel, Erbrechen, Diarrhöen, ein höchst lästiges Gefühl und Unbehagen, Übelbefinden, Schwäche, Herzklopfen, Erschlaffung der Muskeln, Zittern der Glieder, Angst, Atemnot, Blässe und Kälte der Haut, kalten Schweiß, Schwarzwerden vor den Augen, Verengung der Pupille, Betäubung oder Schlaf. Der höchste Grad der Vergiftung aber, der auf sehr große Gaben erfolgt, führt zu Krämpfen, Schlafsucht, Lähmungen und Tod, wenn der betäubende Schlaf nicht rechtzeitig durch geeignete Gegenmittel (Spiritus Mindereri) unterbrochen wird.

Bei der fabrikmäßigen Zubereitung der Tabakblätter zu Rauchtobak und zu Zigarren wird ein Teil der in den Tabakblättern enthaltenen Giftstoffe durch Beizen und Gärung zerstört. Neuerdings werden sehr nikotinarmer Tabake hergestellt, deren Konsum keine schädigende Wirkung auf das Herz äußert.

Literatur: Kießling R., Beiträge zur Kenntnis des Tabakrauches. Arch. f. Hyg. Bd. 20, 94, 211. — Abeles M. und Paschkis H., Beiträge zur Kenntnis des Tabakrauches. A. f. Hg. Bd. 14, 92, 209.

## Zwölftes Kapitel.

### Alkoholische Genußmittel.

#### Das Bier.

##### *Die Bierbereitung.*

Das Bier gehört zu den weitverbreitetsten Getränken. Die Herstellung bierähnlicher Getränke war sicherlich bereits den Ägyptern bekannt. In Deutschland hat sich die Bierproduktion besonders seit Mitte des 16. Jahrhunderts, als namentlich die Klöster mehr und mehr das Monopol der Bierbereitung verloren hatten, stark ausgedehnt. Während früher aber neben dem Biere vor allem die einheimischen Landweine genossen wurden, mußte bei dem Anwachsen der Bevölkerung und der geringen Fähigkeit des Weinbaues, dieser sich anzupassen, mehr und mehr der Bierkonsum steigen.

Die Herstellung des Bieres erfolgt in vier getrennten Operationen:

1. Die Malzbereitung, 2. die Darstellung der Bierwürze, 3. die Gärung der Bierwürze, 4. die Aufbewahrung und Pflege des Bieres.

Zunächst muß das Stärkemehl der Gerste in einen gärungsfähigen Zucker umgewandelt werden. Dies geschieht zum Teil beim Keimen der Gerste. Es wird dabei durch ein Ferment, welches während des Keimens entsteht, Diastase (Maltin), die Stärke in Dextrin und Maltose verwandelt.

Das Keimen wird erreicht, indem man die Gerste (welche beim Keimen am reichlichsten Maltose bildet) in Quellbottichen einweicht. Die Gerste kommt nun in die Malztenne, in der sie bei einer Temperatur bis zu 40° C gehalten wird, bis die Keime etwa drei Viertel der Länge des Kornes betragen. Die Keime (Grünmalz) werden

nun durch schnelles Trocknen in der Wärme getötet, indem man sie in einem besonderen Raume, der Malzdarre, einer Temperatur von 50° aussetzt (Darrmalz). Durch Putzmühlen werden von dem Malze die Würzelchen (Keime) beseitigt. Darauf wird das Darrmalz geschrotet.

Die eigentliche Biererzeugung beginnt mit der Bereitung der Bierwürze. Die Würze wird durch Behandlung des geschroteten Malzes mit Wasser dargestellt. Das Wasser wird meist anfangs mäßig warm gehalten, später wird die Maische gekocht. Das warme Wasser löst die Maltose und zugleich die Diastase auf, welche die übrige im Malz enthaltene Stärke zu gleichen Teilen in Dextrin und in Maltose (von anderen Übergangsprodukten sei abgesehen) überführt. Durch das spätere Kochen wird die Würze konzentriert und die eiweißhaltigen Substanzen, welche das Wasser ausgezogen hat, werden teilweise zum Gerinnen gebracht. Zu gleicher Zeit wird die Flüssigkeit gehopft.

Die Gerbsäure des Hopfens befördert die Klärung der Würze, und seine übrigen Bestandteile geben der Flüssigkeit nicht nur die eigentümliche Bitterkeit und ihr Aroma, sondern sie dienen auch zur Mäßigung der Intensität der Gärung und größerer Haltbarkeit des Bieres.

Dann wird die Flüssigkeit gekühlt. Das Kühlen der Würze geschieht sehr rasch.

Die gehörig abgekühlte Würze wird mit einer genügenden Menge Hefe versetzt und in den Gärlokalitäten garen gelassen. Die Eigenschaften des zukünftigen Bieres hängen wesentlich von der Qualität der Hefe und von der Temperatur beim Gärungsprozesse ab. Soll das zukünftige Bier von größerer Haltbarkeit werden (Lagerbier, Unterhefenbier), so muß der Verlauf der Gärung ein langsamer sein. Wenn aber das zu erzeugende Bier bald zum Verbräuche gelangt (Oberhefenbier), so läßt man die Gärung rascher ablaufen.

Durch die Gärung verschwindet aus der Würze fast alle Maltose, von welcher etwa die Hälfte sich als Kohlensäure verflüchtigt, die andere Hälfte sich in Alkohol verwandelt.

Nach beendeter Hauptgärung, welche bei Lagerbier bis 10 Tage, bei Schankbier oft nur 6 bis 7 Tage dauert, wird die gegorene Würze grünes Bier (Jungbier) genannt. Nachdem es durch Abscheiden der suspendierten Hefe hell geworden ist, ist es reif zum Einlagern in Fässer.

Zur Nachgärung und Lagerung wird das Bier in die Lagerkeller gebracht, die kühl sein müssen und eine zu allen Jahreszeiten möglichst konstante Temperatur haben sollen, damit die Nachgärung gleichmäßig und langsam verlaufe. Zweckmäßige Anlage, Einrichtung und Behandlung der Lagerkeller bedingen wesentlich die Qualität und Haltbarkeit des Bieres.

Die Hefepilze sind in der Natur weit verbreitet. In wildem Zustand benützt man Hefe nur zur Weinbereitung; für die Bierbereitung und die Darstellung des Alkohols hat man die Hefe gewissermaßen zu einer Kulturpflanze gemacht.

Früher unterschied man bei der Bierhefe nur zwei Varietäten: die Oberhefe, welche bei 18—25° lebhafte Gärung hervorruft, und die bei 4—12° gedeihende Unterhefe. Namentlich durch die Untersuchungen Hansens wissen wir jetzt, daß es sehr viele Spezies und Rassen unter den Bierhefen gibt, welche oft in Reinkultur oder aber als Gemenge Anwendung finden. Die Herstellung von Bier mittels Reinkultur einer Spezies von Hefen hat sich nicht völlig bewährt (siehe später).

Nur die Hefegärung soll in dem Biere verlaufen, indes jedwede andere Art der Gärung ausgeschlossen bleiben soll. Daher ist bei dem Brauverfahren die größte Reinlichkeit unbedingt nötig, wie auch die Lokalitäten reine, staubfreie (keimarme) Luft enthalten sollen.

Auch bei der Nachgärung findet eine fortgesetzte Zersetzung der Maltose in Alkohol und Kohlensäure statt, dagegen tritt die Bildung neuer Hefezellen nicht mehr so stark hervor; zugleich bleibt ein großer Teil der Kohlensäure im Biere absorbiert zurück. Eine vollständige Vergärung der gärungsfähigen Substanzen findet aber niemals statt. Das Bier ist deshalb stets ein nicht vollkommen vergorenes Getränk.

Ein gut bereitetes Bier enthält:

a) Alkohol (3—5%); b) Kohlensäure (von 0·1 bis 0·2%); c) Maltose und Dextrin (4—5%); d) Eiweißsubstanzen, Peptone und Amide (ein Liter bayrisch Bier liefert durchschnittlich 0·5 bis 1·2 g Stickstoff); e) organische Säuren, namentlich Bernstein-, Milch-, Propion- und Essigsäure. Sie sind in kleiner Menge im Biere enthalten und bedingen die saure

Reaktion, die das Bier auch dann zeigt, wenn aus ihm die freie Kohlensäure beseitigt wurde. Der Säuregehalt soll für 100 cm<sup>3</sup> Bier 3 cm<sup>3</sup> Normalalkali nicht überschreiten; *f*) kleine Mengen von Fett und Glyzerin, welches letztere ein Produkt der Gärung ist; *g*) die anorganischen Bestandteile der Gerste und des Hopfens, insbesondere phosphorsaure Verbindungen in beträchtlicher Menge (die Menge der Asche beträgt im Durchschnitte 0·18 bis 0·28<sup>0</sup>/<sub>10</sub>); *h*) Bestandteile des Hopfens, und zwar ölige, bittere und aromatische Stoffe.

Die Summe sämtlicher Bestandteile eines Bieres nach Abzug des Wassers heißt sein Gesamtgehalt, die Summe der nicht flüchtigen Extraktgehalt.

Die chemische Zusammensetzung bekannter deutscher und österreichischer Biersorten ist folgende:

Benennung	Spez. Gewicht	Wasser	Kohlen-säure	Alkohol	Extrakt	Eiweiß	Zucker	Dextrin	Säure	Asche	Phosphor-säure
Leichte Bier-sorten . . .	1·0149	91·05	0·19	3·46	5·49	0·81	0·95	3·11	0·15	0·21	0·05
Bockbier . . .	1·0213	88·06	0·22	4·74	7·20	0·62	1·25	—	0·17	0·26	0·09
Porter und Ale Münchner	1·0189	89·08	0·21	4·89	6·03	0·53	0·84	—	0·31	0·31	0·06
Hofbräu . . .	1·0170	—	—	3·70	5·87	—	—	—	—	—	—
Spatenbräu . . .	1·0207	—	—	3·23	6·61	—	—	—	—	—	—
Berliner Weiße	1·0133	—	—	3·91	4·85	—	—	—	—	—	—
Gose . . . . .	1·02	—	—	5·00	5·30	—	—	—	—	—	—

Österreichische Biere	Spezifisches Gewicht	Wasser	Kohlen-säure	Alkohol	Extrakt	Eiweiß	Säuren als Milch-säure	Asche
Liesinger Lagerbier . . .	1·0179	90·24	—	3·72	6·74	0·45	0·16	0·21
Klein-Schwechater . . .	1·0174	89·95	0·25	3·90	6·15	—	—	0·19
Pilsner (Aktien) . . . .	1·0129	92·06	0·14	3·55	5·15	—	—	0·19
Pilsner (Bürgl. Bräuhaus)	1·0130	91·15	—	3·46	4·97	0·37	0·16	0·20
Simmeringer Lager . . .	1·0211	89·20	—	4·06	5·74	0·45	0·20	0·21
Währinger Lager . . . .	1·0153	90·57	—	3·85	5·58	0·42	0·14	0·22
Liechtentaler Lager . . .	1·0140	91·34	—	3·57	5·09	0·46	0·10	0·18
Ottakringer Lager . . . .	1·0157	90·60	—	3·85	5·55	0·39	0·16	0·21

### Hygienische Bedeutung des Bieres.

Unter allen alkoholischen Getränken bietet das Bier den Alkohol in der größten Verdünnung, die schädlichen Folgen treten daher nie in dem Grade hervor, wie etwa bei den Trinkbranntweinen. Die Resorption vom Magen ist auch eine nur allmähliche. Doch kann der übermäßige Genuß von Bier, namentlich durch Störungen der Verdauung und, wie manche meinen, auch durch Erzeugung von Herzkrankheiten, die Gesundheit untergraben. Das Bier wirkt diuretisch, und

zwar durch seinen Alkohol- wie Kohlensäuregehalt. In manchen Fällen der Bierfälschung ist die erhöhte Diurese aber sicherlich auch auf den Glyzeringehalt zu beziehen. Junges Bier erzeugt manchmal quälenden Harndrang und einen Reiz des Urogenitalapparats (Biertripper); die gleichen Erscheinungen kann man auch durch den Genuß eines Dekokts von Hopfen hervorrufen. Man führt die Wirkung auf das Hopfenharz zurück. Ein wirksames Antidot gegen die Schädigung durch zu „junges Bier“ stellt die Muskatur vor, wie seit alters her bekannt. Bier, welches reich an Hefepilzen ist (hefetrübes Bier), bewirkt Magen- und Darmkatarrh. In mäßig hefetrübem Biere fand man in  $1\text{ cm}^3$  etwa 3900 Keime.

Die Nahrungsstoffe in dem Biere sind ihrer Menge nach nicht sehr beträchtlich.  $1\text{ l}$  Bier enthält etwa so viel Eiweiß als  $120\text{ g}$  Milch oder  $60\text{ g}$  Brot oder  $25\text{ g}$  Fleisch und so viel Kohlehydrate als  $150\text{ g}$  Brot. Es ist eine volkstümliche Anschauung, daß Bier dick mache. Von dem Genuße von Bier allein würde wohl niemand erheblich an Gewicht zunehmen; da aber das Bier auch den Appetit anregt, so wird eben auch die Nahrungszufuhr durch dasselbe erhöht. Nicht unwesentlich erscheint, daß das Bier sicherlich den Mißbrauch des Branntweins einschränkt und damit dessen akute und chronische Intoxikationen verhütet.

Der Bierkonsum hat sich aber in manchen Länder leidern weit mehr ausgedehnt, als gerade mit Rücksicht auf den Volkswohlstand zu wünschen ist. Es berechnet sich als Konsum für den einzelnen im Jahre 1903:

in Belgien . . . . .	215	l
„ England . . . . .	134	l
„ Deutschland . . . . .	115	l
„ Österreich . . . . .	67	l
„ Frankreich etwa . . . . .	21	l
„ Rußland . . . . .	5	l
„ Italien. . . . .	0.1	l

Das Bier teilt sich in den verschiedenen Ländern auch noch mit den verschiedenen anderen Getränken, wie Schnaps und Wein, in den Konsum.

#### *Surrogate bei der Biererzeugung.*

Die Erfahrung lehrt, daß durch strenge gesetzliche Strafen, wie z. B. die bayrische Gesetzgebung sie festsetzt, der Mißbrauch von Surrogaten zur Bierbereitung ganz unterbunden werden kann.

Es ist aber auch bekannt, daß in den Bierbrauereien vieler Staaten zahlreiche Surrogate des Malzes, namentlich Stärke, Stärkezucker, ferner Grünmalz, Mais und Reis zur Bierfälschung in Gebrauch gekommen sind.

Alle diese Zusätze sind bedenklich. Bei der Vergärung des aus Kartoffelstärke entstandenen Zuckers bildet sich immer Fuselöl (Amylalkohol), das besonders das Gefühl von Schwere und Eingenommensein des Kopfes, Betäubtsein und Übelbekommen nach dem Genuße solcher Getränke veranlaßt.

Alle aus Malzsurrogaten erzeugten Biere haben einen verminderten Wert als Genußmittel und es sollte demnach der Verkauf solcher

Präparate unter dem Namen „Bier“ nicht gestattet werden. Das gleiche gilt auch, wenn statt des Hopfens andere Zusätze zum Biere verwendet werden.

Die verschiedenen Bitterstoffe, welche als Ersatzmittel des Hopfens dienen, sind — Bitterklee und Zentaureabitter ausgenommen — der Gesundheit direkt mehr oder weniger nachteilig.

Viele Hopfenhändler suchen durch betrügerische Manipulationen altes und schlechtes Material als scheinbar gutes abzusetzen.

Jene Behandlungsweisen des Hopfens, welche zu seiner besseren Konservierung dienen und seine Qualität nicht schädigen, sind nicht als Hopfenverfälschung anzusehen. Hiezu ist zu rechnen das Schwefeln, das Pressen und das Aufbewahren des Hopfens in dichten Gefäßen.

Neben dem natürlichen Hopfen finden sich im Handel unter dem Namen Hopfenöl Hopfenaroma, Hopfenextrakt Präparate, welche aus dem Hopfen selbst gewonnen sein sollen. Vom chemischen und hygienischen Standpunkte aus ist ihre Einführung nicht zu empfehlen.

Ein weiterer vielfach üblicher Zusatz zum Biere ist der von Glycerin. Glycerin ist zwar ein normaler Bestandteil des Bieres, aber die Menge desselben ist eine außerordentlich kleine (0.2%). In vielen Brauereien werden aber dem Biere neben dem darin als normaler Bestandteil vorkommenden Glycerin nach der Gärung auf je 100 l noch zwischen  $\frac{1}{2}$  und 1 l käufliches Glycerin zugesetzt. Hiedurch wird der Geschmack des Bieres süßer, vollmundiger und erzeugt bei dem Trinker den Glauben, als wäre das Bier sehr extraktreich. Ein solches mit Glycerin versetztes Bier bildet einen feinen, zarten, gefälligen Schaum. Häufig auch setzt der Brauer dem Biere Glycerin zu, um begangene Fehler beim Brauen zu verdecken, z. B. wenn durch Verwendung ungeeigneter Hefe oder eines alten oder überhaupt wenig kräftigen Hopfens die Gärung zu rasch oder unregelmäßig abläuft und dadurch das Bier weniger haltbar wird. Der Zusatz von Glycerin ist absolut unzulässig. Das reine Glycerin gehört keineswegs zu den für den Organismus indifferenten Körpern. Weiter ist zu beachten, daß das meiste Glycerin des Handels sehr bedeutsame Verunreinigungen, häufig Ameisensäure, Oxalsäure, Buttersäure u. s. w. enthält.

Ebenso ist der neuerdings viel geübte Zusatz von Saccharin als Fälschung aufzufassen.

Unter den verschiedensten, häufig schwer oder gar nicht zu vermeidenden Umständen tritt ein Trübwerden des Bieres ein, das zu seiner Verderbnis führt oder seinen Absatz beeinträchtigt. Der Brauer wendet in solchen Fällen Klärungsmittel an. Gegen die Klärung des Bieres durch Hasel- und Weißbuchenspäne, gegen Hausenblase, Gelatine und Tannin ist nichts einzuwenden; dagegen ist als Klärungsmittel der in neuerer Zeit in Anwendung gekommene, gesundheitlich bedenkliche, saure schwefelsaure Kalk, dann Zusatz von Schwefelsäure und Alaun unbedingt unzulässig.

Um eine größere Haltbarkeit des Bieres zu erzielen, sind mancherlei Zusätze gebräuchlich. Wird das Brauverfahren mit Umsicht und Verständnis geleitet und hiebei gutes Material verwendet, so genügt jetzt, wie früher, wo man nichts anderes kannte, das Harz des Hopfens und das Pech der Fässer zur Konservierung. Auch das Pasteurisieren ist eine Konservierungsmethode, welche rationell ist; es

besteht einerseits auf der Darstellung und Verwendung einer möglichst reinen, d. h. von den „Krankheitsfermenten“, besonders der Essig- und Buttersäuregärung befreiten Hefe, anderseits darauf, daß die Bierwürze zunächst stark erhitzt und hierauf unter Bedingungen gesetzt wird, welche das Eindringen von Pilzkeimen aus der Luft verhindern. Bedenklicher sind aber hiegegen die zur Bierkonservierung nicht selten benützten Borpräparate und die Salizylsäure. Gut gebrautes Bier bedarf dieser Zusätze nicht.

Hie und da wird die Farbe der Biere durch künstliche Zusätze nuanciert. Helle Biere werden durch sogenannte Zuckercouleur und ähnliche färbende Stoffe dunkler gemacht. Pikrinsäure färbt lichtgelb und macht das Bier bitter. Da die Pikrinsäure giftig ist, bedarf das Unerlaubte ihres Zusatzes keiner weiteren Erörterung. Auch die Zugabe von Zuckercouleur ist zu verbieten. Der Konsument schätzt die dunkle Farbe als ein Zeichen eines höheren Extraktgehaltes; die Zugabe von Couleur soll aber den letzteren vortäuschen.

Saure Biere sucht man durch Pottasche, Soda u. dgl. zu verbessern. Dies gelingt nur bei geringen Säuregraden. Bei stärkerem Säuregrade ändert sich bei der Neutralisation der Geschmack des Bieres und es wird trübe. Es sind daher stets saure Biere vom Genusse auszuseiden.

Nach dem Dargelegten muß daran festgehalten werden, daß gutes Bier nur aus Gerstenmalz, Hopfen, Hefe und Wasser hergestellt werden kann.

#### *Ausschank des Bieres.*

Wenn Bier längere Zeit in unreinlich gehaltenen Gefäßen steht, nimmt es einen ekelhaften Geschmack und Geruch an. Besonders leicht aber wird der Geschmack durch Metallgefäße deutlichst metallisch und unangenehm. Läßt man Bier nur kurze Zeit mit blankem Kupfer oder Zink in Berührung, so lassen sich die beiden Metalle gelöst nachweisen.

Vielfach wird nun dem Biere in neuerer Zeit in den sogenannten Bierpressionen Gelegenheit gegeben, Metalle aufzunehmen.

Die Bierpressionen bestehen aus einer Kompressionspumpe, welche die Luft nach einem Luftkessel treibt. Bei dem Anstechen bringt man das Faß mit diesem Luftkessel mittels einer Zuleitungsröhre in Verbindung, während durch eine zweite Röhre, die Bierleitungsröhre, das Bier aus dem Fasse nach dem Ausschank geleitet wird.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß die Luftpression die behauptete längere Zurückhaltung der Kohlensäure nicht bewirkt, vielmehr das Schalwerden eines großen Teiles des Faßinhaltes veranlaßt und die Säurebildung im Biere begünstigt. Seit einiger Zeit verwendet man reines Kohlendioxid an Stelle der Luft, wodurch selbstverständlich der erhobene Einwand hinfällig wird.

Ferner können, wenn die zur Pression verwendete Luft nicht aus freier Atmosphäre, sondern, wie das in der Regel der Fall ist, aus Kellern, Höfen, Stuben entnommen wird, dadurch dem Biere schädliche Stoffe, möglicherweise Infektionskeime zugeführt werden. Durch Leitungen, die nicht aus englischem Zinn bestehen, kann das Bier metallhaltig werden. Namentlich sind Bleiröhren und Kautschukschläuche ganz verwerflich. Auch Röhren aus Kupfer, Zink und Bleikompositionen geben an Bier Metall ab. Steht Bier über Nacht in Bleiröhren, so wird es bleihaltig. Wie viel Blei aus solchen Röhren an das Bier abgegeben wird, geht schon daraus hervor, daß jede Bleiröhre, die längere Zeit beim Bierausschank benützt wird, sehr bald deutliche Zeichen der Korrosion aufweist. Kautschukschläuche sind als Bierleitungsröhren deshalb zu verwerfen, weil die geringen Sorten große Mengen von Mennige, Bleioxyd oder Zinkoxyd enthalten. Außerdem haben die Kautschukschläuche das Unangenehme, daß das Bier leicht den Geschmack und den Geruch nach Kautschuk annimmt.

Der Hauptnachteil dieser Bierpressionen besteht darin, daß die Leitungsröhren sich sehr bald verunreinigen. Es geschieht dies durch mancherlei Bierbestandteile (abgestorbene Hefe, harzige Stoffe des Hopfens, Salze), welche sich an den Wandungen der Leitungsröhren festsetzen. Dieser Niederschlag nimmt rasch an Umfang zu, geht bald in Faulnis über und verdirbt das Bier, welches trüb, ekelerregend und gesundheitsgefährlich wird.

Wie das Leitungsrohr, so werden auch Leitrohr und Kompressionspumpe durch Fäulnisstoffe verunreinigt, da es nicht immer zu verhüten ist, daß Bier aus dem Fasse durch ersteres in letztere zurückstaut.

Die Nachteile dieser Apparate sind zum Teil zu vermeiden durch Röhren aus englischem Zinn oder Aluminium, ferner durch Anbringung eines Zwischengefäßes zwischen dem Luftkessel und dem Ansatz der Luftröhre auf das Bierfaß, zum Zwecke der Entfernung des hineingetretenen Bieres und insbesondere durch tägliches Ausspülen der Röhrenleitungen mit warmem Wasser neben periodischer Reinigung mit Dampf.

### *Beurteilung und Untersuchung des Bieres.*

Stets wird man der eigentlichen chemischen Untersuchung eines Bieres erst eine Vorprüfung mit den Sinnen vorausgehen lassen. Dahin gehören namentlich die Prüfung des Geschmackes, des Aromas u. s. w., für deren Isolierung der dermalige Standpunkt unserer chemischen Kenntnisse und Hilfsmittel nicht ausreicht.

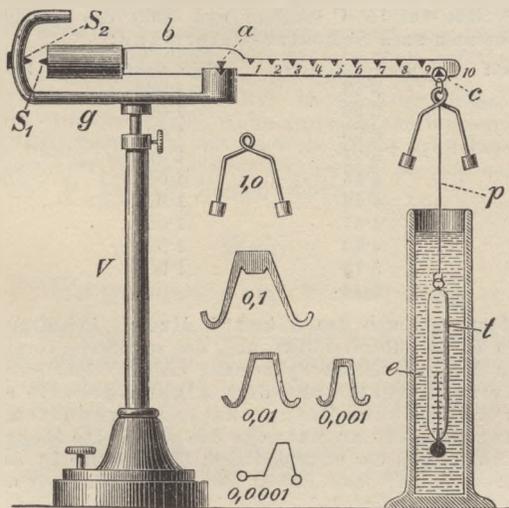


Fig. 230.

Ein gut gebrautes Bier soll hell und klar sein. Bei Beurteilung der Farbe desselben muß berücksichtigt werden, daß auf die Farbe des Bieres nicht nur das Malz, sondern auch die Umsetzungsprodukte der Eiweißkörper und die Hopfenextraktivstoffe von Einfluß sind.

Ein feiner, kleinblasiger, rahmähnlicher Schaum ist ein charakteristisches Kennzeichen eines, was den Kohlensäuregehalt betrifft, gut qualifizierten Bieres. Nur ist dabei zu berücksichtigen, daß die Art des Einschenkens auf Schaumbildung von Einfluß ist. In der Regel haben alkoholische Biere einen nur wenig hoch stehenden Schaum, vollmundige Biere dagegen einen schwer zusammenfallenden. Ein Zusatz von Glycerin macht das Bier stark schäumend.

Der Geschmack des Bieres ist prickelnd, aromatisch bitter. Die Vollmundigkeit wird durch den Gesamtgehalt der festen Bestandteile bedingt.

Der Geruch des Bieres läßt nur erhebliche Verunreinigungen erkennen. Dagegen wird durch die Destillation des Bieres, wodurch der Alkohol und das Aroma im Destillat sich anhäufen, eine Prüfung des Bieres aufs wesentlichste erleichtert.

Der Kohlensäuregehalt des Bieres läßt sich bestimmen, wenn man eine gewogene Menge Bier (300 g) in ein Kölbchen bringt, dessen Hals mit einer U-förmigen Röhre, welche mit konzentrierter Schwefelsäure getränkte Bimssteinstücke enthält, verbunden ist, und erwärmt. Die Kohlensäure entweicht, während Wasser und Alkohol von der konzentrierten Schwefelsäure zurückgehalten werden. Der Gewichtsverlust wird als Kohlensäure berechnet.

Das spezifische Gewicht läßt sich am bequemsten mittels der Westphalschen Wage (für 15° C) ermitteln. Die Westphalsche Wage (Fig. 230) besteht aus dem Stativ *V*, darauf um die Achse *a* schwingend, lagert der Wagebalken *b*. An dem einen Ende *c* wird eine kleine Senkspindel *t* mit eingeschmolzenem Thermometer befestigt.

Man taucht nun den Senkkörper in destilliertes Wasser von 15° und stellt so ein, daß die beiden Spitzen bei *S*<sub>1</sub> und *S*<sub>2</sub> in einer Ebene liegen, hiezu ist noch nötig, daß ein Reitergewicht bei *c* an den langen Wagebalken aufgelegt wird.

Jedes andere spezifische Gewicht als 1·0 bedingt eine Verschiebung bei *S*<sub>1</sub>, *S*<sub>2</sub>. Hohes spezifisches Gewicht hebt den Senkkörper, niedriges läßt ihn tiefer sinken.

Der Wage sind verschiedene Reitergewichte beigegeben, denen eines, wie schon erwähnt, aufgelegt werden muß, wenn das spezifische Gewicht = 1·0 oder größer, die anderen Reitergewichte entsprechen 0·1, 0·01, 0·001, 0·0001 spezifischem Gewichte.

Durch Verschiebung am geteilten langen Hebelarme erreicht man die nötigen Abstufungen der Gewichte.

Der Extraktgehalt des Bieres bietet für die Bestimmung meist keine Schwierigkeit, da er sich aus dem spezifischen Gewichte des alkoholfreien Bieres berechnen läßt. Man wiegt 100 g Bier ab und dampft auf etwa 30 cm<sup>3</sup> ein; sodann verdünnt man wieder auf 100 cm<sup>3</sup>, läßt auf 15° C erkalten und stellt das spezifische Gewicht fest. Es entspricht in Prozenten nach Schultze-Ostermann:

Spez. Gewicht	Prozent Extrakt	Spez. Gewicht	Prozent Extrakt
1·012	3·13	1·022	5·69
1·013	3·39	1·023	5·95
1·014	3·65	1·024	6·20
1·015	3·91	1·025	6·45
1·016	4·16	1·026	6·71
1·017	4·42	1·027	6·91
1·018	4·67	1·028	7·21
1·019	4·93	1·029	7·46
1·020	5·19	1·030	7·71
1·021	5·44		

Am besten bestimmt man den Alkohol direkt, indem man eine gewogene Menge Bier auf ein Drittel überdestilliert und das spezifische Gewicht des Destillats, d. h. des verdünnten Alkohols, mittels Pyknometer oder Westphalscher Wage feststellt.

Aus dem Extraktgehalte und dem Alkoholgehalte ergibt sich der Gehalt der ursprünglich beim Brauprozesse verwendeten Würze, indem man zu dem Prozentgehalte an Extrakt die doppelte Menge des Alkoholgehaltes hinzuzählt. Von der ursprünglichen Stammwürze ist meist ein ganz verschiedener Bruchteil vergoren; man drückt den Vergärungsgrad in Prozenten aus. Hat man eine Würze von 14% und 7% Extrakt, so ist der Vergärungsgrad 50%.

Die Säure des verdorbenen Bieres ist die Essigsäure; letztere wird abdestilliert (siehe oben), indem man einen Strom von Wasserdampf durch den Kolben schickt, in welchem sich das Bier befindet. Das Bier selbst wird gleichzeitig direkt erhitzt. Die abziehenden Dämpfe kondensiert man mittels eines Kühlers und titriert die Flüssigkeit mit Normallauge.

Das Glycerin läßt sich bestimmen, indem man etwa 50 g Bier auf 10 cm<sup>3</sup> eindampft, 3 g Ätzkalk (oder Baryt) und 5 g feinen Quarzsand zusetzt und nun (im Hofmeisterschen Schälchen) zum Trocknen verdampft. Die gepulverte Masse wird dann in einem Extraktionsapparat mit absolutem Alkohol 8 Stunden extrahiert, alsdann der Alkohol bis auf 10 cm<sup>3</sup> abgedampft, 25 cm<sup>3</sup> Äther zugesetzt und nun wohl verschlossen 12 Stunden stehen gelassen. Man filtriert und wäscht mit einer Mischung

von Alkohol und Äther nach und verdampft das Filtrat zum Trocknen. Das Gewicht des Trockenrückstands ist Glycerin.

Maltose und Dextrin können dadurch unterschieden werden, daß Maltose direkt Fehlingsche Lösung reduziert, Dextrin aber erst nach Kochen mit einer Mineralsäure. Zu diesem Zwecke werden dann 50 g Bier mit 150 cm<sup>3</sup> Wasser verdünnt, 20 cm<sup>3</sup> Salzsäure zugesetzt und 3 Stunden bei aufgesetztem Rückflußkühler erhitzt.

Unter Umständen kann die Bestimmung der freien Säure von Interesse sein. Dieselbe wird durch Titrieren des entkohlensäurten Bieres mit einer Natronlauge von bekanntem Gehalte ausgeführt. Der gefundene Säuregehalt wird entweder auf Essigsäure oder Milchsäure bezogen.

Unter den metallischen Verunreinigungen des Bieres sind hauptsächlich jene zu berücksichtigen, die infolge der zur Biererzeugung und beim Bierauschanke verwendeten metallenen Gerätschaften in dasselbe geraten können. Man weist sie nach, indem man eine nicht zu geringe Quantität des Bieres zur Trockene verdampft, einäschert und die Asche nach den Regeln der Analyse untersucht.

Wenn die Asche mehr als 3·5 g im Liter Bier beträgt, so liegt der Verdacht vor, daß dem Biere mineralische Stoffe aus den früher erwähnten Gründen (Kreide, Magnesia, Pottasche, Soda zur Neutralisation von saurem Biere, Alaun zum Klären, borsaures Natron zur besseren Haltbarmachung) zugesetzt worden sind. Durch Feststellung der chemischen Zusammensetzung der Bierasche wird man die Natur dieser Zusätze erfahren. Da die Gerste reicher an Phosphorsäure ist als die zur Biererzeugung gebräuchlichen Malzsurrogate, so ist die Bestimmung des Gehaltes an Phosphorsäure im Biere von besonderer Wichtigkeit. Echtes Bier enthält fast immer mehr als 0·6 g Phosphorsäure per 1 l. Die Phosphorsäure des Bieres läßt sich leicht quantitativ bestimmen, wenn man die Bierasche in Salpetersäure löst, die Lösung filtriert, nachwäscht, eindampft, den Eindampfrückstand in Wasser auflöst und die Lösung mit Uranlösung titriert.

Um Salizylsäure nachzuweisen, werden 10 cm<sup>3</sup> Bier mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert und mit 10 cm<sup>3</sup> Äther geschüttelt. Der Äther nimmt die Salizylsäure auf und gibt, mit Eisenchloridlösung versetzt, eine Violettfärbung.

Um die oben erwähnten Hopfensurrogate im Biere aufzufinden, empfiehlt sich das Verfahren von Dragendorff. (Chem. Zentralblatt 1881.)

Nach Brunner wird Pikrinsäure nachgewiesen, indem man 1 l Bier mit Salzsäure angesäuert, etwas rein weiße Wolle zugesetzt und längere Zeit damit auf dem Wasserbade digeriert hat; dann nimmt man die Wolle heraus, spült dieselbe mit Ammon ab, dampft diese Flüssigkeit im Wasserbade ein und versetzt sie nun mit Cyankalium: eine blutrote Färbung zeigt das gebildete Kaliisopurpurat an.

## Wein.

### *Weingewinnung und Weinbereitung.*

Die außerordentliche Verschiedenheit der einzelnen Weine beruht einerseits auf der Besonderheit der Traubenarten, weiters aber auf der Verschiedenheit der Lage und der klimatischen Verhältnisse und der Hefe, welche die Gärung erzeugt.

Die Trauben reifen nicht an allen Stellen der Weinbauanlage gleichzeitig. Wo sie sonnig liegen, vor dem Wetter geschützt sind, wo der Boden reichliche Nahrung bietet, werden die Trauben früher reif.

Während der Reifung der Weintrauben vollziehen sich eine Reihe wichtiger Veränderungen in denselben. In der ersten Periode des Wachstums, solange die Traube hart ist, steigt der Gehalt an freier Säure, später (August) wird die Traube weich, der Gehalt an Säure nimmt ab, der Zucker stellt sich ein, der anfänglich vorhandene Gerbstoff schwindet aus dem Saft und sammelt sich in Schale und Beeren und die Farbe der Weintraube kommt zur Ausbildung. Die saure Reaktion des Traubensaftes rührt von freier Weinsäure, saurem weinsauren Kali, freier Apfelsäure und sauren apfelsauren Salzen her. Während des Weichwerdens der Traube geht die freie Weinsäure durch von der Wurzel auf-

gesaugte Mineralstoffe in Salz über; in unreifen Trauben ist nur gebundene Weinsäure vorhanden. Die Traubenbeeren erhalten den Zucker aus den Blättern des Weinstockes zugeführt; anfangs findet sich nur Dextrose, je reifer die Traube wird, um so mehr Lävulose, bis schließlich von beiden Zuckern gleiche Teile vorhanden sind. Neben Stärke, welche in den Blättern die Muttersubstanz der Dextrose ist, müssen aber offenbar auch andere Polysaccharate, welche die Quelle der Lävulose sind, erzeugt werden.

Die Trauben werden zerdrückt (Maische) und abgepreßt (gekeltert), die Traubenstiele (Kämme) sucht man fernzuhalten; der Most ist eine saure Invertzuckerlösung, daneben sind Eiweißstoffe und Amidverbindungen (Asparaginsäure) und Gerbstoffe vorhanden.

Die Moste des Rheingaaues haben in 100  $cm^3$  20—26 Teile Trockensubstanz, 16—22 Teile Invertzucker, 0·8 bis 1·2 Teile Weinsäure.

Die verschiedenen Jahrgänge zeigen freilich viele Unterschiede.

Läßt man die Trauben nach der Reife auf dem Stocke, so entwickelt sich durch einen die Säuren zerstörenden Schimmelpilz *Botrytis cinerea*, die sogenannte Edelfäule. Die Traubenbeeren von Staub bedeckt, enthalten eine große Reihe von Organismen: Schimmelpilze, Bakterien, Essigsäurepilze, Hefezellen. Im guten Most kommen die letzteren in die Oberhand und unterdrücken jedes andere Wachstum. Die beste Temperatur ist 20—25°. Am zweiten Tage hat die Gärung den Höhepunkt erreicht, nach 3—6 Wochen hört sie auf, die Hefe setzt sich ab und der Wein wird in die (bei Weißweinen geschwefelten) Fässer abgezogen. Letzteres Abziehen wird von Jahr zu Jahr wiederholt, solange sich Hefe absetzt. Durch Klären und Schönen reinigt man den Wein. Gelatine, Hausenblase, auch Eiweiß dient dazu, indem diese Stoffe von der im Wein enthaltenen Gerbsäure gefällt werden. Die Gerbstoffminderung des Weines beim Schönen ist verschwindend klein. Manchmal werden auch zum Klären bestimmte Tonsorten angewendet. Nach dem Schönen wird der Wein flaschenreif.

Bei der Gärung werden die neben dem Zucker vorhandenen Stoffe angegriffen und namentlich der Weinsäuregehalt etwas vermindert. Der fertige Wein enthält Äthylalkohol und kleine Mengen des Weinfuselöles, darunter die Amyl- und Äthylester der Kapryl- und Kaprinsäure (früher Onanthather benannt), welche letztere Ursache des Weingeruches (nicht die Blume des Weines) sind. Der Amylalkohol macht einen minimalen Bruchteil von dem Äthylalkohol aus (etwa 1‰). Die kleinen Aldehydmengen des Weines sind wohl hauptsächlich mit der schwefligen Säure zu aldehyd-schwefliger Säure gebunden. Die Natur der Bukettstoffe ist noch nicht genügend sichergestellt. Die Weinsäure findet sich in der Regel im gebundenen Zustand, die freie Säure dagegen ist die Apfelsäure. Bernsteinsäure rührt von der Gärung her, desgleichen die Spuren von Essigsäure. Der Gerbstoffgehalt unterliegt großem Wechsel.

Nach Fresenius kann man annehmen, daß bei guten Traubensorten die Säure und der Zucker im Verhältnisse von 1:30 stehen; in weniger guten Jahren und bei leichten Traubensorten sinkt es oft auf 1:16, ja noch weiter herab. Es läßt sich demnach annehmen, daß im gegorenen Weine in der Regel mit dem Anwachsen des Alkohols der Säuregehalt zurücktritt. Ein Wein, der über 1‰ Säure besitzt, ist ungenießbar; ein Wein der unter 0·6‰ Säure enthält, schmeckt in der Regel matt.

Durchschnittszahlen nach König	Spez. Gewicht	Alkohol Vol.	Säure als Wein säure	Zucker	Extrakt	Asche	Farbstoff und Gerbstoff
Moselwein . . . . .	0·9977	12·06	0·608	0·204	1·885	0·203	—
Rheingauwein . . . . .	0·9958	11·45	0·455	0·378	2·299	0·169	—
Rheinheische Rotweine .	0·9961	9·55	0·582	0·326	3·011	0·218	—
Pfälzer Weine . . . . .	0·9956	11·55	0·534	0·522	2·390	0·162	—
Frankenweine . . . . .	0·9938	8·83	0·609	—	1·246	0·244	—
Elsässer Weißweine . . .	0·9906	10·14	0·546	0·092	1·723	0·207	—
Elsässer Rotweine . . .	0·9900	11·13	0·468	0·045	2·157	0·298	—
Französ. Rotweine . . .	0·9947	9·40	0·589	0·615	2·341	0·217	0·616
Tokaier . . . . .	1·0128	12·05	0·69	5·14	7·200	0·045	0·850
Portwein . . . . .	1·0045	16·41	0·47	3·99	6·17	0·29	0·17
Madeira . . . . .	0·9986	15·60	0·49	3·28	5·28	0·31	0·30
Malaga . . . . .	1·0591	11·55	0·42	13·17	17·29	0·35	8·23
Marsala . . . . .	1·0020	16·38	0·47	3·47	4·65	0·37	0·37
Sherry . . . . .	0·9999	17·01	0·52	1·53	3·47	0·46	0·60
Champagner . . . . .	1·040	9·22	0·58	10·70	11·20	0·14	0·06

Österreichische Weine	Spez. Gewicht	Alkohol Vol.	Freie Säure	Farbstoff und Gerbstoff	Asche	Extrakt
Vöslauer Goldeck . . . . .	0·9934	10·281	0·592	0·154	0·258	2·534
Erlauer 1866 . . . . .	0·9991	9·489	0·705	0·134	0·211	3·712
Gumpoldskirchner . . . . .	0·9944	9·967	0·532	0·134	0·272	2·530
Böhmische Weine:						
Lobositzer . . . . .	0·9930	12·08	0·604	—	0·156	2·150
Melniker (Rotwein) . . . . .	0·9940	11·71	0·513	—	0·175	2·020
Niederösterreich:						
Kahlenberger . . . . .	0·9951	11·80	0·723	—	0·211	2·700
Klosterneuburger . . . . .	0·9950	9·80	0·743	—	0·162	2·101
Erlauer . . . . .	0·9953	8·56	0·571	—	0·256	2·331
Steiermark:						
Sandberger . . . . .	0·9941	11·40	0·928	—	0·300	2·341
Marburger . . . . .	0·9933	10·30	0·746	—	—	2·03
Tirol:						
Entislar . . . . .	0·9965	(Gew.) 7·50 Prozent)	0·612	—	0·178	1·75
Lutenuauer . . . . .	0·9953	8·3	0·461	—	0·228	1·71
Krain:						
Drasiker . . . . .	0·9941	8·9	0·564	—	0·137	1·60
Semicer . . . . .	0·9954	9·6	0·697	—	0·223	2·13

Im Rotwein kommen zwei verschiedene Farbstoffe vor. Der Heidelbeerenfarbstoff soll nach neueren Untersuchungen mit dem Weinfarbstoffe identisch sein. Der Farbstoff ist ein Glykosid, der bei der Spaltung Zucker und Weinfarbstoff liefert.

Die Ursache der Farbe der meisten Weine ist nicht im Traubensaft zu suchen, sondern in den Schalen der Beeren und in den Kernen.

Auch die blaue Traube hat einen farblosen Saft, aber eine farbstoffhaltige Schale. Solcher farbloser Wein aus blauen Trauben, Clairret genannt, ist zur Erzeugung der Schaumweine sehr beliebt.

Ob und inwieweit der Farbstoff des Weines von dem ursprünglichen Pigment der Traubenschale differiert, darüber haben wir noch keine genügende Kenntnis.

Der in alten Rotweinen beobachtete Absatz rührt davon her, daß die in denselben befindliche Gerbsäure sich zersetzt und daß sich mit den unlöslichen Zersetzungsprodukten derselben der Farbstoff zum Teil niederschlägt.

Kohlehydrate bezw. Zucker findet sich in normalem Weine nicht. Die Reduktion, welche man bei der Trommerschen Probe erhält, ist auf die sogenannten Extraktivstoffe zu beziehen. Inosit pflegt stets vorzukommen. Neben Spuren von Eiweiß kommen andere N-haltige Körper (Xanthin, Sarkin) und Ammoniak vor, dagegen keine Salpetersäure.

Wie man durch nähere Untersuchung gefunden hat, kommen den verschiedenen Weinlagen besondere Hefespezies zu, welche offenbar an Grund und Boden und das Klima gebunden sind. Man kann sie in Reinkultur ziehen, aber solch ein Reinkulturwein hat doch nicht den ganz spezifischen Geschmack und Geruch, offenbar wirken verschiedene Heferasen zusammen.

Die Blume des Weines hängt von der Rebe ab; die sogenannten primären Bukettstoffe werden durch Boden und Pflanze bedingt und in den Blättern als „Glukoside“ erzeugt und gelangen von da in die Beere. Aber auch durch die Hefegärung entstehen Bukettstoffe, die sekundären. Als solche riechende Körper kommen im wesentlichen wohl Ätherarten in Betracht.

Der Weingeruch stammt manchmal zum Teil von der reifen Frucht (wie bei Wein aus Muskatellertrauben).

Die Bukettbildung erfolgt bei der niederen Kellertemperatur so langsam, daß sie selbst nach zwei Jahren noch nicht immer beendet ist.

Die Blume des Weines wird, da die Ätherverbindungen durch Alkalien zerlegt werden, beim Wässern manchen Weines mit alkalischen Quell- und Mineralwässern vernichtet.

Ebenso schädigt die Aufbewahrung des Weines in halbleeren, mit Luft gefüllten Gefäßen durch rasche Oxydation nicht bloß des Farb- und Gerbstoffes, sondern auch der Ätherarten und des Alkohols den Wert des Getränkes.

Die nicht flüchtigen Bestandteile des Weines, welche zusammen den sogenannten Weinextrakt darstellen, sind noch lange nicht ausreichend erkannt. Der Aschengehalt besteht aus Kali, Kalk, Magnesia, gebunden an Schwefelsäure, Phosphorsäure und Chlor.

Der Wein ändert beim Lagern seine Zusammensetzung. Diese Veränderungen kommen anfänglich dem Geschmacke und der Blume des Weines zu statten; der Wein verbessert sich.

Immerhin hat aber die Veredlung der Weine durch das Alter auch eine Grenze, über welche hinaus er an Wohlgeschmack und Wert verliert.

Der Konsum an Wein betrug (1899—1903) in Litern per Kopf der Bevölkerung:	
in Frankreich . . . . .	136 l
„ Italien . . . . .	109 l
„ Osterreich . . . . .	18 l
„ Deutschland . . . . .	6 l
„ Belgien . . . . .	4 l
„ Großbritannien . . . . .	2 l

*Krankheiten des Weines.*

Die wichtigsten der sogenannten Weinkrankheiten sind:

1. Das Zäh- oder Langwerden, welches bei Weinen, die arm an Gerbsäure sind, eintritt; hiebei wird der Wein dickflüssig wie Öl oder schleimig durch Umwandlung des Zuckers (Neßler).

2. Das Kahmigwerden; dieses besteht in der Bildung einer aus *Mycoderma vini*, einem jetzt zu den Sproßpilzen gerechneten Organismus, bestehenden weißen Haut an der Oberfläche des Weines und ist der Vorbote des Sauerwerdens.

3. Das Sauerwerden ist eine Folge der beginnenden Essig-gärung; diesem Gebrechen unterliegen besonders Weine von geringerem Alkoholgehalte bei Zutritt der atmosphärischen Luft in höherer Temperatur.

4. Der Faßgeruch und Faßgeschmack sowie der Schimmelgeruch und Schimmelgeschmack; diese Gebrechen entstehen, wenn die Holzgefäße alt sind und das Holz bereits schadhafte ist, wenn die leeren Gefäße unverschlossen liegen geblieben sind, wenn Hefesatz in den Fässern belassen wurde und darin schimmelte, dann durch das Lagern in feuchten, dumpfigen Kellern, wobei sich Schimmel an die Fässer absetzt.

*Schwefeln des Weines.*

Ein sehr allgemein gebräuchliches, aber auch mißbrauchtes Mittel zur Hintanhaltung der Weinkrankheiten ist das Schwefeln.

Durch das Verbrennen des auf Leinwandlappen eingeschmolzenen Schwefels in einem lose verschlossenen Fasse wird schweflige Säure erzeugt und von den feuchten Wandungen des Fasses absorbiert. Schweflige Säure, ein Gift für verschiedene Organismen, verhindert das Entstehen dem Weine nachteiliger Gärungsprozesse, und als eine den Sauerstoff bindende Substanz erschwert sie diejenigen Oxydationsvorgänge, welche einzelnen Weinbestandteilen, insbesondere den bukettgebenden, nachteilig sein könnten. Die schweflige Säure verschwindet allmählich aus dem Weine, indem sie in gebundene schweflige Säure übergeht. Ein mehr oder minder großer Anteil dürfte als aldehydschweflige Säure vorhanden sein. Ein guter Wein soll weder nennenswerten Anteil freier schwefliger Säure noch auch viel von gebundener enthalten. In manchen Staaten, Belgien, Italien, ist der Meistgehalt an schwefliger Säure auf 20 mg, der Gehalt an gebundener Säure auf 180 mg per Liter festgesetzt. Freie schweflige Säure macht einen kratzigen Geschmack und erzeugt Kopfschmerz, auch Verdauungsstörungen und Diarrhöe. Die gebundene schweflige Säure wirkt kaum  $\frac{1}{10}$  so stark. Die zum Teil aus der schwefligen Säure gebildete Schwefelsäure vereinigt sich mit dem in jedem Weine enthaltenen Kalk und wird als Gips, der in weingeisthaltigen Flüssigkeiten nur sehr wenig löslich ist, ausgeschieden. Dagegen aber werden die an den Kalk gebundenen Säuren frei und bedingen dadurch so lange einen mehr sauren Geschmack, bis sie sich mit den Alkoholen des Weines zu Äthersäuren verbunden haben. Das Schwefeln kann bei Rotwein nicht angewendet werden, weil sonst der Farbstoff zerstört würde.

Das Gipsen ist ein in Frankreich und Italien bei der Rotweinabereitung sehr verbreitetes Verfahren. Gips wird vor der Gärung

zugegeben; die Hauptgärung wird rascher vollendet, der Wein haltbarer. Die Gründe hierfür sind unbekannt. Gips setzt sich mit Weinstein in weinsauren Kalk und schwefelsaures Kali um, wodurch derartige Weine schwefelsäurereicher werden. Gegipste Weine sind schlecht bekömmlich.

Findet sich Schwefel im Weine während der Gärung, so entsteht Schwefelwasserstoff (Böcksern des Weines). Zur Beseitigung dieses Geschmacks wird der Wein neu geschwefelt.

### *Gallisierte, chaptalisierte, petiotisierte Weine.*

Nicht in jedem Jahre werden bei dem Weinbaue Trauben gewonnen, welche einen guten Wein erhoffen lassen.

Man hat daher versucht, nicht nur den Säuregehalt, sondern auch den Zuckergehalt zu korrigieren, und zwar gibt es im wesentlichen drei Verfahren, welche genannt werden müssen:

Das **Chaptalisieren** ist dadurch charakterisiert, daß man den sauren Most durch Marmorstaub neutralisiert. Dem entsäuerten Moste setzt man so viel Zucker hinzu, daß man etwa auf eine 15—20%ige Zuckerlösung kommt, welche beim Vergähren nunmehr einen feinen Bukettwein zu geben vermag.

Beim **Gallisieren** wird dem Moste nach Feststellung seines Säuregehaltes Wasser zugesetzt, bis durch die Verdünnung der Säuregehalt eines guten Durchschnittsmostes erreicht wird. Dem verdünnten Moste fügt man Zucker hinzu, bis der Zuckergehalt eines Normalmostes betreffender Traubensorte erreicht wird, und läßt vergären. Der erzielte Wein ist haltbar, alkoholreich und gleicht einem Naturweine.

Das sogenannte **Petiotisieren** ist eine Methode, die Ausbeute an Wein ergiebiger zu machen. Man läßt nämlich hiebei die Trester nochmals mit Zuckerwasser gären, da man von der Tatsache ausgeht, daß der nach dem gewöhnlichen Verfahren dargestellte Wein nicht alles in sich aufgenommen hat, was die Traube an färbenden, aromatischen und extraktiven Substanzen enthält, und daß daher in dem Preßrückstand noch hinlänglich davon enthalten ist, um einer Zuckerlösung nach ihrer Gärung den Geruch und Geschmack und die übrigen Eigenschaften des Weines zu geben.

Daß durch die obgenannten Methoden die Güte des Weines unter den erwähnten Verhältnissen gehoben werden kann, ist unstreitig. Die „Weinverbesserung“ wird heutzutage nicht gerade in wünschenswerter Weise geübt.

Ein eigenartiger Wein ist der sogenannte Rosinenwein; die Korinthen, Früchte einer wild wachsenden blauen Traubenart, werden mit Wasser gemischt, oft auch noch Zucker zugegeben und vergären lassen. Auch das Petioticsche Verfahren findet beim Rosinenweine Anwendung. Viele französische Weine sind solche Rosinenweine. In Deutschland sind solche wie auch die petiotisierten Weine im allgemeinen deklarationspflichtig. Solche Weine werden wieder zur Fälschung von Naturweinen benützt.

Kunstweine sind Gemische von Pflanzenextrakten, Gummi, Säuren, Sprit, Glyzerin; der Name Wein ist bei diesen Produkten übel angebracht.

Häufig wird sowohl zum Gallisieren als zum Petiotisieren Kartoffel-Stärkezucker angewandt. Er enthält eine große Reihe von Unreinigkeiten. Außerdem muß auch hier, wie schon beim Biere erwähnt wurde, auf einen möglichen Arsengehalt dieser Produkte hingewiesen werden.

Neuerdings hat Schmitz durch Versuche, die er mit gallisierten Weinen an Menschen und an Hunden vornahm, bestätigt, daß diese gallisierten Weine wegen ihres Gehaltes an unvergärbaren Bestandteilen des Kartoffelzuckers ähnlich dem Fuselöle des Kartoffelbranntweines stark betäubend wirken.

Es muß daher ein Unterschied zwischen Wein und Kunstwein gemacht werden; der Konsument soll wissen, was er genießt, und in der Lage sein, sich nach Wunsch einen Naturwein zu beschaffen.

Die Süßweine werden in verschiedener Weise hergestellt:

1. Durch Vergärung sehr zuckerreicher Moste, 2. durch Unterbrechung der Gärung mittels Alkoholzusatz. Nach diesem Verfahren bezeichnet man erstere auch als „versüßte“ Weine, letztere als „verspritzte Süßweine“.

Weine der ersten Art sind die Rosinenausleseweine, welche durch teilweises Trocknen der Beeren am Weinstocke erzeugt werden, oder die Trauben werden auf Stroh liegend etwas trocknen gelassen (Strohwein). Der Tokaier Ausbruch wird meist gewonnen durch Ausziehen von am Stocke getrockneten Trauben mit Most der gewöhnlichen Trauben. Werden wie an manchen Orten ausländische Rosinen hiebei benützt, so darf nach ungarischem Gesetze (30. Juni 1893) derartiger Wein nicht als Tokaier, Hegyaljaer oder Szamorodner bezeichnet werden. Die Auslese- und Ausbruchweine sind, weil der Zucker nicht ganz vergoren ist, süß. Die griechischen Süßweine sind meist einfach aus trockenen Trauben bereitet.

In manchen Gegenden wird der Most auf offenem Feuer eingekocht, wodurch er leicht gelblich oder bräunlich wird; meist erhalten diese Produkte nach künstlich eingeleiteter Gärung einen Spritzusatz, z. B. der sizilianische Marsala.

Der Malagawein wird in sehr verschiedener Weise bereitet; er kann bald als gespritzt, bald als konzentrierter Süßwein in den Handel kommen. Portwein, Sherry, Madeira sind typische gespritzte Weine.

Bei all diesen Weinen ist der Verfälschung mit allen möglichen Zusätzen von Zucker u. dgl. Tür und Tor geöffnet. Die Natur des Sprits ist wohl sehr häufig mit dem gewöhnlichen Kartoffelspiritus identisch.

In Cette und Hamburg werden die Südweine künstlich hergestellt. Feigen, Datteln, Sprit, Glycerin, Zucker, Weinstein, Kochsalz und Wasser sind die wesentlichen Erfordernisse für derartige Gemenge.

Der Champagner wurde vor etwa 200 Jahren durch die Mönche zu Haut-Villers erfunden; als Material nimmt man blaue Trauben, aber nur den farblosen Saft (Clairret); es ist immer Zuckerezusatz nötig, damit durch Gärung ausreichend Kohlensäure entstehen kann. Der Wein gärt in den festverschlossenen Flaschen. Wenn guter Geschmack entstehen soll, darf nur Kolonialzucker benützt werden. Die erste Gärung erfolgt bei 18–23°, dann lagert der Wein in kühlen Kellern. Die Hefe wird durch das Lüften des Korkes herausgeschleudert und dann etwas Likör zugegeben (Rohrzucker und Wein). Der Druck in der Flasche beträgt meist 4–5 Atmosphären.

Die Schaumweine werden vielfach gefälscht, die Kohlensäure der natürlichen Gärung durch imprägnierte Kohlensäure ersetzt.

Der zur Konservierung dienende Schwefel wird mit Gewürznelkenpulver, Ingwer, Zimt, Thymian, Veilchen oder Lavendel u. dgl. vermengt, wobei die beim Verdampfen sich verflüchtigenden ätherischen Öle dieser Zusätze an den inneren Faßwänden sich niederschlagen und den einzufüllenden Wein aromatisieren.

Weiter sei hervorgehoben, daß man häufig, wenn der Wein auf Flaschen gezogen wird, Flasche für Flasche mit einem in das Innere derselben versenkten brennenden Schwefelfaden zu schwefeln pflegt. Die Anwendung dieses Mittels erzeugt die falsche Flaschenreife viel früher als die wirkliche, welche erst nach vollständig durchgeführter, regelrechter Gärung eintritt. Der Genuß eines solchen Getränkes (abgesehen vom Verluste des Aromas und feinen Geschmackes) erzeugt hartnäckige Kopfschmerzen.

Auch setzt man behufs Konservierung des Weines hie und da Salizylsäure oder Fluorverbindungen zu und mitunter Glycerin. Diese Zusätze sind unzulässig.

Nicht selten werden mißfarbig gewordene Rotweine mit verschiedenen Farbpigmenten versetzt oder Weißweine rot gefärbt. Man benützt hiezu teils Pflanzenfarbstoffe, namentlich häufig Heidelbeeren, teils Teerfarben, auch Karmin und gebrannten Zucker.

Manche dieser Manipulationen müssen geradezu als gesundheitsgefährlich bezeichnet werden, so das Färben der Weine, sofern z. B. Fuchsin, was allerdings heutzutage selten sein dürfte, einen Gehalt an Arsen oder andere giftige Beimischungen besitzt. Selbst arsenfreies Fuchsin enthält häufig andere toxische Stoffe.

### Untersuchung des Weines.

Die Untersuchungsmethoden können hier nur in allgemeinen Zügen behandelt werden.

Die Untersuchung mit den Sinnen — Geruch, Geschmack, Farbe — nimmt noch eine wichtige Stellung ein und das geübte Geschmacksorgan eines Weinkenners liefert oft weit bessere Resultate als mancher komplizierte Gang der Analyse.

Das spezifische Gewicht bestimmt man mittels der Westphal'schen Wage, über die Titrierung der Säure sowie die Bestimmung der Essigsäure, des Glycerins siehe bei Bier.

Am besten bestimmt man den Alkoholgehalt direkt durch Destillation und Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Destillats (siehe S. 606).

In Bestimmung der Extraktmenge nimmt man das Trocknen direkt auf dem Wasserbade vor und bringt die Platinschale dann  $2\frac{1}{2}$  Stunden in den Trockenschrank.

Verfälschungen des Weines durch Wasserzusatz allein oder Zusatz von Alkohol zu mit Wasser verdünntem Weine (Verfälschungen, die häufig sind) lassen sich auf diese Weise mit großer Sicherheit nachweisen, besonders wenn man auch noch den Säuregehalt bestimmt hat und genau die Relation kennt, welche jene Weinsorte, für welche der zur Untersuchung gelangte Wein ausgegeben wird, an Extrakt, Alkohol und Säure im Durchschnitte aufweist.

Die Bestimmung des noch unzersetzten Zuckers eines Weines läßt sich, vorausgesetzt, daß der Wein ein echter ist, leicht mittels der Fehlingschen Methode nach Allihn (siehe die Handbücher über physiol. Chemie) vornehmen.

Die Prüfung auf Rohrzucker wird in der Weise vorgenommen, daß man den mit Tierkohle entfärbten Wein in die Röhre eines Polarisationsapparats bringt und die Drehung des polarisierten Lichtes bei  $15^{\circ}$  C ermittelt.

Hienach werden  $50\text{ cm}^3$  des entfärbten Weines mit  $5\text{ cm}^3$  Salzsäure versetzt, in einem Kölbchen auf dem Wasserbade 20 Minuten lang auf  $70^{\circ}$  C erhitzt, wobei der Rohrzucker in Invertzucker übergeht, dann auf  $15^{\circ}$  C abgekühlt, abermals die Drehung ermittelt oder nach der Neutralisierung nach Allihn behandelt. Ergibt sich im Vergleiche zur ersten Ablesung eine stärkere Linksdrehung, so ist erwiesen, daß der Wein Rohrzucker enthält.

Der Zusatz von Kartoffelzucker wird nach Neubauer am besten durch Prüfung des optischen Verhaltens des Weines im Polarisationsapparat erkannt.

Der Zucker der Trauben besteht nämlich aus einer Mischung von Dextrose (rechts drehendem Zucker) und Lävulose (links drehendem Zucker), die ungefähr zu gleichen

Teilen darin vertreten sind. Da die Lävulose ein viel stärkeres Drehungsvermögen nach links besitzt, als die Dextrose nach rechts, so resultiert für sämtlichen Most eine Linksdrehung von 5 bis 8°, bei den vergorenen Weinen in den meisten Fällen 0°, bei feinen Ausleseweinen bleibt eine Linksdrehung bestehen; bei anderen kann eine Rechtsdrehung von 0·1 bis 0·2° bestehen, die von der Weinsäure oder anderen noch unbekanntem Körpern herrührt. Konzentriert man solche Weine auf das Sechs- bis Achtfache und untersucht die nach dem Herauskristallisieren des Weinsteines etc. entfärbte Lösung in einer 200 mm langen Polarisationsröhre, so zeigt sich bei allen reinen Weinen eine schwache, zwischen 0·4 und 2° schwankende Rechtsdrehung. Wurde aber der Wein mittels Kartoffelzucker gallisiert, so wird sich dieses durch eine stärkere Rechtsdrehung des Weines erkennen lassen.

Zur Bestimmung unvergärbbarer Bestandteile werden 50 cm<sup>3</sup> Wein auf 20 cm<sup>3</sup> eingedampft, etwa auf das ursprüngliche Volumen gebracht und 5 g Preßhefe zugegeben und lose bedeckt 38—48 Stunden bei 30° stehen gelassen. Man untersucht alsdann mit dem Polarisationsapparat, ob die Drehung der Polarisationsebene bestehen blieb.

Freie Weinsäure ist in Naturweinen so gut wie gar nicht, dagegen häufig im Kunstweine enthalten. Man weist sie nach, indem man den Extrakt von ca. 200 g wiederholt mit Alkohol auswäscht, der die Weinsäure löst, aber nicht den Weinstein des normalen Weines.

### Spezifisches Gewicht, Volumprozent und Gewichtsprozent an Alkohol.

Volumproz. nach Tralles	Gewichts- prozent	Spezifisches Gewicht	Volumproz. nach Tralles	Gewichts- prozent	Spezifisches Gewicht
0	0	1·0000	26	21·30	698
1	0·80	0·9985	27	22·14	88
2	1·60	70	28	22·99	77
3	2·40	56	29	23·84	66
4	3·20	42	30	24·69	55
5	4·00	28	31	25·55	43
6	4·81	15	32	26·41	31
7	5·62	02	33	27·27	18
8	6·43	890	34	28·13	0·9605
9	7·24	78	35	28·99	592
10	8·05	66	36	29·86	79
11	8·87	54	37	30·74	65
12	9·69	44	38	31·62	50
13	10·51	32	39	32·50	35
14	11·33	21	40	33·39	19
15	12·15	11	41	34·28	03
16	12·98	00	42	35·18	487
17	13·80	790	43	36·08	70
18	14·63	80	44	36·99	53
19	15·46	70	45	37·60	35
20	16·28	60	46	38·82	17
21	17·11	50	47	39·74	399
22	17·95	40	48	40·96	81
23	18·78	29	49	41·59	62
24	19·62	19	50	42·52	43
25	20·46	09			

Die quantitative Bestimmung der freien Weinsäure wird in folgender Weise ausgeführt:

Von dem Weine, dessen Säuregehalt durch Titrieren mit Kalilauge ermittelt wurde, werden 10 cm<sup>3</sup> mit der zur Neutralisation nötigen Menge derselben Kalilauge

versetzt, mit 40  $cm^3$  desselben Weines vermischt, von dieser Mischung 10  $cm^3$  genommen, mit 50  $cm^3$  Alkoholäther versetzt und im übrigen so wie bei der Weinsteinbestimmung verfahren. Da die angewandten 50  $cm^3$  Wein um eine bestimmte Menge Kalilauge vermehrt wurden, so hat man zu berechnen, wieviel ursprünglichem Weine die von dieser Mischung genommenen 10  $cm^3$  entsprechen, und die gefundene, auf dieses Weinvolum bezogene Weinsteinmenge, die noch durch Hinzuzählung von 0·002 zu korrigieren ist, in Prozente von Wein umzurechnen. Ist die so gefundene Weinsteinmenge größer als die direkt ermittelte, so entspricht die Differenz dem aus der freien Weinsäure gebildeten Weinstein. Wird diese Differenz mit 0·7945 multipliziert, so erhält man die freie Weinsäure.

Zur Bestimmung des Weinsteines werden 10  $cm^3$  Wein in einem Kolben mit 50  $cm^3$  einer Mischung von gleichem Volumen Alkohol und Äther versetzt und 24 Stunden stehen gelassen. Der Weinstein findet sich dann teils als Niederschlag, teils als Kruste an den Wänden, während die freien Säuren, das Wasser und die übrigen Bestandteile des Weines in der darüber stehenden Flüssigkeit enthalten sind. Außerdem sind darin aber noch ungefähr 2  $mg$  Weinstein gelöst geblieben, die man in Rechnung ziehen muß. Man filtriert nun die Lösung auf ein kleines Filter und wäscht das Kölbchen und das Filter mit 15  $cm^3$  Ätheralkohol, bringt dann das Filter in das Kölbchen hinein, trocknet beide in der Wärme, löst dann den in dem Kolben festhaftenden Weinstein in kochend heißem Wasser, färbt die Lösung mit Lackmüstinktur oder mit Phenolphthalein rot und titriert mit derselben Kalilauge, welche zur Säurebestimmung verwendet wurde.

1  $cm^3$  entspricht 0·02508  $g$  Weinstein, das Produkt muß man um 0·02 vermehren.

Am sichersten und schnellsten überzeugt man sich von der Gegenwart und ungefähren Menge der schwefligen Säure im Weine auf folgende Weise: Etwa 50  $cm^3$  des zu untersuchenden Weines werden in einem Destillierkolbchen, dessen seitlich angeschmolzenes Abflußröhrchen in ein mit feuchtem Filtrierpapier gekühltes Probierrohr hineintragt, so lange vorsichtig im gelinden Sieden erhalten, bis etwa 2  $cm^3$  destilliert übergegangen sind. Man setzt hierauf zum Destillat einige Tropfen neutraler salpetersaurer Silberlösung hinzu. Das Destillat reduziert auch mit Leichtigkeit salpetersaures Quecksilberoxydul und entfärbt Jodstärke und verdünnte Chamäleonlösung. Zur quantitativen Bestimmung des schwefligen Säure verfährt man am besten so, daß man dieselbe aus einem bekannten bestimmten Quantum Wein in eine titrierte Jodlösung hineindestilliert und den Rest jodometrisch bestimmt (W artha).

Die genauere Bestimmung der Gerbsäure unterliegt gewissen Schwierigkeiten.

Meist dürfte es sich nur um eine annähernde Bestimmung des Gerbstoffes für hygienische Zwecke handeln; dazu kann man sich eines Glasrohres bedienen, das in Zehntel-Kubikzentimeter geteilt ist. Der Wein wird durch Zusatz von Alkali auf einen Gehalt von 3·3  $cm^3$  Normalalkali gebracht, dann 10  $cm^3$  etwa mit 1  $cm^3$  einer 4%igen Natriumazetatlösung und 4 Tropfen Eisenchlorid gemengt, geschüttelt und 24 Stunden stehen gelassen. Dann liest man das Volumen des ausgefallenen gerbsauren Eisens ab und beurteilt den Gerbstoffgehalt nach folgender Tabelle:

$cm^3$ Niederschlag	Gerbstoffprozent	$cm^3$ Niederschlag	Gerbstoffprozent
0·1	0·003	2·0	0·066
0·3	0·010	4·0	0·130
0·5	0·017	6·0	0·210
0·7	0·023	8·0	0·274
0·9	0·030	9·0	0·331

Zum Nachweise derjenigen fremden Farbstoffe, welche dem Weine zugesetzt werden, fehlt es an vollkommenen zuverlässigen Methoden. Der rote Farbstoff des Weines macht je nach Alter und Weinbestandteilen Änderungen durch, weshalb die Reaktionen, die er zeigt, etwas schwankend sind.

Die Farbe der roten Weine wird am häufigsten nachgemacht mittels Fernambukholz, Campecheholz, Malvenblüte, roten Rüben, Holunderbeeren, Heidelbeeren, Portugalbeeren (Phytolacca), Orseille, Cochenille, Karmin, Indigo, Fuchsin und anderen Anilinfarben.

Weißer Wein wird zuweilen mit Karamel (gebranntem Zucker) versetzt; man schüttelt eine Probe im Reagenzglas mit einigen Tropfen Eiweiß; die gelbe Zuckerfarbe bleibt dann unverändert, während der natürliche Farbstoff des Weines gefällt wird.

Weitaus die häufigste Fälschung von Weinfarbstoff beruht in dem Zusatze von Heidelbeersaft. Der natürliche Farbstoff und Heidelbeerfarbstoff wird ja von manchen sogar für identisch gehalten. Doch zeigen sich einige Unterschiede. Die beste Methode zur Feststellung solcher basiert auf dem Verhalten zu Brechweinstein (A mb ühl, H er z).

Man mischt 10—15  $cm^3$  des zu untersuchenden Weines mit 5  $cm^3$  einer kaltgesättigten Brechweinsteinlösung und erwärmt. Um Farbenunterschiede recht gut wahrzunehmen, behandelt man eine andere Weinprobe nur mit Wasser. Normalen Farbstoff haltende Weine werden kirsch- oder karminrot, andere Pflanzenfarbstoffe, wie jene der Heidelbeeren, Malven, Sambucus, Preiselbeeren, sofort violett. Mischungen von Rotwein mit einem Fünftel Heidelbeerwein lassen sich noch erkennen, während geringere Zusätze von Heidelbeerwein zu Rotwein schwieriger nachzuweisen sind (Nackahama).

Unter allen fremden Farbstoffen ist das Fuchsin chemisch mit größter Sicherheit nachweisbar. Fuchsinhaltiger Wein, mit Schafwolle gekocht, färbt dieselbe violett.

Hat sich in einem Rotweine ein Niederschlag gebildet, so ist nicht nur der Wein, sondern auch der Niederschlag auf Fuchsin zu prüfen, da die Erfahrung vorliegt, daß das Fuchsin nicht selten durch die im Weine sich bildenden Niederschläge der Flüssigkeit entzogen und zu Boden gerissen wird.

Auf ein weiteres Eingehen auf die Methodik der Weinuntersuchung muß an dieser Stelle verzichtet werden.

### Branntwein.

Branntwein wird aus den mannigfachsten Stoffen durch Hefegärung dargestellt aus Weintrauben, Zuckerrüben, Melasse, Kirschen, Pflaumen, Birnen, Heidelbeeren etc. Manchmal wird bei stärkemehlhaltigen Nahrungsmitteln die Stärke, welche ja durch die Hefe nicht direkt vergärbbar ist, erst durch Fermente (die Diastase) in garungsfähigen Zucker überführt, z. B. wenn aus Getreide, Kartoffeln, Reis, Branntwein erzeugt werden soll.

Der Konsum an Branntwein betrug (1902) in Liter per Kopf der Bevölkerung:

in Österreich . . . . .	7 l
„ Belgien . . . . .	5 l
„ Deutschland . . . . .	5 l
„ Frankreich . . . . .	4 l
„ Großbritannien . . . . .	3 l

Der Alkohol kommt als Genußmittel teils als Trinkbranntwein, teils unter den Namen der verschiedenartigsten Liköre auf den Markt; diese Präparate sind alle nur verschiedene Verdünnungsgrade des Alkohols. Manche Branntweine enthalten 30—40%, Kognak bis 55%, Rum 77% Alkohol. Wir haben bereits früher eine kurze Übersicht über diese Getränke gegeben.

Der Branntwein u. s. w. enthält durchaus nicht nur Äthylalkohol. Der Rohspiritus enthält etwa 80—86% davon und daneben Propylalkohol, Butylalkohol, Amylalkohol, sekundären Amylalkohol und Produkte mit einem Siedepunkte über 132°. Das Gemenge der hochatomigen Alkohole bezeichnet man mit dem Sammelnamen Fuselöl. Neben den genannten Verbindungen tritt noch Paraldehyd und Furfurol auf. Durch die Rektifikation wird ein Teil des Fuselöls entfernt, ein Teil aber geht mit dem Äthylalkohol als eine Verunreinigung desselben über.

Die hochatomigen Alkohole des Fuselöles sind weit schädlicher als der Äthylalkohol selbst; 0.015 Amylalkohol erzeugt Stirnschmerz, 0.05 Angstgefühl mit Übelkeit. Rabuteau schätzt ihre Wirkung auf das 15fache des Äthylalkohols.

Die Naturweine, die Alkohole aus Trestern, Äpfel-, Birnensaft enthalten neben etwas Propyl- oder Butylalkohol nur Spuren von Amylalkohol. Korn- und Kartoffelspiritus dagegen sind gewöhnlich reich an Fuselöl.

Die Liköre sind starke Branntweine, denen man durch Extraktion aromatischer bitterer Pflanzenteile oder durch Zusatz ätherischer Öle, Pflanzenextrakte, Zucker, Gly-

zerin u. s. w. einen gewünschten Geschmack verleiht. Die zur Likörfabrikation am häufigsten angewendeten Öle sind: Anis-, Kümmel-, Pfefferminz-, Nelken-, Wacholderöl. Als Bitterstoffe werden benützt: Wermut, Ingwer, Zimt, Kalmus, Vanille, Pomeranzenschale, Enzian u. s. w. Zum Färben benützt man; Sandelholz, Curcuma, Crucus, Cochennille, Karamel, Rotholz und verschiedene Anilin- und Naphthalinfarbstoffe. Echter Kognak wird aus Wein, echter Rum aus den Nebenprodukten der Rohrzuckerfabrikation, Arak aus Reis, Sliwowitz aus Pflaumen, Kirschbranntwein aus Kirschen u. s. w. dargestellt. Was als Rum und Kognak verkauft wird, sind meist Mischungen von Alkohol, Wasser und verschiedenen Ätherarten. Mitunter werden auch Tinkturen als Birkenholzl, Vanille, Perubalsam, Veilbhenwurzel, Zimt u. s. w. zugesetzt.

Das nach Bittermandelöl riechende Kirschwasser wird nicht selten durch Mischung bereitet und es wird mitunter bei der Fabrikation dieser Stoffe das nach Bittermandelöl riechende giftige Nitrobenzol oder blausäurehaltiges (rohes) Bittermandelöl zugefügt. Die Verwendung solcher Stoffe in der Likörfabrikation sollte gänzlich verboten sein und der Verkauf solcher Liköre entsprechend bestraft werden.

Aus dem Vorgehenden ergibt sich, daß die verschiedenen Branntweinsorten und Liköre die verschiedenartigste Zusammensetzung zeigen und schon deshalb in gesundheitlicher Beziehung nicht summarisch beurteilt werden können.

### Die Schäden des Alkoholismus.

Das Trinken alkoholischer Getränke findet man fast bei allen Völkern vor, nur zu häufig geradezu als eine Krankheit der Nationen.

Die Bekämpfung des Alkoholismus ist eine der wichtigsten und bedeutungsvollsten Aufgaben für alle, denen eine ernste sittliche und soziale Kulturarbeit am Herzen liegt. Heute wird die Wahrheit dieser Erkenntnis voll gewürdigt und Tausende mehren die Gemeinde, deren Lehren vor Jahrzehnten nur bei wenigen ein williges Gehör gefunden hatten.

Unsägliche Mühe kostet es, dem Leichtsinn und der vermeintlichen Lebenslust des Trinkers einen Halt zu gebieten und zu zeigen, daß der Mensch nichts von seinem Lebensglücke zu verlieren braucht, auch wenn der Alkohol als Alleinherrscher über Geist und Körper entthront ist. Jahrzehntlang hat die wissenschaftliche Forschung sich um den Nachweis und die Erkenntnis der Wirkungen dieses gefährlichsten Giftes bemüht. Ein schleichendes und einschmeichelndes Gift ist es, das gepaart mit der unerschöpflichen Genußsucht und dem Gegenwartgenießen der Jugend diese der besten Kräfte beraubt, täglich ein kleines unscheinbares Stück des Lebens vernichtet, bis schließlich, wenn es kein Zurück mehr gibt, der geistige und körperliche Zusammenbruch die Dämmerung des Endes sieht.

Der Konsum an Alkohol in Bier, Wein, Branntwein betrug in Litern per Kopf der Bevölkerung im Jahr (1896—1903):

in Frankreich . . . . .	15·5 l
„ Belgien und Holland . . . .	13·1 l
„ Deutschland . . . . .	9·8 l
„ Osterreich-Ungarn . . . . .	9 2 l
„ Großbritannien . . . . .	9 0 l
„ Schweden . . . . .	5·7 l

Keines der alkoholischen Getränke birgt so viele Gefahren wie der Branntwein. Die beträchtliche Konzentration des letzteren gestattet dem Konsumenten nur zu leicht das Maß, welches er zu vertragen im stande ist, zu überschreiten. Nirgends sieht man daher unter gleichen Verhältnissen so häufig Berauschte, nirgends so oft jugendlich Betrunkene in den höchsten Graden des akuten Alkoholismus, als bei einer schnapstrinkenden Bevölkerung. Der Schnaps ist das billigste der alkoholischen Getränke und deshalb greift der allerärmste Teil

der Bevölkerung, der kein anderes Genußmittel erschwingen kann, zum Branntwein. Doch spielen hier mancherlei Momente noch mit, welche Veranlassung zum Schnapsgenusse geben.

Der Branntwein wie der Alkohol in Bier und Wein ist kein Nahrungsmittel oder Nahrungsstoff in gewöhnlichem Sinne; ein kleiner Teil desselben ist flüchtig und geht durch den Harn verloren. Ohne Belang ist die eiweißsparende Wirkung, von Wichtigkeit die fettsparende, die, für sich allein betrachtet, ihn zum Nahrungsmittel stempeln würde. Der größte Teil des Alkohols verbrennt und spart dadurch andere Nahrungsstoffe, wie Fett, und Kohlehydrate. Die Steigerung des Wärmegefühles beruht auf einer spezifischen Wirkung auf die Weite der Hautgefäße. Sie hat mit der Verbrennung nichts zu tun. Dies ist eine Wirkung, um derentwillen der Alkohol gern genommen wird, je konzentrierter, desto besser erfüllt er diese Aufgabe. Leider ist diese Wirkung auf die Erhöhung der Behaglichkeit bei Kälte sehr vorübergehend, die Schnapsflasche wird daher häufig der stete Begleiter des Arbeiters und namentlich des Muskelschwachen. Wer wirklich kräftige Arbeit leistet, erzeugt durch diese genügend Wärme, um auch sehr niedrige Temperaturen mit Leichtigkeit zu ertragen.

Das, was der Arme mit dem Branntwein erkaufen will, ist übrigens nur selten das Wärmegefühl allein und die kurzdauernde Behaglichkeit, sondern es ist zum großen Teile das Vergessen seiner kümmerlichen Erwerbsverhältnisse, das Vergessen seiner täglichen Sorgen wie jener für die Zukunft, die Durchbrechung der Monotonie des Lebens, die Hebung seines Kraftgefühls und Beseitigung der Abspannung, die er nach zurückgelegtem Tagewerk empfindet. Daß der Genuß des Alkohols wie der alkoholischen Getränke die sexuelle Sphäre erregt, mag auch ein Grund seiner Verbreitung sein. Durch diese eigenartigen Wirkungen der Getränke erklärt es sich auch, daß es nicht möglich ist, dem Alkohol ohne weiteres den Kaffee oder Tee als Volksgenußmittel zu substituieren.

Es gibt kein Organ des Körpers, das durch das Gewohnheitstrinken nicht verändert würde; der Verdauungskanal und der Magen erkranken, Leber und Nieren schrumpfen und schwinden, die Gefäße werden brüchig, das Herz verfettet, Nerven und Hirnschubstanz machen tiefgreifende Veränderungen durch. Der Körper erliegt nach langem Siechtum der allmählichen Wirkung des Alkohols.

Bei Gewohnheitstrinkern bilden sich gewisse Veränderungen des Gefäßapparats aus. Die anfänglich durch den Alkohol nur vorübergehend hervorgerufene Erweiterung der Kapillargefäße, welche das Wärmegefühl erzeugt, wird mehr und mehr dauernd. Gesicht wie Nase bleiben rot. Es entwickeln sich Magen- und Darmkatarrh, die Zunge ist belegt, die Schleimhaut livid, häufig stellen sich Leberkrankheiten, Hemmungen des Pfortaderkreislaufes und Bauchwassersucht ein. Der Herzmuskel erkrankt durch Verfettung und ebenso beginnen in den übrigen Muskeln Veränderungen sich einzustellen. Der Tremor potatorum des Schnapstrinkers ist bekannt; endlich gesellen sich Delirien hinzu (Delirium tremens). Auch letztere gehören wesentlich nur zum Symptomenkomplex des Branntweinkonsumenten. Häufig endet das ganze Krankheitsbild mit Geistes- und Gedächtnisschwäche und Blödsinn.

Der Gewohnheitstrinker leidet nicht allein an dem chronischen Alkoholismus, dessen Folgen wir soeben dargelegt haben, vielmehr erhöht die Trunksucht noch die Disposition zu anderen Krankheiten. Viel ansteckende, fieberhafte Krankheiten treffen beim Trinker auf geschwächte Organe; er fällt ihnen leichter zum Opfer. Operative Eingriffe aller Art sind bedenklicher als bei dem Nichtalkoholisten. Die Sterblichkeit der Säufer verhält sich zu der mittleren Sterblichkeit wie 3:1.

Das Leben des Säufers ist kurz; zu Zeiten, wo der Mäßige noch leistungsfähig ist, schrecken die greisenhaften Züge des Trinkers. Und doch kann man sagen, der Säufer lebt noch lange nicht kurz genug, mit Rücksicht auf das Unglück, das Familie, Gemeinde und Staat durch ihn zu leiden haben. Sein Leben ist eine ununterbrochene Kette von Sorgen, Kummer und Qual für die Umgebung.

Der beginnende Alkoholismus ist im allgemeinen das Zeichen der Pflichtverletzung.

Der Säufer wird mehr oder minder rasch zu einem schlechten unzuverlässigen Arbeiter, die Leistungen, seien sie literarische, künstlerische oder gewerbliche, werden mangelhaft und ungleich, das Pflichtgefühl geht mehr und mehr verloren, die Selbstachtung sinkt, er ist in der Wahl des Umganges, in der Wahl der Stätten für den Trunk, in der geringen Sorge für sein Äußeres und die Reinlichkeit mehr oder minder entartet.

Zum Trinken gehört Zeit; alle Erholungszeiten, aber auch die Zeiten für pflichtgemäße Arbeit werden unter Verletzung der Berufspflichten dem Trunke geopfert, die Nachtruhe gekürzt, ja oft genug fesselt der zum Trinkeufel sich gesellende Spielteufel den Trinker bis zum frühen Morgen an die Kneipe. Das Spiel bringt die besten Familien an den Rand des Verderbens, unterbricht jah eine hoffnungsvolle Laufbahn und führt nicht selten auf kriminelle Abwege. Für den jugendlichen Trinker gibt es keinen gefährlicheren Kuppler als den Alkohol; er regt die sexuelle Sphäre an und läßt die guten Vorsätze, die nüchterne Überlegung, das Selbstgefühl, wie Ehrgefühl und Vorsicht schweigen. Der freie Liebesgenuß, durch das Trinken befördert, wird häufig genug die Ursache der Geschlechtskrankheiten, welche durch ihre unglückseligen Folgen zur Sklavenkette werden können fürs Leben. Wie viele Männer und Frauen haben zeitlebens eines einzigen verhängnisvollen Fehltrittes zu gedenken!

Die Kriminalstatistik hat längst erkannt, in welchem großen Maße der Rausch sowie der chronische Alkoholismus zu Vergehen und Verbrechen führen. Das Kapitel „Körperversetzung“ zeigt uns die Trunkenheit als wesentlichen Grund dieser Delikte; sexuelle Vergehen, Diebstahl u. s. w. treten gleichfalls bei den Alkoholikern in den Vordergrund. So füllt uns also der Alkoholismus die Krankenhäuser, die Irrenanstalten und die Gefängnisse und doch fassen alle diese Anstalten zusammengenommen noch lange nicht das ganze Elend, das er über die Nation bringt. Jedermann, der einen Blick in das tägliche Leben tut, kann da Beispiele sehen, wie verhängnisvoll das Trinken in das Glück der Menschen eingreift.

Der Alkohol schädigt nicht nur, wenn ein großes Übermaß plötzlich getrunken wird, durch den Rausch und die Trunkenheit; die Wirkungen treten auch hervor, wenn man die Trunkenheit selbst meidet, auch dann

kann die dem Menschen einverleibte Menge noch so bedeutend sein, daß allmählich, nach Jahren und Jahrzehnten die Folgen sich erkennen lassen. Bei Tausenden ist der Alkohol die Ursache der Familienzerüttung. Der Trinkende, sei es Mann oder Frau, wird abstoßend auf die Nüchternen wirken. Im Rausche und in Trunkenheit kommt es zu Roheiten in Wort und Tat, zu Schlägereien gegen Weib und Kind, zu unerbittlichem Kampfe, wenn beide Ehegatten dem Trunke sich ergeben, zu Wutausbrüchen, Vernichtung des Hausrates. Der Alkoholgenuß nimmt gar bald das Einkommen sehr in Beschlag, die Not kommt, das häusliche Budget kann nicht mehr aufrechterhalten werden, der Hausrat wird verschleudert, die gute Wohnung muß aufgegeben werden. Beim Weibe führt die Trunksucht oft genug zur Prostitution, weil es sich auf diese Weise am leichtesten und mühelosesten die Mittel zum Trunke verschaffen kann. So findet man Familien, welche bessere Zeiten gesehen und eine geachtete Stellung hätten erringen können, schließlich in den Armenquartieren. Die soziale Stufenleiter hinabzugleiten, fällt nicht schwer.

Mag der Trinker sterben und vergehen, meist hat er die Nation noch mit einem schweren Schaden belastet, mit einer üblen Saat beschenkt, deren zweifelhafte Früchte erst nach Dezennien voll aufgehen. Diese sind: die Nachkommenschaft. Die Nachkommenschaft solcher Eltern, die sich dem Trunke ergeben hatten, ist häufig minderwertig, von schlechter körperlicher Beschaffenheit, zu Erkrankungen des Nervensystems neigend. Schwer lastet dieses Erbe auf den unschuldigen Kindern.

Bleiben die Kinder unter dem Einflusse der Eltern, so ist auch eine moralische Depravation fast unausbleiblich. Gewiß gibt es kräftige und gesunde Naturen unter den Kindern, denen das Familienelend einen unauslöschlichen, abschreckenden Eindruck macht und sie dadurch stählt und stärkt im Kampfe gegen dieses Laster. Aber Tausenden fehlt diese Kraft, sie folgen dem Beispiele der Eltern, ja man zwingt die Kinder wohl geradezu zum Trinken und freut sich ihrer Betrunkenheit. Die Kinder lernen nur Roheiten im Hause, Schimpfworte und schlüpfrige Reden. Sie gehen einer frühzeitigen geschlechtlichen Reife entgegen, oft genug nur um zu allererst einem blutschänderischen Attentat zum Opfer zu fallen. Kann es auffällig sein, daß Mädchen, die schon an der Grenze der Kindheit die Liebesfreuden genossen haben, die Liebe als Erwerbsquelle weiter betrachten?

Jeder Volksfreund muß mit Bedauern die Unsummen Geldes betrachten, welche die Nationen für den Alkoholmißbrauch verschleudern. Deutschland opfert rund über 3 Milliarden jährlich für den Ankauf der Getränke; den Schaden durch den Alkoholgenuß wäre niemand in der Lage auch nur annähernd anzugeben. Er besteht in der Verminderung der Erwerbsfähigkeit, also dem Lohnentgang, in den Kosten für die durch Alkoholgenuß entstandenen und durch ihn geförderten Erkrankungen, sowie in dem für die Nation entstehenden Verlust durch frühzeitigen Tod des Individuums, den Aufwendungen für Krankenhäuser u. dgl.

Der nationalökonomische Schaden, der durch den Alkoholismus bedingt wird, wird wohl ein Mehrfaches der Summe betragen, welche für den Ankauf der Alkoholika aufgewendet wird.

Und wozu all dies Elend? Warum trinkt man dies Übermaß an alkoholischen Getränken? Zum Teil geschieht es wie bei den feineren Weinen und dem Biere des Wohlgeschmackes wegen. Manchen Getränken

kann man aber beim ersten Schluck mit dem besten Willen keinen wirklichen Wohlgeschmack zubilligen, wie der Leipziger Gose, dem Schnaps, den Likören u. s. w. Hier muß der anfängliche natürliche Widerwille überwunden und der Gefallen daran künstlich anezogen werden; käme nicht noch der Glaube an eine besondere Wirkung solcher Getränke dazu, so würde man sich kaum diesem Genusse hingeben. Das Kind muß sich erst mit Überwindung in die alkoholischen Getränke finden. Ein Anlaß zum Genusse, namentlich der schweren Getränke, wie Schnaps, Likör, Medizinalweine u. s. w., liegt manchmal in der Überanstrengung, Überarbeitung und Übermüdung. Diese Zustände gehören aber nicht zu den normalen, und wenn die Menschen nur ausnahmsweise und selten zu dem Genusse der Alkoholika kämen, wären die üblen Folgen nicht die schlimmen, wie wir sie finden.

Alkohol gilt als Sorgenbrecher und als anheiternd, aber in beiden Richtungen nützt er ebensowenig wie eine Einspritzung von Morphinum; eine vorübergehende Wirkung, ein unnötiges Unterdrücken der natürlichen Müdigkeit! Die lärmende Anheiterung will man haben, die Renommiersucht soll das Ansehen heben, die Roheit und Krakeelsucht wird als Zeichen des Kraftmenschen angesehen. Der Mensch wird gemütlich beim Trinken, wie man sagt, d. h. der Mensch schwätzt aus, was er sonst nicht fremden Ohren bieten würde, er bringt Zoten, deren er sich sonst schämen würde, der heiserste Kehlkopf leistet sich Gesang, der Drang zur Heiterkeit ist künstlich erhöht, weshalb auch Witze, welche in einem gesunden Hirne nur Mitleid hervorrufen, Lachsalven erregen. Er ist also ein Geselligkeitsgift und nirgendwo trifft man ihn verbreiteter als da, wo Menschen zusammenkommen. Für viele ist eine andere Möglichkeit, mit Menschen zu verkehren, als unter Trinken überhaupt nicht denkbar. Je schwächer der Geist, je mangelhafter die Bildung, je geringer die geistige Beweglichkeit und der innere Fonds, desto umfangreicher soll das alkoholische Getränk, der Sprit, dem fehlenden menschlichen Spiritus aufhelfen.

Der Alkohol soll Kraft geben! Ein unglückliches Dogma. Schon in der Jugend wird diese Vorstellung von den Eltern erweckt. Wenn man weiß, wie hochbedeutsam für die Bemessung des Wertes von Essen und Trinken die ersten Eindrücke, die man im Elternhause erhält, sind, wie diese, bis ins hohe Lebensalter hinein zweckmäßig oder als törichte Voreingenommenheiten uns beeinflussen, so wird man auch die Hartnäckigkeit begreifen, mit der die Menschheit am Alkohol hängt. Solche falsche Begriffe müssen erst mit allen Fasern aus dem Gehirne gerissen werden, ehe ein nachhaltiger Erfolg erzielt wird.

Mit besserem Rechte sagt man von allen Nahrungsstoffen, sie geben Kraft. Der Alkohol steht, was seine Verwendung bei Arbeitsleistungen im Körper anlangt, hinter allen anderen zurück, weil er zum Teil durch Ausatmung verloren geht.

Was der Masse als kraftspendend erscheint, ist in der Regel nichts weiter als eine Anregung des Gehirnes und eine kurzdauernde Hebung des Ermüdungsgefühles, was viel besser durch Kaffee oder Tee erzeugt werden kann, welch beide sogar die Leistungen der Muskeln selbst anregen können. Dem Kinde also müßte schon beigebracht werden, daß es von kraftspendender Wirkung beim Alkohol nichts oder nicht viel zu erwarten hat.

Der Alkoholismus führt nicht selten bei dem weiblichen Teile der Bevölkerung zur Prostitution.

Nicht allein die Minderbemittelten ergeben sich dem Alkoholismus, derselbe dringt bis in alle Kreise, und zwar ergeben sich ihm auch Frauen aller Stände.

Der Alkoholmißbrauch kann unter Umständen auch der Ausfluß einer krankhaften psychischen Veranlagung sein.

Es muß übrigens mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, daß die Wirkungen der alkoholischen Getränke nicht, wie dies fast allgemein geschieht, ausschließlich nach dem Gehalte an Äthylalkohol oder Fuselöl beurteilt werden können. Offenbar kommen den sonstigen Bestandteilen, wie man dies am besten beim Weine sieht, wichtige eigenartige Nebenwirkungen zu.

Literatur: Neumann R. O., Die Bedeutung des Alkohols als Nahrungsmittel. Nach Stoffwechselversuchen am Menschen. Arch. f. Hyg. Bd. 36, 99, 1. Cluß, die Alkoholfrage, 1906.

### Die Bekämpfung des Alkoholmißbrauches.

Bei Betrachtung der Maßregeln zur Bekämpfung des Alkoholismus scheiden sich die Wege der einzelnen außerordentlich streng. Manche verlangen vollkommene Unterdrückung des Alkoholgenusses, andere nur die Beschränkung. Wenn man sich die ganze praktische Tragweite unserer Bemühungen vergegenwärtigt, so wird man der schroffen Unterdrückung jedweden Alkoholgenusses nicht das Wort reden können. Man kann nicht mit einem Schlage einem Volke ein allgemeines Genußmittel entziehen.

Die Mittel zur Bekämpfung des Mißbrauches sind mannigfach; Staat, Gemeinde wie Gesellschaft müssen zusammenwirken.

Den Alkoholismus bekämpft alles, was die Volkswohlfahrt hebt und Sorge und Elend beseitigt. Dahin gehört vor allem die Beschaffung wohlfeiler und gesunder Nahrungsmittel, wozu es die mannigfachsten Mittel und Wege gibt, die Begünstigung von Volksküchen und Volkskaffeehäusern, Errichtung von Markthallen in größeren Städten, die Fürsorge für Kranke, Schwache, Verunglückte, alte Arbeitsunfähige, Wöchnerinnen. Durch diese Fürsorge werden Unzählige von Kummer und Sorge befreit und die Existenz gesichert und dem unverschuldeten Pauperismus gesteuert.

Eine ganz wesentliche Aufmerksamkeit hat man weiters der Gewinnung und Verbesserung der Arbeiterwohnungen zuzuwenden. Wer im stande ist, sich selbst in bescheidenen Grenzen ein behagliches Heim zu gründen, für den fehlt die Verlockung zum Wirtshausbesuche.

Durch die Belehrung über die Folgen des Genusses berauschender Getränke wird zweifellos auch dem Übel zum Teil gesteuert werden können.

In geeigneter Weise wird darauf Bedacht zu nehmen sein, die Ersatzmittel für den Branntwein, leichte Biere, Tee oder Kaffee nicht durch hohe Besteuerung zu verteuern.

Namentlich der Tee eignet sich als solches Getränk, da er auch noch in erheblicheren Verdünnungen zu genießen ist als Kaffee. Der letztere ist aber viel verbreiteter als Tee, denn auf den Kopf der Bevölkerung kommen jetzt rund 2·65 kg jährlich, von Tee aber erst 0·05 kg. Der Kaffee oder das darin enthaltene Koffein hat die Fähig-

keit, den Wirkungen des Alkohols entgegenzuarbeiten. Starker Alkohol- und Kaffeegenuß findet sich bei manchen Menschen nebeneinander. Ein übermäßiger Genuß von Kaffee kann jedoch nicht als unschädlich betrachtet werden, es können da Unruhe, Angst, Herzklopfen entstehen; doch ist die Gewöhnung an große Kaffeedosen nicht in dem Maße möglich, wie man sich an Alkohol gewöhnen kann. Wenn man den Genuß an Alkohol einschränkt oder alkoholische Getränke ganz vermeidet, kann unter Umständen die Wirkung des Kaffees stärker hervortreten und man hat den Genuß desselben etwas zu mäßigen. Vielfach begegnet man heutzutage den Ersatzgetränken für Kaffee (Zichorien, Malzkaffee, Feigenkaffee u. s. w.); da sie kein Koffein oder ähnliches enthalten, fehlt ihnen natürlich auch jede anregende und erfrischende Wirkung.

Manche nehmen kohlensäurehaltige Getränke und Tafelwasser (Selters, Apollinaris, Sauerbrunnen u. s. w.); das ist aber eine sehr teure Gewohnheit und deshalb für den, der die alkoholischen Getränke aus Sparsamkeitsgründen vermeiden will, ganz und gar unangebracht, auch wegen der den Magen blähenden Wirkung der Kohlensäure nicht für jeden als dauerndes Ersatzgetränk empfehlenswert.

Man liefert jetzt auch präparierte Fruchtsäfte, künstliche Limonaden u. dgl. Wenn es sich um einen Fruchtsaft als Getränk handelt, so ist dagegen wenig zu sagen.

Ein großer Übelstand liegt in der außerordentlich häufigen Fälschung gekaufter Fruchtsäfte u. dgl. Wenn diese Säfte mehr in den Gebrauch kommen sollen, so ist eine schärfere gesetzliche Überwachung dringend nötig.

Ersatzgetränke für alkoholische Getränke gibt es heute schon zu Dutzenden, sie werden oft empfohlen, ohne daß sie irgend vorher auf ihre wahren Bestandteile geprüft worden sind; sie bloß darauf hin, daß sie gut schmecken und nicht sofort krank machen, anzupreisen, ist eine grobe Gewissenlosigkeit.

Volkstümlich können solche Getränke nicht werden, da sie alle relativ teuer sind, also wieder eine ungehörige Belastung des Hausbudgets des kleinen Mannes geben und ebenso viel kosten würden als früher Bier und Schnaps. Anders steht es mit den selbst hergestellten Fruchtsäften, dort wo der Eigenbau der Früchte in Betracht kommt. Auch die Zitronen kommen heute ausreichend billig in den Handel, um sich der frischen Früchte zur Bereitung der Limonade zu bedienen.

Das einzige und beste Ersatzgetränk oder, richtiger gesagt, das wahre Getränk für den Gesunden ist das Wasser.

Der Hauptfehler, warum der Ruf nach Ersatzgetränken immer wieder erhoben wird, liegt an dem „Zuvieltrinken“ überhaupt. Auf diesen Umstand ist bis jetzt seitens der Propaganda so gut wie gar keine Aufmerksamkeit gelegt worden und doch verdient dieser Gesichtspunkt die wärmste Beachtung. In dem Vieltrinken liegt der Hauptgrund für die schwierige Bekämpfung der alkoholischen Trunksucht. Der größte Teil der Menschen trinkt an Flüssigkeit viel mehr, als nötig ist; das liegt an der schlechten Diätordnung und schlechten Gewohnheiten. Erst ordne man das „Trinken“, dann wird das Übermaß der Schädlichkeit der alkoholischen Getränke so wie so vermieden und der Schritt zur Vermeidung des Alkohols fast selbstverständlich sein.

Die Ordnung des Trinkens ist namentlich für den Mittag- und Abendtisch notwendig; denn zum Morgenbrot wird ja ein Getränk, wie Kaffee oder ähnliches, unentbehrlich sein. Was nun die Hauptmahlzeiten anlangt, so läßt sich ohne alle Schwierigkeit das erreichen, daß man das Trinken, von Ausnahmefällen, die selbstverständlich sind, abgesehen, auf die Speisenaufnahme folgen läßt. Dabei wird man den Vorzug haben, daß man die Speisen mehr mit den Zähnen zu zerkleinern sich gewöhnt, bessere Speichelsekretion erzielt, denn das Dazwischentrinken verführt viele Menschen, Halbgekauhtes hinunterzuschlingen. Das Trinkbedürfnis kann sehr herabgesetzt werden durch den Genuß der Suppe, die zugleich als Getränk wirkt. Auch Gemüse wirkt durststillend, besonders aber frische Früchte oder Apfelpbrei u. s. w.

In der Mittagsmahlzeit ist in der Regel an sich schon, wenn kein Tropfen Flüssigkeit außerdem getrunken wird, ausreichend Wasser enthalten, um nach der Resorption aus dem Magen und Darm den Durst zu stillen. Manche Suppen haben oft mehr als 95% Wasser, manche Gemüse ähnlich, auch die frischen Früchte führen uns nicht nur in dem Fruchtsafte das Wasser zu, sondern in den Fruchtsäuren ganz besonders gute durstlöschende Substanzen. Man kann das Trinken zur Mahlzeit unendlich oft entbehren, ohne jede Selbstkasteiung oder seelischen Schmerz; man vergißt das Trinken. Und wenn sich bei solchen Leuten wirklich der Durst meldet, dann hat er auch seinen wichtigen physiologischen Grund und soll befriedigt werden.

Freilich sind die Menschen hinsichtlich der Größe des Trinkbedürfnisses nicht alle gleich; nicht immer ist nur eine schlechte Angewohnheit vorhanden. Fette Personen, welche viel schwitzen, haben viel Durst, Leute, die im Winter in stark geheizten Stuben sitzen, eine trockene Kehle, Leute, die sich überängstlich vor Erkältungen in dichte Kleider packen, ebenso. Man muß sich daher selbst beobachten und sehen, was sich gegen die unnötige Flüssigkeitsaufnahme tun läßt. Je mehr aber ein Beruf, wie der eines Schmiedes, Heizers u. s. w., durstterregend wirkt, um so mehr heißt es, die alkoholischen Getränke zu vermeiden.

In Hunderten von Fällen ist der Durst eine Folge übermäßigen Salzgenusses; geradezu erstaunliche Salzmenngen werden häufig in den Hauptmahlzeiten aufgenommen. Ähnlicher Mißbrauch wird mit Pfeffer und Senf und ähnlichem getrieben. Eine Art von Bewunderung erfährt uns, daß ein einfaches, häutiges Organ wie der Magen diesen scharfen Angriffen so guten Widerstand leistet.

Auch die Speisen selbst verursachen mehr oder minder „Durst“. Animalien sind in dieser Hinsicht weniger günstig als frische Vegetabilien, die ein weit geringeres Wasserbedürfnis erzeugen.

Die Enthaltbarkeit beginnt also nicht mit der einfachen Resolution, kein Bier und Wein zu trinken, sondern mit der vernünftigen Diät- und Lebensordnung, durch welche das gewohnheitsmäßige übermäßige Trinken überhaupt als unnötiger Bedarf gefühlt wird und deshalb auch leicht bekämpft werden kann. Während der Mahlzeit zu trinken, wird nur an ganz wenigen Tagen des Jahres nötig sein. Bei Kindern kann man mit Milchtrinken in der Zwischenzeit Durst und Hunger stillen. Magermilch und Buttermilch sind auch nützliche Getränke. Hat man erst einmal angefangen, die Gewohnheit des Vieltrinkens und der übermäßigen Flüssig-

keitsaufnahme siegreich zu überwinden, dann ist der wesentlichste Teil der Arbeit schon geschehen.

Um die Schäden des Alkoholgenusses zu mindern, ist eine Aufsichtigung der Beschaffenheit der berauschenden Getränke von seiten des Staates erwünscht.

Der Branntwein soll möglichst fuselfrei sein, ferner soll er verdünnt sein, damit die Wirkungen nicht zu stürmisch sind. Man kann für Trinkbranntwein einen Gehalt von 35 bis 40 Volumprozent für zulässig erklären (Möller).

Die große Zahl von Schankstellen trägt zweifellos viel zur Ausbreitung des Schnapsgenusses bei. Das Schankgewerbe sollte streng überwacht und die gesetzlichen Bestimmungen, welche ja bei der Konzession vorgesehen sind und genügend Handhabe bieten, scharfer angewandt werden (Gesetz vom 23. Jänner 1879).

Nicht minder erscheint in vielen Fällen die Beschränkung der Verkaufszeit von Vorteil.

In Amerika gibt es viele Temperenzlergemeinden, welche jede Konzession zur Errichtung einer Schankstelle verweigern. Sehr streng schränkt Schweden die Lizenz für den Detailverkauf ein. In Gothenburg hat sich eine Ausschank-Aktiengesellschaft gegründet, welche alle Verkaufsstellen an sich gebracht hat, die Zahl der Schankstätten stark vermindert, die Verkaufszeit kürzt. Sie liefert alle Überschüsse an die Gemeindekasse ab. Dieses Gothenburger System ist in 57 Städten durchgeführt.

Die Besteuerung und Verteuerung des Branntweins ist im allgemeinen eine Repressivmaßregel, welche sich bisher kein Staat hat entgehen lassen, ohne daß wesentliche Erfolge dadurch erzielt worden sind.

Die Repressivmaßregeln sollen sich weiter wenden:

1. Gegen den Wirt, indem er bestraft wird, wenn er Alkohol an Trunkenbolde und Unmündige verabreicht; Trinkschulden sollten nicht klagbar sein.

2. Gegen den Trunk. Durch Bestrafung der Trunksucht in allen Klassen der Bevölkerung, durch Detenierungen von notorischen Trinkern in Besserungsasylan.

#### *Untersuchung des Branntweins.*

Die Bestimmung des Alkoholgehaltes kann meist direkt durch die Bestimmung des spezifischen Gewichtes ausgeführt werden. Sind aber neben dem Alkohol noch andere Substanzen anwesend, so wird abdestilliert und wie bei Bier und Wein (siehe dort) verfahren.

Die wichtigste Frage ist meist der Nachweis des Fuselöles; wir besitzen in dem Verfahren von Röse eine exakte Methode zur quantitativen Bestimmung.

Der nebenstehende, von Herzfeld modifizierte Apparat (Fig. 231) trägt an seinem unteren Ende einen birnförmigen Ansatz von 20  $\text{cm}^3$  Inhalt, die daran anschließende Röhre ist in Kubikzentimeter geteilt und läßt etwa 0.02  $\text{cm}^3$  noch gut angeben. Oben ist eine kugelige Ausbauchung angeschlossen. In den unteren Teil wird reines Chloroform, von dem man sich am besten einen Vorrat hält, sorgfältig mit einem langhalsigen Trichter eingebracht bis der Meniskus auf 20 einsteht.

In den Apparat füllt man sodann 100  $\text{cm}^3$  des zu untersuchenden Alkohols und 1  $\text{cm}^3$  Schwefelsäure. Da nun das Chloroform auch vom reinsten Äthylalkohol aufnimmt

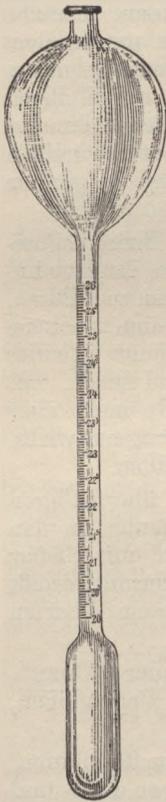


Fig. 231.

und das Volumen zunimmt, so wird nach dem Schütteln von Chloroform und Alkohol der Meniskus anders eintreten, z. B. auf 21·0 u. dgl. Die von dem Chloroform aufgenommene Alkoholmenge ist weiter auch von dem Konzentrationsgrade des Alkohols abhängig; man hat daher stets, ehe man Versuche über Fuselöl anstellt, dem zu untersuchenden Alkohol eine bestimmte Konzentration von 30 Volumprozenten zu geben und bei gleichbleibender Temperatur, z. B. 15°, die Ausschüttelung vorzunehmen.

Mit absolut reinem Alkohol bestimmt man nun ein- für allemal (d. h. für ein bestimmtes Chloroform) die Volumzunahme. Ist in einem anderen Falle aber neben dem Äthylalkohol noch Fuselöl vorhanden, so wird das letztere begierig vom Chloroform unter Volumzunahme des letzteren absorbiert, und die Vermehrung der Volumzunahme gegenüber jener bei reinem Äthylalkohol gibt das Maß des Fuselgehaltes. Ein Fuselgehalt von etwa 0·0066% entspricht einer Volumzunahme von etwa 0·01  $cm^3$ .

Den zu untersuchenden Brantwein (200  $cm^3$ ) destilliert man mit Kalilauge bis auf ein Fünftel ab. Aller Alkohol und alles Fuselöl gehen dabei über. Dann wird nach der Destillation auf 200  $cm^3$  aufgefüllt, das spezifische Gewicht genommen und bis 30 Volumprozent verdünnt.

Die in Deutschland getrunkenen Brantweine scheinen einen Fuselgehalt von 0·3% nur selten zu erreichen, in extremen Fällen sind aber bis zu 0·6% gefunden worden.

## Essig.

Der Essig, der zu Nahrungszwecken dient, wird nahezu ausschließlich aus Wein, Bier, Brantwein bereitet.

Der echte Weinessig, durch saure Gärung des Mostes entstanden, charakterisiert sich dadurch, daß er ein angenehmes, weinartiges Aroma besitzt und neben Essigsäure Weinstein enthält.

Der Obstessig, aus Obstwein durch saure Gärung dargestellt, erinnert durch Geruch und Geschmack an das Aroma der Äpfel und Birnen und enthält Apfelsäure, Milchsäure und deren Salze in Lösung.

Der Spiritus-, auch Brantweinessig (Schnellessig), wird durch Oxydation eines verdünnten Spiritus bei 30° C in Fässern, die, mit Holzkohlen oder mit Holzspanen beschickt, der Luft eine große Fläche bieten und den Bakterien zugleich als Brutstätte dienen, dargestellt. Bei der Essigbildung entsteht auch stets etwas Essigäther.

Durch Rektifikation des Holzessigs (der durch Trockendestillation des Holzes gewonnen wird) wird ein Essig erhalten, der noch Spuren von empyreumatischen Substanzen enthält. Bei erheblichen Mengen der letzteren ist ein solcher Essig der Verdauung nicht zuträglich.

Manche Essigsorten werden mit Karamel gefärbt.

Der Essigsäuregehalt der käuflichen Essigsorten variiert von 1 bis 15% an Essigsäure, er beträgt durchschnittlich 4%. Um den Säuregehalt zu ermitteln, empfiehlt sich die Titrierung mit einer Natronlösung von bekanntem Gehalt.

Gefälscht wird der Essig am häufigsten durch Zusatz von Schwefelsäure.

Beigemischte Salzsäure entdeckt man durch Destillation des verdächtigen Essigs; das Destillat mit salpetersaurer Silberlösung geprüft, gibt bei Salzsäurezusatz einen Niederschlag von Chlorsilber.

Soll die Anwesenheit freier Weinsäure, welche dem Schnellessig zuweilen absichtlich zugesetzt wird, um ihn dem Weinessig ähnlicher zu machen, konstatiert werden, so dampft man eine Probe bis zur Sirupkonsistenz ein, zieht dann mit Alkohol aus und versetzt den nach dem Verdunsten derselben verbleibenden Rückstand mit einer konzentrierten Lösung von Chlorkalium. Freie Weinsäure bildet sofort einen kristallinischen Niederschlag von saurem weinsäurem Kali.

Literatur: v. Voit, Gesamtstoffwechsel. — Hermanns Handbuch der Physiologie. Bd. VI. — Bersch, Die Konservierungsmittel. — König, Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, Berlin 1880. — Möller, Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel, Berlin 1886. — O. Dammmer, Illustr. Lexikon der Verfälschungen, Leipzig 1887. — Birnbaum, Prüfung der Nahrungsmittel etc., 1893. — Birnbaum, Das Brotbacken etc., 1878. — Emmerich und Trillich, Anleitung zu hygienischen Untersuchungen, München 1889. — Lehmann, Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden, Wiesbaden. Siehe ferner die einschlägigen Artikel in Muspratts Technischer Chemie und König, Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe, Berlin 1891.

## Neunter Abschnitt.

# Hygienisch wichtige Lebensverhältnisse.

## Erstes Kapitel.

### Der Geschlechtsverkehr.

#### Die Geschlechtsreife.

Mit der Geschlechtsreife entsteht bei dem Jüngling wie dem Mädchen der unbewußte Trieb, sich einander zu nähern; er findet in der Vereinigung der Geschlechter die gesundheitsgemäße Befriedigung. Diese erzeugt aber keineswegs nur Sinnengenuß und Quellen körperlichen Behagens, sondern man kann sagen, daß der Mensch, würde er des Fortpflanzungstriebes und dessen, was diesem geistig entspringt, beraubt, wohl auch der Poesie und vieler wichtiger sozialer Eigenschaften entbehren würde. Das Geschlechtsleben gibt meist den Impuls zur Erwerbung von Besitz, zur Gründung des häuslichen Herdes, zur Pflege der Kinder, zur Entwicklung ethischer und ästhetischer Grundsätze. Die Art des geschlechtlichen Verkehrs ist ein Spiegelbild der Kultur eines Volkes, und ihre Regelung bildet nicht selten einen wesentlichen Inhalt religiöser Lehren.

So segensreich die richtige und geläuterte Entfaltung des geschlechtlichen Lebens auf unser Dasein einwirkt, so stellt es andererseits, wo es als ungezügelmte Lust und Leidenschaft zum Durchbruch kommt, eine Gefahr für das eigene Ich wie für den Nebenmenschen und die Allgemeinheit dar.

Die zur geschlechtlichen Fortpflanzung notwendige Reife des Körpers (Pubertät, Mannbarkeit) wird erst in einem bestimmten Alter erreicht. Die Menstruation tritt ein:

in Lappland mit	18 Jahren
„ Stockholm „	15—16 „
„ Berlin „	15—16 „
„ München „	16—17 „
„ Wien „	15—16 „
„ London „	14 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —15 „
„ Paris „	14 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „
„ Kalkutta „	12 „
„ Ägypten „	10 „

Jüdische Mädchen sind früher als andere menstruiert, Städterinnen eher als Mädchen vom Lande, Töchter höherer Stände frühzeitiger als solche der niederen Stände. Neben der Menstruation äußert sich die Pubertät bei den Mädchen durch die bessere Entwicklung des Körpers, der Brüste und eine gewisse Veränderung der Stimme.

Bei dem männlichen Geschlechte sind die Mutation der Stimme, Entwicklung des Bartwuchses und der Behaarung der Schamgegend und die Samenabsonderung die markantesten Zeichen der Geschlechtsreife. Zumeist tritt dieselbe zwischen dem 17. bis 21. Lebensjahre ein.

Die geschlechtliche Reife macht sich bei beiden Geschlechtern durch eine Reihe der wichtigsten psychischen Änderungen geltend. Sie macht den Menschen leicht entflammbar für alles Schöne und Gute, ästhetische Gefühle führen ihn der Dichtkunst zu, sie lassen ihn Gefallen finden an den bildenden Künsten; nicht selten aber wird er auch in religiöse Schwärmereien und weltenschmerzliche Grübeleien versetzt. Die Liebe und Zuneigung zu Personen ist in dieser Zeit eine überschwengliche, aber häufig zugleich platonische.

Eine wichtige Aufgabe der Erziehung besteht darin, die natürliche Entwicklung des Reifeprozesses nicht zu stören, vielmehr sie zu benutzen, um den Menschen mit all dem auszustatten, was ihm für das spätere Leben von Nutzen sein kann. Vor allem muß die Frühreife und der zu frühzeitige Beischlaf verhütet werden. Von dem Eintritte der Geschlechtsreife bis zur vollerblühten Mannbarkeit sollen Jahre vergehen, in denen die Reinheit des Gemütes in sorgsamster Weise behütet wird.

In den Großstädten ist diese erziehliche Aufgabe keine Kleinigkeit; der stete Verkehr mit zahlreichen Altersgenossen, die ständige Einwirkung ungeeigneter Literatur, obszöner Reproduktionen, die Buntheit und Niedrigkeit des Straßenlebens bieten hundert Gefahren; daher muß die Einwirkung von Seite der Familie eine doppelt vorsichtige und zielbewußte sein. Mit feinem psychologischen Takte muß alles Störende beiseite gehalten werden; die Erziehung muß eine unbewußte, von fühlbarem Zwange freie sein. In hygienischer Hinsicht, und damit haben wir uns ja allein hier zu beschäftigen, sehe man auf gleichmäßige Ausbildung von Geist und Körper; man vermeide, die Jugend zur Stubenhockerin zu machen, wecke die Freude am Naturgenusse, pflege Körperübungen und einfachen Sport, vermeide Verweichlichung in der Kleidung, zu langes Schlafen und sehe auf eine geordnete Hautpflege, namentlich auf kühle Waschungen und kühles Schlafen, ohne daß man aber etwa dabei glaubt, durch extreme Anwendung dieser Grundsätze den Erfolg erheblich zu verstärken.

Besonders aber sei man auf richtige Wahl von Nahrung und Getränk bedacht; die Abendmahlzeit sei nicht zu reichlich und werde nicht zu kurz vor dem Schlafengehen eingenommen. Alkoholika jedweder Art werden tunlichst vermieden. Eine Hauptgefahr des Alkohols besteht sicherlich in dem Umstand, daß er zu sexueller Erregung und Exzessen vorbereitet.

Aber außer der Vermeidung alles Anreizes zur Sinnlichkeit müßte die ganze geistige Erziehung dahin gehen, das Wollen der Sittlichkeit sicherzustellen.

Wenn es aber schon unter günstigen Lebensverhältnissen nicht leicht sein dürfte, einer idealen Entwicklung des heranreifenden Mannes wie der Frau nahezukommen, so ist dies natürlich für alle, welche durch die soziale Stellung eine volle Aufopferung der Eltern in der Erziehung nicht beanspruchen können, und jenen, welche frühzeitig aus der Familie weg, halbreif, ihr eigenes Brot zu verdienen gezwungen sind, noch weit seltener der Fall; ja man kann sagen, daß zum mindesten für einen großen Prozentsatz der Bevölkerung die Frühreife in dem Wissen meist schon sehr frühzeitig erlangt ist und daß der Beischlaf schon viele Jahre vor erreichter Pubertät versucht wird. Man stelle sich einmal die entsetzlichen Zustände der Wohnungsverhältnisse wenig Bemittelter vor: die ganze Familie, jung und alt, schläft oft in einem Raume zusammen; das heranreifende Kind ist Zeuge der intimsten Vorgänge und von Gesprächen, die sich auf diese letzteren beziehen. Noch schlimmer steht es aber dort, wo die Eltern selbst einen lockeren Lebenswandel führen, oder dort, wo die beste Stube der Familie an eine Prostituierte vermietet wird, indes die Kinder die Bedienung der letzteren besorgen. Die Zustände spotten in unglaublicher Weise jedweder Erziehung zum Guten; sie bestehen, auch wenn man sie vielfach nicht sehen will. Ist die Sittlichkeit einmal verloren, so ist ein unersetzliches Gut dahin.

### Die Ehe.

Die naturgemäße ethischeste und vom hygienischen Standpunkte aus wünschenswerteste Vereinigung der Geschlechter findet in der Ehe statt. Sie bildet für das Weib das Ziel und Ideal ihres Strebens. Sie bietet neben der geordneten Befriedigung des Geschlechtstriebes durchschnittlich Gewähr für ein ungestörtes Fötusleben, günstige Geburtsverhältnisse, zweckmäßige Pflege und Erziehung der Kinder. Sie bildet daher auch den Grundpfeiler unserer staatlichen Organisation.

Die Vereinigung der Geschlechter findet durchaus nicht immer wie bei uns in monogamer Ehe statt. Bei den Polynesiern bestehen noch die Urzustände vollkommen freier Wahl, der Stärkste besitzt jeweilig das Weib. Der geschlechtliche Akt vollzieht sich in der Öffentlichkeit. Erst bei weiterem Vorschreiten der Kultur entwickelt sich das Schamgefühl und die Hebung des Weibes zur Hausfrau und Genossin, die Forderung der Keuschheit und der Zielpunkt der Ehe als erste geschlechtliche Vereinigung. Doch kann bei hoher Gesittung die letzte Forderung auch unterbleiben. In Japan nahm man früher keinerlei Anstoß, sich Frauen zu wählen, welche jahrelang in Teehäusern als öffentliche Dirnen Dienste getan hatten.

Die Ehe ist aber keineswegs unter allen Umständen zulässig und von sanitär günstigen Folgen begleitet; letztere können das Ehepaar wie die Nachkommenschaft betreffen.

Die Ehen zwischen Menschen unreifen Alters führen zu frühzeitigem Abwelken der Eltern und zu schwächlicher Nachkommenschaft. Das menstruierte Mädchen ist noch nicht heiratsfähig; die Mortalität unter den sehr jungen Ehepaaren sollte vor einem sehr zeitigen Eingehen der Ehe abschrecken. Ja auch für die Nachkommenschaft ist dieselbe nur von Übel. Jeder Tierzüchter kann an der Erfahrung bei unseren Haustieren dartun, daß eine gesunde Nachkommenschaft und kräftige Tiere nur gewonnen werden, wenn die sich Vereinigenden vollständig ausgewachsen sind. Eine bewährte Regel hält daran fest, daß ein

Mädchen frühestens zwei Jahre nach Eintritt der Periode sich verheiraten solle. Zu diesem Termin pflegt das Längenwachstum des Körpers vollendet zu sein.

Die Frau sollte bei uns also nie unter dem 16., der Mann nie unter dem 20. Lebensjahre zur Ehe zugelassen werden. Diese Altersgrenze würde aber bei den verschiedenen Nationen verschieden zu bemessen sein. Auch extreme Altersverhältnisse sind hygienisch nicht als zulässig zu betrachten.

Besonders wichtig ist bei dem Eingehen der Ehe das Verwandtschaftsverhältnis. Je näher im allgemeinen die Blutsverwandtschaft, um so wahrscheinlicher ist der Mißerfolg einer Ehe hinsichtlich gesunder Nachkommen. Zwar haben von jeher die Gesetzgeber dieses Übel zu bannen gesucht; doch sind Verwandtenheiraten namentlich in fürstlichen Häusern sehr häufig. Die Blutsverwandtschaft wirkt durch Vererbung, und durch kein anderes Moment, ungünstig auf die Nachkommenschaft. Wo also keine Fehler der Organisation und geistigen Anlagen der Blutsverwandten sich fanden, könnten sie auch bei den Kindern nicht auftreten. Das ist aber nie der Fall, und deshalb sieht man auch so häufig kranke Kinder als Folge zu naher Verwandtschaft der Ehegatten.

Von 512 Ehen Blutsverwandter hatten nur 103 Ehen normale Kinder aufzuweisen, in nahezu vier Fünfteln der Fälle waren die Ehen entweder überhaupt unfruchtbar, oder die Kinder epileptisch, schwächlich, blödsinnig, kränklich, mit Monstrositäten behaftet. In Italien treffen auf 1000 Ehen 0·5—0·7 auf Ehen zwischen Oheim und Nichte, beziehungsweise Tante und Neffen, und 6—8 Geschwisterkinder (Mantegazza).

Ein bedauerlicher Übelstand muß genannt werden, daß so häufig notorisch kranke Personen die Ehe eingehen; Tuberkulöse Syphilitische sind es zumeist, die wir meinen, und welche den Krankheitskeim entweder zwischen sich selbst austauschen oder ihn auf die Kinder übertragen. Noch weit schlimmer aber muß bezeichnet werden, wenn man Frauen mit verunstaltetem Becken, mit absoluter Unmöglichkeit des Gebärens zur Ehe zuläßt und ihnen so das Todesurteil spricht

Man hat auf Grund der Statistik den Ehestand als besonders förderlich für die Gesundheit gepriesen, er verlängere das Leben, die meisten Selbstmörder seien ledig. Diese Zusammenstellungen beweisen nichts für das, was sie beweisen sollen: die Vorzüge eines geordneten Geschlechtsverkehrs.

Wer die Ehe eingeht, muß im großen und ganzen gewisse körperliche oder auch geistige Vorzüge an sich haben. Ein Blinder, Lahmer oder Krüppel wird nicht leicht zur Ehe kommen, ebensowenig ein Geisteskranker oder abnorm Veranlagter, desgleichen nicht der ganze Auswurf der Bevölkerung, die Taugenichtse aller Art. Es darf uns also nicht wundernehmen, wenn bei dieser Art von Gruppierung in Verheiratete und Ledige ein ungünstiges Resultat für die Nichtverheirateten sich ergibt. Daß die Ehe durchwegs eine Verlängerung des Lebens bedeute, wird man aber wohl nicht behaupten wollen.

Die Ehe erzeugt nicht selten eine Verschärfung des sozialen Elends, indem die wachsende Kinderzahl den Erwerb unzureichend macht; die unmittelbare Folge ist die Erhöhung der Sterblichkeit der Kinder. Sosehr für den Staat eine gewisse Geburtenzahl und ein langsames Anwachsen der Bevölkerung wünschenswert ist, so bedenklich kann eine zu große Zunahme sein. Man sinnt daher auf Abhilfe, indem man vielfach die Freiheit der Eheschließung beeinträchtigt, ein hartes Mittel, das nur den außerehelichen Verkehr begünstigt. Die Beschränkung des übermäßigen Kindersegens findet in anderen Staaten, z. B. in Frankreich, von Seite der Ehe-

gatten statt; das Wie hier des näheren zu besprechen, liegt keine Veranlassung vor, zumal Schäden solcher Beschränkung in hygienischer Hinsicht nur selten hervortreten.

Der geschlechtliche Verkehr in der Ehe soll mit Mäßigung gepflegt werden und regelt sich nach allenfallsigen ersten Exzessen von selbst. Der Rücksichtnahme des Mannes auf die Frau muß ein verständiges Entgegenkommen der Frau gegenüberstehen. Nach den Vorschriften Mohammeds soll der Verkehr einmal in der Woche, nach altjüdischen Regeln bei kräftigen Männern täglich, bei Handarbeitern wöchentlich, nach Luther zweimal in der Woche erlaubt sein. Derartige Vorschriften sind aber von großer Willkür und enthalten nur das eine Wahre, daß eine gewisse Beschränkung im geschlechtlichen Umgange zweckmäßig und gesundheitsförderlich ist. Die Liebe ist bei dem Manne immer von weit größerer Leidenschaftlichkeit als bei dem Weibe; diese Heftigkeit und Glut macht ihn nicht selten zum Sklaven des Weibes, das durchwegs weniger sinnlich veranlagt erscheint. Indem das sinnliche und aktive Element bei dem Manne weit mehr seine Anlage beherrscht und er auch bestimmt ist, alle Schwierigkeiten des Lebens auf seine Schultern zu nehmen, sind Fehltritte seinerseits weit erklärlicher als jene der Frauen.

Der geschlechtliche Verkehr sollte nur in der Ehe eingeleitet werden; es ist aber durchaus nicht für alle Menschen vom sanitären Standpunkte aus notwendig, in geschlechtlichen Verkehr zu treten. Es ist eine sehr irrigte Meinung, wenn man allemal aus der Nichtübung dieser Funktionen einen Schaden ableiten will. Der Mann wie das Weib können meistens bei richtiger Willensstärke und Besonnenheit die sinnlichen Triebe dauernd überwinden. Wir meinen dabei keineswegs ein klösterliches Zölibat, das durch die Abhaltung jedweden Konflikts mit der Außenwelt weit leichter zu ertragen ist. Allerdings gibt es auch sehr viele Personen, bei welchen der unbefriedigte Geschlechtstrieb zu allerlei nervösen Störungen und besonders auf sexuelle Abwege führt.

Die Ehe soll von beiden Teilen nur eingegangen werden, wenn keine Erkrankung vorliegt, welche von dem kranken Teile auf den gesunden mit Wahrscheinlichkeit übertragen werden wird und welche die Nachkommenschaft in ihrer Gesundheit zu schädigen in der Lage ist. Sehr häufig wird gegen diese Regel aus Unwissenheit, noch viel mehr aus Leichtsinne gestündigt.

Zu solchen Krankheiten sind zu zählen die Tuberkulose und vor allem die venerischen Krankheiten.

Von den ausgeprägteren Formen der Tuberkulose dürfte auch in weiteren Kreisen der Bevölkerung bekannt sein, daß bei dem innigen Verkehre der Ehegatten die Krankheitsübertragung nicht ausgeschlossen ist und daß auch die Kinder geschädigt werden. Entweder kann dies durch den Akt direkter Vererbung geschehen oder durch nachträgliche Infektion; dort wo ein schlechter anatomischer Bau des Thorax vorliegt, namentlich bei beiden Ehegatten, kann in der Vererbung der Körperform das disponierende Moment zur Tuberkulose ein Erbe der Kinder sein.

In vielen Ehen stellt die Gonorrhöe eine verhängnisvolle Mitgift dar; erst im letzten Jahrzehnt hat man erfahren, wie häufig der Tripper nach der akuten Attacke in die chronische Erkrankung, welche dem Infizierten allerdings recht wenige Beschwerden macht, überleitet. Jahre-

lang kann diese chronische Gonorrhöe ihre Ansteckungsfähigkeit in un-  
verminderter Kraft erhalten. Meist sind es die Männer, welche den  
Tripper in die Ehe bringen.

Die Folgen der Gonorrhöe sind für das Weib sehr verderbliche;  
nicht nur die äußeren Schamteile, die Harnröhre, Scheide wird er-  
griffen, sondern die Gonorrhöe wandert weiter nach der Gebärmutter und  
von dort nach der Peritonealhöhle. Chronische Entzündungen der Gebär-  
mutter, lokalisierte Entzündungen des Bauchfelles, allerlei Verwachsungen  
auch des Eierstockes mit nachfolgender Sterilität schließen sich an. Bei  
fast einem Viertel der schwangeren Frauen hat man Tripperinfektion  
festgestellt. Manchmal erfolgt die Infektion schon in der Hochzeitsnacht,  
heftige Schmerzen in der Beckengegend, wochenlange Unterleibsent-  
zündungen, Unfruchtbarkeit und jahrelanges Siechtum können sich an-  
schließen.

Auch durch den Geburtsakt kann bei einer infizierten Frau eine  
anscheinend zur Ruhe gekommene Gonorrhöe zu gefährlichen und  
schweren Erscheinungen angefacht werden.

Auch die Syphilis fordert in ihrer Beziehung zur Ehe eine be-  
sondere Beachtung.

Die Syphilis kann vom Vater als auch von der Mutter allein  
vererbt werden. Die Syphilis der Mutter kann, wenn sie selbst im letzten  
Schwangerschaftsmonat akquiriert wurde, noch auf das Kind übergehen.  
Ist ein Fötus durch den Vater syphilitisch, die Mutter gesund, so kann  
die letztere durch den Fötus angesteckt werden oder wird nicht syphi-  
litisch, aber gegen Syphilis immun.

Was die Beziehungen der Ehegatten zu einander anlangt, so ist  
zu bemerken, daß die Syphilis nur im ersten und zweiten Stadium an-  
steckend wirkt, sonach also 3—5 Jahre lang vom Beginne der Krankheit  
gerechnet.

Je älter die elterliche Syphilis, um so besser gedeihen die Kinder.  
Das syphilitische Kind wird, wenn auch normal bei der Geburt, später  
von der Krankheit heimgesucht. Papeln, Eiterpusteln, Blasen an der  
Haut können auftreten, Ulzerationen der Schleimhaut. Die Kinder  
haben immer Schnupfen, stinkendes, blutiges Nasensekret, sehr bald ent-  
steht, schon in den ersten Monaten, die „Sattelnase“. Häufig entsteht  
Rhachitis; die mittleren oberen Schneidezähne werden an der Kante  
halbmondförmig ausgebaucht; innere Organerkrankungen, Lähmungen,  
Krämpfe sind häufig. Ein großer Teil der Kinder geht im ersten  
Lebensjahre zu Grunde.

Eine mit Syphilis behaftete Person soll nicht eher in die Ehe  
treten, als bis mindestens 4—5, auch wohl 6 Jahre seit der Infektion  
vergangen sind. Im Einzelfalle hat der Arzt zu entscheiden, ob die Ehe  
eingegangen werden darf oder nicht.

Literatur: S. Ribbing, Die sexuelle Hygiene, Leipzig 1801. — Mantegazza,  
Hygiene der Liebe, Jena.

## Die Prostitution.

Neben der Ehe hat der außereheliche Geschlechtsver-  
kehr eine ungeheure sanitäre Bedeutung. Seine außerordentliche Ver-  
mehrung wird man aus naheliegenden Gründen auch nicht annähernd

schätzen können. Er hat zu allen Zeiten und bei allen Nationen stattgefunden.

Die Ursachen desselben sind sehr verschiedenartiger Natur. Einmal soziale; nicht jeder kommt in die Lage, so reichlichen Erwerb zu gewinnen, daß er Aussicht hat, eine Familie zu ernähren. Dies trifft auch für die höheren Klassen zu; die Repräsentationskosten verschlingen dort häufig einen wesentlichen Teil des Einkommens. Bisweilen hindert ein körperliches Gebrechen das Eingehen einer Ehe. Ein großes Kontingent zu dem außerehelichen Verkehre liefern die Ehen selbst. Vielfach finden die Ehegatten in derselben ihre Befriedigung nicht, wollen und können aber ihre Verbindung nicht lösen. Die allergrößte Zahl von Verbindungen im außerehelichen Geschlechtsverkehre liefert jederzeit das erste Mannesalter und das entsprechende Alter des weiblichen Geschlechtes, nicht selten als Folgen einer Frühreife.

Der außereheliche Verkehr gestaltet sich sehr verschieden.

1. Er besteht in der Vereinigung nach gegenseitig freier Wahl.

2. In der Prostitution.

Die gegenseitig freie Wahl liefert leider eine große Zahl unehelicher Kinder und macht sich damit in sanitärer Hinsicht unangenehm bemerkbar. Sie ist überall sehr verbreitet, wo die Prostitution keinen festen Boden gewonnen hat, wo daher manchmal Verführungskünste aller Art angewendet werden müssen, um zum geschlechtlichen Genusse zu gelangen. Das Militär, das ja die jüngeren, kräftigsten Leute in sich begreift, stellt naturgemäß ein großes Kontingent solcher Verbindungen. Auf dem Lande überwiegt im allgemeinen diese Art des Verkehres. Heiratsbeschränkungen führen gleichfalls zur Vermehrung desselben. Wie viel nach dieser Richtung gesündigt wird, läßt sich natürlich statistisch nicht nachweisen und hat für die öffentliche Gesundheitspflege auch nur untergeordneten Wert, weil auf dem Lande wenigstens, bei uns und im allgemeinen gesprochen, venerische Krankheiten nicht so sehr verbreitet sind. Werden sie aber eingeschleppt, so machen sie alsbald noch eine raschere Runde als in den Städten. Die Zahl der unehelich Geborenen betrug in Bayern zu einer Zeit, als die Gemeinden bei Personen mit Lohnerwerb gegen die Verehelichung unbedingtes Veto (ohne Beschwerderecht) einlegen konnten, 21—22%. Nach Aufhebung dieses Gesetzes war diese Ziffer 1875 auf 12·6 gesunken. Vom moralischen Standpunkte aus sind diese Zustände zum Teil sehr bedenklich; recht häufig sinken solche Opfer jugendlichen Leichtsinns in ihrer Verlassenheit immer tiefer.

Neben der gegenseitig freien Wahl herrscht überall der gewerbsmäßig von den Frauen dargebotene Geschlechtsverkehr, die Prostitution. Sie ist, kurz gesagt, ein notwendiges Übel, das bald anschwillt, bald im Verlauf der Zeiten abnimmt, und das in den letzten Jahrzehnten in Deutschland sicherlich nicht schlimmer ist als früher.

Unter Prostitution wird im allgemeinen die Hingabe des Weibes an verschiedene Männer, ohne die Absicht dauernder Verbindung, verstanden, außerdem bezeichnet man aber als Prostitution im engeren Sinne die Gewährung des geschlechtlichen Verkehres und seiner Perversitäten gegen Bezahlung.

In allen Uranfängen der Kultur begegnet man als Vorläuferin der Ehe der Prostitution (in weiterem Sinne). Es herrscht Promiskuität der Geschlechter; der Buschmann, die Urbevölkerung Kaliforniens u. s. w. kennt keine Ehe. Die Vereinigung ist eine Frage freier Wahl oder des Zwanges eines Stärkeren. Bei vielen wilden Völkerschaften gilt aber für die Weiber der Verkehr mit Männern fremder Stämme als unzulässig; in anderen Fällen findet sich Promiskuität des Geschlechtes nur innerhalb der näherstehenden Verwandtschaft.

Schamgefühl und Ehe sind das Produkt eines höheren Kulturzustands. Aber auch bei intellektuell hochstehenden Völkerschaften des Altertums und bis in die Neuzeit herauf haben sich gewisse Arten der Prostitution als wichtige Staatseinrichtungen gehalten.

Weit verbreitet war im Altertum die religiöse Prostitution, und diese entehrte nicht. Mädchen, welche sich ihr geweiht hatten, traten später ohne Makel in die Ehe. Bekannt sind derartige religiöse Institutionen bei den Babyloniern, der Aphroditendienst bei den Phöniziern und bei den Griechen, deren Tempel dem mannigfaltigsten Sinnesgenusse angepaßt waren. Eine ähnliche Einrichtung stellte der Isiskultus dar; das Verdienst der Priesterinnen (Prostituierten) kam dem Vermögen der Tempel zu gute oder wurde zur Errichtung öffentlicher Bauten, wie z. B. der Pyramiden, verwendet.

Der Venuskultus und Dienst des Mutinus sind bekannte religiöse Einrichtungen der Römer.

Auch im Mittelalter und unter der Herrschaft des Christentums begegnet man Sekten, bei welchen die Weibergemeinschaft den wesentlichsten Inhalt der Lehre bildete (Nikolaiten, Kainiten, Pikarden u. s. w.).

Bei wilden Völkerschaften, im Altertum, im Mittelalter, wie in der Neuzeit begegnen wir der Gastfreundprostitution; die Frau oder irgend ein Weib wird dem Gaste zur Verfügung gestellt.

Neben der beiden genannten Formen der Prostitution tritt schon frühzeitig die bürgerliche Prostitution, bei welcher das Anerbieten des geschlechtlichen Genusses gegen Entgelt der alleinige unverblümete Endzweck ist, vielfach als eine vom Staate sanktionierte Einrichtung entgegen.

Trotz der zahllosen religiösen Prostituierten sah sich Solon veranlaßt, die bürgerliche Prostitution zu organisieren; er errichtete öffentliche Häuser (Deikterion), in welchen Sklavinnen gehalten wurden, die ihre Gunst jedem Zahlungsfähigen verkauften.

Auch diese Art der Prostitution gab dem Weibe keinen Makel. Der gleichen Aufmerksamkeit wie bei den Griechen erfreute sich die bürgerliche Prostitution bei den Römern.

Erst als die monogame Ehe, wahrscheinlich durch die christliche Lehre, festen Fuß gefaßt hatte und zur allgemeinen Institution geworden war, vollzog sich eine etwas schärfere Abtrennung der bürgerlichen Prostitution von der übrigen Bevölkerung. Die neue geschlechtliche Moral betrachtete den außerehelichen Verkehr als etwas Unzulässiges, der Frau wurde die Wahrung der Schamhaftigkeit bis zum Eintritt der Ehe und die Treue gegen den Gatten oberstes Gesetz. Diese neuen Anschauungen wurden so zum Gemeinbesitze aller, daß auch der neue Geist die ganze Gesetzgebung durchdrang und diese Verhältnisse rechtlich begründet wurden.

Der Prostitution ist damit der Charakter des Anstößigen, Unerlaubten aufgeprägt worden; sie ist zu einer ausschließlich dem Geschlechtsverkehre dienenden, entehrenden und nur geduldeten Einrichtung herabgesunken.

Streng genommen gilt die scharfe Verurteilung nur der „niedereren“ Prostitution: daneben hat es zu allen Zeiten geistig hervorragende Frauen, die der Prostitution oblagen, gegeben, von denen ein wichtiger Einfluß auf die Entwicklung der Literatur, Kunst und namentlich auf die Politik ausgeübt worden ist. Es sei diesbezüglich auf das literarische und ästhetische Hetärenum Griechenlands und Roms, auf das durch Sängerinnen, Virtuosinnen repräsentierte Hetärenum in Italien und Frankreich im 15. bis 17. Jahrhundert, auf die französische Geschichte verwiesen. Da ein derartiges Hetärenum die öffentliche Gesundheitspflege nicht näher oder doch nur in geringem Grade interessiert, verzichten wir auf seine weitere Berücksichtigung.

Man hat mehrfach von pietistischer Seite versucht, die Prostitution ganz aus der Welt zu schaffen. Ludwig IX. von Frankreich war so naiv zu glauben, daß seine 1254 über die „liederlichen Weiber“ ausgesprochene Acht Wandel zu schaffen vermöge, und in ähnlicher Weise täuschte sich Maria Theresia, welche zwischen 1751—1769 die Bordelle aufhob und die Prostituierten nach dem Banat verbannte und in die

Zuchthäuser einschloß. Jede dieser Maßregeln hatte eine Zunahme des Ehebruches und der Zahl der geheimen Prostituierten und Kurtisanen zur Folge und wurde nach kürzerem Bestande wieder aufgehoben.

Ein berühmter Kirchenvater äußerte sich über die Prostitution, indem er sagte, „die Prostitution gleicht der Kloake des Palastes; wenn sie beseitigt wird, wird der Palast ein unreiner stinkender Ort“.

Die Prostitution beim Weibe hat zu allen Zeiten und bei allen Völkern der Erde bestanden, sie ist etwas Unzerstörbares, weil sie dem Geschlechtsverkehre dient, aus der Natur des Menschen sich ableitet und weil der Trieb zur Prostitution in vielen Fällen, sozusagen auf angeborene Fehler mancher Frauen zurückzuführen ist. Gerade wie in einer Bevölkerung das Genie und der Blödsinn, das Riesen- und Zwergwachstum und andere Abweichungen von dem allgemeinen Mittel, dem Gewöhnlichen, vertreten zu sein pflegen, ebenso treten durch das Spiel der Geburt auch jene Abnormitäten zu Tage, welche zur Prostitution führen müssen.

Von diesem Kern, der unvernichbar ist, streckt die Prostitution aber ihre Fangarme mehr oder minder weit in die Bevölkerung herein, und zu verschiedenen Kulturperioden hat sie einen mehr oder minder großen Teil der weiblichen Bevölkerung angezogen.

Die Prostitution trägt wesentlich zur Verbreitung der venerischen Krankheiten bei; es ist daher vom sanitären Standpunkte aus wichtig, die Ursachen und die Gründe der Ausdehnung der Prostitution kennen zu lernen.

Unter den Prostituierten hat man zwei Kategorien, die geborene Prostituierte und die Gelegenheitsprostituierte zu unterscheiden.

Ein Teil der sich der Prostitution hingebenden weiblichen Persönlichkeiten ist geistig anormal und gehört zu den moralischen Idiotinnen. Derartige Prostituierte charakterisiert der Mangel alles Familiengefühles, Mangel echter mütterlicher Gefühle gegen ihre Kinder. Sie haben Neigung zum Stehlen (80% der Londoner Prostituierten unter 30 Jahren begehen Diebstähle oder leisten Beihilfe dazu), zur Erpressung und dem Wuchertum. Der Alkoholismus ist allen gemeinsam, besonders charakteristisch ist die Frühreife derartiger Mädchen, der Mangel des Schamgefühles von frühester Jugend auf und das geringe oder geradezu fehlende Geschlechtsbedürfnis. Nicht der geschlechtliche Trieb wird zur Ursache des Umganges mit den Männern.

Die Ursache der Prostitution liegt in diesen Fällen also auf sittlichem, nicht sexuellem Gebiete. Die Intelligenz der betreffenden Personen steht häufig sehr niedrig. Von den Pariser Prostituierten konnten 52·1% nicht schreiben, 39·8% nur schlecht schreiben, 8·1% hatten gute Handschriften. Ein Zeichen der anormalen Veranlagung ist auch ihre Liebe zu Tieren, die Wahl einer besonderen Ausdrucksweise (Rotwelsch), ihre Arbeitsscheu und die unglaubliche, völlig ziellose Verlogenheit. Derartig anormale Personen finden sich selbstverständlich nicht nur in den Kreisen der Prostituierten, sondern auch in anderen Gesellschaftsklassen. In den meisten Fällen ist die Prostitution ein von Anfang an von den Frauenspersonen derartiger Veranlagung gewählter Erwerb.

Neben diesen geborenen Prostituierten, an denen nichts zu retten und nichts zu bessern ist, existieren die Gelegenheitsprostituierten. Ihre Zahl ist eine sehr schwankende, weil sie zum Teil von äußeren Ursachen abhängt. Es sind zumeist leichtfertige, wenig beständige, arbeitscheue Personen, welche in keiner Sache einen ernstlichen und nachhaltigen Entschluß fassen können. Der moralische Sinn ist vorhanden, wenn auch abgeschwächt; sie zeigen Mutterliebe, Zuneigung zu den Familienangehörigen; oft eine entschiedene Abneigung gegen ihren Beruf und das Bestreben, ihn zu verbergen. Sie entsprechen im wesentlichen den leichtsinnigen und gedankenlosen Frauen, wie sie sich in allen Gesellschaftsklassen finden, und bedürfen, um zu Prostituierten zu werden, eines bestimmten Anstoßes. Solche Gelegenheitsursachen können der Verlust der Jungfernschaft und Schwangerschaft, Überlistung und Vergewaltigung, Elend, böses Beispiel werden.

Zumeist benützen faule und zu jeder Arbeit unbrauchbare Dirnen die Gelegenheit, in dieser Weise ihr Brot zu verdienen und ihrer Putzsucht zu genügen. In anderen Fällen ist es, wie schon erwähnt, die Verführung, welche den Anstoß gibt, und häufig die mißliche Lage, in welche eine Person durch die Schwangerschaft geraten ist. So geraten unter Umständen Personen von notorisch guter Erziehung und guter Herkunft unter die Prostituierten. Diese oft durch raffinierte Verführung Entehrten und Gefallenen lassen sich gewiß bei geeigneter Fürsorge wieder der Prostitution entreißen.

Frauen mit den für Gelegenheitsprostitution gekennzeichneten Charaktereigenschaften finden sich sehr häufig; es besteht daher die Gefahr, daß die unausrottbare Prostitution diese engeren Ufer gewaltsam überflutet und in größere Kreise der Bevölkerung einbricht. Die Geschichte berichtet vielfach von solch epidemischer Verbreitung der Prostitution und von dem Rückschlage in die Anschauungen früherer Zeitperioden. Bekannt sind die für unsere heutigen Anschauungen schamlosen Zustände am französischen Königshofe des vorigen Jahrhunderts.

Eine große Gefahr für die Ausdehnung der Prostitution in unseren Großstädten bildet die soziale Lage vieler Fabrikarbeiterinnen, deren Erwerb zum Lebensunterhalt oft unzureichend ist, und die in Deutschland übliche Beaufsichtigungsart der Prostitution, welche den Dirnen gestattet, beliebig Wohnung zu nehmen und die Straßen zu besuchen. Das böse Beispiel wird gerade für die in Frage kommenden Persönlichkeiten von besonderer Bedeutung.

Soweit gegen die Prostitution anzukämpfen ist, wären hier die ersten Hebel anzusetzen.

Die Prostitution findet naturgemäß nur dann ein Feld ihrer Tätigkeit, wenn auch von seiten der männlichen Bevölkerung gewisse Voraussetzungen gegeben sind; von seiten des Mannes liegt bei dem Verkehre mit den Prostituierten immer ein sexuelles Bedürfnis zu Grunde, das aus verschiedenen Gründen nicht immer in der Ehe zu befriedigen ist und in der etwas polygamen Natur des Mannes überhaupt begründet erscheint. Die Gründung der Ehe begegnet, wie schon erwähnt, bei einem Teile der Gebildeten immer größeren sozialen Schwierigkeiten, das aufregende und aufreibende Großstadtleben, der Alkoholgenuß treibt der sexuellen Befriedigung zu. Oft ist die körperliche Beschaffenheit der Ehe hinderlich, während die Prostituierte nicht wählerisch zu sein pflegt. Einen nicht

unerheblichen Anteil an der Frequenz bei Prostituierten nehmen in neuerer Zeit die Ehemänner. Die vielen nicht aus echter Zuneigung von Person zu Person entspringenden Ehen haben sehr bald eine gegenseitige Abneigung der Ehegatten zur Folge. Auch in jeder nicht geradezu ausschweifenden Bevölkerung findet sich also eine erhebliche Nachfrage nach Prostituierten, weswegen ihre Beseitigung immer als etwas Unmögliches gelten mußte. Unter den Männern finden sich wie bei den Frauen viele Leichtfertige und Unbeständige, welche den Anlockungen der Prostituierten gern Folge geben.

Die Prostitution wird in verschiedener Weise betrieben. Die Dirnen wohnen entweder allein oder höchstens zu zweien und dreien bei den Kuppplerinnen, dienen in Kneipen, oder sie sind zu mehreren in Bordells vereinigt.

Die Prostitution erfordert eine strenge sanitäre Überwachung. Fast allgemein werden wöchentlich Untersuchungen der Dirnen durch Ärzte durchgeführt. Die Untersuchung hat sich auf den ganzen Körper, auf den Mund sowie auf die Beobachtung der Scheide mit dem Mutter- spiegel auszudehnen. Verdächtigen wird sofort der Umgang mit Männern verböten; sie werden im Nichtbeachtungsfalle mit strenger Strafe geahndet oder noch besser, wenn tunlich, einem Spital zur Beobachtung übergeben.

Die Bordelle sind in Deutschland seit 1876, in Preußen seit 1843 fast durchgängig aufgehoben; es ist dies ein ganz entschiedener Mißgriff in der Überwachung der Prostitution. Im Bordell kann man an die Reinlichkeit im Hause, an die Wäsche, Körperpflege weit mehr Anforderungen stellen, als wenn die Dirnen separiert wohnen; es konzentriert die Unzucht und entlastet daher größere Gebiete einer Stadt. Die Art der Moralität ist bei einer Bordell-dirne keine andere als bei den übrigen; was es bei diesem Handwerk zu lernen gibt, lernt die freie Prostituierte ebenso schnell von den Freundinnen. Man sagt, die Unfreiheit der Personen sei in den Bordells eine geradezu sklavische; die Dirnen stürzen sich überall in Schulden, ob sie frei oder in Bordellen wohnen, und müssen sie mit dem Körper abverdienen. Der größte moralische Übelstand des jetzigen Systems besteht darin, daß die Dirnen sich auch bei Familien mit Kindern einmieten und, wie oben gesagt, hier durch ihr Beispiel auf weite Kreise der Jugend verderblich einwirken. Auch die unzutreffende Art der polizeilichen Überwachung, welche eine fortwährende Wanderung der Prostituierten zur Folge hat, ist nur von Übel.

Die Beleidigung der öffentlichen Sittlichkeit ist dort weitaus am geringsten, wo eine geordnete Bordellwirtschaft besteht. Neben der letzteren wird immer, weil eine Nachfrage auch da noch vorhanden ist, ein kleiner Bruchteil der Dirnen als separierte Prostituierte sich halten. Die Prostituierten sind für das übrige weibliche Geschlecht ein Schutz, indem sie zur Ableitung der Sinnlichkeit, zur Verminderung der Verführung und Herabsetzung außerehelicher Geburten beitragen.

Von den Prostituierten sind etwa 50% venerisch krank, wenn auch nicht in diesem Verhältnisse ansteckungsfähig; auch sonst sind diese Krankheiten weit verbreitet. Von manchen Berufsklassen sollen bis ein Viertel an venerischen Krankheiten leiden. Jedenfalls stellen die Prostituierten eine der ärztlichen Überwachung zugängliche Quelle dar, von welcher aus die Verbreitung der venerischen Krankheiten be-

kämpft werden kann. Am besten läßt sich die Überwachung bei den Bordellen handhaben.

Zu diesem Behufe muß die ärztliche Kontrolle oft und eingehend vorgenommen werden, jede Kranke muß in einem Krankenhause untergebracht werden. Solange sie ansteckungsfähig ist, darf sie nicht wieder die Erlaubnis zur Ausübung ihres Gewerbes erhalten.

Die völlige Freigabe der Prostitution (Abolitionismus) hat viele Vertreter; die praktische Erfahrung lehrt, daß man überall, wo man auf die Untersuchung der Prostituierten verzichtet, der Verbreitung der venerischen Krankheiten großen Vorschub leistet.

Literatur: Lombroso und Ferrero, *Das Weib*, Hamburg 1894. — Joudelowitz, *Die Geschlechtskrankheiten*, Halle 1898. — Finger, *Vererbung der Syphilis*, Wien 1898. — Weiß, *Die Prostitutionsfrage in der Schweiz und das schweizerische Strafbuch*, 1906.

### Schwangere und Gebärende.

Während der Schwangerschaft und besonders während der ersten Schwangerschaft ist es eine Pflicht des Mannes, den ehelichen Verkehr mit tunlichster Mäßigung durchzuführen. Bei zarten und verweichlichten Frauen kann die Rücksichtslosigkeit des Mannes eine die Frau schwer schädigende Fehlgeburt hervorrufen.

Nach der Geburt hat man im allgemeinen eine Ruhezeit von sechs Wochen angenommen; um diese Zeit macht die Frau auf dem Lande ihren ersten Kirchgang und nimmt die ehelichen Verpflichtungen wieder auf. Für schwächliche Frauen ist diese Schonzeit entschieden zu gering; man solle erwägen, daß die Frau besonders in der Periode des Stillens körperlich unter Umständen sehr in Anspruch genommen wird. Die Annahme des Fehlens der Konzeption während der Periode des Stillens ist nicht allgemein zutreffend. Konzipiert die Frau, so leidet nicht nur sie selbst, sondern auch das zu stillende Kind und die neue Leibesfrucht.

Im Interesse einer gesunden Nachkommenschaft sollen die Schwangerschaften nicht zu rasch aufeinander folgen; schwächliche Frauen, welche nicht stillen können, bedürfen besonders langwährender Ruhepause zwischen den einzelnen Schwangerschaften.

Die Schwangerschaft erfordert zu normalem Verlaufe gewisse Rücksichtnahme von seiten der Umgebung; das körperliche wie geistige Befinden ist in mehr oder minder hohem Grade verändert. Bei den Minderbemittelten läßt aber leider die Pflege der Schwangerschaft viel zu wünschen übrig. Selbst die einfache Besorgung des Haushaltes kann bei ungünstigen Wohnungsverhältnissen den Schwangeren schädlich werden. Die vielen Fehlgeburten bei den Bewohnerinnen der höheren Stockwerke weisen darauf hin. Ebenso bedenklich für eine normale Schwangerschaft ist die Beschäftigung mit manchen giftigen Substanzen, z. B. mit Quecksilber; wir werden darauf, wie überhaupt auf den mit Rücksicht auf die Schwangerschaft nötigen Frauenschutz bei der allgemeinen Gewerbehygiene zu sprechen kommen.

Es ist Aufgabe des Staates, für ein geordnetes Hebammenwesen zu sorgen durch Errichtung tüchtig geleiteter Hebammenschulen und durch Unterstützung der Hebammenschülerinnen durch Stipendien. Ebenso wichtig wäre es, in armen Gegenden die Hebammen durch

regelmäßige Zuschüsse aus den Kassen der Kommunalverbände zu unterstützen. Die Hebammen sollen in gewissen Zeiträumen auf kurze Dauer wieder in die Schulen einberufen werden, teils zur Kontrolle, teils um sich mit wichtigen Neuerungen bekannt zu machen.

Die äußerst dürftigen Verhältnisse mancher Arbeiterwohnungen, namentlich aber die Hilflosigkeit außerehelich Geschwängelter machen eine staatliche Fürsorge zur Errichtung von Entbindungsanstalten zum Bedürfnis. Die bei den Laien verbreitete Auffassung über die Häufigkeit puerperaler Erkrankungen in solchen Anstalten ist eine ganz irri- ge.

Die Ernährung einer stillenden Frau muß entsprechend der von ihr geforderten Milchabsonderung reicher an Eiweiß, Fetten und Kohlehydraten sein. Erstere sollen etwas überwiegen. Die Brustwarzen sollen schon zur Zeit der Schwangerschaft für die Saugperiode vorbereitet werden. Es ist tunlichst darauf hinzuwirken, daß die Mutter dem Kinde die Brust reiche.

Unter den Neugeborenen überwiegen die Knaben, während die allgemeine Volkszählung immer einen Überschuß der Frauen ergibt. Das männliche Geschlecht wird also durch die exponierte Lebensstellung, welche dasselbe einnimmt, rasch aufgebraucht.

Noch größer als bei unseren monogamen Ehen ist der Knabenüberschuß bei einer polygamen Bevölkerung, wie z. B. in der Türkei. Die Sitte, daß einem Manne mehrere Frauen zugehören, führt also durch Übervölkerung mit männlichen Individuen von selbst zur Beseitigung der Polygamie als allgemeiner Einrichtung.

Die Fruchtbarkeitsmöglichkeit kann man bei Heiraten von 20jähriger und 25jähriger Dauer der Ehe auf im Mittel 10 Kinder schätzen, 18—20% aller Ehen bleiben ohne Nachkommenschaft. Die eheliche Fruchtbarkeit beträgt im Mittel (lebende und Totgeborene zusammen gerechnet) in Preußen 4·11 (3·96 lebende, 0·157 tote Fröchte), England 4·10, Frankreich 2·9.

Die Fruchtbarkeit der Ehen Unbemittelter ist nicht größer als die der Bemittelten; bei ersteren begünstigt nur das frühzeitige Eingehen der Ehe in ganz natürlicher Weise die Zahl der Kinder.

Die große Kinderzahl stellt vielfach eine soziale Kalamität dar und führt zu Nahrungssorgen und Elend.

Die rationellste und naturgemäße Verhütung der großen Fruchtbarkeit besteht in der Vermeidung der zu frühzeitigen Ehen; dann in einer zweckmäßigen Trennung der Schwangerschaftsperioden durch die Enthaltung vom Beischlaf. In zahlreichen Fällen wird aber der letztere vollzogen und nur die Konzeption verhindert. Die Verminderung der Kinderzahl unter eine gewisse Grenze kann zu einer Gefahr für den Staat werden.

## Zweites Kapitel.

## Das Kindesalter.

## Pflege des Säuglings.

Der Neugeborene tritt in einem äußerst hilflosen Zustand in die Welt ein, er vermag die Bewegungen seiner Muskeln nicht zu leiten und ebenso schlecht entwickelt sind seine Sinne. Von dem Geschmack- und Geruchsinn abgesehen, bedarf es Wochen und Monate, ehe das Kind zur richtigen Wahrnehmung der außer ihm gelegenen Gegenstände gelangt. Nur wenige solcher Wahrnehmungen lernt es wirklich verstehen und nutzbringend für sein eigenes Ich anzuwenden. So fehlt es also einerseits an der richtigen Erkenntnis dessen, was dem Körper guttut oder ihm vom Übel ist, andererseits fehlt es auch bei richtigen Vorstellungen an dem Willen zu begehren oder zur Abwehr, und endlich sind die Lust und Unlustäußerungen mangels der Sprache nur schwer zu deuten. Das Kind vermag nicht die Pflege etwa durch instinktive Angabe über sein Wohlbefinden zu leiten; die Pflege muß durch eigene Beobachtung des Kindes diese Lücken ersetzen und ist deshalb allein für das Wohlergehen des Säuglings verantwortlich.

Diese Aufgabe, den Säugling zu warten und zu pflegen, ist nun keine einfache, denn in dem ersten Jahre macht das Kind die mächtigsten physiologischen Veränderungen, welche für das spätere Leben oft von großer Bedeutung sind, durch. In der Regel rechnet man das Säuglingsalter bis zum 7.—9. Monat.

Unter den körperlichen Veränderungen ist das Wachstum die bedeutendste.

Monatliches Wachstum Periode.	Körpergewicht am Anfang der Periode in Gramm
Tag 1—2 . . . . .	3250
" 3—7 . . . . .	3110
" 8—30 . . . . .	3250
2. Monat . . . . .	4000
3. " . . . . .	4700
4. " . . . . .	5350
5. " . . . . .	5950
6. " . . . . .	6500
7. " . . . . .	7000
8. " . . . . .	7450
9. " . . . . .	7850
10. " . . . . .	8200
11. " . . . . .	8500
12. " . . . . .	8750

Der Magen faßt bei 14 Centimeter Wasserdruck in der ersten Woche 46, in der zweiten 72, in der vierten Woche 80, im zweiten Monat 140, Ende des ersten Jahres 400  $cm^3$ .

Das natürliche Nahrungsmittel für ein Kind ist nur die Muttermilch bezw. Ammenmilch; meist bedürfen die Kinder keiner weiteren Zugabe eines Getränkes, sondern das in den Milchbestandteilen mitgeführte Wasser reicht auch zur Erhaltung des normalen Wassergehaltes der Gewebe. Da die Milch jedesmal in solchen Mengen der Brustdrüse entnommen wird,

Z BIBLIOTEKI  
o.k. kursu naukowego gimnastycznego  
W KRAKOWIE.



wie das Kind seiner bedarf, und unmittelbar in den Mund des Kindes gelangt, so hat die Natur damit auch die bestmögliche Einrichtung getroffen, welche eine Verunreinigung der Milch durch Keime aller Art vermindert oder ausschließt, also für Keimfreiheit oder Keimarmut des Nahrungsmittels Gewähr leistet.

Das Kind bleibt am besten bis zum achten Monat an der Brust; den Tag über wird es in der ersten Zeit wohl meist dreistündig mit Nahrung versehen. Des Nachts dagegen haben die meisten Kinder einen sechsstündigen ununterbrochenen Schlaf, der eine Mahlzeit ausfallen läßt. Länger als bis zum zwölften Monat läßt man das Kind nicht an der Brust. Auf dem Lande werden die Kinder allerdings in der irrthümlichen Absicht, die erneute Konzeption zu vermeiden, oft viel länger gesaugt. Die Wiederkehr der Menstruation braucht das Säugegeschäft nicht zu unterbrechen, wohl aber hinzutretende Schwangerschaft.

Soll das Kind der Muttermilch sich entwöhnen, so wird man diesen Prozeß sich langsam vollziehen lassen, indem erst bei einer, später bei mehreren Mahlzeiten die Muttermilch durch Kuhmilch ersetzt wird.

Die Kuhmilch taugt eigentlich nur für die Wachstumsverhältnisse des Kalbes, sie ist relativ reich an Albuminaten und Kalksalzen. Sie eignet sich aber bei geeigneter Behandlung und Zubereitung recht gut als Ersatz der Muttermilch. Störend ist vielfach der Umstand, daß die Kuhmilch im Magen des Säuglings zu groben Klumpen gerinnt, welche dann mitunter schwer vertragen werden. Man vermindert die grobklumpige Gerinnung durch Verdünnung entweder mit Wasser oder mit Gerstenschleim oder Haferschleim; da ihre Süße stark dabei verliert, muß man, um das Kind zufriedenzustellen, Milch- oder Rohrzucker zusetzen. Da ersterer durchaus keine besondere Funktion im Organismus erfüllt, so wähle man den letzteren, weil er billig und völlig rein im Handel zu haben ist. Die Kuhmilch wird von einem gesunden Säugling etwas weniger gut ausgenützt als die Muttermilch, aber besser als von Erwachsenen. Für das Wohlergehen des Kindes sind diese Unterschiede ohne Bedeutung.

Nur eines Umstands müssen wir dabei gedenken, der nicht ohne gesundheitliche Folgen zu bleiben pflegt. Die Kinder pflegen bei der Kuhmilchernährung weit mehr an Nahrung aufzunehmen, als sie von der Mutter nahmen. Sie erlangen aus der Saugflasche weit leichter die Milch wie aus der Brustdrüse und die Mütter verabreichen außerdem die Saugflasche viel zu oft. Die Kotentleerungen werden häufig amorph und von jenem Aussehen, das der Milchkot auch bei Erwachsenen bei großen Milchquantitäten annimmt. Eiweiß wie Fett leiden an der Ausnützung, indes der Milchzucker oder zugesetzte Rohrzucker noch vollkommen zur Resorption gelangen. Diese etwa andauernde Überfütterung führt dann zu Diarrhöen, welche mitunter zu tiefgreifender Störung Veranlassung geben.

Die käufliche Kuhmilch ist häufig hochgradig durch Bakterien verunreinigt; diese groben Mißstände lassen sich aber durch reinliche Stallwirtschaft sehr wohl mildern. In manchen Gegenden kommt häufig Milch, welche lebende Tuberkelbazillen (Perlsuchtbazillen) enthält, in den Handel. Im allgemeinen empfiehlt man, die Milch durch Aufkochen keimarm zu machen oder sie in Apparaten, wie der von Soxhlet angegebene, zu

sterilisieren. Wird die Milch bei Temperaturen über 100° sterilisiert, so ändert sie nicht unerheblich Geschmack und Zusammensetzung. Das Fett tritt aus seinem Emulsionszustand. Derartige Präparate sind im allgemeinen entbehrlich.

Als „Kindermilch“ sollte nur Milch von gesunden und gut gefütterten Tieren und möglichst reinlich gemolkene Milch zugelassen werden. Man sollte bei Kindern der späteren Monate nicht vergessen, daß ab und zu nur ein Bedürfnis nach Getränken vorliegt und durchaus nicht immer Milch gereicht werden muß.

Für die jüngsten Altersstufen verdünnt man die Milch mit drei Teilen Wasser und setzt bis zu geeignetem süßen Geschmacke Zucker zu. Vom dritten Monat ab gibt man Milch und Wasser zu gleichen Teilen (mit Zucker), gegen Ende des ersten Jahres erträgt das Kind die Milch unverdünnt. Es nimmt um diese Zeit bereits von anderen Speisen, Fleisch, Eier, Brot u. dgl.

Man ist in neuester Zeit von dem Gebrauche der sterilisierten Milch vielfach wieder abgegangen, nachdem man vor einigen Jahren die Forderung erhoben hatte, nur keimfreie Milch den Kindern zu reichen.

Die Nachteile, namentlich der sterilisierten Milch, scheinen in ihrem geringeren Nährwerte zu bestehen. Man führt skorbutische Erscheinungen bei Kindern, welche nur mit sterilisierter Milch ernährt werden, auf das letztere zurück (Barlowsche Krankheit).

Eine Unzahl von Surrogaten der Milch, Liebigs Suppe, Nestles Kindermehl u. s. w. können allenfalls in den späteren Monaten des ersten Jahres gereicht werden, jedenfalls nur als Zugabe oder Abwechslung mit Kuhmilch. Die künstlich mit Mehlbrei gefütterten Kinder enthalten immer zu reichlich Kohlehydrate im Verhältnisse zu den übrigen Nahrungsstoffen.

Es wäre sehr erwünscht, über die quantitativen Verhältnisse der Kinderernährung genauere Angaben zu erhalten. Nach Versuchen von Camerer, welche derselbe an einem bis zum fünften Monat mit Muttermilch ernährten Mädchen angestellt hat, sei folgendes mitgeteilt:

Lebenstag	Gewicht in Gramm	Muttermilch getrunken				Milchzucker
		in Gramm	Eiweiß	Fett		
1	3280	10	0·3	0·36	0·36	
3	3110	247	7·5	8·8	9·8	
9—12	3150	495	15·1	17·6	18·0	
31—33	3670	556	16·9	19·7	20·2	
161—163	6100	766	23·4	27·2	27·9	
357—359	8900	Kuhmilch und gemischte Kost				—

Die Quantität des Verzehrten schwankt übrigens auch nach den Leistungen der Kinder. Über den Stoffverbrauch hat Camerer folgende Mittelzahlen als Bedarf der Knaben berechnet:

Körpergewicht	Eiweiß	Fett	Kohlehydrat
8·5	41	40	54
12	43	38	105
16	50	31	170
20	63	37	225
24	66	39	235
30	69	41	247
40	80	47	280
50	96	53	315

Die Mädchen scheinen einen etwas geringeren Verbrauch aufzuweisen. Der Kraftwechsel beträgt bei einem 4·0 kg schweren Kind etwa 422 Cal., bei einer 40 kg schweren Person 2106 Cal. (Rubner).

Im sechsten Monat genießt ein Kind etwa 1200—1300  $cm^3$  Kuhmilch. Das Kind erzeugt für 1  $kg$  Gewicht im ersten Monat 91 Cal. im Tage, ein Erwachsener nur 42, das Kind also doppelt so viel Wärme. Der Darm des Kindes muß demnach bei der Resorption auch doppelt so viel leisten als jener des Erwachsenen. Um dieser Aufgabe zu entsprechen, sind bei den Kindern die Verdauungsorgane und der Darm relativ entwickelter als in der späteren Lebenszeit. Trotzdem aber verdienen die Verdauungsorgane besondere Schonung. Die Kost des Säuglings ist die fettreichste, welche während des ganzen Lebens genossen wird; die Kohlehydrate treten sehr zurück. Von der zugeführten Spannkraft sind:

im Eiweiß . . . . .	18·7 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>
in Kohlehydraten . . . . .	28·4 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>
im Fett . . . . .	52·9 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>

Der Säugling vermag von der aufgenommenen Nahrung deswegen so viel anzusetzen und rasch zu wachsen, weil man ihn unter normalen Verhältnissen warm hält, d. h. auf regulatorischem Wege die Verbrennung der Nahrungsstoffe herabsetzt, und weil er weiters nur wenig Bewegung sich verschafft.

Man darf aber deswegen nicht glauben, daß er gar keine Bewegungen machen soll. Er bedarf der Übung der Muskeln, um ihre Funktion richtig zu erfassen; daher gewähre man ihm im Bette die gehörige Freiheit und behüte ihn vor allen beengenden Röckchen und Kleidchen.

Je älter das Kind wird, desto länger währt die ununterbrochene Schlafzeit. Zwar schläft das Kind im ersten Monat reichlich an 16 Stunden, aber kaum länger als 2 Stunden ununterbrochen. Schon im dritten Monat schläft es 4—5 Stunden hintereinander. Zu Ende des Jahres werden 14 Stunden Schlaf in mehreren Absätzen die Regel sein. Harnentleerung, seltener die Kotentleerung wecken das Kind vielfach aus dem Schläfe.

Neben der Ernährung kommt der Hautpflege bei den Kindern eine wichtige Rolle zu, da sie durch die beständige Unreinlichkeit die normale Beschaffenheit der Haut gefährden. Davon abgesehen, sind die Funktionen der Haut eines Kindes genau die gleichen und für die Flächeneinheit berechnet, annähernd quantitativ dieselben wie beim Erwachsenen. Es ist die Menge der Wärme, welche durch Leitung und Strahlung beim Kinde verloren geht (relativ), für 1  $kg$  bedeutender als beim Erwachsenen, weil das Kind eine verhältnismäßig große Oberfläche besitzt. Betrachtet man die Funktionen für 1  $cm^2$  Hautfläche, so sind die Leistungen die gleichen. Zur Körperreinheit gehört weiters auch die Reinheit der Wäsche, und zwar eine skrupulöse; desgleichen eine Reinlichkeit der Spielsachen, mit denen das Kind spielt, und welche sämtlich waschbar sein müssen.

Die Zellen des kindlichen Körpers bilden weit mehr Wärme (unter gleichen Verhältnissen) wie jene der Erwachsenen. Sie kommen daher auch leicht, wenn man sie zu sehr anstrengt, an die Grenze der Leistungsfähigkeit. Man halte ein Kind daher nicht kühl und lasse es nicht in der Nässe liegen, es wird sich dabei leicht in seiner Eigentemperatur abkühlen und schädigen, sondern achte auf eine gleichmäßige Luft-

emperatur. Das höchst unzuweckmäßige Verfahren, das Trocknen der Windeln in der Kinderstube, bringt meist eine dumpfe Luft zu stande und durch die nicht gehörig gereinigten Windeln die Gefahr der Erzeugung von Diarrhöen bei den Kleinen.

Der frischen Luft und Sonne gestatte man fleißig Zutritt nach der Kinderstube, und ebenso wird man die Kinder tunlichst ins Freie lassen, an kühlen Tagen in gehöriger Kleidung, die mit Rücksicht auf die Bewegungslosigkeit des Säuglings dichter gewählt werden muß als in den späteren Jahren.

Ein gut gemeinter Unverstand oder verkappte Bequemlichkeit der Mütter gestatten den Kindern das Schreien oft bis zur Heiserkeit. Das ist dem Organismus weder förderlich noch human; forscht man bei den schreienden Kleinen nach den Ursachen, so wird man meist eine solche finden, deren Beseitigung Ruhe des Kindes herbeiführt.

Literatur: Seiffert, Die Versorgung der großen Städte mit Kindermilch, 1904. — Czerny u. Keller, Des Kindes Ernährung, Ernährungsstörungen und Ernährungstherapie, 1906.

### Gesundheitsgefahren der Säuglinge.

Die Gesundheitsgefahren des Kindes gehen zum Teil von den Eltern aus, indem entweder durch krankhafte Einflüsse die Entwicklung der Frucht gestört wird und die Kinder tot geboren werden, zum Teil beruhen sie auf vererbten, krankmachenden Eigenschaften oder direkten Übertragungen von Krankheiten während und bald nach der Geburt.

Der Hauptsache nach sind die Gesundheitsgefahren Fehler der Pflege im weitesten Sinne und vermeidbar. Die Hygiene des Kindes hat die größte Wahrscheinlichkeit, gute Erfolge zu erzielen, für sich. Die Gesundheitsgefahren des Kindes sind so bedeutend wie in keinem späteren Lebensalter.

Die Sterblichkeit der Kinder ist im ersten Jahre eine sehr große. Die allgemeine Sterblichkeitsziffer beträgt z. B. für Bayern 31·4, nach Hinweglassung der Kinder des ersten Lebensjahres aber nur mehr 18·6 für 1000 Lebende. Unter 100 Gestorbenen sind 40·29 Kinder bis zu einem Jahre (G. Mayr).

Die Ursachen dieser hohen Sterblichkeit sind mannigfache; ein kleiner Bruchteil der Kinder, 2—4%, ist totgeboren, 11—12% sind zu schwachliche Kinder, 71—74% streben aber durch akute und chronische Krankheiten, 40—70% an Verdauungsstörungen aller Art. Am zahlreichsten sind die Todesfälle verhältnismäßig in Familien mit großer Kinderzahl, zahlreich unter den außerehelich Geborenen, zahlreicher jene der Knaben als die der Mädchen (namentlich Totgeburten). Einen eminenten Einfluß übt die soziale Stellung aus. Nach Erhebungen in Erfurt starben von den Säuglingen des Arbeiterstandes 30·5%, im Mittelstand 17·5%, bei den höheren Ständen dagegen nur 8·9% (Wolff).

Wie wir schon bei Besprechung der Ehe hervorgehoben haben, sind die Gesundheitsverhältnisse der Eltern in manchen Fällen direkt ausschlaggebend für das Wohl der Kinder. Die Vererbung, bezw. direkte Übertragungen von Krankheiten auf das Kind sind durchaus nicht selten. Sowohl psychische Veranlagungen als psychische Defekte, Krankheiten des Gefäßsystems, Syphilis können ein Erteil der Kinder werden.

Das Leben des Säuglings hängt außerordentlich innig mit der Vollkommenheit der Pflege zusammen, welche man ihm angedeihen läßt oder angedeihen lassen kann. Man gebe sich nicht dem Gedanken hin, daß etwa die sozialen Unterschiede der Kindersterblichkeit allein eine unabwendbare Gesetzmäßigkeit zwischen arm und reich darstellen. Das Schwergewicht liegt vielfach in der Erkenntnis der richtigen

Kinderpflege und in der Beseitigung unzweckmäßiger Sitten und Gewohnheiten.

Die Kindersterblichkeit ist eine in den verschiedenen Staaten und Provinzen äußerst wechselnde. Es sterben von 1000 Kindern im ersten Lebensjahre nach Bodio in:

Irland . . . . .	9·48	Preußen . . . . .	21·77
England . . . . .	15·25	Bayern . . . . .	31·62
Italien . . . . .	21·44	Sachsen . . . . .	27·62
Frankreich . . . . .	16·62	Württemberg . . . . .	32·36
	Österreich . . . . .		25·78.

Nach den Angaben von G. Mayr sterben in Bayern in der Provinz Oberfranken von 1000 Säuglingen 24·9, in der Provinz Schwaben aber 37·5. In Preußen beträgt die Sterblichkeit am wenigsten in Holstein mit 14·9, Hannover 15·0, am meisten in Brandenburg mit 26·4 und Hohenzollern mit 33·0 für 1000. Wir haben in Deutschland drei Zentren hoher Kindersterblichkeit, Südbayern und Württemberg, die sächsische und schlesisch-böhmische Grenze und Brandenburg.

Unter vergleichbaren Verhältnissen scheint die Sterblichkeit in den Städten größer zu sein als auf dem Lande.

Nach dem Dargelegten wirken verschiedene Momente auf die Kindersterblichkeit ein und unter diesen wahrscheinlich auch rein klimatische. Von weitaus überwiegendster Bedeutung scheinen die Verschiedenheiten der Ernährungsweise zu sein und es ist noch fraglich, inwieweit etwa die anscheinend klimatischen Unterschiede nicht durch örtliche verschiedene Gewohnheiten der Kinderernährung erklärt werden müssen. Trifft man doch nicht selten in zwei Ortschaften, die sich ganz nahe liegen und die gleichen sozialen Verhältnisse aufweisen, eine ganz verschieden große Kindersterblichkeit, die sich also nur auf Unterschiede in der Kinderpflege zurückführen läßt.

Die naturgemäße Ernährungsweise des Säuglings besteht in der Darreichung der Mutterbrust; der beste Ersatz ist die Ammenmilch.

Wie bedeutungsvoll die Ernährung für die Gesundheit der Säuglinge ist, zeigt sich in einer Statistik von Böckh; es starben von 1000 Kindern:

	Eheliche	Uneheliche
Mit Muttermilch genährte . . . . .	7·4	11·0
„ Ammenmilch genährte . . . . .	7·7	—
„ Tiermilch genährte . . . . .	42·1	63·2
„ Tiermilch und Surrogaten genährte . . . . .	125·7	128·9

Von den Kindern, welche unzweckmäßig ernährt werden, sterben also 17mal mehr als von jenen, die an der Brust gehalten werden.

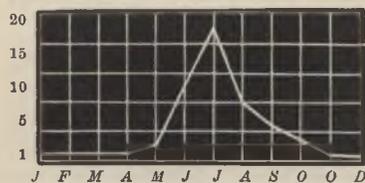


Fig. 232.

Die Erkrankungsformen der unzweckmäßig Ernährten sind Verdauungsstörungen, Diarrhöen, welche letztere in hohem Grade in ihrem Auftreten von der Zeit beherrscht werden.

Wir haben schon früher auf diese Einflüsse hingewiesen; der Juli liefert in Berlin 22mal so viel Darmerkrankungen der Kinder als der Monat Februar, und ähnlich verhält es sich in vielen großen Städten. Nebenstehende Zeichnung (Fig. 232) gibt graphisch die Verteilung der Darmaffektionen auf die einzelnen Monate.

Die Sommerdiarrhöen (Cholera infantum) beruhen offenbar nicht auf einheitlicher Ursache. In den meisten Fällen dürften wohl

Bakterien, die mit der Nahrung (Milch, Mehlbrei) aufgenommen werden und im Sommer Gelegenheit haben, besser in der Milch zu wachsen als in den Wintermonaten, die Ursache abgeben; bisweilen werden sie offenbar eingeatmet oder durch Kontakt übertragen, weil ja auch Kinder an der Mutterbrust von gefährlichen Diarrhöen befallen werden, obgleich die Muttermilch frei von solchen Mikroorganismen ist. Wir haben schon oben in der Sterilisierung die Mittel zur Abwehrung der Mehrzahl der Erkrankungen angegeben. Man muß aber daran denken, daß die Diarrhöen nicht immer sofort nach Abgabe sterilisierter Milch verschwinden, weil mitunter die in dem Darmkanal anhaftenden Keime oder jene in dem Magen befindlichen auch die genossene sterile Milch zu infizieren vermögen. Die wichtigste Maßregel bleibt die peinlichste Sauberkeit in der Kinderstube.

Manche Kinder ertragen die sterilisierte Milch auf die Dauer überhaupt nicht, sie erkranken schwer an der sogenannten Barlowschen Krankheit. In diesen Fällen wirkt die Verabreichung roher, ungekochter Milch lebensrettend; ohne sie kann man also an der Kinderernährung gar nicht auskommen. Es ist daher die Gewinnung reiner Kuhmilch ein dringendes Erfordernis der Säuglingspflege.

Bisweilen findet bei den Kindern eine Infektion mit Soorpilz statt. Er entwickelt sein Myzel auf der Zunge, der Schleimhaut der Wange und stört das Kind im höchsten Grade. Zu seiner prophylaktischen Bekämpfung gehört Reinlichkeit. Nach dem Trinken wird den Kindern mit einem vollkommen reinen Löffchen der Mund ausgeputzt. Diese Löffchen dürfen aber nach dem Gebrauche nicht aufbewahrt oder in Wasser gelegt werden, um sie wieder zu verwenden.

Eine gefährliche Erkrankung der Kinder, die bis ins späte Leben unheilvoll nachwirken kann, ist die Rhachitis. Sie entsteht entweder durch eine ungenügende Kalkmenge in der Nahrung oder durch eine ungenügende Resorption von Kalk bei bestehenden Diarrhöen, nicht aber durch die Resorption von Milchsäure u. dgl.

Eine große Gefahr ist für das Auge der Kinder durch die Blennorrhöe ophthalmica neonatorum bedingt. Durch die Infektion der Konjunktiva mittels der in der Scheide der Gebärenden vorhandenen Gonokokken (Tripperkontagium) tritt beim Geburtsakte oder späterhin durch Berührung mit infizierten Fingern und Gegenständen eine schwere Ophthalmie auf, Keratitis, Verlust des Auges sind keine Seltenheiten. Die Blennorrhoe ist bei 0—15jährigen Individuen in 37·8% aller Fälle von Blindheit die Ursache derselben (Magnus).

Sie wird verhütet durch Reinigen der Augen der Kinder und Einträufeln von 2% Lösung von Argentum nitricum oder anderweitigen Ersatzmitteln desselben (Crédé). 1870—1882 kamen in Leipzig auf 4057 Lebendgeborene 318 Blennorrhöische; der Prozentsatz betrug in den Siebziger Jahren 12—15% der Geburten; jetzt ist die Blennorrhöe eine große Seltenheit geworden und eine wichtige Prophylaxe gegen Blindheit erzielt.

### Die Kindheit vor dem Schulbesuche.

Nach Ablauf des ersten Lebensjahres bis zu dem schulpflichtigen Alter (sechstes bis siebentes Jahr) entwickeln die Kinder ihren Geist wie Körper bei richtiger Pflege in hohem Grade, wenn schon das

stürmische Wachstum des ersten Jahres nicht mehr erreicht wird. Das Wachstum kann nach folgenden Werten beurteilt werden (Benecke):

Alter	Gewicht in Kilogramm	
	männlich	weiblich
Geburt . . . . .	3·2	3·1
Erstes Jahr . . . . .	9·0	8·6
Zweites „ . . . . .	11·5	11·0
Drittes „ . . . . .	12·7	12·4
Viertes „ . . . . .	14·2	14·0
Fünftes „ . . . . .	16·0	15·7
Sechstes „ . . . . .	17·8	16·8

Während das Kind zu Beginn des zweiten Jahres etwa 70 *cm* mißt, hat es zu Ende des dritten 87 *cm* und zu Ende des sechsten 105 *cm* erreicht. Freies Spiel und Bewegung soll neben einer zweckmäßigen Ernährung das Wachstum und die körperliche Ausbildung des Kindes fördern.

In seiner Ernährung geht das Kind allmählich zur gemischten Kost über, obwohl noch bei vielen bis zu dem schulpflichtigen Alter die Milch mit Recht als Nahrungsmittel vorherrscht. Auch in diesem Alter werde die Milch gekocht verabreicht.

Die Quantität der notwendigen Nahrungsstoffe ist noch nicht genau bekannt. Mittelzahlen von Camerer, Uffelmann, Hasse ergeben:

Kindergewicht	Eiweiß	Fett	Kohlehydrat
4 <i>kg</i>	18	24	31
12 „	45	36	131
16 „	57	44	165

Der Kraftbedarf beträgt und verteilt sich nach Rubner folgendermaßen:

Kindergewicht in Kilogramm	Gesamtmenge der Cal. in 24 Stunden	Cal.		
		als Eiweiß	Fett	Kohlehydrat
4·0	368	18·7	52·9	28·4
11·8	966	17·4	31·5	51·1
16·4	1213	17·7	30·9	51·4

Die reichliche Zugabe von Milch zur Kost macht die Kost der Kinder also sehr fettreich: sie enthält aber weniger davon als die Kost der Säuglinge.

Die Gefahren für die Gesundheit der Kinder sind auch dort, wo sie einer wohlmeinenden Pflege unterliegen, noch groß. Die verschiedenartigsten Infektionskrankheiten: Scharlach, Masern, Diphtherie und Krupp, Keuchhusten, beginnen nun ihre Ernte unter den Kleinen abzuhalten; die Todesfälle durch Verdauungskrankheiten treten aber mehr zurück.

### Die öffentliche Fürsorge für Kinder.

Die öffentliche Fürsorge hat in der Beschützung der Kinder ein großes Feld ihrer Tätigkeit. Die erste Pflicht ist, das Surrogat der Muttermilch, die Kuhmilch, in unverfälschtem Zustand der Bevölkerung zu überliefern. Die Milchkontrolle hat nach dieser Richtung die weitesttragende Bedeutung. Gefördert kann das Wohl der Kinder werden,

durch die Errichtung von Milchkuranstalten, in denen brauchbare Kindermilch abgegeben wird.

Eine große Wichtigkeit hat man früher der von Soxhlet angebahnten Verbreitung der Erkenntnis, daß einem Kinde nur sterile Milch oder wenigstens aufgekochte Milch zu reichen sei, beigelegt; durch die Erhitzung werden gewisse Gefahren der Infektion vermieden. Die Zwecke der Sterilisierung werden sich aber nur erreichen lassen, wenn auch außerdem auf die Reinlichkeit der Verpflegung des Kindes tunlichst hingewirkt wird.

Die früher aufgestellte Behauptung, daß in der Kinderernährung neben der Mutter- und Ammenbrust ausschließlich nur sterilisierte Milch zu verabreichen sei und daß damit die hohe Säuglingssterblichkeit sich vermeiden lasse, hat sich als eine grobe Täuschung erwiesen. Die Säuglingssterblichkeit ist leider auch seit dem Sterilisieren der Milch nicht geringer geworden. Das letztere ist selbst ein Verfahren, welches wesentliche Veränderungen der Zusammensetzung der Milch herbeiführt. Ein Teil der Kinder gedeiht ja auch mit steriler Milch, andere aber nehmen Schaden.

Der ausschließliche Genuß sterilisierter Milch erzeugt bei manchen Kindern schwere Erkrankungen (Barlowsche Krankheit), welche in kurzer Zeit durch die Ernährung mit ungekochter Milch behoben werden können. Es würde sich als eine Aufgabe öffentlicher Wohltätigkeit empfehlen, wenn für Minderbemittelte, ähnlich wie Speisen in den Volksküchen, so weit als nötig, gute rohe Kindermilch und sterilisierte Milch zu einem billigen Preise abgegeben würde.

Über die Fürsorge ist im allgemeinen folgendes zu bemerken:

Die Fürsorge für eheliche Säuglinge, welche nach dem Tode der Eltern verlassen sind, hat die Armenpflege. Für uneheliche verlassene Kinder haben etwaige Angehörige zu sorgen, außerdem die Armenpflege. Uneheliche Kinder haben in bezug auf die Mutter und deren Verwandte dieselbe Stellung wie die ehelichen Kinder, d. h. es besteht die Unterhaltungspflicht. Der Vater des unehelichen Kindes hat nur für den Unterhalt gemäß der Lebensstellung der Mutter zu sorgen. Die Wahrnehmung des Interesses des Kindes und die Kontrolle liegt beim Vormund; es werden aber ehrenamtliche Waisenpflegerinnen mitverwendet, die sich der unehelichen Kinder annehmen sollen.

Die Kinder bleiben zumeist nicht bei der Mutter, sondern werden in die Zieh- und Haltekinderpflege gegeben, die sehr reformbedürftig ist.

Der größte Teil der unehelich geborenen Kinder wird so von den Müttern zu Pflegerinnen in die Kost gegeben. Auch die den Findelanstalten entwachsenden Kleinen werden häufig Pflegerinnen auf dem Lande gegen eine kleine Geldentschädigung überlassen. An dieser letzteren wollen die „Zieheltern“ natürlich auch noch wesentlich profitieren, kein Wunder, daß dann für die wirklichen Bedürfnisse des Pfleglings nahezu nichts übrig bleibt. Diese Art der Verpflegung hat vor jener, welche die sogenannten Engelmacherinnen den Säuglingen angedeihen lassen, nur das voraus, daß diese älteren Pfleglinge einer schlechten Pflege etwas schwieriger unterliegen. In manchen Orten (z. B. in Berlin) hat man aus eigener Initiative das Haltekindersystem wesentlich gebessert. Unter Mitwirkung human

gesinnter Personen der verschiedensten Stände, bei vorsichtigster Wahl der Pflegestellen, Kontrolle und Gesundheit der Haltekinder haben sich die Mortalitätsverhältnisse der letzteren bedeutend gebessert.

Die Haltefrau bedarf zwar der Konzession durch die Behörde und die Kinder können von der Polizei wie von den Medizinalbeamten beaufsichtigt werden. Das ist eine recht unzweckmäßige, oft verletzende und mangelhafte Einrichtung. In Halle und Berlin hat man angefangen, besoldete Aufsichtsdamen anzustellen. Man will auch die bei der Mutter verbliebenen unehelichen Kinder durch die Polizei beaufsichtigen. Es scheint durchaus unberechtigt, die uneheliche Mutter so gewissermaßen unter Polizeiaufsicht zu stellen.

Rein privater Wohltätigkeit entsprungen in Frankreich im Jahre 1844 die nunmehr viel verbreiteten Krippenanstalten (Crèches); in Deutschland haben sie sich nur wenig eingebürgert. Die Krippenanstalten sind dazu bestimmt, während des Tages den Arbeiterinnen die Last der Kinderpflege abzunehmen. Des Morgens wird das Kind an die Krippenanstalt abgeliefert und abends abgeholt. Leider werden die Anstalten aber nicht so sehr besucht, als man denken möchte. Den Frauen ist vielfach die Reinlichkeit der Wäsche, welche die Krippenanstalten fordern, und ferner der Zwang, bei der Ablieferung und dem Abholen des Kindes die Brust zu reichen, zur Last. Bisweilen wird auch die ungünstige Lage mancher Krippenanstalten mit Recht angeschuldigt.

Die Findelanstalten sind bestimmt, verlassene Kinder oder solche, welche ihre Eltern verloren haben und vollkommen subsistenzlos sind, aufzunehmen. Niemals kann ein Findelhaus die mütterliche Pflege ersetzen, ja nicht selten sind die gewährten Mittel des Staates oder einer Gemeinde so dürftig und die Beaufsichtigung und Zahl der Pflegerinnen so gering, daß die betrübendsten sanitären Zustände sich entwickelt haben.

In manchen Ländern, z. B. in Italien, werden in den Findelanstalten die Kinder vielfach mittels der Winde aufgenommen. Die Person, welche ihr Kind der öffentlichen Fürsorge zuweisen will und sich ihres Mutterrechtes begibt, legt das Kind in eine Drehlade. Diese wird von den Bediensteten des Findelhauses gedreht und so gelangt das Kind, ohne daß die Überbringerin gesehen wurde, in die fremde Obhut. Das Kind kann also manchmal auch von Personen stammen, welche die Unterhaltung und Pflege des Kindes hätten leisten können. Man sagt, die Drehlade und die Leichtigkeit, mit welcher die außerehelich Gebärende ihr Kind los werde, begünstige den Leichtsinns und die Unsittlichkeit und gebe selbst zur Verletzung der Elternpflicht durch Verheiratete Anlaß. Ob durch das Bestehen solcher Findelhäuser mit unbeschränkter Aufnahme Fruchtabtreibung und Kindestötung verhindert werden, wie man angibt, ist nicht genügend aufgeklärt.

Die Findelhäuser haben ihren humanen Zweck wahrer Kindespflege nicht immer erreicht, weil sie überfüllt, die Pflegeeinrichtungen ungenügend und die sanitären Verhältnisse der Anstalten betrübende waren. In Paris starben von Kindern in elterlicher Erziehung 18%, von den Findelhauskindern 66%, in Moskau 79%. In Wien starben 1866 noch 76%, durch Verbesserung sanitärer Zustände 1878 nur mehr 46%.

Neuere Einrichtungen sind in Frankreich getroffen worden in den Consultations des nourissons, eine Art von Poliklinik; die Kinder werden da untersucht, der Mutter Ratschläge für die Pflege gegeben. Ferner die Gouttes de lait, Anstalten, welche gute Kindermilch gegenmäßige Bezahlung abgeben.

Als ergänzende Fürsorge ist aufzufassen die Fürsorge für Schwangere (siehe dort), die Fürsorge für Wöchnerinnen. Ferner kommen in Betracht: Säuglingsheime und Säuglingsasyle, wo Mutter und Kind längere Zeit beherbergt werden.

Von größter Wichtigkeit ist weiter:

1. Die Ausdehnung der Brusternährung, letztere unterbleibt oft, wo sie eintreten könnte.

2. Belehrung der Hebammen über Kinderpflege.

3. Belehrung der Mütter.

Die Findelanstalten bedürfen einer viel weiter gehenden Beaufsichtigung durch den Staat als bisher, wenn sie segensvoll sein sollen.

In manchen Fällen werden die dem Findelhause entwachsenden Kleinen den Waisenhäusern übergeben und finden dort nicht nur Pflege und Wartung, sondern auch den geeigneten Unterricht, um für das Leben ihr Fortkommen zu ermöglichen. Man muß anerkennen, daß manche Länder wie Deutschland ganz vorzügliche Musteranstalten dieser Art besitzen, in welchen den Kindern alles geboten wird, was die nichtmütterliche Pflege bieten kann.

In den großen Städten ist durch weise Fürsorge den Müttern, welche in dem eigenen Haushalte entweder viel zu arbeiten haben, oder welche sich in den Fabriken aufhalten, in den Kinderbewahranstalten Gelegenheit gegeben, Kinder von 2 bis 7 Jahren den Tag über zur Pflege zu geben. Sie bestehen in Deutschland schon lange und wurden bereits im Jahre 1827 durch Ministerialverfügung in Preußen besonders empfohlen. Die Ortsschulbehörde soll diese Anstalten überwachen. Die Kinder werden in diesen Anstalten auch vorbereitend unterrichtet, aber leider wird auf die körperlichen Übungen zu wenig geachtet. Schon im Jahre 1859 mußte in Frankreich darauf aufmerksam gemacht werden, in den Salles d'asile weniger auf Kenntnisse als auf gesunde Entwicklung zu sehen. Die Kleinkinder-Bewahranstalten leiden vielfach an Raumbeschränkung. Im Jahre 1855 hat man in Frankreich das Mindestmaß des Luftkubus auf 2 m<sup>3</sup> festgesetzt. Die sanitären Anforderungen müßten aber sowohl in dieser wie in noch anderer Beziehung weit höher gestellt werden und eine bessere Überwachung dieser Lokale stattfinden.

Den Kinderbewahranstalten nahestehend sind die Kindergärten, die gleichfalls Kinder von 2 bis 5 oder 6 Jahren aufnehmen. Sie stellen sich nach dem Vorgange Fröbels die Aufgabe, die Sinne der Kinder tunlichst zu wecken und auszubilden. Es wird die Lust am Spiele und der Tätigkeitstrieb des Kindes benützt, um ihm Aufmerksamkeit, Ordnungsliebe, Geschicklichkeit beizubringen. Die Kinder sind möglichst frei und ungebunden, sie sitzen nur, wenn Geschichten erzählt oder Bilder gezeigt werden; und auch dabei können sie nach Belieben fragen und reden. Sind sie verständiger, so üben sie sich im Tonmodellieren, Flechten, Stäbchenlegen, Gesang u. s. w. Im Sommer halten sich die Kinder tunlichst im Freien auf, im Winter in geeigneten Räumen.

Spielplätze für Kinder haben in den großen Städten eine wesentliche Bedeutung; oft bilden sie für die Kleinen die einzige Möglichkeit, die frische Luft zu genießen. Es sollten solche Plätze nur so angelegt werden, daß sie wirklich staubfreie Luft gewährleisten; also umgeben von Rasen und der Boden bedeckt mit nicht stäubendem Material (siehe Stadtanlagen).

Literatur: K. Vierordt, Physiologie des Kindesalters, Tübingen 1877. — Uffelmann, Handbuch der Hygiene des Kindes, 1881.

### Drittes Kapitel.

## Die Schulen.

### Körperentwicklung und Nahrungsbedarf.

Die Schule soll in systematischer Weise dem Menschen die zur Erlernung seines Lebensberufes notwendige Vorbildung verschaffen; um die spätere Wahl des Berufes zu erleichtern, wird der letzteren eine möglichst breite Basis gegeben. Die Schule widmet sich dieser ihrer Aufgabe in der Regel allzu ausschließlich und ohne Rücksicht auf die gleichzeitig nötige körperliche Ausbildung der Jugend. Gerade auf die harmonische Ausbildung von Körper und Geist würde das Schwergewicht der Erziehung zu legen und in derselben für den Staat wie für den Volkswohlstand die wertvollsten Ergebnisse zu suchen sein. Der heranwachsende Mensch mit guter geistiger Ausbildung, aber gebrechlichem Körper ist dem Mitmenschen zur Last.

Die Klagen über unser Schul- und Erziehungssystem sind schon alt und bereits von Peter Frank zu Anfang des vorigen Jahrhunderts, mit größtem Nachdruck später von Lorinser 1836 erhoben worden. Aber nicht im entferntesten hat man sich bemüht, die Übel zu beseitigen, vielmehr werden von Jahr zu Jahr die Anforderungen der sogenannten geistigen Ausbildung nur immer wachsende.

Den unermüdlichen Bestrebungen, die einzelnen Schäden der Schulen ziffermäßig klarzulegen, ist es endlich seit einer kurzen Reihe von Jahren gelungen, die Überzeugung von der Notwendigkeit einer Reform, namentlich der Mittelschulen, in allen Beteiligten wachzurufen.

Die Behandlung des Kindes und der heranwachsenden Jugend durch die Schule darf auch der physiologischen Entwicklung des Organismus kein Hindernis bereiten.

Über die körperliche Entwicklung, wie sie tatsächlich während des schulpflichtigen Alters gefunden wird, geben Messungen von Kotelmann für männliche Individuen Aufschluß:

Jahr	Körperlänge in <i>cm</i>	Brust- umfang in <i>cm</i>	Jährl. Zuwachs der Länge	Körpergewicht in <i>kg</i>	Jährl. Zuwachs des Gewichtes	Vitalcap. in <i>cm<sup>3</sup></i>
6.	105	—	—	—	—	—
9.	128·6	60·7	—	25·5	—	1771
10.	130·7	62·5	2·17	26·9	1·4	1865
11.	135·0	63·9	4·31	29·2	2·4	2021
12.	139·9	65·8	4·85	32·2	3·2	2177
13.	143·1	67·1	3·18	34·0	1·9	2270
14.	148·9	71·1	<b>5·79</b>	39·0	<b>5·2</b>	2496
15.	154·2	75·2	<b>5·31</b>	43·6	<b>4·9</b>	2758
16.	161·6	78·5	<b>7·46</b>	49·3	<b>6·0</b>	3253
17.	166·9	82·2	<b>5·25</b>	54·0	<b>4·9</b>	3554
18.	166·4	83·6	1·49	57·3	3·5	3686
19.	166·9	84·7	1·53	58·8	1·5	3891
20.	167·2	85·7	0·33	60·4	1·7	3927

Für das weibliche Geschlecht stehen uns für deutsche Verhältnisse keine verwertbaren Zahlen zu Gebote. Vom 14. bis 17. Jahre findet ein starkes Wachstum und Gewichtszunahme zu gleicher Zeit mit der Entwicklung der Pubertät statt.

Die Werte Kotelmanns beziehen sich auf das Hamburger Gymnasium. Es ist erwiesen, daß an den Volksschulen, welche von den minder bemittelten Klassen besucht werden, die Wachstumsverhältnisse weniger günstige sind. Schon Vierordt hat gezeigt, daß die Kinder der ärmeren Klassen an Länge und Gewicht geringer sind als die gleichalterigen Kinder Vermöglicher. Das gleiche haben die Untersuchungen der dänischen und schwedischen Schulprüfungskommission dargetan. Diese Tatsache lehrt uns auch die Möglichkeit, durch Verbesserung der Ernährungsverhältnisse den Schäden der Schule entgegenzuwirken.

Die Jugend ist die Zeit der Unruhe und Beweglichkeit, der Körper bedarf der Muskeltätigkeit, um alle Muskelgruppen gleichmäßig auszubilden. Der großen Beweglichkeit entspricht das lebhaftere Nahrungsbedürfnis, das Verlangen nach ausreichendem Schlaf und die Tiefe des Schlafes.

Die Ernährungsverhältnisse der heranwachsenden Jugend sind uns durch direkte Versuche noch nicht genügend bekannt. Nach Angabe von Camerer und S. Hasse kann man als Nahrungsverbrauch für den Tag ableiten:

Körpergewicht				Wärmewert	Die Wärme beträgt in Prozenten		
	Eiweiß	Fett	Kohlehydrat	in Cal.	aus Eiweiß	aus Fett	aus Kohlehydrat
24	62	43	215	1411	16·5	26·0	57·4
31	76	71	236	1784	16·1	34·0	49·9
40	86	89	271	2106	15·4	36·1	48·4
50	54	44	409	2472	—	—	—
60	106	50	461	2792	—	—	—

Wir haben für das Körpergewicht 50 und 60 *kg* nach den früher gegebenen Grundsätzen den Stoffverbrauch unter der Annahme, daß die jungen Leute sich der Ernährung der Eltern anschließen, berechnet.

Das Schulkind lebt im wesentlichen von gemischter Kost, aber doch in der ersten Zeit unter Zugabe reichlicher Mengen von Milch. Die Kost ist also reich an Fett. Späterhin schließt es sich aber mehr und mehr den Gewohnheiten oder dem Triebe der Erwachsenen an. Die oben mitgeteilten Zahlen von Camerer und Hasse entsprechen den Kindern wohlhabender Eltern; bei den ärmeren Bevölkerungsklassen dürfte vermutlich die Eiweißzufuhr etwas bescheidener sich gestalten.

Bei der großen Menge von Nahrungsstoffen, welche die Kinder verzehren müssen, ist es zweckmäßig, denselben fünf Mahlzeiten zu gestatten, aber unnötig, über dieses Maß hinauszugehen. Die alkaloidhaltigen Erfrischungsmittel wie Tee und Kaffee sollen tunlichst in den späteren Jahren erst zugänglich gemacht werden. Zur normalen Nahrungsaufnahme gehört eine genügende Zeit; leider wird dieselbe durch sinnlose Schulinrichtungen oft auf ein unzureichendes Minimum beschränkt. Da in der Schule ab und zu der Appetit leidet, muß das Kind wie der heranwachsende Schüler aufmerksam überwacht werden, ob die Eßlust eine genügende ist.

Da das schulpflichtige Lebensalter eine Periode kräftigen Wachstums umfaßt, so bedarf der Mensch um diese Zeit einer reichlichen Bewegung im Freien; denn die volle typische Entwicklung der Körperproportionen ist bedingt durch eine zweckentsprechend gleichmäßige Benützung der Gliedmaßen.

Die Körperpflege soll in erster Linie die Reinheit der Haut erstreben; diese ist durch fleißiges Baden, während der Sommermonate durch Schwimmbungen zu unterstützen. Die kalte Waschung des Morgens hat weniger Bedeutung als Abhärtung, als den Zweck raschen Munterwerdens. Die Kleidung soll den Temperaturverhältnissen entsprechend gewählt werden und das unsinnige Entblößen nackter Hautstellen, wie es selbst bei Halberwachsenen noch beobachtet wird, vermieden werden.

Die in manchen Schulen eingerichteten Schulbäder, teils Vollbäder, teils Brausebäder, sind äußerst zweckmäßig und verdienen tunlichst weitere Verbreitung.

Jede Klasse sollte wöchentlich einmal eine bestimmte Badestunde haben, gebadet wird nicht in der ersten und letzten Schulstunde. Die Teilnahme am Baden ist freiwillig; Erlaubnis der Eltern muß vorliegen. Kinder, welche an Erkältungen, eitrigen Geschwüren u. s. w. leiden, sind wie auch Mädchen von 12 bis 14 Jahren in den Tagen ihrer Periode vom Baden auszuschließen.

Der Baderaum soll auf 17—18° erwärmt sein, das Brausewasser wird zuerst auf 35—37° erwärmt und nachdem die Reinigung mit Wasser erfolgt ist, eine kurze Dusche von 22 bis 24° gegeben.

### Schädigende Einfüsse der Schule.

Man hat zu bedenken, daß die Kinder schon beim Eintritte in die Schule keineswegs alle von rüstiger Gesundheit sind. Teils bestehen allgemeine Mangel der Gesundheit, Blutarmut, schlechte Ernährung, teils besondere Erkrankungen, Skrofulose, Sehfehler und Gehörfehler, mangelhafte Intelligenz.

Die Schulzeit bringt einen schroffen Umsturz der bisherigen Gewohnheiten des Kindes; an Stelle eines häufigen Aufenthaltes im Freien und der Freude am harmlosen Spiele tritt nun plötzlich der Aufenthalt in der Stube mit schlechter und staubiger Atmosphäre, das erzwungene Stillsitzen auf harten, unzuweckmäßigen Bänken, die gespannte Aufmerksamkeit bei Ausführung der Schularbeiten. Gemütsaffekte treten auf, der Ehrgeiz wird angespornt, Furcht vor Strafe, Neid, melancholische Stimmungen ändern die bisherige Harmlosigkeit der kindlichen Seele.

Die Wirkung der Schule ist nicht mit den Schulstunden erschöpft; an die Schule reihen sich die Hausarbeit, die Nachhilfe in diesem oder jenem Fache und freiwillige Arbeit. Die Schule nimmt vielfach fast die ganze Zeit des Wachseins in Beschlag, um schließlich selbst auf Kosten normalen Schlafes sich auszudehnen.

Wenn wir im folgenden von den Schäden, die gesundheitlich die Schule bereitet, sprechen, so haben wir keineswegs nur die unmittelbaren Folgen des Aufenthaltes im Schulzimmer selbst im Auge, sondern den Einfluß des ganzen Schulsystems.

Die ersten Störungen der Gesundheit machen sich bei einem großen Teile der Kinder sofort mit dem Besuche der Schule geltend.

Die frische Gesichtsfarbe weicht der Stubenfarbe, der Appetit nimmt ab, das Fettpolster wird welker, der Schlaf unruhig, die Kinder

werden reizbar. Diese einleitenden Wirkungen der Schulkrankheiten halten sich bei vielen Schülern als Bleichsucht u. dgl. mit wechselnder Intensität durch die ganze Schulzeit hindurch (bei 3–5% der Schülerzahl).

Der Schulzeit zugeschoben werden gewisse Zirkulationsstörungen (aktive und passive Hyperämien); das faßbare Symptom ist der Kopfschmerz, an welchem in der Tat nicht selten ein wesentlicher Bruchteil der Schüler an Realgymnasien, an humanistischen Gymnasien wie an den meisten Schulen leidet; ätiologisch steht derselbe teils mit Überanstrengung (Becker, Kotelmann), der gebückten Haltung beim Schreiben, mit schlechter Lüftung der Schullokalitäten (Becker) im Zusammenhange. Auch das Nasenbluten hängt mit den Kopfkongestionen zusammen; die einzelnen Klassen zeigen in der Häufigkeit des Übels gewisse Schwankungen. An habituellem Kopfschmerze und Nasenbluten zusammengenommen dürfte schätzungsweise etwa ein Fünftel der Schüler leiden.

Die beim Schreiben durch unzuweckmäßige Einrichtung der Bänke und durch die Schiefschrift erzwungene oder selbst gewählte schlechte

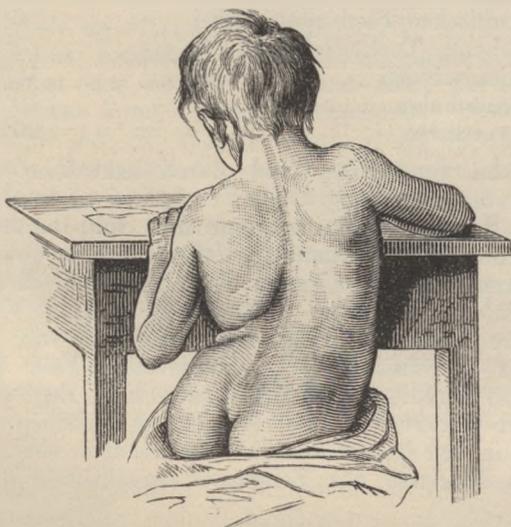


Fig. 233.

Haltung ist im stande, eine dauernd seitliche Krümmung und Verbiegung der Wirbelsäule, die Skoliose, hervorzurufen. Die Verkrümmungen beginnen während der Schulperiode und entsprechen genau der fehlerhaften Haltung, welche die Kinder beim Schreiben so häufig festhalten (Guilleaume, Fahrner, Frey, Schildbach).

Fig. 233 zeigt uns diese. Die rechte Schulter steht höher als die linke, das Schulterblatt hebt sich flügel förmig ab, das Rückgrat bildet einen nach rechts konvexen Bogen. Wie das Äußere des Kindes sich ändert, so werden auch die inneren Organe gedrückt und geschädigt. Die Mädchen erkranken viermal so häufig als die Knaben, und zwar beginnt die Skoliose wesentlich während der Periode eines gewissen Stillstands des Längenwachstums (Hertel, Axel Key). Die Häufigkeit der Skoliose wird von manchen arg überschätzt; wenn man nicht jede geringfügige Abweichung der Wirbelsäule als pathologisch auffaßt, werden sich etwa 1–2% Skoliotische unter den Schülern und Schülerinnen finden (Axel Key). Es wäre sehr bedeutungsvoll, Messungen über Hochgradigkeit der sich entwickelnden Skoliosen zu besitzen.

Die angestrengte Tätigkeit des Auges in der schulpflichtigen Zeit, also während der fortschreitenden Entwicklung, wird diesem Organ durch die Entwicklung der Kurzsichtigkeit, Myopie, gefährlich. Doch trägt da nicht allein die Schule und die schlechte Beleuchtung in diesen Lokalitäten die Schuld, sondern ebenso sehr die Hausarbeit, bei manchen die Sucht des Vielesens, ferner ist von Bedeutung schlechte Haltung beim Lesen oder zu große Annäherung des Buches an das Auge, endlich die ungeeignete Beschaffenheit der Bücher nach Druck und Farbe des Papiers. Freilich ist die Schulzeit von Wichtigkeit, weil während derselben durch den Zwang des Lehrers und ohne Rücksichtnahme auf das Kind das Auge angestrengt werden muß. Wir haben schon früher dargelegt, wie eine schlechte Beleuchtung zur Änderung des Refraktionszustands Veranlassung gibt. Zur Zunahme der Myopie mit den Jahren, die man in der Sehne zuzubringen hat, zeigen die Zahlen von Cohn:

Es sind Myopische in den Dorfschulen . . . . .	1·4%
in städtischen Elementarschulen . . . . .	6·7%
in höheren Töchterschulen . . . . .	7·7%
in Mittelschulen . . . . .	10·3%
in Realschulen . . . . .	19·7%
in Gymnasien . . . . .	26·2%

Die Angaben von Cohn sind durch zahlreiche andere Untersuchungen (Erismann, Koppe, Conrad u. s. w.) bestätigt worden.

Wie Griesinger zuerst ausgesprochen hat, bestünde in vielen Fällen von Psychosen die Vermutung, daß die Schule durch die mannigfachen Überanstrengungen und Erziehungsfehler als die direkte oder mehr indirekte Ursache anzusehen ist (Günther, Lähr). Von seiten der meisten Irrenärzte wird eine ursächliche Beziehung von Psychosen und Schule aber ganz bezweifelt; die vorkommenden Fälle in dieser Zeit beziehen sich auf hereditäre Belastung oder sind Begleiterscheinungen der Pubertät und verlieren sich mit Erreichung derselben. Die Schüler-selbstmorde, die in den letzten Jahren vorgekommen sind, scheinen nur eine unter dem Einflusse des Zeitgeistes modifizierte Äußerung der Psychose.

Die Schule bietet zur Verbreitung der verschiedensten contagiösen Krankheiten bei dem innigen Verkehre der Schüler untereinander die reichlichste und gefährlichste Gelegenheit. In der Regel halten mit dem Schulbesuche der Kinder in die Familien auch die so sehr gefürchteten Gäste, wie Masern, Scharlach, Diphtherie, Keuchhusten, ihren Einzug, vielleicht auch bei dem schlechten Reinlichkeitszustand, in welchem der Fußboden der Schulen sich befindet, die Tuberkulose und Skrofulose. Die Schule spielt in der Verbreitung von Epidemien durchaus keine untergeordnete Rolle. Doch darf man die Bedeutung der Schule auch in dieser Hinsicht nicht überschätzen.

Es müssen alle Anstalten getroffen werden, die Krankheitsverbreitung auf dem Wege der Schule tunlichst einzuschränken.

Die Schule ist nicht nur eine Gefahr für die sie besuchenden Kinder, sie ist eine Gefahr für die noch nicht die Schule besuchenden Geschwister und die ganze Familie.

Die gesundheitliche Bedeutung der Schule in ihrem ganzen Umfange haben in jüngster Zeit erst die dänische und die schwedische Schulkommission voll zu schätzen gelehrt. Man hat dabei von den akuten Erkrankungen der Kinder, die doch sicherlich auch auf der Infektion in der Schule beruhen können, ganz abgesehen und nur jene Symptome und Erkrankungen gezählt, die wir oben als für die Schule häufig wiederkehrend nannten: Bleichsucht, Nasenbluten, Nervosität, Appetitlosigkeit, Kopfschmerz, Augenkrankheiten, Kurzsichtigkeit, Rückgratsverkrümmung, Skrofeln.

Die dänische Kommission hat den Gesundheitszustand von über 17.000, die schwedische den von über 11.000 Schülern im Alter von 7 bis 20 Jahren untersucht. Die schwedische Kommission fand im Durchschnitte 44·8% der Kinder und jungen Leute leidend (inklusive der Myopen). Freilich kann man einwenden, man wisse nicht, wie es mit der Gesundheit der betreffenden Kinder und jungen Leute bestellt gewesen wäre, wenn sie die Schule nicht besucht hätten. Aber wenn man die Ergebnisse an einzelnen Schulen, die zwischen 20 und 70% Kranken schwanken, betrachtet, so wird man zugeben müssen, daß eine Kranklichkeitsziffer von 44·8% im Mittel nicht der natürlichen Entwicklung entsprechen kann. Noch überzeugender aber spricht für den Einfluß der Schule auf die Verschlechterung der Gesundheit die sowohl in Schweden wie Dänemark sich ergebende Tatsache, daß die Kinder im ersten Schuljahre noch verhältnismäßig wohl sind, im zweiten aber eine rapide Zunahme der Krankheitsymptome aufweisen. Die Mädchen scheinen eine größere Krankenzahl zu liefern wie die Knaben (Hertel). Die soziale Stellung der Eltern wirkt wesentlich auf die Gesundheitsverhältnisse zurück; die Kinder Bessersituierter sind gesünder als die armer Eltern. Um einen kleinen Überblick über die statistischen Erhebungen zu geben, sei nachfolgend die Prozentzahl kranker Schüler (ausschließlich der Myopen) für die Mittelschulen und die vorbereitenden Schulen Stockholms mitgeteilt, und zwar geordnet nach dem mittleren Alter der Zöglinge:

Mittleres Alter	Kranke in Prozenten	Mittleres Alter	Gymnasium	Realgymnasium
7·8	18·6	—	—	—
8·9	36·7	14·3—14·6	37·4	32·9
10·0	33·8	15·4—12·7	36·6	26·7
10·8	40·6	16·5—16·6	34·7	25·8
11·3	34·4	17·6—17·6	38·0	31·7
12·3	37·6	18·3—18·7	40·5	33·6
13·4	38·0	19·4—19·5	36·9	38·6

Besonders bedeutungsvoll erscheinen uns die hohen Zahlen an den Gymnasien zu sein, zumal es sich dabei fast durchwegs um junge Leute handelt, deren soziale Lage der Erhöhung der Krankheitsziffer entgegenwirkt. Ein Vergleich der letzteren mit den Zahlen für das Körperwachstum deutet darauf hin, daß die schwächere Entwicklungsperiode, welche der Pubertätsentwicklung vorangeht, auch die Widerstandskraft des Organismus gegenüber schädlichen Einflüssen herabsetzt.

Während der Pubertätsperiode, in welcher das Bewußtsein der Kraft wie diese selbst sich mehr und mehr ausbildet, sinkt die Morbidität und

erreicht in dem letzten Jahre dieser Periode ihr Minimum, auch im Vergleich zu den nun folgenden Jahren.

Literatur: Zusammenstellung der wichtigsten Ergebnisse der Augenuntersuchungen in dem Großh. Gymnasium und der Großh. Realschule zu Mainz sowie in dem Großh. Gymnasium zu Gießen. 1882. — Suck, Die Hygiene der Schulbank, 1902.

### Die Überbürdungsfrage.

Die Klage über die geistige Überbürdung und Belastung an der Schule ist eine allgemeine und bis in die letzten Jahre immer lauter geworden.

Die Überbürdung kann eine absolute sein, d. h. die Arbeit das Maß der geistigen Leistungsfähigkeit zweifellos überschreiten und eine relative, individuelle. Letzteres ist sehr häufig an den niederen Schulen der Fall, wenn die geistig Unbegabten mit eingereiht worden sind. Diese sollen unbedingt ausgeschieden und besonderen Schulklassen überwiesen werden.

Auch an den Mittelschulen liegt die Sache so, daß keineswegs alle Klagen über die Belastung durch die Schule berechtigt sind; der Zudrang namentlich zu den Schulen führt diesen Kräfte zu, welche den Anforderungen geistig eben nicht genügen können.

Die Zeit der Schüler wird in sehr vielen Mittelschulen in ungebührlicher Weise und unter Benachteiligung der gesunden körperlichen Ausbildung in Anspruch genommen. In den schwedischen Mittelschulen beträgt die obligatorische Arbeitszeit für Kinder von 7 bis 10 Jahren 6·2 bis 7·2 Stunden täglich (nach Ausschluß der Turnstunde) und steigt in den höheren Klassen der Gymnasien bis 10·5 Stunden. Hiezu kommt noch die Zeit für die Turnübung, wodurch dann im letzteren Falle täglich über 11·5 Stunden obligat belegt sind. Die für die Hausarbeit notwendige Arbeitszeit ist gleichfalls bedeutend und, weil die Arbeiten ja bestimmt fixiert werden, als obligatorisch zu betrachten. Die schwedische Kommission fand für die 7—10jährigen Schüler täglich 1·2 bis 1·5 Stunden, für die unteren Klassen des Latein- und Realgymnasiums 3 Stunden, für die obersten über 5 bis 5·5 Stunden. Leider hat die Belastung der Zeit der Schüler damit nicht ihren Abschluß erreicht, da manche der Schüler Unterricht im Hause erhalten oder selbst an Jüngere Unterricht erteilen, so daß die minimale Freizeit vollkommen beseitigt wird. Wie sehr diese Überlastung der Gesundheit der Jugend abträglich ist, ergibt sich aus dem Umstand, daß überall dort, wo die Arbeitszeiten sehr bedeutende sind, auch der Gesundheitszustand der Schüler ein geringerer ist.

Die Überlastung führt dazu, daß dem Kinde, wie den jungen heranwachsenden Personen, der Schlaf, das wichtigste Regulationsmittel unserer Kraft, durch die Schule entrissen wird. Was soll man sagen, wenn man in den oberen Klassen der Gymnasien Schüler findet, die sich ab und zu mit einer Schlafzeit von 4 bis 5 Stunden genügen lassen müssen, und wenn das Gesamtmittel der Schlafzeit aller im 17.—20. Jahre Stehenden nur 7 Stunden beträgt? Nachweislich beginnen die Schüler des Morgens noch ermüdet den Unterricht. Die hygienischen Bemühungen, an den Mittelschulen die Überbürdung zu beseitigen, stoßen bei einem kleinen Teile der Direktoren und Lehrer noch immer auf offenen oder passiven Widerstand. In den oberen Klassen beträgt bei uns

die wöchentliche Schulzeit vielfach 35 Stunden, ja sogar 41 und 42 Stunden. Dazu dann noch 3—4 Stunden häusliche Arbeit täglich, so daß mitunter volle 11 Stunden tägliche Arbeitszeit resultieren. Daß diese Menge von geistiger Arbeit völlig sinnlos ist, erhellt ohne weiteres. Man wird sich unschwer eine Vorstellung machen können, mit welcher Lust und geistigen Frische das Gehirn nach derart reduzierter Ruhezeit wieder an die Arbeit geht. Darin liegt eben ein Hauptnachteil der beständigen Überhäufung mit Lehrstoff und der Ausdehnung der Arbeitszeit, daß man bei der Dehnung über die physiologische Grenze hinaus auch für stundenlange Mehrarbeit nur eine äußerst dürftige Größe der geistigen Leistung erhält. In welcher Willensanstrengung erschöpfen sich die jungen Leute, um nur die Aufmerksamkeit zu konzentrieren? Die Hauptbelastung wird an den Gymnasien vielfach durch den in dieser Ausdehnung und auch in der Art des Lehrens vielfach minderwertigen altsprachlichen Unterricht herbeigeführt.

Die Arbeitszeit ist also entschieden zu lang und doch sind die geistigen Ergebnisse dieser Anstrengung, die mit Benachteiligung der Gesundheit erkauft werden, äußerst geringe.

Das Wissen wird zur Vielwisserei; eine Unsumme von völlig wertlosen Tatsachen müssen dem Gedächtnisse eingegraben werden. Aber dies Wissen allein ist nicht Gewinn. Das Erlernte soll geistig verarbeitet werden können, die Wege gangbar gemacht werden, auf welchen das Wissen jederzeit verwertet werden kann. Nur dadurch gewinnt es die höhere Bedeutung für das Leben. Das enzyklopädische Wissen unterdrückt die wahre Verstandestätigkeit; das Schätzenswerte der letzteren besteht nicht in der Kombination der dem Gedächtnisse mühsam eingepprägten fremden Gedanken, sondern in der Eigenproduktion. Der junge Mann soll in der schulfreien Zeit Gelegenheit haben, bestimmten Neigungen zu folgen, seine Anlagen auszubilden. Nur dadurch kann eine originelle und individuelle Entwicklung erreicht werden, an der ein so entsetzlicher Mangel herrscht. Die Vielwisserei ist Scheinwissen, das die Unterschiede des wahren Talents nivelliert, und zwar durchwegs zu Ungunsten des letzteren.

Von der übermäßigen Ausdehnung der Stundenzahl für Schul- und Hausarbeit muß abgegangen und kann abgegangen werden ohne wirkliche Schädigung; es beweisen das die Ergebnisse der Schulen, welche mit geringerem Zeitaufwand arbeiten. Wie vielfach wird die Zeit der Jugend durch das sinnloseste Abschreiben, Deklinieren und Konjugieren für Latein und Griechisch und durch widersinnige Themen in Anspruch genommen!

In Bayern hat man bisher den hygienischen Anforderungen das erforderliche Entgegenkommen gezeigt, indem unter dem 30. Juli 1898 die Stundenzahl für Sexta und Quinta auf 25 und für Prima auf 29 festgesetzt wurde, nachdem übrigens bereits seit den Siebzigerjahren an ähnlichen Stundenzahlen mit Erfolg festgehalten worden war.

In neuerer Zeit hat man sich in verschiedener Weise über das Entstehen der Ermüdung bei der Arbeit unterrichtet. Die körperliche Ermüdung setzt die geistige Leistungsfähigkeit herab, aber ebenso die geistige Ermüdung die Fähigkeit zu körperlicher Arbeit. Man kann also nicht nach Belieben und

in willkürlicher Weise geistige und körperliche Arbeit sich abwechseln lassen und die eine als Korrektiv der anderen betrachten.

Zum Studium der Ermüdung wendet man entweder einfache Schreib- oder Rechenaufgaben an, welche man den Schüler ausführen läßt; die Zahl der Fehler und unrichtigen Lösungen nimmt mit der Ermüdung zu. Ferner eignet sich dazu der Ergograph von Mosso. Bei diesem Instrument wird der Arm fest fixiert und von dem einen Finger ein über Rollen laufendes Gewicht gehoben. Die Hubhöhe schreibt ein Hebel an einer rotierenden berußten Trommel auf. Bei Ermüdung nimmt die Hubhöhe allmählich bis auf 0 ab. Bei Ermüdeten nimmt die Feinheit des Tastgefühles ab, daher kann man nach dem Vorgange von Griesbach mittels eines Ästhesimeters den Abstand der Zirkelspitzen bestimmen, welcher eben noch als eine Tastempfindung aufgefaßt wird.

Die Ermüdung in der Schule hängt von der zu langen Arbeitszeit ab und dem zu großen Material, welches verarbeitet werden soll, von der Schwierigkeit der gestellten Aufgabe, vielfach in der Reizlosigkeit des Materials, welches oft nicht die geringste Beziehung zum täglichen Leben besitzt und dem gewohnten Gedankenkreise ganz ferne liegt, auch in der mangelnden Methode des Lehrers.

Die Schüler kommen in die Schule oft ungenügend ausgeruht, weil die Schlafzeit zu kurz ist. Während der Unterrichtspause erholt sich der Schüler zum Teil wieder von der Anstrengung. Eine in den Unterricht eingeschobene Turnstunde bringt durchaus noch nicht eine geistige Erholung, aber besser ist die Spielstunde. Am raschesten erholen sich die Schüler von der Ermüdung, wenn man sie völlig frei von jedem Zwange läßt. Auch drei Stunden nach Schulschluß ist eine volle Erholung nicht eingetreten, die ganz überwiegende Mehrzahl der Schüler beginnt den Nachmittagsunterricht in halb ermüdetem Zustand.

Die Schädigung des Nervensystems wie die des Körpers im allgemeinen ist bei den eifrigsten Schülern am größten; zumeist aber wendet die bei dem Ermüdeten allmählich auftretende Unaufmerksamkeit von selbst die nachteiligen Folgen zum Teil ab. — Als ermüdende Gegenstände gelten Mathematik, Latein, Griechisch, Turnen, als wenig ermüdend Französisch, Deutsch, Naturkunde.

Wie bereits die tägliche Arbeitszeit der Jugend schon zu sehr in Anspruch genommen ist, so können wir auch jedem Bestreben, die Ferienzeit der Jugend zu kürzen, nur bestimmtst entgegenzutreten. Durch Körperwägungen hat man während der neun Schulmonate eine gewisse Hemmung des Wachstums, in den drei Ferienmonaten aber ein kompensierendes Wachstum nachgewiesen (Wretling). Es beruht diese Begünstigung des Wachstums in der freieren Bewegung, die den Kindern und jungen Leuten während der Ferien gestattet wird. Das Wachstum ist selbst bei Kindern, die nicht in die Schule gehen, im Sommer, wo sie viel im Freien sind, größer als im Winter (Vahl).

## Die Bekämpfung der Schulkrankheiten.

### a) Das Schulgebäude.

Es ist Pflicht des Staates wie der Gemeinde, alles aufzubieten, was die in dem Schullokal zu akquirierenden Schäden mindert oder ganz beseitigt. Das Schulgebäude muß den Anforderungen genügen, die man an einen gesunden Wohnraum stellt. In einer sehr aner kennenswerten, zum Teil geradezu mustergültigen Weise hat das österreichische Schulgesetz

vom 9. Juni 1873 die Anforderungen an das Schulgebäude zusammengefaßt; in Preußen ist im Jahre 1888 durch einen Erlaß des Kultusministers die Neuanlage ländlicher Schulgebäude geordnet worden.

Wir haben in folgendem im wesentlichen uns an das Schulgesetz halten können, allerdings mit Änderungen des dem einzelnen Schüler zuzumessenden Raumes wie der Beleuchtungsgröße.

Die Lage der Schule soll möglichst frei sein, damit nicht später durch Bebauung die Lichtmenge verringert werde und der Zugang ein leichter sei. Das Schulhaus soll auf einem trockenen Platze, nicht in der Nähe von Sümpfen und stehenden Gewässern, von Kirchhöfen, Dungstätten oder störenden gewerblichen Betrieben erbaut werden. Geräuschvolle Lage ist gleichfalls zu vermeiden. Das Schulhaus soll tunlichst in der Mitte des Schulsprengels liegen.

Der Platz muß so gewählt werden, daß genügend Raum für Spiele und Turnübungen verbleibt, 3 m<sup>0</sup> Bodenfläche für ein Kind ist zureichend (Varrentrapp). Baumanlagen sollen zur Sommerszeit den genügenden Schatten spenden.

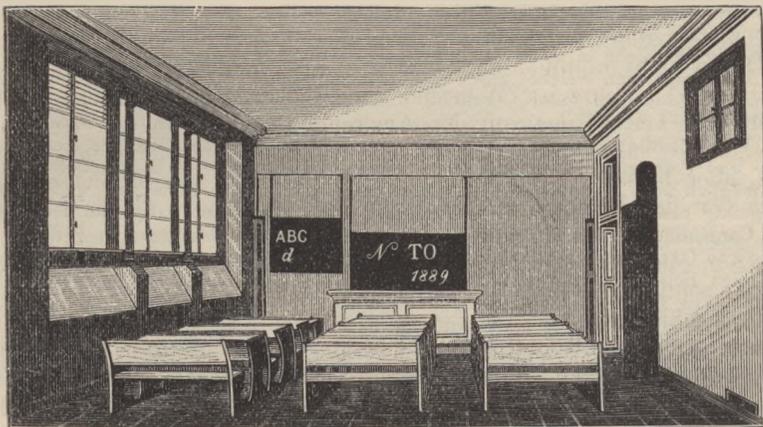


Fig. 234.

Die Bauart der Schule soll solid sein; die Schulzimmer sind zu unterkellern, bezw. mit einer Luftisolierung von dem Boden zu trennen. Das unterste Geschoß soll mindestens 0·8 m über dem Straßenniveau liegen. Die Richtung der Fassade nach Norden ist bei freier Lage die günstigste für die Gleichmäßigkeit des Lichtes; doch hat die Stellung des Schulhauses nicht die große Bedeutung wie jene des Wohngebäudes.

Die Haustür und der Hausflur sollen, so wie die Gänge und Treppen, die hinreichende Breite haben, und zwar die Hauptgänge nicht unter 2 und die Treppen nicht unter 1·5 m. Sämtliche Gänge sollen hell und nicht zugig sein, aber doch nach Bedarf jederzeit rasch gelüftet werden können.

Die Treppen müssen aus Stein oder aus Ziegeln mit Holzverkleidung hergestellt werden. Die Steigung soll 0·135 bis 0·150 m betragen, der zugehörige Auftritt 0·34 bis 0·41 m messen. Die von einem Stockwerke zum anderen führenden Treppen dürfen nicht in einem Laufe angelegt und nicht gewunden sein; sie sind mit dazwischen liegenden Ruheplätzen zu versehen und womöglich in zwei oder drei Arme zu brechen. Wo die Treppe eine freie Stelle hat, ist ein solides, hinreichend hohes und dichtes Geländer mit Handgriffen anzubringen und letzteres stets so zu gestalten, daß es von dem Schüler nicht als Rutschbahn benützt werden kann. Vor dem Eingange des Schulhauses, vor den Treppen und den Schulzimmern sollen Scharreisen oder dergleichen, zur Reinigung der Fußbekleidung dienende Einrichtungen liegen.

Das Schulzimmer soll in seinen Längendimensionen so beschaffen sein, daß auch die in der letzten Bank Sitzenden die an der Tafel befindlichen Buchstaben u. dgl. bequem lesen können. Es wird sich bei einer Buchstabengröße von 4 cm nicht empfehlen, die Länge der Klassenzimmer über 10 m zu nehmen. Die Tiefe des Zimmers ist durch

die Beleuchtungsverhältnisse begrenzt. Man nimmt bei einseitiger Beleuchtung an, daß die Tiefe der Zimmer 7 m nicht überschreiten dürfe. Jedenfalls muß jeder der Schüler von seinem Platze aus den freien Himmel sehen können. Die Höhe der Schulzimmer soll 3·8 bis 4·5 m (im Lichten) betragen; die Fußböden sollen aus hartem Holz hergestellt und geölt sein; die Reinlichkeit in den Schulen muß eine weit größere werden, als sie bisher war. Die Schulzimmer sollen fleißig naß gereinigt werden; bei dem häufigen Spucken der Kinder wird die Gefahr einer Verbreitung der Tuberkulose eine sehr eminente. Der Anstrich der Wände soll, um nicht zu viel Licht zu absorbieren, blaugrau, grünlich, bläulich und giftfrei sein. Für jeden der jüngeren Schüler ist nicht unter 1 m<sup>2</sup> Bodenfläche, für die oberen Klassen 1·5 m<sup>2</sup> zu rechnen, der Luftkubus soll 4—5 m<sup>3</sup> für die jüngeren, 6—7 m<sup>3</sup> für die älteren Schüler bieten, angenommen, daß in der Stunde dreimalige Lüfterneuerung möglich ist.

Für die Beleuchtungsverhältnisse einer Schule ist von hervorragender Bedeutung die genügende Fensterfläche, die nach Abzug aller Hemmnisse ein Fünftel der Bodenfläche betragen muß; die Fenster müssen tunlichst bis an die Decke reichen und dürfen nicht etwa durch Vorhänge u. dgl. verdeckt werden. Die Pfeiler sind abzuschragen. Ebenso soll der freie Einfall des Himmelslichtes nicht etwa durch gegenüberstehende Häuser gehemmt sein. Zu den üblichen Arbeitsstunden soll eine Helligkeit von zehn Meterkerzen (auf rotes Licht berechnet) erreicht werden. Ein Bild der seitlichen Beleuchtung eines Schulzimmers gibt uns Fig. 234. Bei einstöckigen Bauten kann sehr zweckmäßig Oberlicht in Form des Sheddaches Anwendung finden.

Die Frage, von welcher Seite das Licht einfallen soll, kann dahin entschieden werden, daß Linkslicht (oder Oberlicht) weitaus die günstigste Einrichtung darstellt; allenfalls können auch doppelseitige Fensterreihen als zulässig gehalten werden.

Von künstlichen Beleuchtungsmaterialien sind die flüssigen Leuchtstoffe, die Öl- und Petroleumlampen, nur dann anzuwenden, wenn keine bessere Beleuchtungsweise möglich ist. Von Gaslicht im allgemeinen nicht offene Flammen, weil sie nicht Ruhe genug besitzen, sondern für Zeichensäle, Demonstrationen u. dgl. am besten Auerisches Gasglühlicht. Geeignete Reflektoren mehren die Lichtmenge wesentlich. Die indirekte (Decken-) Beleuchtung gibt die günstigste Lichtverteilung. Unter allen Beleuchtungsarten würde elektrisches Glühlicht wegen der mangelnden Luftverunreinigung die beste Beleuchtungsweise sein. Das Licht ordnete man früher zur Linken des Schülers an, etwa 1 m entfernt; es muß das zu betrachtende Objekt mit einer Helligkeit von 10 Meterkerzen (für rotes Licht gemessen) versehen und darf durch Strahlung und Glanz nicht belastigen. In neuester Zeit verzichtet man auf diese Art der Beleuchtung.

Die Beheizung soll, wo es an einer Zentralheizung mangelt, durch Mantel- oder Tonöfen bewirkt werden; die Heizvorrichtungen müssen genügend Heizfläche besitzen, damit sie nicht zu intensiv in Anspruch genommen werden. Die Temperatur ist stets durch Thermometer zu messen, welche in Manneshöhe in dem Zimmer, geschützt vor Bestrahlung, und in allen Räumen an baulich gleichartigen Wänden (Zwischenwänden oder dgl.) angebracht sind. Die Temperatur soll 20° C nicht übersteigen, aber auch nicht wesentlich darunter gehen, da die Bodentemperaturen sonst zu niedrige sind und Kinder mit feuchtem Schuhwerk wohl leicht frieren.

Als Zentralheizung eignet sich am besten Warmwasserheizung oder Niederdruckdampfheizung mit Luftheizung verbunden, oder mit besonderer Ventilationsanlage. Im Frühjahr und Herbst würde im wesentlichen die Luftheizung, im Winter die letztere mit Warmwasserheizung fungieren.

Die Luftheizung soll befeuchtete Luft in die Zimmer führen; in der Neuzeit sind die früher oft sehr gerügten Übelstände der Luftheizungen sehr gemildert worden.

Klagen über Trockenheit der Luft werden durchgängig da erhoben, wo eine zu große Hitze in den Räumen herrscht. Dazu gibt die Luftheizung wegen ungleicher Temperaturverteilung, ungenügender Durchwärmung der Wandungen des Zimmers und schlechter Bedienung leicht Veranlassung. Nirgends tritt die Ungeschicklichkeit und Unbrauchbarkeit eines Heizers mehr hervor als bei der Luftheizung. Meist sind mit ihrer Wartung die Schuldner beauftragt. Die Instruktionen dieses Dienstpersonals bezüglich der ganzen Heizanlage sind ungenügend oder werden nicht verstanden; weiters wird die Heizung vielfach dadurch unterbrochen, daß der Schuldner Besorgungen aller Art zu machen hat. Um die Feuerung nicht ausgehen zu lassen, wird in der Regel vor dem Verlassen des Hauses dann reichlichst neues Brennmaterial auf den Rost gegeben. So entstehen in der Tat so ungleiche Durchwärmungen der Lokale, daß man die Mißgunst begreift, in welche die Luftheizungen vielfach geraten sind. Steigert sich die Hitze bedeutend, dann wird auch mehr Wasserdampf von der Haut abgegeben, und bei

gleichzeitiger forciertem Wasserdampfabgabe des Atemorgans beim Sprechen, bildet sich die Heiserkeit aus. Die wahre Bekämpfung dieser Heiserkeit geschieht durch Regulierung der Temperatur.

Die Lüftung der Schulen ist eine dringende und wichtige Aufgabe. Die große Zahl von Schülern, bisweilen die künstliche Beleuchtung, schaffen eine Atmosphäre von ekelregender Zusammensetzung. Auch in der Anhäufung der Kohlensäure drückt sich diese Luftverpestung, die wieder eine Rückwirkung auf den Schüler übt, deutlich aus. Nicht nur durch die Atemprodukte, sondern namentlich durch den hohen Keimgehalt ist die Schulluft charakterisiert; Wolken von Staub erheben sich beim Eintreten der Schüler oder dem Verlassen des Lokals.

Die Bekämpfung der Luftverunreinigungen geschieht auf zwei Wegen:

1. Die Staubgefahren können nur durch eine viel peinlichere Reinhaltung der Schulböden, als sie bisher üblich ist, beseitigt werden. Den Staub entfernt man nicht durch die Ventilation, auch wenn sie die beste ist, sondern durch Wasser und Besen. Jedenfalls müssen die Subsellien verschiebbar sein, um jederzeit die Reinigung des Bodens vornehmen zu können. Hinsichtlich der Kinder, welche an Auswurf leiden, wäre zu erwägen, ob man diese nicht mit Rücksicht auf die Gefahr der Verbreitung der Tuberkulose mit Spuckschalen zu versehen hätte.

2. Der üble Geruch und die Ausatmungsprodukte lassen sich verringern dadurch, daß man von den Schulräumen getrennte Garderoberräume herstellt, in welchen die Mäntel abgelegt werden, ferner durch eine zureichende Ventilation. Alle Mittel der letzteren sollen in Anspruch genommen werden.

Besondere Einrichtungen sind vorzusehen etwa in Verbindung mit Mantelöfen; ferner genügt dem Zwecke die Luftheizung für den Winter. Die Sommerventilation läßt sich dort, wo geeignete Luftkanäle vorhanden sind, in der Regel durch eine Lockfeuerung bewerkstelligen. Es muß auf diese Verhältnisse bei dem Baue des Hauses Rücksicht genommen werden. Am besten, aber teuersten, sind die mechanischen Lüftungsvorrichtungen.

Die Aborte bringt man entweder in einem Anbau, der mit dem Hauptgebäude durch einen gedeckten Gang in Verbindung steht und gut lüftbar ist, oder in dem Hauptgebäude selbst an. Für die Beseitigung der Abgänge kommen die gleichen Gesichtspunkte zur Geltung, die früher entwickelt wurden. Die Abortsitze sollen 0·3 bis 0·45 m hoch, mindestens 0·8 m breit und 1·4 m lang sein. Die Abtritte müssen für Knaben und Mädchen getrennt sein. Für Knaben ist außerdem noch ein Pissoir einzurichten. Dasselbe muß gut spülbar, frostfrei und mit wasserdichten Wänden und Boden versehen sein.

Jedes Schulhaus soll mit gutem Trinkwasser versehen sein; es ist bereits bei der Anlage, wenn keine Wasserleitung zu Gebote steht, auf die Gewinnung eines guten Brunnens Bedacht zu nehmen.

Literatur: Kabrhel, Velich, Hraba, Die Lüftung und Heizung der Schulen, 1904.

### b) Die Utensilien.

Will man in der Schule selbst einerseits der Schädigung des Auges wie auch der drohenden Rückgratsverkrümmung begegnen, so müssen die Subsellien richtig hergestellt sein.

In den alten Schulbanken (Fig. 235) war meist der vertikale Abstand von Sitz und Tischplatte, die Differenz  $(a, b)$  genannt, viel zu groß, so daß die Kinder mit dem Kopfe zu nahe an das Schreibheft oder Lesebuch herangingen, wenn sie in bequemer Lage lesen und schreiben wollten.

Außerdem aber war die Bank von der Tischplatte recht erheblich entfernt (Distanz, Fig. 235  $b, c$ ), weil ja die Schüler innerhalb der Bank auch stehen

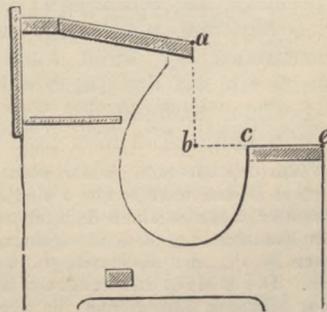


Fig. 235.

sollten. Beim Sitzen und Schreiben etc. legte sich also das Kind nach vorn, die schmale Schreibplatte gestattete nicht, die Arme gleichmäßig aufzulegen; naturgemäß läßt das Kind bei der rechtsschiefen Schrift den linken Ellenbogen tiefer treten als den rechten; der Kopf ist links geneigt. Diese falsche Stellung wird Ursache der Skoliose. Da bei den alten Bänken groß und klein mit derselben Einrichtung vorlieb nehmen mußte, erwiesen sich auch die Sitzhöhen oft ganz unzweckmäßig. Eine gute Schulbank muß den Maßverhältnissen der Schüler entsprechend sein; es müssen also verschiedene Größen von

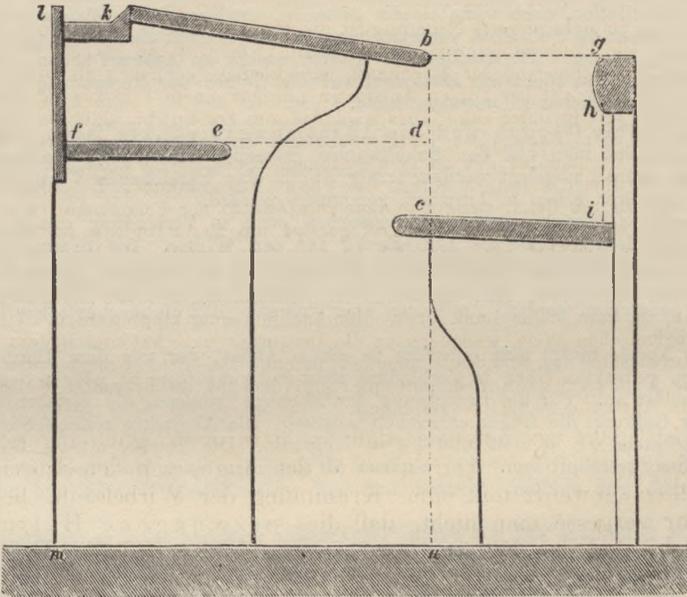


Fig. 236.

Schulbänken beschafft werden. Nur Schüler, welche nicht mehr als 10–12 cm in ihrer Größe voneinander abweichen, dürfen dieselbe Bankgröße benutzen.

Fig. 236 stellt eine Schulbank für Kinder von 143 bis 153 cm Körperlänge in zehnfacher Verkleinerung dar. Die Minimaldistanz beträgt 5 cm und bleibt für alle Körpergrößen dieselbe. An Stelle des Bücherbrettes *e f* kann auch bei zweisitzigen Bänken zwischen den Schülern ein auf der Bank befestigter Behälter eingerichtet werden, der den direkten Kontakt der Schüler hindert, was von hygienischem Vorteile sein kann. Ein Rost zum Auflegen der Füße ist zweckmäßig, damit der vom Schuhwerk abfallende Staub liegen bleibt.

Am besten werden nur zweisitzige Bänke gebracht, höchstens viersitzige. Die Höhe der Sitzbank soll  $\frac{2}{7}$  der Körperlänge betragen, damit die Kinder mit der ganzen Fußsohle den Boden berühren. Die Bankbreite soll den Oberschenkeln entsprechen =  $\frac{1}{5}$  der Körperlänge, kann aber wohl auch etwas geringer genommen werden. Die Differenz muß der Höhe des Ellenbogens (in herabhängendem Zustand) von der Sitzbank entsprechen; da aber bei der Vorwärtsneigung der Arm einen Kreisbogen beschreibt, also der Ellenbogen höher rückt, so sind bei kleinen Kindern 2,5, bei

großen 4 cm der ersten Größe hinzuzurechnen, weil ja der Körper gerade gehalten werden soll. Die Differenz ist bei den Mädchen wegen der dicken Rösche größer als bei den Knaben. Sie beträgt  $\frac{1}{7}$  der Körpergröße + 2,5 bei den Knaben,  $\frac{1}{7} + 2,5$  bei den Mädchen.

Die Distanz sei etwas negativ, jedenfalls nicht positiv. Allerdings kann in solchen Banken der Schüler nicht aufstehen; bei zweisitzigen Banken tritt er zur Seite heraus, bei viersitzigen dagegen muß durch eine Klappvorrichtung oder dgl. der Sitz entsprechend beweglich gemacht werden, wenn der Schüler sich erheben will. Vorrichtungen zum Verschieben der Schreibplatte oder des Sitzes sind weniger empfehlenswert.

Die Tischplatte muß für den einzelnen mindestens 55 cm breit sein, in der dazu Senkrechten 30—40 cm messen und auf dieser Strecke um 6° geneigt sein. Die Höhe der Lehne soll etwas weniger als der Tischrand betragen.

Eine sehr empfehlenswerte Neuerung ist die Rettigsche Schulbank. Dieselbe ist zweisitzig. Die Füße ruhen auf einem Holzrost, die Distanz ist negativ, die Entfernung der Rückenlehne von der Tischkante wird kleiner genommen als sonst vielfach üblich. Der Schüler tritt bei kurzen Antworten nur mit einem Fuß aus der Bank; er steht somit zum Teil in der Bank. Dies wird dadurch ermöglicht, daß der Sitz etwas schmaler ist als der Tisch. Die Rettigsche Bank ermöglicht eine sehr erhebliche Platzersparnis gegenüber den anderen Systemen zweisitziger Bänke. Jede Bankreihe wird an eine am Boden befestigte Klemmschiene angeschraubt; die letztere bildet den Drehpunkt für die Bank, wenn man diese zum Zwecke der Fußbodenreinigung seitlich umlegen will. Ein einziger Handgriff genügt, um dieses Umlegen herbeizuführen. Diese Einrichtung gewährt den eminenten hygienischen Vorteil, die Reinheit des Fußbodens durchzuführen. Die Bänke müssen in bestimmter Reihenfolge umgelegt werden. Wird die erste Bank durch einen Verschuß festgehalten, der nur von Befugten geöffnet werden kann, so kann keine Bank etwa mißbräuchlich umgekippt werden. Der Fußrost hat hygienischen Wert, weil derselbe die Berührung des kälteren Bodens hindert und ein Aufwirbeln des Staubes unmöglich macht. Bei dem Umlegen der Bänke brauchen die Tintenfässer nicht entfernt zu werden, da die besondere Konstruktion derselben ein Auslaufen der Tinte verhindert.

Es ist nicht zu leugnen, daß in derartigen gut eingerichteten Banken einerseits ein richtiger Abstand des Auges von den Schreib- und Leseutensilien gewahrt und einer Krümmung der Wirbelsäule begegnet wird. Nur vergesse man nicht, daß dies erzwungene Haltungen sind, welche von den Kindern und jungen Leuten auf die Dauer nur mit Widerwillen ertragen werden.

Unsere Muskeln sind nicht dazu bestimmt, stundenlang in derselben Weise tätig zu sein; das Bestreben muß vielmehr dahin gehen, der Jugend in den Schulbanken eine größere Beweglichkeit zu geben. Eine Schulbank, welche zum Zwangsstall wird, ist eine wenig zweckmäßige Einrichtung. Es kann daher die Durchbildung von Systemen, welche durch zeitweise Verschiebung der Tischplatte der Freiheit der Bewegung weniger Abbruch tun und zeitweise eine bequeme Zurücklegung des Körpers gestatten, zulässig sein. Die Verschiebung der Sitzbänke ist weniger zweckentsprechend, weil die Kinder sonst leicht die negative Distanz in eine positive umzuwandeln in der Lage sind. Die vielfach empfohlenen Schreibstützen sind ohne Nutzen; das Kind muß zur richtigen Haltung erzogen werden und die Muskeln zu diesem Behufe in Tätigkeit setzen.

Außer den Sitzbänken muß der richtigen Aufstellung der Tafel und genügend großer Schrift auf derselben Beachtung geschenkt werden. Von großer Bedeutung bleibt namentlich die richtige Beschaffenheit der Schulbücher selbst. Es sollen keine Schriftproben darin enthalten sein, welche eine wesentliche Anstrengung des Auges zum Lesen erfordern.

Das Gutachten der in Straßburg zusammengetretenen Schulkommission forderte: Rein weißes Papier, ohne durchschimmernden Druck der Rückseite. Die Höhe der kleinen Buchstaben sei 1·5 mm (in der unteren Klasse 1·75 mm), die Dicke der Striche mindestens 0·25 mm, die Approche (Trennung der Buchstaben) 0·5 mm, die Entfernung zweier Zeilen zwischen den nicht überragenden Buchstaben 2·5 mm. Die Länge der Zeilen soll 8—9 cm nicht überschreiten und ein breiter, weißer Rand den Druck umfassen.

Pflicht der Eltern ist es, den Kindern und jungen Leuten Bücher mit sehr kleinem Druck fernzuhalten.

Einen sehr erheblichen Einfluß auf die Haltung der Kinder beim Schreiben übt die Schriftrichtung aus; in den meisten Schulen wird eine Schiefelage von etwa 45 bis 50° geschrieben. Man kann leicht beobachten, daß die Kinder dabei stets sich bemühen, den Kopf auf die linke Seite zu neigen, und wenn sie unbeaufsichtigt gelassen werden, mit Vorliebe sogar den Kopf auf den linken Arm legen, weil sie offenbar dabei die ganze Federführung besser übersehen.

Seit dem letzten Dezennium hat man sich bemüht, die Steilschrift an Stelle der Schiefschrift zu wählen (Merkel, Groß, Schubert); bei dieser liegt Tafel oder Heft in gerader Mittellage; für den Anfang der Übungen sollen die Zeilen kurz, 8—10 cm lang sein. Die Unterarme ruhen auf dem Pulte in symmetrischer Lage. Die Buchstaben liegen in einer Senkrechten, die Haltung der Hand und Feder folgert daraus von selbst. Die Steilschrift wird bei entsprechender Übung der Kinder ebenso rasch geschrieben wie die liegende Schrift. Die Erfahrungen der letzten Jahre haben mit Evidenz die Überlegenheit der Steilschrift über die Schiefschrift hinsichtlich einer gesundheitsgemäßen Körperhaltung der Schüler dargetan. Während bei der Schiefschrift auch eine harte Disziplin das Geradesitzen nie erzielte, nehmen Geradschrift schreibende Kinder von selbst eine normale Stellung ein.

### c) Hygiene des Unterrichts.

Das Kind soll nicht zu jung der Schule überantwortet werden; doch kommt es weniger auf die Zeit des Eintrittes an, als auf das Maß der Ansprüche, welche in der Schule erhoben werden. Die Stundenzahl kann in den Elementarschulen eine sehr beschränkte sein (2—4 Stunden täglich); mit aller Macht soll aber an den Gymnasien eine Reduktion der Arbeitszeit angestrebt werden. Eine wöchentliche obligate Schulzeit an den Gymnasien von 23 steigend bis 27 Stunden in Prima ist für erschöpfende Ausbildung vollkommen ausreichend; vielleicht könnte man das wahrhaft Wissenswerte sogar in einer noch geringeren Zeit beherrschen lernen. Die Zahl der Schüler sollte in den niederen Klassen 50, in den oberen 35 nicht überschreiten. Schädlich für die Kürzung der Arbeitszeit ist das Fachlehrersystem, weil naturgemäß ein jeder Fachlehrer auf eine Vertiefung und Ausdehnung der Tätigkeit in dem Zweige seines Wissens dringt.

Zu den Schulstunden tritt die Arbeit im Hause hinzu, welche man in den untersten Klassen zu 1—1·5 Stunden, in den obersten zu etwa 3 Stunden täglich als zulässig erklären kann. Am Sonntag soll Arbeitsruhe herrschen. Nimmt man zur gesamten Arbeitszeit noch wöchentlich 2 Stunden für Gesang und 3 für den Turnunterricht hinzu, so würden bei dem Kinde, das mit 10 Jahren in die unterste Klasse

tritt (Lateinschule), immerhin schon etwa 34 Stunden in der Woche für den Unterricht in Anspruch genommen, in den obersten Klassen aber 50 Stunden, im Durchschnitte also 8·3 Stunden täglich.

Die Tageszeit der Schulstunden ist abhängig vom Klima; in unseren Verhältnissen steht dem Beginne der Schule morgens 8 Uhr nichts im Wege, wenn schon an manchen Dezembertagen bei starker Bewölkung die Helligkeit zum Lesen oder Schreiben zu gering sein kann. Die Hauptzahl der Stunden soll auf den Vormittag fallen und mittags genügend Zeit zur Mahlzeit gelassen werden (etwa 3 Stunden). Hausarbeiten, welche nur während der Mittagspause gelöst werden können, sind zu verbieten. Es ist unthunlich, mehr als 4 Unterrichtsstunden nacheinander zu erteilen; je 2 Unterrichtsstunden sollen von den folgenden durch eine größere Pause ( $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  Stunde) getrennt werden.

Bei älteren Schülern, wie an den Gymnasien, kann man nahezu ausschließlich den Unterricht morgens durchführen, so daß nur an zwei Nachmittagen noch eine obligate Nachmittagsstunde verlangt werden muß. Diese Einrichtung der freien Nachmittage ist für den Schüler wie für den Lehrerfolg und für die gesunde Entwicklung nur von Vorteil. Man lernt die Zeit zur Arbeit richtig einteilen, zusammenhängend mit Arbeiten sich beschäftigen; die Mittagspausen können nicht, wie das sonst die Regel ist, für die Vorbereitung zur Schule verbraucht werden. Zur schlechten Jahreszeit kann man immerhin noch einige Zeit den Aufenthalt im Freien pflegen und die Arbeitsstunden in die Zeit nach Sonnenuntergang verlegen. Die Schulstunden sollten durch angemessene 10—15 Minuten währende Ruhepausen unterbrochen sein; die Pausen dienen zur Erholung der Schüler wie der Luftverbesserung durch Öffnen der Fenster u. s. w.

An jeder Volks- wie Mittelschule, für Knaben wie Mädchen, muß der Entwicklung der Körperpflege Aufmerksamkeit zugewendet werden:

1. Direkt durch den obligaten Turnunterricht für alle körperlich Tauglichen. Wenn möglich, so soll der Turnunterricht in besonderen, von der Schule getrennten Turnanstalten unter Leitung der geschulten Turnlehrer vorgenommen werden. Die Schüler sind in diesen Übungen nicht nach Klassen, sondern nach ihrer körperlichen Beschaffenheit zu ordnen.

In der großen Mehrzahl der Fälle wird freilich der Unterricht in einem mit der Mittelschule in Verbindung stehenden Turnraume und Turnplatze vorgenommen werden müssen.

In jedem Falle müssen diese Einrichtungen danach angetan sein, die Schüler nicht abzuschrecken. Der Turnplatz soll mit nicht staubendem und weichem, die Füße nicht verletzendem Material (Lohe und Sand) bedeckt sein. Die Turnübungen sollen in geeigneter Beschuhung und Kleidung vorgenommen werden. Das Turnlokal bedarf eines weiten Raumes und im Winter einer mäßigen Heizung.

Die Turnübungen haben dort, wo die Massenübungen sind, wenig Reiz für die Besucher, und wenn man über diese nicht hinausgeht, wird den meisten die Turnstunde nichts anderes sein, als eine langweilige Schulstunde mehr. Das Turnen hat die Aufgabe, alle Muskeln harmonisch durchzubilden; dazu gibt es aber die mannigfachsten Wege. Man muß

versuchen, den Spielen in die Turnstunden Eingang zu verschaffen, und was schadet es, wenn eine Stunde ganz dem Spiele gewidmet wird? In England sind die muskelausbildenden Spiele weit bekannter als bei uns. Man gebe sich Mühe, das Programm der Übungen etwas pikanter zu machen, man füge der bisher monotonen Kost die nötigen Genußmittel hinzu, die schmackhaft gewordene Speise wird ihre Anziehung sicher nicht verfehlen.

2. Indirekt durch Förderung aller zur Ausbildung des Körpers dienenden Leibesübungen. Dann gehört das Schlittschuhlaufen, Schwimmen, Baden, Fechten und Tanzen, Velozipedfahren. Ja vielleicht ließe sich Fechten und Tanzen schon mit dem Turnen verflechten und eine größere Gewandtheit und Geschmeidigkeit des Körpers erzielen.

Eine richtige, gesundheitsgemäße Ausbildung der Jugend sollte nie vergessen, ein richtiges Maß zwischen Schule und Freiheit herzustellen. Die arbeitsfreie Zeit ist noch lange kein Müßiggang; sie soll zur individuellen Entwicklung die Möglichkeit bieten sowie Gelegenheit zu Naturgenuß und selbstgewollten Körperübungen im Freien.

Literatur: Patzak, Schule und Schülerkraft. — Altschul, Nutzen und Nachteile der Körperübungen, 1901.

#### *d) Wohlfahrtseinrichtungen.*

In neuester Zeit sieht man für die Kinder der Minderbemittelten vielerlei humane Einrichtungen getroffen; viele Kinder kommen in den Großstädten während ihrer ganzen Jugendzeit nicht aus dem Stadtrevier hinaus, die Straße, allenfalls eine öffentliche Anlage, verschafft die einzige Erholung. Man hat namentlich mit Rücksicht auf schwächliche Kinder die sogenannten Ferienkolonien eingerichtet. Eine Anzahl Kinder wird im Begleitung des Lehrers auf einige Zeit auf das Land zur Erholung und Kräftigung geschickt.

Mit Rücksicht auf skrofulöse Kinder gewähren eine Reihe von Solbädern denselben in gewisser Zahl unentgeltliche Benützung ihrer Heilmittel; Baden bei Wien, Jagstfeld, Zürich besitzen derartige Einrichtungen.

Den gleichen Zweck, Heilung skrofulöser Kinder, verfolgen auch die Kinderheilstätten in Norderney und Wyk (Seebäder).

In Mailand besteht als milde Stiftung ein Institut zur Pflege und Heilung rhachitischer Kinder.

#### *e) Beaufsichtigung der Schulen durch Ärzte.*

Die zahlreichen hygienischen Aufgaben, welche bei der Leitung der Schule in Betracht kommen, erfordern eine mit diesen Fragen vertraute Persönlichkeit; als solche kann bei geeigneter Vorbildung der Arzt in Betracht kommen. Ein Schularzt ist eine dringende Notwendigkeit; leider aber sind nur an wenigen Schulen solche angestellt und durchaus nicht immer mit der gehörigen Wirksamkeit.

Die wesentlichen Punkte, nach welchen die Tätigkeit und Stellung des Schularztes zu fixieren sind, scheinen folgende zu sein:

Als Schularzt kann jeder praktische Arzt — eine gute hygienische Ausbildung vorausgesetzt — fungieren; eine ausschließliche Zuziehung von Medizinalbeamten ist nicht nötig. Für seine Tätigkeit wird der Schularzt besonders entschädigt. Ihm obliegt die Kontrolle aller hygienischen Maßregeln und Einrichtungen. In der Schulkommission hat er in allen Fragen, welche das physische Wohl der Schüler betreffen, Sitz und Stimme und ist im Lehrkörper über alle diesbezüglichen Fragen Vortragender.

Zu Beginn und Ende des Schuljahres sind die Kinder auf ihren Gesundheitszustand zu prüfen und die körperliche Messung (eventuell zur Beurteilung des Körperzustands die Wagung) vorzunehmen. Nach Maßgabe der von dem Arzte ausgeführten Messung werden die Kinder in den Subsellien verteilt. Das Hörvermögen des Kindes ist zu prüfen und bei der Austeilung der Plätze der Schüler zu berücksichtigen. Das Maß der körperlichen Tauglichkeit muß behufs Zulassung zum Turnunterricht vom Arzte geprüft werden; der Refraktionszustand des Auges ist gleichfalls bei diesen Terminen zu prüfen und notwendig erscheinende Abhilfe anzuregen.

Der Schularzt ist nicht etwa der behandelnde Arzt der Schüler und Schülerinnen; nur für jene Fälle, in welchen keine andere ärztliche Hilfe zu gewinnen ist, hat er sich zur Übernahme der Behandlung bereit finden zu lassen.

Jeder Fall einer ansteckenden Krankheit oder Verdacht auf eine solche muß dem Schularzte gemeldet werden; er bestimmt nach Untersuchung des Patienten, was zu geschehen hat. Nach Ablauf einer ansteckenden Krankheit wird das Kind erst auf Grund eines ärztlichen Zeugnisses, daß die Ansteckungsgefahr beseitigt ist, und Prüfung dieses Zeugnisses durch den Schularzt zugelassen. Die Schließung einer Schule kann der Schularzt allein nicht verfügen.

Monatlich einmal, in den Wintermonaten besser mehrmal, hat der Schularzt die Beleuchtungseinrichtung, Beheizung, die Ventilationseinrichtung unangemeldet zu inspizieren und sich von der Abstellung der Mängel zu überzeugen. Die Einrichtung der Schulärzte hat sich in manchen Städten bereits verwirklicht; so besitzen Brüssel, Antwerpen, Paris solche. In Deutschland sind in Frankfurt a. M. die Funktionen des Schularztes dem Stadtarzt übertragen, in Breslau fungiert ein besonderer Schularzt.

Sollte die Einführung der Schulärzte sich auch in Deutschland durchführen lassen, so wäre zu wünschen, daß jene Ärzte, welche späterhin als Schularzte fungieren wollen, in den hygienischen Instituten der Universitäten den nötigen praktischen Unterricht in dem zu vertretenden Gebiete erhalten.

Literatur: Cohn, Hygiene des Auges, Wien und Leipzig 1883. — Baginski, Handbuch der Schulhygiene, 1898. — Erismann, Hygiene der Schule, Handbuch der Hygiene, VI. Teil, VI. Abteil. — Körner Fr., Geschichte der Pädagogik, Gera 1886. — Bürgerstein, Die Gesundheitspflege in der Mittelschule, Wien 1887. — Axel Key, Schulhygienische Untersuchungen, Hamburg und Leipzig 1889. — Collineau, L'hygiène à l'école, Paris 1889. — Kerschensteiner, Reform des bayr. Mittelschulwesens, 1891. — Schubert, Über Steilschriftversuche in Schulen, 1891. — Baur, Schulgesundheitsregeln für Lehrer, 1905. — Cohn Herm. Ludw., Über die Notwendigkeit der Einführung von Schulärzten, Zeitschrift f. Hyg. I, 243.

#### Viertes Kapitel.

### Fürsorge für Kinder im schulpflichtigen Alter und für die schulentlassene Jugend.

Neben dem eigentlichen Schulunterricht gibt es eine ganze Reihe von Einrichtungen, welche für das spätere Leben von größter Bedeutung sind, aber zum größten Teile rein privaten Wohlfahrtsbestrebungen zu verdanken sind.

- a) Einrichtungen für Knabenhandarbeit; sie sind nur an wenigen Schulen eingerichtet, haben bedeutenden erzieherischen Zweck und

dienen als Grundlage einer gewissen technischen Ausbildung, über welche jeder im Leben verfügen sollte.

- b) Der Haushaltsunterricht an Mädchenschulen wäre wichtiger als die vielfach übermäßig sich vordrängenden Sprachstudien; auch für die Mädchen der wenig bemittelten Klasse von grundlegendster Bedeutung.

Die meisten Arbeiterinnen erkranken von vornherein an den mangelhaften Kenntnissen der Frau. Die Führung des Hausstands, die Kochkunst sind Dinge von höchster sozialer Bedeutung und müssen systematisch erlernt werden. Manche mögen in der Praxis des Lebens das Nötigste lernen, bei vielen mißlingt der Versuch. Aber auch für erstere bleibt die schulmäßige Bildung immer der kürzeste Weg, um etwas Gutes zu erlernen. In England ist dieser Unterricht vorbildlich organisiert.

- c) Wichtig ist die Förderung der Schülerbibliotheken, die sich manche Vereine zur Aufgabe stellen.
- d) Schwach befähigte Kinder sollen in besonderen Hilfsschulen einen langsamen Unterrichtsgang durchmachen.
- e) Zur Krüppelpflege gibt es nur in einzelnen Bundesstaaten, wie z. B. Bayern, besondere Anstalten.
- f) Eine ganze Reihe von Einrichtungen suchen gewisse soziale Übelstände zu beseitigen.
- α) Durch Abgabe unentgeltlicher Lehrmittel. Die Einrichtung ist auch nur eine wenig ausgedehnte.
- β) Speisung armer Kinder. Die Kinder kommen oft ohne Frühstück in die Schule, sind auch des Mittags oft ohne ausreichende Ernährung. Durch private Vereine wird diesen Übelständen in manchen Städten zu steuern versucht.
- γ) Kleidung armer Kinder geschieht meist durch Vereinsleistungen.
- g) Weiter sind zu erwähnen:
- α) Die Kinderhorte, welche solche Kinder den Tag über aufnehmen, deren Eltern erst abends in die Wohnung zurückkehren. Die Kinder machen unter Aufsicht die Schularbeiten, Handarbeiten, erhalten Milch, Brot; im Sommer ist für Bäder gesorgt.
- β) Die Waisenhäuser. Sie nehmen die Kinder völlig auf; fast durchweg städtische Anstalten. Die Kinder werden einem bürgerlichen Berufe zugeführt, besonders begabten stehen auch die höheren Studien offen.
- h) Für Pflege des Körpers wird gesorgt:
- α) Durch die Jugendspiele, deren Förderung durch Vereinstätigkeit ins Leben gerufen worden ist.
- β) Durch Schülerwanderungen. Diese letzteren haben sich erst seit kurzem mehr eingebürgert.
- i) α) Die Ferienkolonien schaffen kränklichen, schwächlichen Kindern Landaufenthalt.
- β) Die Kinderheilstätten dienen zur Pflege kranker Kinder in Seehespizen und Solbädern.

γ) Die Walderholungsstätten sind Unterkünfte in der Nähe der Städte, leicht erreichbar, in guter Luft und dienen den Minderbemittelten als Tagesaufenthalt.

Man sieht also, daß auf den verschiedensten Wegen den amtlichen und staatlichen Einrichtungen zum Wohle der Kinder durch die Privatbestrebungen eine ergänzende und wichtige Hilfe zu teil wird.

Mit 13—14 Jahren werden die Schüler frei von der Pflicht des Schulbesuches, mit 12 Jahren beginnt die Strafmündigkeit, mit 16 Jahren fällt der Heranwachsende unter den Begriff und die Gesetze für jugendliche Arbeiter, falls er einen entsprechenden Beruf ergreift.

Für den Schutz dieser Altersklasse sorgt die Gewerbebesetzung für jugendliche Arbeiter, deren Durchführung die Fabrikinspektoren zu beaufsichtigen haben.

Sehr übel steht es mit dem Wohnungswesen. Das Schlafburschenwesen übt gerade auf diese jungen Leute den allerübelsten Einfluß. Heimstätten für sie zu gründen ist die wichtigste der Maßnahmen, denn es gilt, diesen jungen bildungsfähigen Menschen vor den Hauptgefahren des Lebens zu schützen. Das Schlafstellenwesen gewährt nur Unterkunft während der Nacht, die sonstige freie Zeit treiben sich die Leute auf der Straße und im Wirtshause herum und verkommen allmählich.

Logierhäuser mit guten Nebenräumen zu geselligem Aufenthalt können hier helfen, man unterstütze diese Häuser durch Zuwendung guter Lektüre, Sorge für geistige Anregung und Körperpflege.

Die Verwahrlosten dieser Altersgruppe stehen unter dem Fürsorgegesetze. Kinder kommen in Familienpflege. Auch Erziehungs- und Besserungsanstalten bestehen, aber es ist der Aufenthalt in einer Anstalt wohl kaum die Stelle, von der aus ein Verirrter den Weg ins Leben zurückfindet.

Ein erheblicher Teil der über 16 Jahre stehenden Knaben und Mädchen wird in der Landwirtschaft, in der Heimarbeit, im Handel und Verkehr verwendet.

Die Hauptaufgabe, welche von hygienischer Seite für die schulentlassene Jugend zu leisten wäre, ist die Anleitung zur Berufswahl. Hier fehlt es an einer gehörigen Organisation. Teilweise könnte der Schularzt wenigstens Rat in körperlicher Hinsicht erteilen, oder es wären bestimmte Ärzte hiefür zu bezeichnen, die dieses Amt übernehmen. Doch bedarf es auch der Mitwirkung anderer Gebildeter und Erfahrener, welche ein Urteil über den Arbeiterbedarf in einzelnen Industrien und Gewerben haben. Auch die Begabung und das spezifische Talent will beurteilt sein.

An die Volksschule fügt sich der bei uns obligatorische allgemein gehaltene Fortbildungsunterricht; im Gegensatze dazu stehen die meist nur fakultativen Fachschulen.

Für die Mädchen sind, wie oben schon erwähnt, Haushaltungsschulen eingerichtet und bisweilen direkt mit der Volksschule verbunden; mehr privater Natur sind einige dieselben Ziele verfolgenden Fabrikschulen.

## Fünftes Kapitel.

## Die Gefangenen.

## Der Strafvollzug.

Die Bestrafung der Gesetzübertretungen ist mit den Fortschritten der gesamten Gesittung eine zunehmend humanere geworden. Trotz der humanen Züge des Gefängniswesens unserer Tage muß der Aufenthalt in denselben stets ein die Gesundheit schädigender genannt werden; das Maß der letzteren möglichst zu reduzieren, wird Aufgabe hygienischer Rücksichtnahme sein.

Das verbreitetste Haftsystem ist die Gemeinschaftshaft; früher wurden Männer und Weiber gemeinsam verwahrt, indes man in neuerer Zeit allgemein die Isolierung der Geschlechter durchführt. Die Gemeinschaftshaft trägt jedenfalls gar nicht zur Besserung des einzelnen bei, alte Freunde und Genossen finden sich da zusammen; in gegenseitigem Erfahrungsaustausche sich bildend, verlassen die Rückfälligen als gefährliche Subjekte das Zuchthaus; Neuankömmlinge werden durch routinierte Verbrecher verdorben. Während der Kollektivhaft werden neue Zukunftspläne zu Diebereien und anderen Verbrechen geschmiedet. Die Gefangenen bleiben des Nachts in den Schlafräumen beisammen; am schwierigsten sind hier die sexuellen Exzesse zu bekämpfen, denen sich die Gefangenen in ausschweifender Weise hingeben. Die Onanie ist nicht auszurotten; dagegen werden Gefangene, welche die Ruhe anderer stören, in Betten mit Drahtnetzverschluß u. dgl. eingeschlossen.

Von der Stadt Auburn in Nordamerika hat ein Haftsystem die Runde in der Welt gemacht und glücklicherweise vollendet, das eine grausame Einrichtung für die Sträflinge darstellte. Des Nachts wurden die letzteren in gesonderte Zellen eingesperrt, den Tag über aber waren sie unter dem strengsten Verbot, durch Sprache, Zeichen oder Gebärden sich zu unterhalten, beisammen. Jede Übertretung dieses Gebotes wurde sofort von dem Aufseher mit Peitschenhieben bestraft. Dieses System, die Menschen fortwährend der Verlockung des Sprechens auszusetzen und bei Übertretung strengste Strafe eintreten zu lassen, ist unnatürlich. Der erziehliche Erfolg des Auburnsystems war ein äußerst dürftiger, weshalb es ganz verlassen ist.

Verwandt mit dem Auburnsystem ist das philadelphische System, das im Jahre 1790 etwa in Aufnahme kam und in der heutigen Einzelhaft am besten durchgebildet ist.

Bei beiden, dem philadelphischen, wie Einzelhaftsystem, befindet sich der Gefangene während der ganzen Haftzeit vollkommen isoliert von seinen Mitgefangenen, das erstere aber schloß jedweden Verkehr mit Menschen aus, der Gefangene war sich und seinen Gedanken überlassen und nicht einmal Arbeit wurde zu seiner Zerstreuung und Ablenkung der Gedanken gewährt; die Einzelhaft unserer Tage gestattet den Verkehr mit den Gefängnisbeamten, dem Geistlichen und Arzte und bietet dem Häftling eine seiner Intelligenz entsprechende Tätigkeit.

Auch außerhalb der Zelle darf der Gefangene in einem kleinen, für schlechte Witterung zum Teil überdeckten Hofe sich bewegen. Man

hat früher mit Recht gegen die Einzelhaft Bedenken erhoben, daß sie einer Unzahl von Menschen das Leben koste. Dies ist heutzutage bei der guten baulichen Einrichtung der Zellengefängnisse nicht mehr berechtigt.

Die Einzelhaft bewahrt den Gefangenen vor dem moralischen Verderb durch Mitgefängene, gibt Gelegenheit, über die begangenen Fehler nachzudenken und die Möglichkeit der Besserung.

Sie gestattet eine individualisierende Behandlung des Sträflings, Milderung der Strafen, Verbesserung der Kost u. dgl., während das im Interesse strafster Disziplin bei der Gemeinschaft abgeschlossen ist.

Nicht jeder Sträfling eignet sich für die Einzelhaft; Leute mit Gebrechen, ältere Personen sollen nicht derselben unterworfen werden. Sind bei Sträflingen durch den Arzt Anzeichen zu bemerken, welche auf eine bevorstehende Schädigung der Gesundheit sich beziehen, so ist die Einzelhaft zu unterbrechen.

Die Isolierhaft kann ebensogut wie auf Männer, auch auf die Frauen und auf jugendliche Verbrecher angewendet werden (Bär); sie ist aber stets eine strenge Haft, weshalb in den meisten Staaten bestimmte Grenzen ihrer Anwendbarkeit gezogen sind. In Belgien kann bis zu 10 Jahren Einzelhaft, in Deutschland und Österreich aber nur auf 3 Jahre Einzelhaft erkannt werden.

Bei dem Progressiv- oder irischen System werden die Gefangenen bei guter Führung nach gewissen Zeiträumen in immer bessere Lage, sozusagen Haftklassen versetzt. In Irland bestehen die verschiedenen Haftklassen in getrennten Anstalten, das ist aber zur Ausführung des Systems gar nicht einmal nötig. In den ersten neun Monaten befinden sich die Gefangenen bei knapper Kost und monotonster Arbeit (Wergzupfen) in Isolierhaft. Bei gutem Verhalten wird die Strafzeit um einen Monat gekürzt. In der zweiten Haftklasse, in welche der Sträfling nun einrückt, werden bei besserer Beköstigung schwere Erdarbeiten gemeinsam ausgeführt, des Nachts aber isoliert geschlafen. In der dritten Haftklasse legt der Sträfling seine Anstaltskleidung ab und versieht Arbeiten ohne weitere Aufsicht, tritt mit dem Publikum in freien Verkehr. Endlich wird er ganz freigelassen, bleibt aber bis zum Ablaufe der Strafzeit unter polizeilicher Aufsicht. Die Verminderung der Rückfälligen ist bei diesem Strafsystem eine außerordentlich große; die Ausdehnung desselben jedenfalls zu begünstigen.

Daß bei dem Auswurfe der Menschheit, die sich in den Gefängnissen ansammelt, eine allzu ausgedehnte Humanität durchaus nicht zum Ziele führt, steht sicher, vielmehr müssen der Gefängnisverwaltung gewisse Disziplinarstrafen zur Verfügung stehen.

Man hat dieselben sehr gemindert; während noch vor wenigen Jahrzehnten Krummschließen, hartes Lager, Lattenarrest, Kette, Klotz und Kette bis zu einem Jahre, körperliche Züchtigung bis zu 90 Streichen, Arrest bei Wasser und Brot, Dunkelarrest an der Tagesordnung waren, hat man nunmehr vielfach Strafen mit moralischer Wirkung, den Verweis, Entziehung von Begünstigungen, der Lektüre, des Arbeitslohnes eingeführt.

Die körperliche Züchtigung kann als Strafmittel nicht entbehrt werden; sie soll aber wirklich nur in jenen Fällen der Verrohung Anwendung finden, in welchen es eben kein anderes Zufluchtsmittel

gibt. Sie ist auch, richtig angewendet, weniger schädlich als Kostschmälerung und Dunkelarrest. Doch soll sie nur nach Anhörung des Arztes und nach gemeinsamer Beratung mit den Verwaltungsvorständen zugelassen sein.

**Kostschmälerungen**, d. h. Verringerungen der allen Sträflingen gereichten Kost, sind absolut unzulässig und gefährden die Gesundheit in nachteiligster Weise.

### Gesundheitszustand in den Gefängnissen.

Der Gesundheitszustand in den Gefängnissen ist in der Neuzeit ein weit besserer als vor Jahrzehnten. In den alten Gefängnissen richtete das sogenannte Kerkerfieber, der Flecktyphus, oft ungeheure Verwüstungen an, und mancher Gerichtshof wurde durch die Vorführung der Gefangenen von der Seuche angesteckt und dahingerafft. Aber neben dem Kerkerfieber, das heute ja aus den Gefängnissen verschwunden ist, sind doch noch reichlich viele Schäden verblieben. Das Maximum der Sterblichkeit fällt in die ersten drei Haftjahre. Die innerhalb des ersten Halbjahres eintretenden Todesfälle können meist nur als eine Wirkung des Vorlebens der Gefangenen aufgefaßt werden.

Unter den „normalen“ Erkrankungsformen treten bei den Gefangenen Schwindsucht und Inanitionskrankheiten (Wassersucht, Verdauungsstörung) sehr in den Vordergrund; die Gefangenen tragen aber auch zweifellos eine größere Disposition zu Infektionskrankheiten in sich und erliegen leicht fieberhaften Krankheiten. Die schlechte Ernährung prägt sich meist in charakteristischer Weise in dem Äußeren der Gefangenen aus; sie haben eine leicht blaugraue Hautfarbe und ein schwammiges, aufgedunsenes Aussehen. Ihr Zellgewebe ist reich an Wasser. Die Muskulatur ist meist sehr vermindert. Der Puls ist klein und langsam. Der Gefangene friert leicht und hat kühle Extremitäten, er wird stumpf gegen äußere Eindrücke. Die Ernährungsstörungen, welche so verhängnisvoll in das Leben der Gefangenen eingreifen, können vielleicht zum Teil auf die psychischen Zustände mancher zurückgeführt werden, insofern sie die Trennung von den Ihrigen, die verlorene Freiheit, der bürgerliche Ruin niederdrückt, zumeist sind die Ernährungsstörungen Folge der Gefängniskost selbst.

Die Bekämpfung der hohen Sterblichkeit in den Gefängnissen kann in mehrfacher Hinsicht in Angriff genommen werden.

Um die Verunreinigung der Luft zu mindern und die Gefahren hochgradigen Staubgehaltes zu beseitigen, ist Reinlichkeit das erste Gesetz für die Gefängnisse. Die Bekämpfung der Tuberkulose scheint die exakteste Beseitigung des Auswurfes der Phthisiker zur Pflicht zu machen. Ferner muß ein zureichender Luftkubus und ausreichende Ventilation gefordert werden.

Man verlangt für die gemeinsamen Schlafräume 14—16·6  $m^3$  Luftkubus, in Arbeitssälen 8; in der Einzelzelle, in welcher der Gefangene Tag und Nacht bleibt, 28  $m^3$  (bei 3  $m$  Höhe), in Einzelzellen für die Nacht 15  $m^3$  (Bär). In Österreich kommen in der Einzelhaft auf jeden Gefangenen 27—28  $m^3$ , im gemeinsamen Schlafräume 8·5 bis 12·8  $m^3$ .

Ein wunder Punkt pflegt gewöhnlich die Ventilation des Gefängnisses zu sein, weil die Anlage von Luftkanälen, wie die Anlage großer Fenster ihre Bedenken hat. Für die Einleitung der natürlichen Ventilation kann man in den Schlafsalen des Nachts das eine oder andere Fenster offen lassen und empfindliche Gefangene in einen besonderen Raum zusammen legen. Auch in den Arbeitsräumen und Zellen genügt eine der-

artige Ventilationsvorrichtung, doch hat man besondere Luftschächte in einigen Gefängnissen eingerichtet.

Die Gefangenen haben in den neueren Gefängnissen die Erlaubnis, in einem Spazierhofe sich zu ergehen; bei der Einzelhaft ist dies gleichfalls durchgeführt.

Der Ventilation hinderlich ist vielfach das hohe Wärmebedürfnis des Gefangenen. Dieses kann aber nicht durch „Abhärtung“, sondern nur durch bessere Nahrung beseitigt werden, denn es ist eine Inanitionerscheinung. Als Heizung sind zum Teil Ofenheizung, zum Teil Zentralheizungen eingerichtet, letztere verdienen gerade hier entschieden den Vorzug; am günstigsten ist ein Warmwasserheizungssystem, jedenfalls nicht Luftheizung, da nicht selten die Kanäle zu einer unaustilgbaren Brutstätte von Ungeziefer werden.

An die Beleuchtung ist bei den Gefangenen kein anderer Maßstab zu legen wie bei freien Personen, sie müssen zu der Beschäftigung, welche ihnen obliegt, eine ausreichende Quantität Licht erhalten.

Zur Beseitigung der Fakalien sind namentlich in den Einzelzellen nur portative Systeme anzuwenden. Wasserklosette waren häufig verstopft und mutwillig Wasser verbraucht, wenn der Gebrauch dem Gefangenen ganz frei steht; bei gemeinsamer Haft ist jedes gut durchgeführte System anwendbar.

Die wichtigste Maßregel der Bekämpfung der Gefahren des Gefängniswesens betrifft die Ernährung der Gefangenen.

Die Gefängniskost der früheren Zeit bestand meist ganz überwiegend aus Vegetabilien, und zwar aus den billigsten derselben. In der That, man hat keine Veranlassung, die Gefangenen besser zu halten, als ein großer Teil der ärmeren rechtschaffenen Bevölkerung zu leben gezwungen ist. Die Vegetabilien wurden und werden tagtäglich, soweit möglich, als breiige Substanzen verabreicht, die dicke Brotsuppe, Kartoffelsuppe, der Kartoffelbrei, der Erbsenbrei, Gemüse in Breiform kehren fast jeden Tag in dem Kostsatze wieder. Das Brot macht einen großen Teil der täglich aufgenommenen Kost aus. Gewürze sind vermieden, alkoholische Genußmittel fast ganz verboten. Diese Speiseordnung kehrt in ewigem Einerlei wieder. Die ersten Folgen sind sehr häufig das Abgegessenensein; der Gefangene bringt die letzten Löffel der Kost mit Mühe in den Mund, er erbricht sich; den nächsten Tag ist es meist schon schlimmer bestellt und bisweilen ruft schon der Anblick der Breimasse Würgen und Erbrechen hervor. Der Gefangene beschränkt sich allmählich auf das Brot, Brot und Wasser. Dabei verfällt er, wird mürrisch, widerwillig, erhält Disziplinarstrafen, und so geht es weiter, bis der offenkundige Verfall den Gefangenen ins Lazarett liefert. Die Monotonie ist also das Hauptmerkmal der Gefängniskost.

Ein zweiter Fehler liegt dann an vielen Orten in der schlechten Ausnutzbarkeit der Nahrungsstoffe, besonders der Eiweißkörper, wodurch sich der Muskelreichtum rasch vermindert, bis der Gefangene sich eben mit der geringen Eiweißzufuhr ins Gleichgewicht gestellt hat. Die dargereichten Vegetabilien werden in vielen Fällen, auch die Kohlehydrate nur ganz schlecht ausgenützt. Die so häufig auftretende Buttersäuregärung der amyлаzeenreichen Kost befördert Diarrhöen und setzt die Ausnützung noch weiter herab. Die Gefängniskost ist zu fettarm.

Die Gefängniskost, namentlich jene früherer Jahre, bot am besten das Bild von dem Zustand, in welchen der Körper durch den Notbedarf unbedingt gerät. Für den Ärmsten, der in Freiheit lebt, gibt es immer noch mancherlei, was die kärgliche Kost erträglich macht, und wenn auch noch so bescheidene Genüsse. Für den Gefangenen

aber fällt jedes Moment, das die Kost erträglich machen könnte, ganz weg.

Man muß unterscheiden zwischen arbeitenden und nicht arbeitenden Gefangenen. Erstere sind entsprechend der verlangten Anstrengung besser zu ernähren. Für den Arbeiter ist zu rechnen: 118 Eiweiß, 56 Fett, 500 Kohlehydrate, für Nichtarbeitende 85 Eiweiß, 30 Fett und 300 Kohlehydrate.

Die Verköstigung muß auf die Zufuhr von leichter resorbierbarem Eiweiß, auf eine Verminderung der Kohlehydrate und Mehrung des Fettes ihr Augenmerk richten.

Außerst wichtig ist die besonders von Bär betonte Einführung verschiedener Kostsätze, um eine gewisse Individualisierung zu ermöglichen. In Plötzensee können jene Gefangenen, welche die Gefangniskost nicht ertragen, Extrazulagen von Fleisch (125 g) oder ( $\frac{1}{2}$  l) Milch, eventuell auch beides erhalten. Nach Urteil des Arztes sind auch noch weitere Vergünstigungen möglich. Am leichtesten ist die Individualisierung in den Zellengefängnissen durchzuführen.

Eine besondere Beaufsichtigung von Seite des Staates wäre für die Ernährung in den Untersuchungsgefängnissen, namentlich jenen kleiner Orte, dringsten erwünscht.

Der Gesundheitszustand der Gefangenen ist am besten, wenn sie bei geeigneten Arbeiten im Freien Verwendung finden, aber nur, wenn die Ernährung zureichend ist.

Eine zweckmäßige und humane Einrichtung sind die Vereine zur Unterstützung entlassener Sträflinge; vielfach findet der letztere nur schwer Arbeit und gerät so unverdient in eine schlechte Lage. Die Vereine suchen den Gebesserten tunlichst zu ehrlicher Arbeit und Verdienst zu verhelfen.

### Die Deportation.

Eine Besonderheit des Strafvollzuges, die sich nicht mit unserem Gefängniswesen deckt, bildet in manchen Ländern die Deportation. Die zu langjähriger oder lebenslänglicher Freiheitsstrafe Verurteilten werden aus dem Mutterlande verschickt und nach überseeischen oder weit vom Heimatland entfernten Orten gebracht. Manchmal werden sie zu kolonisatorischen Arbeiten verwendet.

Die russischen Verbrecher werden seit 200 Jahren nach Sibirien deportiert, wo sie unter Zwang und manchmal angekettet in den Goldwaschereien und Bergwerken überanstrengende Arbeiten ausführen müssen, oder zu Kultivierungs- und Meliorationszwecken unter schlechter Behandlung verwendet werden. Die Zahl der zurzeit dort Angesiedelten schätzt man auf 300.000, wovon viele zu zwangsweisem Aufenthalt verbannt sind. Kokovtzeff führt an, daß ein großer Teil der Verbrecher in diesem nicht genug beaufsichtigten Lande ein schlechtes liederliches Vagabundenleben führt und die abscheulichsten Verbrechen, Raub und Mord, Notzucht u. s. w. begeht, so daß sie eine Gefahr für die freie Bevölkerung der Kolonie werden. Man kommt in Rußland immer mehr zu der Überzeugung, daß das Deportationssystem nach Sibirien einer dringenden Umgestaltung bedarf.

England und Frankreich haben ihre Verbrecher in überseeische Länder transportiert, in der Meinung, daß sie dadurch den Unbilden der Gefangenschaft entgehen. Bald aber stellte sich ein, daß der Transport und die Akkommodation an die klimatischen Einflüsse nicht unbedeutende Gefahren bringt. Auch der Schmerz, aus den Banden des Vaterlandes, der Familie und der Angehörigen in eine weit entfernte Welt verwiesen zu sein, wird nicht so leicht überwunden. Wenn eine Strafkolonie in einem gesundheitsgefährlichen Klima etabliert wird, so hört die Deportation auf, eine Freiheitsstrafe zu sein, denn sie wird wahrscheinlich zu einer Todesstrafe. In Kayenne starben von 17.017 Deportierten nicht weniger als 6806 Personen. Auch die sumpfige Insel Korsika zeigte eine Sterblichkeit anfangs von 42%, später von 14%.

Viel günstiger gestaltet sich die Strafansiedlung auf Neukaledonien, woselbst die Sterblichkeit 1871 1·66%, 1874 5·1%, 1875 4% bei einem täglichen Krankenstand von nur 2·82% des Effektivstandes betrug.

Literatur: Bär, Gefängnishygiene, Handbuch der Hyg. von Pettenkofer und Ziemssen, II. Tl., II. Abt.

## Sechstes Kapitel.

# Die Kranken.

## Allgemeines.

Die hohe soziale Bedeutung des Krankenhauses der Gegenwart, noch mehr jene der Zukunft, muß wohl beachtet werden.

Früher waren Krankenhäuser Wohltätigkeitsanstalten, meist humanitäre Stiftungen zur Aufnahme der Ärmsten des Volkes; aber nebenbei mehr noch Armen- und Siechenhaus, und trotz aller Nächstenliebe nicht besser unterhalten als ein Korrekthionshaus. Die Zeit solcher Anschauungen liegt freilich weit hinter uns, die letzten Schatten dieser Ära jedoch sind gar noch nicht solange verschwunden.

Die Fürsorge für den Kranken, die technischen Hilfsmittel für die Behandlung wurden von Jahrzehnt zu Jahrzehnt bessere, man sah ein, daß in vielen Fällen die Anstaltsbehandlung mehr Garantie für die Heilung bot, als die im eigenen Hause versuchte Kur. Namentlich die Entwicklung der Psychiatrie und der Chirurgie haben ihr auch in den wohlhabenden Kreisen das Wort geredet und mit dem Vorurteil gebrochen, als sei es stets ein inhumaner Akt, ein krankes Familienglied außer dem Hause in Pflege und Kost zu geben. Diese Anschauungen haben zweifellos auch mit dazu beigetragen, in weiten Kreisen die Furcht vor den Krankenanstalten zu beheben. Zeugnis von diesem Umschwung der Anschauungen gibt die gewaltige Mehrung der Privatanstalten und die Frequentierung öffentlicher Anstalten durch Patienten der verschiedensten Lebensstellung.

Die neuen Seuchengesetze stellen sich in dringenden Fällen die Aufgabe, Kranke und der Krankheit Verdächtige jedweder Lebensstellung zu internieren und in Quarantäne zu nehmen; das sollte auch ein Anstoß sein, die Leistungsfähigkeit der Krankenanstalten nach diesem Gesichtspunkte hin zu prüfen.

Aus dem Konglomerat des Krankenhauses alten Stiles hat man den Armen und Siechen ganz ausgeschieden, ihn der Armenverwaltung überwiesen, die Einheit der Krankenbehandlung ist in die Vielheit von Spezialkrankenanstalten aufgegangen, der reine Heilzweck mehr hervorgetreten und der Kranke zu einer Persönlichkeit geworden, der die wahren Ziele der Humanität in steigendem Maße zu gute kommen.

Eine völlig neue Periode für das Krankenhauswesen hat die Kranken- und Unfallversicherungsgesetzgebung herbeigeführt, insofern die Kassenangehörigen die Aufnahme in Anstalten als „zahlende“ Personen beanspruchen können. Das Krankenhaus erscheint als Institution schon jetzt für weitere Kreise der Bevölkerung von größter Wichtigkeit und

wird es für die nächsten Jahrzehnte in steigendem Maße werden. Im Bewußtsein dieser erhöhten Bedeutung erscheint es nötig, Fürsorge für entsprechende Erweiterung und Vermehrung der Krankenanstalten zu treffen.

Es mag daher am Platze sein, den Umfang, in welchen die Krankenanstaltsbehandlung für die Zukunft für den Staat, die Gemeinden und private Körperschaften in Frage kommen dürfte, etwas näher zu behandeln. Auch vom Standpunkte der Finanzwirtschaft wird eine derartige Betrachtung nicht ohne Wert sein; denn gewaltige Summen werden durch Neubauten festgelegt und für Behandlungszwecke verausgabt.

Die Krankenanstalten im deutschen Reiche zählen nach tausenden, schon 1891 gab es an 2561 allgemeine Heilanstalten, 278 Irrenanstalten, 127 Augenheilstätten und 155 Entbindungsanstalten. Die neueste Statistik<sup>1)</sup> für 1897 zählt aber schon 2878 allgemeine Heilanstalten, 308 Irrenanstalten, 156 Augenheilstätten, 182 Entbindungsanstalten, in Summa 3524 Anstalten auf, und sie sind inzwischen natürlich noch in stetem Wachstum geblieben. Diese großen Zahlen machen auf jeden einen Eindruck, aber es gehen eben alle Bedürfnisse einer Nation ins Ungemessene. Es wird sich also fragen: haben wir überflüssig viele oder etwa gar noch zu wenig Krankenanstalten, entwickelt sich die Fürsorge auf diesem Gebiete so, wie wir es beanspruchen können?

Im Jahre 1887 betrug die Zahl der Versicherten in Krankenkassen 4·6 Millionen, die jährlich 78 Millionen Mark aufbrachten. 1903 war die Mitgliederzahl aller Krankenkassen auf 10·2 Millionen<sup>2)</sup> — mit 71·7 Millionen Verpflegungstagen — angewachsen, die ordentlichen Ausgaben erforderten (Krankheitskosten, Ersatzleistungen, Verwaltungskosten) 199·9 Millionen Mark. Der Zusammenschluß der Arbeiter in den Kassen nimmt also stetig zu und wird sich unzweifelhaft weiter steigern. Die hier in Frage kommenden Geldsummen sind erstaunlich oder eigentlich entsetzlich, wenn man denkt, daß  $\frac{1}{6}$  der Bevölkerung soviel für das Kranksein bezahlen muß.

Wie die Statistik dartut, befinden wir uns, was die Mortalität anlangt, in einer erheblich fortschreitenden Besserung der Verhältnisse. Die Zahl der Gestorbenen (ohne Totgeborene) betrug in der Gesamtheit aller Orte des Reiches mit 15.000 und mehr Einwohnern:<sup>3)</sup>

1871—1881	26·72%	1897—1901	20·46%
1882—1886	25·83%	1902	18·10%
1887—1891	23·44%	1903	18·44%
1892—1896	21·84%		

Ähnlich in Preußen und den einzelnen Bundesstaaten.

Die Erfolge sind durch die mit jedem Jahre zunehmenden allgemeinen sanitären Maßnahmen, wie Kanalisation, Wasserversorgung, Stadtereinigung, Besserungen auf dem Gebiete der Gewerbehygiene, planmäßig erreicht, durch Wohlfahrtsbestrebungen aller Art gefördert und durch

<sup>1)</sup> Die Zahlenangaben fußen zum Teil auf dem medizinalstatistischen Mitteilungen des kaiserlichen Gesundheitsamtes und den Angaben der statistischen Jahrbücher des Deutschen Reiches.

<sup>2)</sup> Stat. Jahrbuch 1905. S. 262.

<sup>3)</sup> Ibid. S. 299.

die allgemeine Verbesserung der Lebensverhältnisse der Minderbemittelten unterstützt worden. Alle Krankheiten, infektiöse und nicht infektiöse, haben abgenommen, daneben aber zeigen einzelne, wie der Abdominaltyphus, schon in den Jahren 1860 bis 1880 den größten, bedeutungsvollsten und seitdem bestehenbleibenden Abfall.

Wenn wir vorläufig die allerdings nicht strikte bewiesene Annahme machen, daß die Zahl der Kranken innerhalb der von uns gewählten Vergleichsperiode in einem annähernd konstanten Verhältnis zur Bevölkerung blieb und sich die Beteiligung der einzelnen Altersklassen an der Mortalität nicht wesentlich geändert habe, würde sich das Bedürfnis an Krankenanstalten nach der Todesziffer schätzen und beurteilen lassen.

1875/1881 betrug bei 47 Millionen Bevölkerung und 26·7‰ Mortalität die Zahl der Toten 1·25 Millionen.

1903 betrug bei 58·6 Millionen Bevölkerung und 18·4‰ Mortalität die Zahl der Toten 1·078 Millionen.

Das überraschende Resultat liegt in dem Umstande, daß seit 1875 die Todesfälle im Reiche nicht nur nicht zu-, sondern um 14% abgenommen haben. Wenn es also im Jahre 1875 keinen Krankenhausmangel gab, so müßten wir jetzt nach 28 Jahren bei der Verminderung der Todesziffern annähernd mit der gleichen Bettenzahl auszukommen imstande sein. Dies entspricht aber nicht den tatsächlichen Verhältnissen.

Auf 10'000 Einwohner kamen im Reiche an Betten in den allgemeinen Krankenanstalten (öffentliche und private zusammengenommen)

1877	16·6	1894	25·7
1885	20	1900	29·4
1888	22		

Die Zahl der Betten hat demnach relativ stark zugenommen (um 77%). Besonders rasch wächst aber die Anzahl der zu Verpflegenden. Für 10.000 Lebende wurden verpflegt:

1874	115	1892	171
1882	119	1894	179
1885	127	1900	211
1888	139		

Die Verpflegungsziffer nimmt viel rascher zu (um 83%) als die Bevölkerung wächst. Die Mortalität verhält sich gerade umgekehrt, sie sinkt seit Jahren kontinuierlich.

Ganz die gleichen Erfahrungen machen sich auch in Preußen geltend: Auf 10.000 Einwohner gab es in den allnemeinen Krankenanstalten:

	Betten	Verpflegte
1878	15	—
1879	15·8	101·7
1885	16·99	120·6
1888	22·86	129·7
1891	24·79	154·2
1894	26·82	171·6
1897	27·83	187·1.

Die Zahl der Krankbetten, welche in den Jahren 1879 bis 1885 fast genau wie die Bevölkerung wuchs, zeigt von diesem Termin ab ein rasches, noch fortdauerndes Wachstum. Die Anzahl der Ver-

pflegten steigt in rapidem Maße, während sie sich in den Jahren vor 1879 — vom Cholerajahr abgesehen — in ähnlichen Grenzen bewegte, wie an dem als Ausgangspunkt der Betrachtung gewählten Termin.

Die Zunahme der Krankenanstalten erstreckt sich nicht gleichmäßig über das Land, sondern kommt fast ausschließlich den Städten zu gute.

Im Jahre 1855 kamen von allen in Preußen in allgemeinen Heilanstalten Verpflegten nur 9·7% auf die ländlichen Anstalten. Bis 1879, also in 24 Jahren hatte sich hierin nur eine unbedeutende Verschiebung angebahnt, indem 1. die ländlichen Anstalten nur 15·7% aller allgemeinen Krankenanstalten ausmachten, 2. nur 12% aller Betten stellten und 3. nur 10·2% (gegenüber 9·7% im Jahre 1855) der Kranken der Monarchie verpflegten. Unter ländlichen Anstalten sind dabei sogar noch alle außerhalb der Städte belegenen gerechnet, obschon diese, wie z. B. so manche isoliert liegenden Anstalten, den Städten gehören und ihren Zwecken dienen.

Und von den Städten wieder sind die Krankenhäuser der größeren Orte die am meisten in Anspruch genommenen.

Von 100 Verpflegungstagen trafen in Sachsen:

auf Städte über 100.000 Einwohner	62·7	} = 77·4
„ „ „ 20.000 „	14·7	
„ „ „ 10.000 „	7·2	
„ „ „ 5.000 „	6·9	
„ kleinere Städte	3·2	
„ Landgemeinden	5·1	

Die ganze Krankenverpflegungspielt sich also wesentlich in den Städten ab, und je größer sie sind, einen um so größeren Anteil an Kranken absorbieren dieselben.

Ein wesentlicher Umschwung in den bestehenden Verhältnissen ist aber — und zwar der bedeutendste — offenbar durch die Krankenversicherung hervorgerufen worden. Die Patienten sind nicht mehr Mittellose, die auf die Gnade und Barmherzigkeit der anderen angewiesen sind, sondern sie kommen auf Grund ihrer durch den Geldbeitrag erworbenen Rechte.

Seit dem Jahre 1887 nimmt die Zahl der Krankenanstalten und Verpflegten enorm zu. Die großen Krankenkassen der großen Städte sind die Triebfeder hiezu. Während 1894 im Reiche pro 10.000 Einwohner 186 Verpflegte im Jahre gerechnet wurden, kamen in

Hamburg . . . . .	528
Berlin . . . . .	480
Bremen . . . . .	443

auf die gleiche Einheit.

Wenn die statistischen Zahlen nicht täuschen, nimmt die Anzahl der Schwerkranken in den Anstalten ab. Wir hatten in Preußen bis zum Jahre 1887 außerordentlich gleichförmige Verhältnisse, indem im Durchschnitt von je 1000 in Spitälern behandelten Personen 86 bis 96 starben. Seit dem Inkrafttreten der Krankenkassen sinkt aber dieses Verhältnis und ist kontinuierlich 1897 bis auf 69%<sub>0</sub> heruntergegangen.

Im Jahre 1900 hatte das Reich 56 Millionen Bewohner bei 7·02 Krankheitstagen pro Person, in Summa 393·1 Millionen im ganzen, denen

45·5 Millionen Verpflegungstage in allen Krankenanstalten zusammengekommen gegenüberstehen; somit kommen auf:

Anstaltspflege . . . 11·6% aller Krankheitsfälle  
familiäre Pflege . . . 88·4% „ „

So verschwindend klein also die Anstaltspflege im großen und ganzen genannt werden mag, so liegen die Verhältnisse völlig anders in den großen Zentren und Großstädten überhaupt.

In Berlin trafen schon 1894 auf 10.000 Einwohner 480 in allgemeinen Krankenanstalten Verpflegte, das macht bei durchschnittlich 29·3 Verpflegungstagen pro Person = 14064 Verpflegungstage pro 10.000 Einwohner. Man kann rechnen, daß heute in Berlin schon mindestens  $\frac{1}{5}$  der Krankheitstage in Anstalten verlebt werden, und wenn man alle Krankenanstalten etwa bei dieser Schätzung berücksichtigt,  $\frac{1}{4}$ .

Der Hygiene obliegt die Aufgabe, sich nach mannigfachen Richtungen hin mit den Kranken zu beschäftigen. Er bedarf vor allem des Schutzes gegen die Einwirkung gesundheitschädlicher Momente, von denen er weit schwerer betroffen wird als ein Gesunder; er bedarf einer hingebenden Pflege, weil er, körperlich hilflos und oft geistig umnachtet, für sein eigenes Wohlbefinden zu sorgen nicht in der Lage ist.

Der Kranke birgt in sich nicht selten eine Gefahr für seine Umgebung, weil er durch Ansteckung die Quelle von Neuerkrankungen werden kann.

Die Aufgaben, denen die Pflege des Kranken im weitesten Sinne gerecht werden muß, sind mannigfache und richten sich nach der Art der Erkrankung. In akut verlaufenden Krankheiten verlangt sie, um die Konsumtion zu mindern, vor allem vollkommene Körperruhe und die Abhaltung von Geräuschen, Dämpfung des Tageslichtes. Die Regulierung der Temperatur soll bei Tag wie nachts eine sorgfältige sein. Die zerstörende Einwirkung des Fiebers auf den Körper wird durch Kälte in dem Krankenraum aber nicht gemindert, sondern (auf regulatorischem Wege) sogar gesteigert; die Wärme darf das Maß der dem Gesunden behaglichen Temperatur nicht überschreiten. Die frische Luft muß zu dem Kranken möglichst Zutritt haben, sie kann ja leider den Genuß der Luft im Freien nie ganz ersetzen. Reinlichkeit und bequemes Lager gehören zu den ersten Forderungen der Krankenpflege. Die Pflegenden können nur durch die selbstloseste Hingabe und Aufopferung ihren Zweck erreichen; sie müssen die Bedürfnisse des Pflinglings erraten und ahnen, und indem sie den inneren Wünschen des Kranken entgegenkommen und sie erfüllen, lösen sie die schönste Pflicht der Menschlichkeit.

Hat der Kranke eine akute Einwirkung überstanden, ist er Rekonvaleszent oder vielleicht einem langdauernden Siechtum verfallen (chronische Kranke), so treten da der Pflege wieder neue Aufgaben entgegen. Es gilt, psychische Depression fern zu halten, die Lebensfreude zu wecken und rege zu erhalten. Eine zureichende, schmackhafte Diät soll die Kräfte zum Neubeginn der in der Krankheit darniederliegenden Funktionen bieten; das Krankenzimmer soll zum behaglichen Wohnraum werden. Nichts jedoch wird so sehr das Heilbestreben

fördern, als die Möglichkeit eines behaglichen Aufenthalts im Freien und die Gewährung des Naturgenusses.

Es bedarf einer umfassenden Aufwendung von Mitteln, Zeit wie Geld, um das kostbare Gut der Gesundheit, wenn es verloren war, wieder zu erwerben, und leider ist es fast nur wenigen vergönnt, eine ideale Krankenpflege zu finden!

Die Wohnungsverhältnisse der Minderbemittelten sind oft derart, daß wir durch deren unsanitere Eigenschaften eine Schädigung der Gesunden befürchten müssen, und wo der Kampf um das tägliche Brot die Losung ist, da kann man für die Behaglichkeit eines Kranken und für eine gute Ernährung desselben u. s. w. keinen Aufwand sich erlauben. In vielen Fällen, wie z. B. bei den unverheirateten Personen, fehlt es an jeglicher Pflege, welche der Hilflosen sich annehmen würde.

Die seit 1883 in Deutschland durchgeführte Krankenkassen- und Unfallversicherung, welche sich auf viele Millionen von Arbeitern ausgedehnt hat, übt einen wesentlichen günstigen Einfluß auf rechtzeitige und zweckentsprechende Krankenbehandlung im Hause, aus Mitteln der Krankenkassen- und Unfallversicherung in eine Reihe guter Krankenhäuser gebaut worden. Ihre Zahl ist noch in stetem Steigen begriffen.

Die Errichtung öffentlicher Krankenanstalten ist daher für den heutigen Staat wie für die Gemeinde eine Pflicht, durch welche er der Selbsterhaltung gerecht wird.

Krankenhäuser hat es nicht zu allen Zeiten gegeben; wenn auch einzelne budhistische Herrscher ähnliche Einrichtungen begünstigt haben sollen, so steht doch unzweifelhaft die Einwirkung der christlichen Lehre auf die Krankenpflege fest. Vor den Toren von Cäsarea errichtete Basilius, Bischof von Kappadozien, 370 eine aus Armenhäusern, Herbergen, Asylen für gefallene Mädchen, Krankenhäusern bestehende Humanitätsanstalt; eine gleichfalls imposante Einrichtung war das Orphanotropeum Alexanders I. (1018—1118) zu Konstantinopel, welches von 10.000 Kranken und Hilfsbedürftigen bewohnt wurde.

Im wesentlichen konnte man unterscheiden zwischen Hospitien, Verpflegstätten für Gesunde und Kranke vor den Städten, und zwischen den Seuchenkrankenhäusern vor den Städten, den Leprosarien (Lazarushäuser, Lazarettas). Hospitäler und Hospize mehrten sich während der Pilgerfahrten; während der Kreuzzüge stifteten die Johanniter und der deutsche Orden viele Krankenanstalten. Als eine dritte Art der Krankenhausorganisation müssen die Binnenhospitäler im Innern der Städte von Privaten oder Klöstern gestiftet betrachtet werden. Die Anregung gab Papst Innozenz III., welcher die Organisation von Krankenhäusern über die bekannte Welt durchführen wollte und zu diesem Behufe den Stifter des heil. Geistordens, Guy, aus Montpellier, an die Spitze des Unternehmens stellte.

In Rom entstand das mächtige San Spirito, das heute noch erhalten ist und 1600 Betten besitzt.

Der Dreißigjährige Krieg brachte mit der fortschreitenden Auflösung und Trennung von Kirche und Staat einen Verfall des Hospitalwesens. An Stelle des bisherigen Impulses durch die Kirche mußten neue Faktoren, der Staat, die Gemeinde, treten. Zur Bekämpfung der Syphilis entstanden im 15. Jahrhundert die Franzosenhäuser und im 16. und 17. Jahrhundert gegen die Pest die Pesthäuser.

Der Wohltätigkeitssinn hat sich in einzelnen Ländern nach wie vor der Errichtung von Krankenhäusern geneigt gezeigt, in Italien und England fußen fast alle Krankenanstalten auf den von privater Wohltätigkeit gewährten Mitteln.

In Deutschland hat sich seit dem 17. Jahrhundert der Wohltätigkeitssinn für Krankenhausstiftungen vermindert und Staat und Gemeinde sind gezwungen, für entsprechende Einrichtungen zum Schutze des Kranken zu sorgen. Die Ansprüche an die Krankenhäuser sind verhältnismäßig rasch gewachsen.

Einerseits hat die Entwicklung der medizinischen Wissenschaft die Möglichkeit gewährt, mehr Krankheiten wie früher in Behandlung zu nehmen, die Ausdehnung der Industrie fördert ein ganzes Heer bisher unbekannter Gewerbekrankheiten zu Tage, das Anwachsen großer Städte läßt namentlich die minderbemittelte, gerade auf die Aufnahme in die Spitäler angewiesene Bevölkerung anwachsen; die schlechten Wohnungsverhältnisse zwingen die Minderbemittelten die Krankenhäuser aufzusuchen. Namentlich steigt, seitdem das Krankenkassengesetz durchgeführt ist, das Bedürfnis nach Anstalten in den Großstädten.

In den Städten sind auf 1000 Bewohner 4—6 Krankenhausbetten und mehr zur Benützung notwendig; für Landbezirke genügen etwa 3 Betten pro 1000 Bewohner (siehe Seite 696).

Das Deutsche Reich besaß 1885 etwa 1760 öffentliche und 458 private Heilanstalten; die mittlere Größe eines Spitals umfaßt 42 Betten. Auf etwa 500 Personen trifft ein Bett in einem Spital. Die durchschnittliche Verpflegszeit beträgt etwa 30 Tage.

Der Natur der Erkrankung angepaßt, dienen aber manche Krankenanstalten oft nur zur Aufnahme einer Krankenkategorie, z. B. die Gebäranstalten, Kinderspitäler, Blatternhäuser u. s. w.; viel häufiger sind jene Fälle, in denen das Krankenhaus eine allen Kranken zugängliche Heilanstalt darstellt.

Wir werden einer getrennten Behandlung der Häuser für besondere Heilaufgaben uns nicht widmen können, sondern nur die an allgemeine Krankenanstalten zu stellenden hygienischen Anforderungen hier besprechen.

Der Kranke in einem öffentlichen Krankenhaus ist naturgemäß in seiner Lebenshaltung verschieden von jenen, die sich in Einzelpflege der Familie befinden.

In den Krankenanstalten sind zumeist eine größere Anzahl von Kranken in einem Raume beisammen; man wird zugeben müssen, daß dabei die Krankenpflege und die den Kranken betreffenden sanitären Verhältnisse nicht mehr so günstig sein können, wie in einer sorgsam durchgebildeten individuellen Pflege.

Die Bevölkerung der Krankenhäuser ist durchaus keine homogene; sie besteht einerseits aus den Kranken, welche der ärztlichen Überwachung unterstellt sein müssen, andererseits aus Genesenden, welche allmählich wieder in den vollen Besitz ihrer Kräfte gelangen sollen — den Rekonvaleszenten. Bei letzteren ist die Aufgabe des Arztes eine rein diätetische.

Das Pflegepersonal ist dem einzelnen nicht fortwährend zur Hand. In den größeren Räumen treten bei starker Belegung Mängel der Lüfterneuerung, der Heizung leicht zu Tage, die Ruhe wird auf die mannigfachste Art gestört; das Wichtigste aber bleibt die Gefahr der Ansteckung eines Kranken durch einen anderen oder durch das Pflegepersonal u. s. w.

### Entwicklung des Krankenhausbaues.

Man hört vielfach die Meinung ausgesprochen, die Sterblichkeit in den Spitätern sei eine viel bedeutendere, als man sie in der Privatpraxis sehe, die Krankheitsdauer eine längere. Die Krankenhausfurcht war in früheren Zeiten eine vollberechtigte und sie ist zum Anstoß für die Reformen des Krankenhausbaues geworden.

Die sanitären Verhältnisse in den älteren Krankenhäusern gaben zu recht ernstern Bedenken Anlaß; die Aufgabe, die Gesundheit der ihnen anvertrauten Personen wieder herzustellen oder doch die Leiden zu mildern, haben sie oft nicht vollkommen erreicht.

Schon im Jahre 1250 klagten die Augustinermönche zu Regensburg über ihre Anstalt, daß die Armen dort sich infizierten und vorzeitig dahinstürben. Sehr häufig erkrankten die an einer geringfügigen Erkrankung in die Spitäler eingelieferten Kranken an schweren Hausinfektionen, denen sie dann unterlagen. Die kleinsten und geringfügigsten Operationen führten oft den Tod durch Blutvergiftung herbei. Wöchnerinnen, Verwundete, Kranke hatten in Privatpflege weit mehr Wahrscheinlichkeit zu genesen als bei Krankenhauspflege. Es kann an diesen Tatsachen wenig zu Gunsten der Krankenhäuser durch den Umstand, daß man auf das schlechtere vorgefundene Menschenmaterial, welches das Proletariat aller Zeiten lieferte, hinwies, geändert werden.

Die inneren Zustände der Krankenhäuser waren aber in früheren Jahrhunderten oder selbst zu Anfang dieses Jahrhunderts ganz entsetzliche. Bei Beurteilung dieser Fragen darf man aber nie vergessen, daß die Krankenhäuser immer von dem ganzen Kulturzustand einer Zeitperiode streng abhängig sind und sich in ihren inneren Einrichtungen, soweit nicht die Pflege der Humanität gerade den Grundsatz der Gleichstellung aller Hilfsbedürftigen zu verkörpern sucht, den jeweiligen Anschauungen über den Wert des Lebens der niederen Bevölkerung anpassen. Zu Zeiten, wo die Lebenshaltung der letzteren eine recht kümmerliche war, sehen wir das gleiche Spiegelbild in den Mindestanforderungen an die öffentlichen Krankenhäuser wiederkehren.

Ein Beispiel, wie es noch im vorigen Jahrhundert in großen Krankenhäusern aussah, zeigt die Geschichte des *Hotel Dieu* zu Paris. In diesem „staatlichen Musterkrankenhaus“ herrschte überall Lärm, Schmutz und Gestank. In großen Sälen für 100—300 Kranke lagen die Unglücklichen selten in Einzelbetten, sondern zumeist zu 4 oder zu 6 in einem Bette; Wöchnerinnen wurden zu 2—4 in ein Bett gebracht. Die Luft war erstickend, die Wärme so drückend, daß manche Säle im Winter nicht geheizt zu werden brauchten. An Nachtruhe war nur bei vollster Erschöpfung zu denken. 1772 brannte diese Pesthöhle mit einem großen Teile der darin befindlichen Kranken nieder.

Ein wesentlicher Umschwung in dem Krankenhausbau hatte sich 1756 vollzogen; der Londoner Ingenieur Rovehead baute 1756—1764 ein Spital für alte Seeleute. Während bisher alle Krankenhäuser große Massivbauten (Korridorbauten) mit hübscher Fassade und schlechten Krankenräumen waren, baute Rovehead viele kleine Gebäude für die Kranken um einen für Gartenanlage bestimmten freien Platz und trennte die Verwaltung von den Krankenräumen und verlegte sie in ein besonderes Haus.

Auch das neue *Hotel Dieu* in Paris sollte nach einem vorzüglichen Plane nach diesem englischen Muster gebaut werden. Le Roys Entwurf, der 1783 der Pariser Akademie vorgelegt wurde, fand den Beifall einer Kommission, in welcher Lavoisier, Laplace, Coulomb, Tenon saßen, 1786. Man erkannte alle Vorzüge der neuen Bauweise und drängte auf ihre Einführung, da nur sie Licht und Luft in ausreichender Weise

zuführe. Der einzelne Kranke erhielt für sich je sein Bett und einen angemessenen Luftraum, über dessen Größe wir auch heutzutage noch nicht hinauszugehen pflegen.

Das Projekt kam zu Fall und die bald darauf folgende französische Revolution brachte der Entwicklung eines sanitären Krankenhausbaues den schwersten Schaden. Alle Bestrebungen dieser Art garieten in Vergessenheit.

Erst späterhin gaben der Krimkrieg und amerikanische Krieg Anstoß zur Aufnahme der neuen Bauweise.

Schon im Krimkrieg hatte man gesehen, daß die Soldaten, welche nicht in massiven Gebäuden verpflegt wurden, wenig unter den Wundinfektionskrankheiten zu leiden hatten.

Als im amerikanischen Sezessionskrieg es überall an den nötigen Unterkünften für die Verwundeten fehlte, machte man aus der Not eine Tugend und konstruierte in aller Eile Holzbaracken, ja in vielen Fällen verteilte man geradezu die Verwundeten in die Wohnungen von Privatleuten. Noch in keinem Kriege waren die Heilresultate so günstig wie in diesem Feldzuge; dies brachte einen völligen Umschwung der Anschauungen mit sich.

In England, dann in Deutschland, endlich in Frankreich breitete sich das dezentralisierte System im Krankenhausbau immer mehr aus und verdrängt in neuerer Zeit bei größeren Anlagen mit Recht jede andere Anlage.

Gegenüber den modernen, mit allen zeitgemäßen Hilfsmitteln ausgestatteten allgemeinen Krankenhäusern ist die Krankenhausfurcht nicht mehr am Platze. Die Vergleichung der Mortalität in den Krankenhäusern mit jener, welche ein Arzt in guter Privatpraxis aufzuweisen hat, ist durchaus unzulässig. Die sozialen Unterschiede drücken sich eben auch in der Widerstandskraft des Körpers aus. In den Krankenhäusern suchen naturgemäß auch Leute Hilfe, die einen durch Mühe und Plage, durch Ausschweifung, Alkoholmißbrauch geschwächten Körper haben. Auch der Umstand, daß, wie in Sachsen nachgewiesen ist, in den öffentlichen Krankenanstalten von 100 Kranken 10·4, in den Privatanstalten (1885) aber nur 2·7 sterben, scheint nur auf die Unterschiede in der Bevölkerung hinzuweisen. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß es nicht da und dort mancherlei in den Krankenhäusern zu bessern gäbe. Aber im großen und ganzen haben sich die Pflege der Kranken und die für sie gemachten Anforderungen und Aufwendungen außerordentlich gehoben; man kann sagen, daß nirgends versagt wird, was der Kranke für seinen Heilzweck unbedingt fordern darf.

## Die Krankenanstalten.

### *a) Lage und Bausystem.*

Bei dem Bau eines Krankenhauses wird man zunächst eine sorgfältige Prüfung der Bedürfnisse nach der Zahl und Art der aufzunehmenden Kranken anzustellen haben.

Die Zahl der Kranken hängt von der Größe des Bezirkes ab, welchem das Krankenhaus genügen soll, aber außerdem von mancherlei Nebenumständen. Auch bezüglich der Art der Kranken bestehen lokal die größten Verschiedenheiten. In allge-

meinen Krankenhäusern hängt die Zahl der innerlich Kranken, chirurgisch Kranken, Haut- und Augenkranken vielfach von den Erwerbsverhältnissen und der Industrieweise einer Bevölkerung ab; auch davon, ob es sich um eine großstädtische oder Landbevölkerung handelt. Noch weit wichtiger erweisen sich vielfach die Erfahrung und der Ruf des leitenden Arztes. Ein guter Chirurg füllt sein Krankenhaus bald mit operativen Fällen, an denen sein Vorgänger vielleicht vollkommen Mangel hatte. Man wird also zweckmäßigerweise auf diese schwankenden Verhältnisse bei den baulichen Anlagen von Krankenhäusern gebührend Rücksicht nehmen müssen.

Im allgemeinen empfiehlt es sich, die Ausdehnung der Krankenzahl für ein Krankenhaus zu beschränken und lieber mehrere mittelgroße Krankenhäuser an verschiedenen Orten anzulegen, als zu sehr zu zentralisieren. Manche glauben, 150—200 oder 500—600 Betten als Grenze angeben zu sollen; es gibt aber gute Krankenhäuser mit 1500 Betten und mehr.

Der Bauplatz soll ausreichend bemessen sein und etwaige Vergrößerungen und Ergänzungsbauten zulassen; die Größe des zu erwerbenden Terrains hängt außer von der Krankenzahl von der Bauart ab. Führt man mehrstöckige Gebäude auf, so sind für ein Bett 100  $m^2$  Bodenfläche notwendig; in dieser Fläche ist der Raum für Nebengebäude und Gartenanlagen mit inbegriffen. Baut man nur einstöckige Gebäude, so muß die Bodenfläche zu 150  $m^2$  genommen werden. Wenn auch für Blattern-, Flecktyphuskranke u. s. w., also höchst kontagiöse Krankheiten, Isolierräume geschaffen werden sollen, so hat man wegen der größeren räumlichen Entfernung für diese Gebäude von den übrigen bis zu 200  $m^2$  Bodenfläche pro Bett im Durchschnitt zu berechnen (Degen). Bei den Krankenanstalten wird meist zu wenig auf ein Gartenareal, das den Patienten zur Erholung dienen könnte, Rücksicht genommen.

Ein Krankenhaus soll nicht zu entfernt von dem Gebiete liegen, aus welchem die ihm zuzuführenden Kranken stammen, damit einerseits die Zubringung der Patienten erleichtert und der Verkehr der Angehörigen kein zu schwieriger sei. Kommunikationsmittel, wie Pferdebahnen z. B., können allein die entfernte Lage eines Krankenhauses nicht abgleichen, da diese öffentlichen Kommunikationsmittel für Krankentransport und Krankenverkehr nicht benützt werden sollen. Es muß ein besonderer Krankentransportdienst eingerichtet werden (s. u.). Von den angrenzenden Häusern sollen die Krankenhausanlagen tunlichst weit durch freien Raum getrennt bleiben.

Um die großen Krankenhäuser etwas entfernter von den Städten anlegen zu können, sucht man dem Bedürfnis bei plötzlichen schweren Erkrankungen oder Unglücksfällen dadurch gerecht zu werden, daß man inmitten der Stadt kleine Krankenasyle von 10 bis 12 Betten errichtet; die transportablen Kranken werden von da nach dem großen Krankenhause überführt.

Als Baugrund eignet sich trockener Grund mit tiefliegendem Grundwasserspiegel, am besten etwas über die Umgebung erhöhtes Terrain; die Entwässerung des Bodens wird dabei am günstigsten durchzuführen sein. Krankenhäusern an Flüssen und stagnierendem Wasser zu bauen, ist fast ausnahmslos unzweckmäßig. Abgesehen von den an stagnierendem Wasser mitunter gegebenen Infektionsgefahren ist namentlich der in solcher Lage gegebene höhere Feuchtigkeitsgehalt der Luft, die Tendenz der Nebelbildung, im Sommer die Belästigung durch Mücken etwas den Kranken

durchaus Unangepaßtes. Manche schlagen vor, die Stellung des Krankenhauses so zu wählen, daß die herrschende Windrichtung nicht die Stadtluft ihm zuführe; dies wird nur in exceptionellen Fällen, in denen etwa starke Rauchbelastigung zu fürchten ist, in Frage kommen. Nicht unwesentlich ist bei Auswahl in unserem Klima der Schutz gegen rauhe Winde und die Wahl der Boden­neigung. Wenn man hügeliges Gelände wählen kann, eignet sich vor allem der Südabhang einer solchen zur Anlage von Krankenhäusern.

Für die Krankenhäuser werden sehr verschiedene Bauarten angewendet; das ältere wenig zweckmäßige, häufig schädliche und gefährliche Korridorsystem und das neuere dezentralisierende Pavillonsystem. Letzteres gestattet mit den einfachsten Mitteln die Aufgaben des Krankenhausbaues zu lösen.

Das Korridorsystem. Die älteren Krankenhäuser sind aus dem Stil für Privatwohngebäude herausgewachsen. In einem großen mehrstöckigen Gebäude hatte man in den unteren Etagen die Verwaltung, Küche und Waschküche untergebracht, in den oberen liegen die Kranken.

Die Krankenzimmer liegen einen Korridor entlang entweder nur an einer oder zu beiden Seiten desselben eines neben dem anderen und dazwischen eingebaut Wärterräume, Teeküchen, Abtritte. Vielfach waren diese Bauten im Viereck angeordnet mit einem gefängnisartigen Hofe in der Mitte, letzterer bisweilen auch als Gärtchen bepflanzt. Der Hauptnachteil solcher Anlagen besteht in ihrer ungenügenden Lüftung, die, wenigstens bei natürlicher Ventilation, nur mittels der ins Freie gehenden Fenster erfolgen kann. Die Sale haben, wenn sie tief sind, etwas Finsteres und Unbehagliches. Die Lufterneuerung muß vielfach durch den Korridor stattfinden; bei dem Öffnen der Tür wird stets die Korridorluft in den Krankenraum treten. Dies ermöglicht auch leicht die Übertragung von Krankheitskeimen von einem Saale in den anderen. Weitaus das Bedenklichste der ganzen Einrichtung besteht offenbar in dem häufigen Verkehr zwischen den einzelnen Krankensälen durch Halbgengesene und das Wartepersonal, ferner in der Benützung von Gegenständen durch das Personal zweier getrennter Sale u. dgl. Auch der Verkehr der Bewohner verschiedener Stockwerke untereinander ist leicht möglich; ferner besteht eine aufsteigende Ventilation von den unteren Stockwerken nach den oberen im Treppen­hause, wohl selten aber findet die Verschleppung von Krankheitsstoffen durch einen von einem Fenster zu den höher gelegenen sich entwickelnden Luftstrom statt.

Trotz der Übelstände des Korridorbaues wird man dieselben nicht mit einem Schlage aus der Welt schaffen können. Gerade für kleine Krankenhäuser wird nicht immer eine Trennung und Separation aller Krankenräume stattfinden können. Selbst bei mittelgroßen Bauten hält man vielfach noch für leichtere Kranke, deren Unterbringung in einem Korridorbaue, der zugleich Verwaltung und Küche u. dgl. enthält, für angezeigt.

Jedenfalls dürfen die Korridore nur an einer Seite mit Krankensälen in Verbindung stehen und sollen an beiden Enden mit Fenstern versehen sein. Die Stockwerke werden voneinander möglichst isoliert, durch dichte gewölbte Decken, gute Böden, Türen an den Treppenaufgängen; die Abtritte werden in Vorbauten gelegt. Auf die Lüftung ist wesentlich Gewicht zu legen. In manchen älteren Kranken-

häusern sind bisweilen durch günstige natürliche oder künstliche Ventilation (Ventilatoren) sogar recht befriedigende Verhältnisse hergestellt. Wenn die Umstände es irgend gestatten, wird man von Korridorbauten einen nur beschränkten Gebrauch machen, da sich alle Aufgaben auch mittels Pavillonbauten lösen lassen.

Das Pavillonssystem (Dezentralisation). Die Verwaltung befindet sich in einem oder mehreren getrennten Gebäuden, die Kranken in den Pavillons. Letztere haben nur die Breite eines Saales und erhalten von zwei Seiten Licht und Luft, an den Schmalseiten derselben sind die für jeden Krankensaal nötigen Nebenlokalitäten angebracht. Die Pavillons

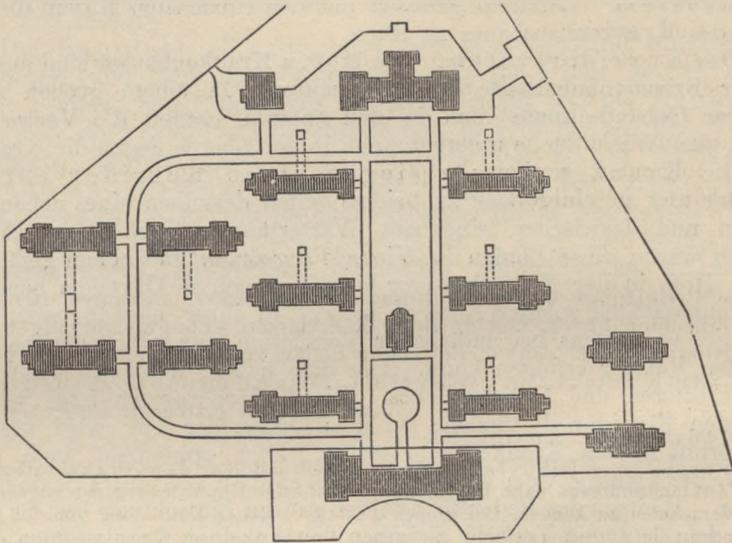


Fig. 237.

sind entweder ein- oder zweistöckig gebaut; sie stehen untereinander entweder gar nicht oder bisweilen durch gedeckte Gänge in Verbindung. Die einstöckigen Bauten leichter Bauart werden auch Baracken genannt. Das Korridor- wie Pavillonssystem finden wir nicht immer rein durchgeführt, in der Mehrzahl der Fälle begegnet man gemischten Anlagen. Der Hauptvorteil des Pavillonssystems liegt in der Dezentralisierung und der Vermeidung inniger Berührung der Kranken und des Wärtersonnals untereinander, in der ausgiebigen Versorgung mit Licht und Luft. Zweistöckige Pavillons sind meist vollständig unterkellert, einstöckige Baracken bisweilen flach dem Boden aufgesetzt. Letzteres ist durchaus nicht überall zulässig, nur bei völlig trockenem, durchlässigem Boden. Besser ist es jedenfalls, wenn unter allen Umständen eine freie Luftschicht unter dem Fußboden bleibt.

Die Stellung der Gebäude muß einen freien Zutritt der Sonne gestatten. Es ist ein Abstand der Gebäude um etwa das Dreifache der Höhe nötig. Ihre Anordnung bei dem Pavillonssystem ist eine sehr wechselnde und gibt so lange zu keinem hygienischen Bedenken Anlaß, als Licht und Luft keinem der Gebäude verkümmert werden.

Fig. 237 auf voriger Seite zeigt als Beispiel die Lage der Pavillons im Friedrichshain-Krankenhaus zu Berlin.

Die Anforderungen an die Bauweise sind wesentlich von der Art der zu verpflegenden Kranken abhängig. Für Anstalten, welche nur körperlich Gesunde aufnehmen, wie Irrenheil- und Pflegeanstalten, für Augenheilstätten, Gebäranstalten, welche viel Einzelzimmer erfordern, hält man vielfach noch am Korridorsystem fest.

Es ist aber diese Einrichtung keineswegs zweckmäßig, wenn man große Massenbauten im Korridorsystem ausführt. Da man doch auch in diesen Fällen mit Rücksicht auf den Luftzutritt und die Beleuchtung ein Gelände nicht dicht überbauen kann, ist es ebenso rationell, große Gebäudekomplexe in kleinere Gebäude, die den besonderen Bedürfnissen angepaßt sind, aufzulösen.

Ob spezielle Seuchenhospitäler zweckmäßig sind, läßt sich schwer beweisen; jedenfalls kommen bei noch so großer Sorgfalt Übertragungen von Krankheiten vor. Auch in Kinderhospitälern sind Ansteckungen nicht zu vermeiden.

Im folgenden werden hauptsächlich die Bedürfnisse allgemeiner Krankenhäuser geschildert.

### *b) Bedürfnisse der Verwaltung.*

Die Bedürfnisse der Verwaltung eines Krankenhauses gestalten sich an den einzelnen Orten verschieden, doch lassen sich gewisse allgemeine Anforderungen recht wohl stellen. Man bedarf zunächst der Aufnahmsräume für Kranke, in welchen die Personalien u. s. w. festgestellt werden; an diese schließen sich naturgemäß bei größeren Betrieben die Verwaltungsbüros an.

Ein ärztliches Dienstzimmer, eventuell mit Handapotheke verbunden, muß den Aufnahmsbüros nahe liegen, um die sofortige Untersuchung der zugehenden Kranken vornehmen zu können. Bei großen Anstalten, weiter Entfernung von der Stadt ist es lohnend, die Arzneiherstellung in eigener Apotheke vornehmen zu lassen. Die aufzunehmenden Kranken sollen tunlichst von ihrer Zuweisung nach den Krankensälen gebadet werden, hier ihre Kleidung zur Aufbewahrung abgeben und die Anstaltskleidung erhalten; eine Badezelle zu diesem Behufe ist daher, den Aufnahmsräumen nahe gelegen, vorzusehen.

Die Kleider der Patienten sollen unter keinen Umständen mit in den Krankensaal zugelassen werden, sondern in einem besonderen Räume, dem Kleidermagazin, nach vorheriger Desinfektion verwahrt werden. Das Kleidermagazin wird trocken und luftig angelegt, die Kleider auf Lattengerüsten gelagert.

Ein wesentliches Erfordernis ist eine gut eingerichtete Küche mit den nötigen Nebenlokalitäten.

Der Betrieb geschieht in den Küchen meist mit Dampfheizung in kupfernen, der Abnützung leider stark ausgesetzten Kesseln. In diesen werden die Suppe, das Fleisch, die Gemüse, breiartige Speisen zubereitet. Außerdem ist ein besonderer Bratherd (und ein Reservkochherd), Kaffeekochapparat und ein Wärmetisch, zum Warmhalten von Speisen, notwendig. Die Neuerung der patentierten Ofen, wie z. B. das Beckersche Verfahren u. s. w., liefern nicht immer für jeden Gaumen schmackhafte Kost. Das Entweichen von Dämpfen, das die letzteren Apparate, um an Wärme zu sparen, beschränken, hat einen wesentlichen Einfluß auf den Wohlgeschmack. Bei dem Kochen wird vielfach der uns unangenehm riechende Beigeschmack aus Speisen entfernt und verjagt. Auch ist es unzulässig, alle möglichen Speisen in einem Raume zu kochen.

Der Boden der Küche wird am besten mit Mettlicher Platten gedeckt. Eine Schwierigkeit liegt meist in der Lüftung der Küche und in den mächtigen Schwadenbildung. Die Vermeidung der letzteren gelingt in der Wintermonaten nur bei Zuleitung von gewärmter Luft und Erwärmung der in einem Ventilationssschlot abziehenden Luft. Von der Küche aus werden die Speisen in größeren Gefäßen in einem Speisewagen

(bei größeren Wegstrecken) auf die einzelnen Abteilungen gebracht und in der Teeküche mit dem dortigen Inventar in einzelne Portionen verteilt. Mehr Aufmerksamkeit muß in den meisten Krankenhäusern auf ein geschmackregerendes Servieren gelegt werden. Fleisch und Gemüse oder Suppe und Fleisch nur zusammen anzubieten, trägt nicht zur Appetitregung bei.

Von der Küche getrennt soll der Gemüseputzraum sein, ferner ein Spülraum für die Geschirre und ein Aufbewahrungsraum für dieselben; in kleinen Betrieben werden die beiden ersteren zusammengelegt. Auf möglichste Helligkeit der Räume ist Rücksicht zu nehmen. Die Nahrungsmittel lagern in den Vorratsräumen. Leicht faulende, z. B. Fleisch, können in einem gut ventilierten (durch Kamin mit Gasflamme), vor Staub geschützten Raume lange Zeit frisch erhalten werden; oder man bringt sie in den für jede Krankenanstalt notwendigen Eiskeller.

Die Waschküche ist ausgestattet mit den nötigen Utensilien für Maschinenbetrieb, nur bei den kleinsten Anlagen wird man davon absehen. Häufig wird die Küche mit der Waschküche in ein Gebäude zusammengelegt; besser ist die Trennung.

In dem Hauptwaschraume finden die Bottiche Platz, in denen die Wäsche mit Soda und Seife gekocht wird, ferner die Waschapparate, die Spülbottiche mit reinem Wasser, die Zentrifuge, welche die Stelle des Ausringens der Handarbeit vertritt. In manchen Fällen sind für Wäsche von Infektionskranken besondere Kochbottiche aufgestellt. Der Waschraum erhält einen Boden mit Mettlacher Platten und muß gut ventiliert sein. Die frische Luft soll im Winter vorgewärmt eingeleitet werden.

Neben der Waschküche befindet sich der Dampftrockenraum; bei großen Betrieben ein Rotationsapparat, in welchem Ketten (ohne Ende), über Walzen laufend, die Wäsche, an Holzstangen aufgehängt, durch einen eisernen, stark geheizten und ventilierten Kasten führen. Hat die Wäsche den Raum durchwandert, so wird selbsttätig Wäsche und Holzstange abgeworfen. Für kleinere Betriebe finden die Schimmelschen Kulissenapparate Anwendung. Im Sommer bedient man sich der Trocknung im Freien oder auf einem Trockenboden. Das Trocknen an der Sonne ist wegen der bleichenden Wirkung der Sonnenstrahlen wichtig.

Außerdem ist der Mangel- und Bügelraum, der zugleich als Flickraum verwendet wird, nötig.

Die gereinigte Wäsche gelangt in den Vorratsraum, in welchem sie aufbewahrt wird; zum Teil gelangt sie alsbald nach den Krankenabteilungen zurück.

In dem Waschhause sind auch die Zimmer für die Bediensteten unterzubringen. Besondere Aufmerksamkeit verdient die Abgabe der schmutzigen und die Neuausgabe der frischen Wäsche. Dieselbe soll nicht von dem nämlichen Orte aus erfolgen, sondern von getrennten Plätzen; die schmutzige Wäsche wird bis zur Bearbeitung auf luftigen Horden und Latten ausgebreitet; zum Transport frischer und beschmutzter Wäsche dürfen nicht dieselben Körbe oder dgl. benützt werden. Die Wäsche von Kranken, die an ansteckender Krankheit leiden, wird am besten durch einen farbigen Durchschlag bezeichnet und von der übrigen unterschieden.

Jedes Krankenhaus bedarf eines Desinfektionsraumes, der von den übrigen Räumen getrennt ist. Nach dem heutigen Stande der Desinfektionslehre können nur Apparate mit strömendem Wasserdampfe genügende Gewähr für die Durchführung bieten (siehe später unter Desinfektion).

Das Leichenhaus, mit Sektionsraum, Keller u. s. w. ausgestattet, sollte, was aber leider so häufig übersehen wird, nie in unmittelbarer Nähe der Krankenzimmer sein, noch weniger aber an Krankenzimmerwand an Wand grenzen.

Bei großen Anlagen sind zum Betriebe der Wascherei, der Küche, zur Heizung von Badewasser u. dgl. Dampfkesselanlagen nötig, in geeigneter Entfernung von den Krankenzimmern. Auch mit Rücksicht auf die Ruhe der Kranken gehört ein Kesselraum nicht in die nächste Nähe der Patienten.

Die ganze Krankenhausanlage bedarf einer hygienisch richtig geleiteten Kanalisation des Bodens und einer sehr reichlichen Zufuhr von gutem, allen sanitären Anforderungen entsprechendem Wasser.

*c) Anforderungen an die Krankenzimmer.*

Die Krankenzimmer müssen baulich aus bestem Material ausgeführt werden, die Zugänge und Treppen genügend Platz bieten. Haupttreppen mache man mindestens 1·6 m breit, gerade ansteigend, mit Ruheplätzen, guter Beleuchtung und so, daß sie volle Feuersicherheit gewährleisten. Die einzelne Stufe 0·3 m breit und 0·13 m hoch. Das Geländer soll namentlich solchen, welche Beschwerden beim Gehen haben, als Hilfsmittel dienen. Türen und Flügeltüren müssen 1·25 m, einfache Türen nicht unter 1 m breit sein.

Wenn Kellergeschosse, wie z. B. in zweistöckigen Pavillons u. dgl., angelegt werden, so sollen diese nie in freier Verbindung auch nur mit den Krankenzimmern führenden Korridoren stehen. Fast ausnahmslos werden die Keller, wenn sie leicht zugänglich sind, mißbräuchlich zur Ablagerung von allen möglichen Gegenständen, selbst von beschmutztem Stroh, Matratzen u. dgl. benützt und bringen nur Gefahr für das Haus mit sich. Für die Anlegung trockener Keller gelten die allgemeinen, früher gegebenen Bauregeln.

Krankenzimmer in Souterrainlokalitäten, welche mehr oder minder in den Boden eingebaut sind, sollten absolut ausgeschlossen sein; trotzdem gibt es deren heutzutage noch in neuangelegten Bauten. Die Kranken sind in diesen schlecht lüftbaren, lichtarmen, niedrigen Räumen gefängnisartig eingeschlossen; namentlich Hautkranke werden in derartigen Räumen interniert.

Krankenzimmer sind in verschiedener Größe notwendig. Kleinere zu 1—2 Betten für Kranke, deren Zusammensein mit anderen unzulässig ist, z. B. ansteckende Kranke, Delirierende u. s. w., und eigentliche Krankensäle bis zu 24 Betten. Die Kranken müssen nach ihrem Geschlechte getrennt werden. Kinder werden meist der Frauenabteilung zugeführt, da sie hier besser gepflegt und behütet werden. Auch je nach der Art der Erkrankung soll tunlichst eine Trennung der Kranken eintreten. Eine sehr große Krankenzahl in einem Räume zu vereinigen, empfiehlt sich durchaus nicht. Wenn es schon als eine wichtige Aufgabe gelten muß, ein Krankenhaus nie an einer Stelle zu errichten, an welcher man Straßenlärm zu erwarten hat, so müßte der Kranke ebenso ängstlich vor aller Unruhe im Innern des Krankensaales bewahrt bleiben; leider ist dies nur sehr unvollkommen durchzuführen. In manchen Fällen werden behufs des Unterrichts die Schüler in die Krankensäle zugelassen, das Kommen, Gehen, Sprechen wirkt belästigend. Am schlimmsten aber stören die Kranken selbst ihre gegenseitige Ruhe.

Der Lungenkranke hustet, Schmerzleidende ächzen und stöhnen, der Fiebernde lärmt und deliriert, die Benützung der Nachtstühle, der Uringläser macht Geräusch, die Betten knarren, das Essen der Patienten belästigt jene, welche um diese Zeit Verlangen nach Schlaf haben, der Besuch der Ärzte, der Bekannten und Verwandten macht Lärm und in größte psychische Aufregung versetzt die Kranken das Wegtragen

eines Toten. Die vielfach festgehaltene Unsitte des Abends Gestorbene in den Krankenzimmern bis zum nächsten Morgen liegen zu lassen, sollte tunlichst beseitigt werden.

Die Störung der Ruhe geht manchmal auch von den Ökonomiegebäuden aus, wenn diese zu nahe an den Krankenzimmern liegen. Die wirksame Durchführung einer Krankenpflege müßte auf eine tunlichste Schonung der Kranken hinwirken.

Die Krankenzimmer sollen für den einzelnen Kranken einen genügenden Luftkubus gewähren, damit einerseits ein ausreichender Luftwechsel stattfindet und andererseits die Überfüllung der Räume vermieden werde. Je bedenklicher die Erkrankung ist, desto weniger ist eine dichte Lagerung der Kranken erlaubt und desto leichter leiden dieselben unter etwaigen insanitären Verhältnissen. Man verlangt daher für die einzelnen Krankheitsarten auch Verschiedenheiten im Luftkubus. Während man bei Gesunden denselben in Ausnahmefällen oft gering wählen kann, wenn nur bei kleinem Luftkubus eine lebhaftere Ventilation vorhanden ist, kann man bei Kranken dies Prinzip nicht zur Durchführung bringen. Die räumlich enge Lagerung der Kranken verschlechtert wegen des staubenden Materials, das z. B. die Betten darstellen, stets die Luft sehr, hemmt die Krankenpflege in der Handhabung, beengt den Patienten, der zu nahe dem nächsten liegt, und erhöht die Gefahren der Spitalinfektion.

Eine stündliche dreifache Lüftung ist eine gute Ventilationsleistung, welche bei natürlichen Hilfsmitteln nur in den seltensten Fällen erreicht wird. Da man im allgemeinen auch bei künstlichen Hilfsmitteln eher weniger erwarten darf, so hat man gesagt, man solle den Luftkubus nur mit Hinsicht auf eine zweimalige Lüftung berechnen. Dann hätte man nötig als Luftraum:

für leichte chronische Kranke . . . . .	40 $m^3$
„ fiebernde Kranke . . . . .	50 „
„ verwundete Kranke . . . . .	60 „

Nimmt man für Säle eine Höhe von 4·5  $m$  (Einzelzimmer macht man nur 3·5 bis 4  $m$  hoch) an, so trifft auf ein Bett 8·9, 10·0 bis 13·3  $m^2$  Bodenfläche, die sich bei 5  $m$  Höhe auf 8, 9, 12  $m^2$  reduzieren würde.

Die Mindestforderungen werden aber etwas niedriger bemessen werden müssen; so z. B. dürfte als niederster Grenzwert für Leichtkranke 25  $m^3$  und als niederster Gesamtdurchschnitt für allgemeine Krankenhäuser 37  $m^3$ , als kleinstes Einzelzimmer ein solches mit 40  $m^3$  gerechnet werden.

Die Ventilation der Krankenzimmer kann nach allen früher bereits angegebenen Methoden bewirkt werden; die Ventilation durch Luftkanäle hat ihre Bedenken, weil diese, wie man sich allerorts überzeugen kann, von Staub durchsetzt zu sein pflegen; doch wird man ohne sie nicht in allen Fällen auskommen. Schwierig ist es, eine genügende Ventilation zu erreichen, wenn, wie in den Korridorbauten, für die natürliche Luftbewegung nur Fenster an einer Seite des Saales zur Verfügung stehen und die Mauerventilation nach allen Richtungen hin gehemmt ist.

Es ist ein ungeheurer Vorzug aller Pavillonbauten, daß sie die Lüftung in hohem Grade erleichtern, mindestens je zwei Saalflächen stehen mit der freien Luft in Kommunikation. Die Mauern sind weniger

dick, gestatten bei stärkerem Winddrucke sogar eine Beteiligung derselben an der Lufterneuerung, die einfachen und wirksamen Ventilationsformen kann man in ausgiebigster Weise benützen, wie z. B. besonders die Ventilation mit aufklappbarer Oberscheibe, welche so ungeheuren Lüftungseffekt hat. Ohne Schwierigkeiten bringt man die (freie) Fensterfläche auf etwa ein Fünftel der Bodenfläche.

In einstöckigen Pavillons hat man noch außerdem die Firstventilation zur Verfügung; sicherlich kann man bei sorgsamer und nicht gar zu sparsamer Heizung mit den einfachsten Mitteln der Ventilation auch zur Frühlings- und Herbstzeit die besten Effekte erzielen. Zur Luftzuleitung sollen aber immer besondere Luftkanäle angelegt werden: die im Winter oder überhaupt an kalten Tagen eintretende Luft muß vorgewärmt werden.

Neben den Maßnahmen für die Ventilation muß Reinlichkeit in Krankensälen zur ersten Pflicht gemacht werden.

Schon der Umstand, daß die Kranken häufig körperlich unreinlicher sind wie Gesunde, daß Eiterbildung, Auswurfstoffe, Verbandmittel, Medikamente die verschiedenartigsten Gerüche abgeben, die auf das Wohlbefinden durchwegs keinen günstigen Einfluß haben können, macht die Beseitigung all dieser Schädlichkeiten soweit möglich zur Pflicht. Die Wäsche muß reinlich sein, um einen häufigen Wechsel zu gestatten. Das Bettzeug soll deshalb für jedes Bett mindestens in doppelter Zahl angeschafft werden. Die schmutzige Wäsche muß täglich an die Waschküche abgegeben werden. Das längere Lagern in den Zimmern ist absolut unzulässig. Abfallendes Verbandzeug muß verbrannt werden. Diese Maßregel wird leider an vielen Orten gegen den Willen der Ärzte umgangen. Die Verbandstoffe werden zumeist in der Feuerung der Dampfkessel verbrannt, oder doch zu diesem Zwecke beiseite geschafft. Viel Verbandmaterial stört aber die Heizung des Kessels, weswegen dann die Verbrennung häufig unterbleibt. Die mit Eiter u. s. w. beschmutzte Verbandwolle wird an Waffelfabrikanten verkauft und ohne weitere Desinfektion zu gefährbter Watte verarbeitet.

Das Abstauben in den Krankenzimmern soll tunlichst vermieden, es soll nur mit feuchten Tüchern gereinigt und viel häufiger gescheuert werden, als man im allgemeinen wahrnimmt.

Zur Heizung bedient man sich verschiedenartiger Systeme; der Hauptwert ist auf die Gleichmäßigkeit der Temperatur zu legen. Größerer oder geringerer Feuchtigkeitsgrad der Luft sind von geringerer Bedeutung als in anderen Fällen. Mantelöfen mit Luftzufuhr trifft man bei einfachen Anlagen, in den kleineren Zimmern meist Kachelöfen. Einfache eiserne Öfen aber sind ganz unzulässig. Bei größeren Komplexen bedient man sich zentralisierter Systeme, der Warmwasserheizung oder Dampfheizung, in beschränktem Maße der Luftheizung. Am häufigsten bedient man sich in neuester Zeit der Kombination mehrerer Systeme. Einfache Dampfheizungen geben wegen der mannigfachen Geräusche zu häufigen Klagen Veranlassung; selbst für Bäder ist die direkte Versorgung mit Dampf absolut zu vermeiden. Die hohen Temperaturen der Heizflächen sind störend. Am günstigsten gestaltet sich die Einrichtung, wenn man den Dampf nur als Transportmittel für die Wärme nach den einzelnen Gebäuden und Pavillons benützt, in den Gebäuden selbst aber die Beheizung der Räume durch eine Warmwasserheizung vornimmt; diese liefert auch das Wasser für die Badewannen. Rippenheizkörper verringern den für die Heizung notwendigen Raum.

In manchen Fällen bedient man sich der Warmwasserheizung und Niederdruckdampfheizung mit in Einzelgebäuden getrennter Feuerung. Die Bedienung wird dabei aber schwierig; eine Abhilfe können aber die

selbst regulierenden Heizanlagen liefern, welche in immer befriedigenderer Weise hergestellt werden (siehe früher unter Heizung).

Die Warmwasserheizung oder Dampfheizung wird so installiert, daß an den Fensterflächen Rohre oder Rippenkörper angebracht werden, ferner an den beiden Enden eines Saales und innerhalb des Luftzuführungskanals, um vorgewärmte Luft während der Wintermonate zu erhalten. Das ist also, wenn man so sagen will, die Kombination mit einer Luftheizanlage.

Zur Flur- und Korridorheizung kann man bei Zentralheizungen einfache Röhrenstränge benützen. Man legt sie an die Außenwand.

Die Ventilationskammine für die abzuführende Luft werden behufs Aspiration mit Abzweigungen einer Dampfheizung u. dgl. versehen.

Ein neuer und glücklicher Griff scheint die Bodenheizung, zuerst in Windisch in der Schweiz, dann im großen Stile im Hamburger Krankenhause versucht. Jede Beheizungsart, von ersterer abgesehen, läßt den Boden nur ungenügend sich erwärmen. Die warme Luft steigt von dem Heizkörper nach oben. Die Bodenheizung greift da ein, wo sonst die größten Mängel der Heizung bestehen. Unter dem Boden liegen Kanäle, schließbar; in diesen die Röhren zur Erwärmung des Bodens. Verwendet ist eine Niederdruckdampfheizung mit selbsttätiger Regulation. Die Bodentemperatur ist um 3—4° höher als die Lufttemperatur.

Die Beleuchtung eines Krankenhauses braucht keine übermäßig reichliche zu sein. Am besten wäre elektrische Glühlichtbeleuchtung.

Jeder Kranke bedarf einer guten und bequemen Lagerstätte.

Die Betten sollen genügend groß (2 m lang, 1 m breit) sein. Die Höhe 0.6 m. Es sind nur eiserne Bettstellen mit Fußbrett zulässig. Strohsäcke sind für die Kranken unzureichend, man verwendet jetzt allgemein Matratzen, Metall-Federmatratzen der mannigfaltigsten Konstruktion, solche mit zahlreichen Federn, oder bei geringer Federzahl, mit einer Auflage von Holzlatten; einteilig bis dreiteilig. Auf die Federmatratze wird die Roßhaar- oder Seegrasmratze gelegt, oder die Federmatratze ist direkt überpolstert. Das Leintuch, das Kopfpolster, zwei Wolldecken (2.2 m lang, 1.5 breit, von 2—2.5 kg Gewicht), mit Leinen überzogen, vervollständigen das Inventar. Die Betten sollen nicht nahe an Wand und Fenster gerückt werden, sondern mindestens 30 cm entfernt. Jeder Kranke erhält ein Tischchen und Stuhl; ersteres kann ganz aus Eisen und Glas konstruiert werden, letzterer aus Eisen hat nur eine Sitzplatte von Holz.

Die Böden werden am besten mit Mettlacherfliesen belegt oder in Terrazzo hergestellt. In letzterem Falle können die Fußleisten entbehrt und an der Wandung das Terrazzo in diese allmählich übergehen; Kokosmatten u. dgl. können und müssen vermieden werden. Die Böden sollen absolut dicht sein. Liegen Geschosse übereinander, so sind flache Gewölbe durchzubilden. Asphaltierungen eignen sich auch nicht für Abtritte und Spülküchen. Gegen das Gefühl der Kühle des Bodens, das aber nur bei ganz ungenügender Heizung und schlechter Bodenisolierung störend wird, kann das Warterpersonal sich genügend durch warmes Schuhwerk schützen.

Die Staubablagerungen treten häufig in den Ecken der Säle auf, weil hier die Luftbewegung verringert ist; man rundet deshalb namentlich die Plafonddecken ab. Zur Anlage kreisförmiger Säle oder kuppelförmiger Anlage liegt keine Veranlassung vor. Eine sorgsame Reinlichkeit wird die geringe Staubablagerung zu beseitigen vermögen. Die Wände sollen glatt geputzt, am besten bis 2 m Höhe mit Ölanstrich versehen sein.

Zimmer, welche häufig mit Infektionskranken belegt werden, erhalten einen kompletten Ölanstrich.

Jeder Krankensaal bedarf gewisser Nebenlokalitäten, wie solche ja auch für mehrere Einzelzimmer zusammengenommen, gleichfalls benötigt werden. Wir werden uns aber hier auf die Besprechung der Bauanlage von Sälen, und zwar jener der Baracken oder Pavillonbauten, beschränken.

Die Nebenlokalitäten eines Pavillons sind: 1. ein Wärterzimmer, 2. ein bis drei Isolierzimmer für unruhige Kranke, 3. Abortanlage, 4. Teeküche, 5. Bad, 6. Raum für Putzgeschirre, 7. der Tagesraum.

Die Verteilung dieser Räume kann bei ein- bis zweistöckigen Pavillons so erfolgen, daß sie auf die beiden Enden der Säle verteilt werden. Ein Schema gibt untenstehende Zeichnung (Fig. 238). An den Eingang *E* schließen sich das Isolierzimmer *I* und das Wärterzimmer *W*, ein besonders zu lüftender Korridor *Fl* führt in den Krankenraum *K*. Der Korridor kann zur Aufbewahrung von Schränken mit reiner Wäsche benützt werden. Von dem Krankenraume gelangt man links nach dem Vorraume *V*, der durch zwei Fenster lüftbar ist und zur Isolierung der Abtrittslokalitäten dient. An *V* stößt der Putzraum *P*, der zur Vornahme der Reinigung der Uringläser und zur Aufbewahrung der Putzgeschirre und Besen dient, von dort nach den Aborten *A*. Nach rechts besteht direkte Kommunikation mit dem Baderaume *B*, in welchem sich auch Waschbecken für rüstigere Kranke befinden. Der Tagesraum *T* nimmt die nicht bettlägerigen Patienten auf, an diese schließt die Teeküche und der Spülraum für Eßgeschirre sich an. Alle Räume sind voneinander durch voll ausgebaute Wände getrennt; alle im Winter geheizt.

Wird die Bettenzahl größer, dann müssen auch die Nebenlokalitäten etwas vermehrt werden, z. B. mehrere Isolierzimmer, größere Baderäume, für je 10 Kranke ein Abort mehr vorgesehen werden u. s. w. Doppelpavillons, nie so zweckmäßig wie einzelne, enthalten die Badezimmer, Klosetts u. s. w. meist in einem Mittelbau, der bei einstöckigen Gebäuden durch einen laternenartigen Aufsatz Lüftung und Licht erhalten kann, oder es werden diese Nebenräume in einen durch Korridor mit den Pavillons verbundenen Ausbau gelegt.

Die schmutzige Wäsche wird in dichten Kasten auf dem Korridor aufbewahrt, wenn die sofortige Unterbringung nach der Waschanstalt nicht möglich ist. Die Einrichtung von Röhren, die nach dem Souterrain führen und zum Beiseitebringen der Wäsche dienen, ist unzuweckmäßig. Sie verstopfen sich nicht zu selten und geben häufig zu einer widerlichen Beschmutzung Veranlassung, wenn die Wäsche z. B. durch Fäkalien verunreinigt war. Bei jedesmaligem Öffnen oder Offenstehenlassen bewegt sich die Luft nach oben, also dem Krankenraume (bezw. Korridor) zu.

Sehr empfehlenswert wäre es, wenn man die neu eintretenden Kranken nicht sofort nach den größeren Sälen brächte, sondern erst nach mehrtägiger Beobachtungszeit, wenn die Diagnose vollkommen sichersteht oder doch das Fehlen einer Infektionskrankheit nachgewiesen ist. Ansteckende Kranke werden nach einem Isolierpavillon gebracht.

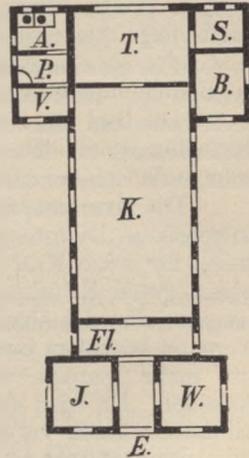


Fig. 238.

### Die Krankenpflege.

Die Gewinnung eines tauglichen Krankenpflegepersonals ist mit den allergrößten Schwierigkeiten verbunden; die Durchbildung einer mehr individuellen Behandlung und Separierung der Kranken könnte heutzutage wohl nur selten erreicht werden.

Leider müssen an manchen Orten wegen Mangels an Geldmitteln teils unbrauchbare Subjekte aller Art, teils Leute der niedersten Volksklassen als Krankenpfleger verwendet werden; Unverstand, Rohheit, Gewinnsucht erzeugen dann beständige Kollisionen mit den Pflichten. Meist kann nur die strengste Disziplin einigermaßen Ordnung schaffen. Der Kranke kann sich in solcher Pflege aber niemals wohl fühlen.

Die weibliche Krankenpflege ist die sorgsamste, ruhigste und gewandteste; daneben sind aber in beschränktem Maße Hilfsdiener notwendig. Nur dort kann die Pflege alle ihre Wohltaten entfalten, wo sie keine gewerbsmäßige ist, sondern mit Liebe geleistet wird, als Lebensaufgabe. Daher wird die beste Pflege stets in den Händen religiöser oder ähnlicher Genossenschaften sein. Der Arzt ist in seinem Heilerfolge bei einem guten Pflegepersonal sicherer als sonst.

Ein gewisser Bildungsgrad ist bei der Krankenpflege unbedingt notwendig, einerseits um die ärztlichen Befehle ordentlich auszuführen, andererseits um chronische Kranke und Rekonvaleszenten auch psychisch beeinflussen zu können. Die Güte eines Krankenhauses hängt ebenso sehr, wie von der richtigen Bauweise, von einem guten Pflegepersonal ab.

Die Krankenpflege erschöpft sich eben nicht darin, daß dem Kranken körperliche Dienste geleistet werden, daß für seine körperliche Reinlichkeit, für seine Kost und Arznei gesorgt wird. Der psychische Einfluß einer guten Krankenpflege ist von mächtiger Bedeutung. Der Kranke ist für alle das Gemüt treffenden Einflüsse und für moralische Einwirkung in höchstem Grade empfindlich. Der Kranke wird in seiner Sinnesart mehr geneigt, über sich nachzudenken und sein Gewissen zu erforschen. Er wird feinfühlicher. „Ihr seid glücklich und froh: wie sollt' ein Scherz auch verwunden, doch der Krankende fühlt auch schmerzlich die leise Berührung.“ Zu einer Krankenpflege gehört also auch ein verständiger Geist und ein warmes, tiefes Gemüt und inneres, wirkliches Mitgefühl. Solche Eigenschaften lassen sich nicht anziehen, sondern sie müssen angeboren sein. Der Krankenpfleger hat demjenigen, der fern von seiner Familie in einer Anstalt verpflegt wird, seine Angehörigen zu ersetzen, er muß geduldig die Herzensergießungen der Leidenden über sich ergehen lassen. Der Krankenpfleger ist daher kein Dienstpersonal in dem üblichen Sinne, kein Handlanger, der dem Kranken in seinen rein körperlichen Bedürfnissen unterstützt; er darf weder ein Egoist wie Materialist in dem Sinne sein, daß er sein eigenes Wohl in allererste Linie stellt, er opfert sich im Dienste der Humanität, ohne bei jeder Handlungsweise die Paragraphen seiner Dienstinstruktion in Frage zu ziehen, ob das, was der Augenblick zum Wohle der Kranken erfordert, nicht etwa die Grenzen der ausbedungenen Arbeit überschreitet; und ob nicht etwa im Verhältnis zum Lohne zu viel beansprucht werde. Die wichtigen Imponderabilien der Herzengüte, Nachsicht, Milde, Opferwilligkeit finden wir am häufigsten, wenn auch durchaus nicht etwa ausschließlich bei Leuten mit religiösem Empfinden, und so ist auch ihr

Angebot für die Dienste der Krankenpflege das Wichtigste und Wertvollste.

Die Krankenpflege ist kein Beruf, der als rein gewerbliches Unternehmen aufgefaßt werden kann; wer als Pfleger nicht mehr zu tun versteht, als seine Dienstinstruktion, manuelle Handreichungen zu erschöpfen, ist eine verfehlte Existenz.

### Rekonvaleszentenanstalten und Heilstätten.

Zwischen Krankheit und voller Gesundheit vergeht mehr oder minder lange Zeit, bis die Kräfte im alten Maße zurückerobert sind — die Rekonvaleszenz.

Die Rekonvaleszenten haben, dort, wo sie in Gemeinschaft mit den übrigen Kranken bleiben, keinen gesundheitsförderlichen Aufenthalt. Sie sind noch beständig den Gefahren der Übertragung von Krankheiten ausgesetzt; das Zusammensein mit Kranken wirkt psychisch ungünstig ein. Die Aufgabe des Arztes ist an ihnen zum Abschlusse gebracht; gute Ernährung, frische Luft tragen allein zur definitiven Genesung bei. Die Überfüllung der Krankenhäuser zwingt dazu, die Patienten bzw. Rekonvaleszenten vielfach zu frühzeitig zu entlassen. Vielen derselben mangelt es aber dann an häuslicher Pflege, sie schleppen sich deshalb, abgestoßen von der eigenen öden Hauslichkeit, zur Arbeit. Die volle Genesung wird weiter hinausgeschoben; wenn ein solcher Halbinvalid aber keine Arbeit bekommt, so kann ihn das sozial oft sehr schwer treffen.

Auch hygienische Gründe weisen sogar darauf hin, die Geheilten möglichst bald aus den Anstalten zurückzuziehen. Einerseits ist die Disziplin unter den Rekonvaleszenten schwieriger aufrecht zu erhalten, die überstandene Krankheit stimmt sie froh, ja übermütig, es müssen daher für sie besondere Einrichtungen getroffen werden, um die Schwerkranken vor Störungen zu bewahren.

Die Lage der Entlassenen aber gestaltet sich oft bedauernswert. Sie haben zwar das Anrecht auf Unterstützung und erhalten die Hälfte ihres Taglohnes aus den Kassen. Bei Familienvätern geht diese Unterstützung auf für die Erhaltung der Familie, für die eigentliche persönliche Verpflegung bleibt wenig übrig. Einzelstehende, Schlafgänger u. s. w. haben keine rechte Unterkunft und verbummeln ihre Zeit in dem Wirtshause. So dauert es oft ziemlich lange, ehe sie wieder zu Kräften und zur Arbeit kommen.

Diese Lücke in unserem Krankenhauswesen kennt man schon lange und die Stimmen, die für Rekonvaleszentenanstalten oder Genesungsheime laut geworden, haben auch gelegentlich einen günstigen Widerhall gefunden. Schon Mitte des 17. Jahrhunderts bestanden Einrichtungen dieser Art in Frankreich, und in den Fünfzigerjahren des vergangenen Jahrhunderts wurden zwei große Genesungsheime, eines in Vésinet zu 400 Betten und eines in Vincennes zu 500 Betten errichtet. Auch England besitzt einige Anstalten. In Deutschland hat namentlich Ziemßen die Notwendigkeit dieser Anstalten betont. An Genesungsheimen sind mindestens zwei verschiedene notwendig, einmal solche für Kinder und dann für Erwachsene. Nach akuten Krankheiten, Ver-

letzungen, Operationen, bei Anämie, Bleichsucht, chronischen Magenleiden ist besonders Gelegenheit, eine Nachkur in dem Genesungsheime eintreten zu lassen. Sie sind aus ärztlichen, hygienischen, administrativen und sozialen Gründen unentbehrlich. Der Hauptwert liegt in guter Verpflegung und in dem Aufenthalte in guter Luft und ruhiger Umgebung.

Die bisher errichteten Anstalten sind fast alle wohlthätige Stiftungen, auch die Ortskrankenkassen fangen an, derartige Einrichtungen zu treffen. Frankfurt, Berlin, München, Köln, Leipzig, Straßburg, Breslau, Chemnitz und andere Orte haben den Gedanken aufgenommen. Aber noch immer läßt die Ausführung, was ihre Ausdehnung anlangt, manches zu wünschen übrig, und es erscheint dringend notwendig, daß dieser Frage wieder ein größeres Interesse zugewandt wird. Der Bedarf an Krankenanstalten, der in erster Linie befriedigt werden muß, hat offenbar zunächst die Frage der Genesungsheime etwas zum Stillstand gebracht.

Im allgemeinen war man der Meinung, die Gründung solcher Anstalten der freien Vereinstätigkeit zu überlassen; indes haben die Krankenkassen, wie erwähnt, bereits in mehreren Fällen kräftig eingegriffen, und auf ihre weitere Tätigkeit wird man in vielen Fällen zunächst die Hoffnung auf eine günstige Entwicklung der Genesungsheime gründen.

Was für die Notwendigkeit von Genesungsheimen für den Erwachsenen gilt, trifft in noch höherem Maße für die kleinen Patienten der Krankenanstalten, die Kinder, zu. Gerade bei ihnen verspricht der Aufenthalt im Genesungsheime die schönsten Früchte. Kommen die Kinder eben geheilt gleich wieder in die Familie zurück, so kommen sie auch unmittelbar wieder unter die schlechten hygienischen Verhältnisse.

Die Rekonvaleszenten — aber keine chronisch Kranken — sollen in diesen aufgenommen werden; die Anstalten sind tunlichst in gesunder Umgebung anzulegen, umgeben von Wald, so daß ein möglichst intensiver Naturgenuß ermöglicht wird. Die Rekonvaleszenten bedürfen nur eines geringen Pflegepersonals, weil manche derselben, um ihre Kräfte wieder zu üben, da und dort in dem Hausbetriebe mit Hand anlegen können. Sie bedürfen einer reichlichen Kost, einer vollen Kost mit Zulagen, und diese wird natürlich stets teurer zu stehen kommen als eine Durchschnittskrankenkost. Während des Aufenthaltes in der Rekonvaleszentenanstalt ist den Personen auch Gelegenheit gegeben, sich wieder um Arbeit umzusehen. In Deutschland und in der Schweiz bestehen seit vielen Jahren solche Anstalten.

Für Tuberkulöse sind in den letzten Jahren in allen Staaten des Reiches und vielfach im Ausland besondere Heilstätten errichtet worden. Dieselben werden in geeigneter Lage erbaut und sind mit allen Vorkehrungen versehen, welche eine erfolgreiche Behandlung der chronisch Kranken erforderlich macht.

### Krankentransport.

Der Krankentransport bedingt in großen Städten die beständige Gefahr der Verschleppung von Krankheitsstoffen mit den Transportmitteln. Der Transport ist dem Belieben des einzelnen überlassen. Sessel-

träger und Tragkörbe umfassen meist die ganze öffentliche Fürsorge für den Krankentransport.

Ein gutes Transportmittel ist im Interesse des Kranken erforderlich; bei vielen Verletzungen verursacht ein schlechter Transport Schmerzen, bei Frakturen bohren sich die Knochen in und durch die Weichteile, bei Gehirnerschütterungen kann der Transport in Droschken u. dgl. geradezu den Tod herbeiführen.

Der Krankentransport muß eine neue Organisation erhalten; es müssen Wagen geeigneter Konstruktion angeschafft werden, in ihnen findet der Kranke zugleich mit einem Wärter Aufnahme. Unbedingt nötige Medikamente enthält jeder derartige Wagen. Er ist beleuchtet, im Winter beheizbar. Die Stöße werden durch Federgehänge und durch Gummiräder ganz abgeglichen. In ihrem Äußern sollen solche Wagen möglichst wenig auffällig sein. Für ansteckende Kranke bestehen die Wagen in ihrem Innern nur aus Eisenblech, um die Desinfektion zu erleichtern. Die Wagen sollen von einzelnen in der Stadt eingerichteten Stationen jederzeit telegraphisch herbeigerufen werden können. Der Krankentransport ist bereits in mehreren Großstädten musterträchtig eingerichtet (Hamburg). Die Kranken können ohne Schaden 10—12 km weit mit Ausschluß weniger Fälle transportiert werden. Bei einem geordneten Transportwesen unterliegt es keiner Schwierigkeit, die Krankenhäuser vor die Städte zu legen; nur etwa 5% aller Kranken erfordern einen besonders überwachten Krankentransport.

Die Platzfrage läßt sich in einem freien Gelände vor der Stadt leicht besser regeln wie innerhalb des Stadtgebietes; erfahrungsgemäß erwachsen dort, wo für angemessene Verkehrsmittel nach der Stadt gesorgt wird, keine Schwierigkeiten für den Verkehr des Kranken mit den Angehörigen.

### Regulierung der Aufnahme in die Spitäler.

Das schnelle Wachsen vieler Großstädte fördert zugleich mit der zunehmenden Zentralisierung des Hospitaldienstes und dem Baue von großen Krankenhäusern einen schwer empfundenen Übelstand zu Tage. Der Transport von Schwerkranken mittels besonderer Krankenwagen kommt nur für einen Teil der das Krankenhaus aufsuchenden Kranken in Betracht. Man hat Anhaltspunkte dafür, daß nur etwa 5—6% der Patienten eines speziellen Krankentransports bedürfen, während 94—95% ohne Gefährdung des Publikums und der eigenen Person sich beliebiger Verkehrsmittel bedienen können. Der Weg wird daher zumeist zu Fuß zurückgelegt; in unseren Großstädten liegt das nächste zur Aufnahme geeignete Spital oft 4, 6 und mehr Kilometer weit ab. Der Kranke langt also oft in seinen Kräften recht erschöpft im Krankenhause an. Wenn er aber gehofft hat, sofort aufgenommen zu werden, so täuscht er sich namentlich in der Winterszeit und jener Periode des Spätherbstes, wo ein großer Krankenstrom nach den Spitalern sich ergießt, aufs bitterste. Kein Platz vorhanden, kein Bett frei, heißt es, und so muß er sich weiter vor die Tore eines anderen Krankenhauses schleppen, und oft ist auch dieses noch nicht das Ende des Wanderns.

In Anbetracht dieser Mißstände müssen in den Großstädten in jenen Stadtgegenden, welche weit von Krankenanstalten abliegen, Meldestationen für Kranke errichtet werden.

Eine solche Meldestation, aus wenigen Zimmern bestehend, würde ständig mit einem Arzt besetzt sein. Bei geordnetem zentralisierten Krankentransport ließen sich zugleich ein paar Krankenträger hier stationieren. Die Meldestation soll in telephonischer Verbindung mit allen Krankenanstalten der Stadt stehen und Auskunft geben, wo und wie viele Betten frei sind.

Der Hilfebedürftige würde sich, anstatt wie bisher viele Kilometer weit zu wandern, um zu erfahren, daß er, obschon krank, doch keine Aufnahme im Krankenhause finden kann, seiner nächsten Meldestation zuwenden. Der Arzt untersucht ihn dort und rät ihm ab, in das Krankenhaus zu gehen, weil auch ohne die Spitalbehandlung die Genesung leicht zu erreichen sei, oder er findet, daß die gründlichste Behandlung not tut, und erteilt daher Auskunft, in welchem Krankenhause der Patient mit Bestimmtheit Platz finden werde. Ist der Fall noch schwerer, so kann der Arzt den Patienten in der Meldestation behalten, bis der Krankentransport zu Hilfe gerufen ist, um die Überführung nach dem Krankenhause zu bewerkstelligen. Wird sich die schleunige Ausführung einer Operation empfehlen, so kann gleichfalls von der Meldestation die Nachricht weitergegeben werden, so daß zur Zeit des Eintreffens des Patienten in der Anstalt alles zur schnellsten Hilfe bereit ist.

### Verlegung der großen Krankenanstalten vor die Städte.

Die Krankenhäuser befinden sich zumeist im Innern der Stadt, oft in den allerältesten Quartieren und von allen Teilen der Stadt, ja auch vom Landkreise liefert man jene Tausende ein, welche jahraus jahrein hier genesen sollen. Dieses Widersinnige des Verfahrens hat man schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts erkannt und Abhilfe erstrebt, aber alle möglichen haltlosen Gründe hat man immer wieder ins Feld geführt, um an dem alten System festhalten zu können.

Die unangenehmen Konsequenzen, welche sich aus der Beibehaltung der Krankenanstalten im Zentrum der Städte ergeben, hat niemand schwerer empfunden als Paris. Als im Jahre 1771 das Hotel Dieu, das alte sogenannte Musterkrankenhaus, abbrannte, beriet man sofort über einen Neuersatz. Von Le Roy wurde ein Entwurf vorgelegt. Unter den Verbesserungsvorschlägen war auch der von Tenon beachtenswert, welcher das neue Hotel Dieu vor der Stadt Paris erbauen und in der Stadt nur kleine Stationen für schwer zu transportierende Kranke belassen wollte.

Durch Ranke aller Art kamen diese Projekte zu Fall; das Krankenhaus blieb inmitten der Altstadt, und später hat man sogar noch weitere große Krankenanstalten, wie Lariboisière u. s. w., hier untergebracht, allerdings unter großen Schwierigkeiten, denn Grund und Boden waren teuer geworden und der Grundstückswert zwang zu möglicher Ausnützung der Bodenfläche.

Diese Maßregeln haben sich nicht nur für die Kranken als schädlich erwiesen, sie haben sich mit der Zeit an den Staatsfinanzen bitter gerächt. Nach ein paar Jahren wurden immer wieder Umbauten, Vergrößerungen und Verbesserungen nötig. Nach

Rochard hat alles in allem Lariboisière 10·4 Millionen Franken und Hotel Dieu etwa 60 Millionen Franken verschlungen, beide zusammen also 70·4 Millionen.

Dafür hätte man 16 einfache Spitäler außerhalb der Stadt à 500 Betten und 24 Aufnahmospitäler in der Stadt für nicht transportable Kranke à 100 Betten mit einem Kostenaufwand von 51·4 Millionen erbauen können, und 16 Millionen Überschuß hätten zum Teil für die Organisation des Krankentransportes Verwendung finden können. Wie es hier in Paris ging, so wird es schließlich in manchen analogen Fällen auch außerhalb Paris sich zeigen, daß die Beibehaltung der großen Krankenhäuser im Innern der Stadt finanziell vom Übel ist.

Die alte Methode der Belassung von Krankenhäusern im Zentrum der Stadt bietet nicht einmal für die Bewohner der großen Städte selbst einen Gewinn, denn die Städte wachsen eben allmählich von den Krankenhäusern weiter weg. Die Patienten haben immer weitere Wege von der Peripherie der Stadt nach dem Zentrum zurückzulegen, während bei zweckentsprechender Verlegung der Anstalten nach der Peripherie zu eben der umgekehrte Weg zurückzulegen ist, während die Anstalt selbst in sanitärer Hinsicht nur gewinnt.

Für solche Hilfsanstalten der Krankenhäuser, die, wie gesagt, vor die Städte, ins Freie gehören, haben sich neuerdings noch weitere Bedürfnisse geltend gemacht. Jeden Winter beginnt die Hochflut der Tuberkulösen nach den Krankenanstalten, man muß verlangen, daß sie dort in getrennten Abteilungen oder Zimmern in einer Weise verpflegt werden, welche die Gefahr einer Übertragung der Tuberkulose auf andere Kranke ausschließt. Aber ein allgemeines Krankenhaus kann nicht in dem Maße Unterkunft bieten, wie es für die große Zahl dieser Kranken nötig ist. Nun haben wir freilich in den Heilstätten für Tuberkulose eine Hilfseinrichtung, aber nur für Leichtkranke, deren Heilungschancen die günstigsten sind. Die Schwerekranken, zum Teil solche, die eine nennenswerte Besserung überhaupt nicht mehr finden und invalide sind, und diejenigen, welche einer temporären Linderung ihrer Leiden entgegengehen, gehören nicht in die Krankenhäuser der Städte, sondern für diese sollten besondere Krankenanstalten vor den Städten eingerichtet werden.

So wird also allem Anscheine nach wenigstens bei großen Städten die Differenzierung in dem Krankenhausbau eine immer weiter schreitende sein müssen.

Die Gründe, welche man häufig gegen die Verlegung eines größeren Krankenhauses geltend macht, sind durchwegs nicht stichhaltig und durch die Erfahrung solcher Städte, welche sich zu dieser Neuerung entschlossen haben, widerlegt.

Die letztere erscheint uns nur dort berechtigt, wo ein allen modernen Anforderungen entsprechender Krankentransportdienst eingerichtet ist; dann aber zeigt die Erfahrung, daß ein Hindernis für die Einlieferung von Kranken auf Wegstrecken von 10 bis 12 km nicht besteht. Ebenso wenig bietet sich in Großstädten, welche über billige Verkehrsmittel verfügen, eine Schwierigkeit für die Besuche seitens der Angehörigen. Die in poliklinischer Behandlung stehenden Patienten müssen oft Wochen hindurch täglich Wegstrecken von vielen Kilometern machen, um die betreffenden Anstalten zu erreichen. Hamburgs allgemeines Krankenhaus zu Eppendorf liegt weit vor den Toren der Stadt. Erfahrungen eines Jahrzehnts haben denen recht gegeben, welche im Interesse der Kranken für den Bau in frischer und gesunder Luft ihre Kraft eingesetzt haben.

Literatur: Tenon, Mémoires sur les hôpitaux, Paris 1780; 1788. — Miss Nightingale, Hospitäler, Berlin 1867. — Böhm, Über Krankenhäuser, Wien und Leipzig 1882. — Degen, Krankenanstalten, *ibid.* — Rubner, Erfahrungen über den Bau und Betrieb von Krankenhäusern, 1891. — Derselbe, Leitende Grundsätze für die Anlage von Krankenhäusern u. s. w., Berlin 1894. — Derselbe, Vierteljahrschrift für gerichtliche Medizin 1896, p. 375. — Pütter und Kayserling, Die Errichtung und Verwaltung von Ankunfts- und Fürsorgestellen für Tuberkulose, 1905. — Feis, Die Walderholungsstätten und ihre volkshygienische Bedeutung, 1905.

---

**Z BIBLIOTEKI**  
c. k. kursu naukowego gimnastycznego  
**W KRAKOWIE.**

## Zehnter Abschnitt.

# Gewerbehygiene.

### Erstes Kapitel.

#### Nachteilige Einwirkung von Gewerbebetrieben auf die Nachbarschaft.

Das 19. Jahrhundert hat durch seine mannigfaltigen Erfindungen auf technischem Gebiete eine totale Umwälzung des Kulturzustands hervorgerufen. Verkehrseinrichtungen von ungeahnter Schnelligkeit sind entstanden, neue Beheizungs- und Beleuchtungsapparate erfunden worden, Stoffe, welche früher der Natur mühsam abgerungen werden mußten, stellen chemische Fabriken in beliebiger Menge aus den billigsten und verbreitetsten Materialien her, die Arbeitsleistung der Menschen ist durch die Dampfkraft teils zurückgedrängt, teils in anderen Formen nutzbar gemacht worden.

Mit der Ausdehnung von Gewerben und Industrien sehen wir teilweise mannigfaltige Gesundheitsgefahren neu auftreten, so bedeutend, daß sie überall das Interesse der Staaten hervorgerufen haben. Wenn man zwar schon früher an Abhilfe der Schaden von Seite der Gewerbebetriebe und an einen Schutz der Nachbarschaft gedacht hatte, so waren Maßregeln dieser Art nur recht unzureichende.

Gewerbe und Industrien können durch Lärm eine nachteilige Einwirkung auf die Nachbarschaft hervorrufen (Poch-, Hammerwerke, Mühlen, Schmieden); bisweilen durch üble Gerüche (Abdeckereien, Knochensiedereien, Gerbereien, Feldbrandanlagen, Sodaäischer u. s. w.) sich oft in weitem Umkreise bemerkbar machen.

Außerst bedenklicher Natur ist die Rauchbelastigung; überall, wo große Mengen von Stein- und Braunkohlen verbrannt werden, tritt sie hervor. Man hat die verschiedenartigsten Mittel versucht, sie aus der Welt zu schaffen. Die vorgeschlagene Vermeidung von Kohlen und Braunkohlen als Brennmaterial ist undurchführbar. Anthrazit, Koks, Holz liefern wenig schädlichen Rauch, sind aber nicht in einer für die Industrien zureichenden Menge zu gewinnen. Bei größeren Kesselheizungen kann ein gutes Heizpersonal neben zweckmäßiger Anlage der Heizung die Rauchbelastigung sehr vermindern. Sollten übrigens selbst

die Gase rauchfrei aus den Essen entweichen, so sind sie damit nicht unschädlich. Sie enthalten noch meist reichliche Mengen schwefliger Säure, die von den Kohlen herrühren; manchmal noch viel schlimmere Produkte, Flugstaub von Arsen, Quecksilber und Salzsäuredämpfe u. s. w., je nach dem Betriebe. Gilt es, fremde Beimengungen möglichst auszuschließen, so müssen die Rauchgase am besten durch Türme, welche mit Koks, der mit Wasser überrieselt wird, gefüllt sind, getrieben werden (siehe Sodafabrikation).

Gewerbe und Industrien tragen am häufigsten zur Flußverunreinigung bei, indem sie den öffentlichen Wasserläufen die Abwässer des Betriebes zuströmen lassen. Wie durch die Flußverunreinigung oft ganzen Gebieten die freie Benützung öffentlicher Wasserläufe unmöglich gemacht werden kann, so unterbindet der Bergbau die Versorgung mit frischem Trinkwasser in der allerbedenklichsten Weise, indem er Quellen zum Versiegen bringt. Die zahlreichen Dampfkesselanlagen sind ständige Gefahren für Explosionen, wie auch die immer mehr ausge dehnten Anlagen zur Bereitung von Sprengmaterialien solche sind.

Die Sammlung von Knochen, Lumpen u. dgl. häuft eine Unsumme sanitär bedenklichen Materials.

Die Schäden durch Gewerbebetrieb sind also bedeutende und betreffen so sehr die Allgemeinheit, daß in den verschiedenen Staaten längst die Gesetzgebung mit dem Bestreben um Abhilfe sich hat befassen müssen.

Die Mittel und Wege, welche gewählt wurden, sind in den einzelnen Staaten verschieden; teils gesetzliche Bestimmungen, teils Polizeiverordnungen hemmen die Willkür in der Anlage von Stätten zu Gewerbe- und Fabrikbetrieb.

In manchen Fällen garantiert vielleicht der erforderliche Befähigungsnachweis, daß ein ordnungsmäßiger Betrieb des Gewerbes stattfindet; doch ist die Konzessionierung des Gewerbes freilich wohl das schwächste Mittel in hygienischer Hinsicht.

In solchen Fällen ist die Erlaubnis zur Anlage von Gewerbestätten und Fabriken von Seite der Behörde besonders zu erholen. Im allgemeinen sind die in der deutschen wie österreichischen Gewerbeordnung zum Schutze des Publikums erlassenen Bestimmungen nahe übereinstimmend.

Die Genehmigung von Betriebsanlagen ist bei allen Gewerben, welche durch die örtliche Lage oder die Beschaffenheit der Betriebsstätte für die Besitzer oder Anwohner erhebliche Nachteile, Gefahren oder Belästigungen herbeiführen können, notwendig. Wenn keine Einwendungen von seiten Beteiligter gemacht werden, hat die Behörde selbst zu prüfen, ob die Anlage nicht erhebliche Gefahren, Nachteile oder Belästigungen für das Publikum mit sich bringt.

Als derartige Anlagen betrachtet die deutsche Gewerbeordnung:

Schießpulverfabriken, Anlagen zu Feuerwerkerei und zur Bereitung von Zündstoffen aller Art, Gasbereitungs- und Gasbewahrungsanstalten, Anstalten zur Destillation von Erdöl, Anlagen zur Bereitung von Braunkohlenteer, Steinkohlenteer und Koks, sofern sie außerhalb der Gewinnungsorte des Materials errichtet werden, Glas- und Rußhütten, Kalk-, Ziegel-, Gipsöfen, Anlagen zur Gewinnung der Rohmetalle, Rostöfen, Metallgießereien, sofern sie nicht bloße Tiegelgießereien sind, Hammerwerke, chemische Fabriken aller Art, Schnellbleichen, Firnisiedereien, Stärkefabriken, mit Ausnahme von Fabriken zur Bereitung der Kartoffelstärke, Stärkesirupfabriken, Wachstuch-, Darmsaiten-, Dachpappen-, Dachfilzfabriken, Leim-, Tran-, Seifensiedereien, Knochenbrennereien, Knochenarran, Knochenkochereien und -Bleichereien, Zubereitungsanstalten für Tierhaare, Talgschmelzen, Schlächtereien, Gerbereien, Abdeckereien, Poudrette- und Dünger-

fabriken, Stauanlagen für Wassertriebwerke, Hopfen-, Schwefeldörren, Asphaltkochereien und Pechsiedereien, sofern sie außerhalb des Ortes der Gewinnung errichtet werden, Strohpapierfabriken, Darmzubereitungsanstalten, Fabriken, in welchen Dampfkessel und andere Blechgefäße durch Vernieten hergestellt werden, Zellulosefabriken.

Ist auch die Zahl der beaufsichtigten Betriebsanlagen bereits eine sehr große, so wären doch unzweifelhaft noch manche andere Betriebe hier aufzunehmen.

## Zweites Kapitel.

### Gesundheitliche Wirkungen des Wohlstands.

#### Die Hilfsursachen der Berufskrankheiten.

Die Arbeitsteilung, welche auf allen Gebieten menschlicher Tätigkeit herrscht, weist jedem tauglichen Gliede der Gesellschaft eine gewisse Berufstätigkeit zu; eine spezielle Ausbildung verschafft uns die nötige Fertigkeit und Sicherheit in der Ausübung derselben. Jeder Beruf ist eine einseitige Tätigkeit, sei es des Gehirnes oder der Muskeln; er pflegt dem Menschen seinen besonderen Stempel aufzudrücken. Schneider, Schmiede, Schuster zeigen bestimmte Gewerbeeigentümlichkeiten; Körperkraft, Bewegungsart sind bei ihnen typisch verschieden. Die einseitige gewerbliche oder Berufsübung erzeugt aber nicht nur diese allbekanntesten Eigentümlichkeiten, sondern sehr häufig eine etwas versteckter liegende Beeinflussung der Gesundheit. Die gewerblichen Schädigungen des Handwerkes hat man früher nur wenig betrachtet, sie vielmehr nur unter dem allgemeinen Begriffe Krankheit des niederen Volkes umfaßt. Aber schon zu Ende des 17. Jahrhunderts hat Ramazzini in einem Buche „De morbis artificum diatribe“ die Gewerbekrankheiten einer besonderen Beachtung zugeführt.

Das Interesse an dem Studium der Berufserkrankungen hat sich verhältnismäßig erst spät zu einem warmen, zur Abhilfe bereiten gestaltet. Der Gewerbebetrieb vor dem 19. Jahrhundert ist eben in vielen Dingen wesentlich anderer gewesen als späterhin. Die Ausdehnung der Industrien, welche die Erfindung der Kraftquelle des Dampfes und die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse in unmittelbarem Gefolge hatte, war eine ungeheure, absorbierte täglich neue Kräfte und brachte eine totale Veränderung der ganzen Lebensweise eines großen Teiles der Bevölkerung hervor.

Der Fabrikbetrieb — der auch die Änderung des Handwerksbetriebes mit sich führte — sammelt eine große Menge von Leuten an den Arbeitsstätten, entlohnt sie an Geld und überläßt es ihnen, nach Belieben für Nahrungs- und Wohnungsbedarf u. s. w. zu sorgen. Im Fabrikbetriebe finden viele Schwächlinge ihr Unterkommen, da die schwerere Arbeitsleistung durch Maschinen geleistet und von den Beschäftigten oft nur geringe Arbeitskraft, wohl aber Geschicklichkeit gefordert wird. Immer mehr haben sich die Ansprüche an die Arbeitszeit gesteigert, während die Konkurrenz die Löhnung geringer machte;

die männlichen Arbeiter waren wegen ihres höheren Lohnes nicht einmal mehr willkommen, Frauen und Kinder wurden vorgezogen. Die Fabriken und Industrien erzeugten ein so jammervolles Proletariat, daß man sich endlich entschloß, den in so bedrückter Lage lebenden Mitbürgern von Staats wegen Hilfe zu bringen und Schutz zu verleihen.

Der Arbeiterschutz hat sich erst später als der Schutz der Nachbarschaft gegen schädliche Einwirkungen der Fabriken entwickelt.

Die Einseitigkeit jedes Berufes ist sicherlich nichts die Gesundheit Förderndes, sei es nun, daß man sich mit körperlicher oder geistiger Arbeit beschäftige; die einzelnen Berufsklassen sind aber offenbar in ihrer Gesundheitsschädigung von höchst ungleicher Dignität.

Die Handwerker und Industriearbeiter gelten vielfach durch ihren Beruf für besonders gefährdet; in starker und erschöpfender Anspannung ihrer Muskeln müssen sie bisweilen unter den schwierigsten Verhältnissen ihre Tätigkeit ausüben. Doch ist es nicht leicht, genau an der Hand der Morbilitäts- und Mortalitätsziffern die Nachteile der einzelnen Berufszweige zu verfolgen. Die einzelnen Gruppen der Berufe lassen sich ohne weiteres gar nicht statistisch vergleichen. Wir sehen in der Auswahl der Gewerbe sich bereits eine Selektion der Menschen vollziehen; der Muskelschwache wird nie Schmied und ein kräftig Gebauter und gut Entwickelter kaum Schneider werden. Und so verteilen sich die Arbeiter je nach den Anforderungen, welche die Betriebe zu stellen pflegen. Ferner ist namentlich in manchen Industrien die Beteiligung von Frauen und Kindern bisweilen eine sehr bedeutende, wodurch an sich die Krankheits- und Sterblichkeitsziffer sich ändern muß. Selbst nach dem Alter scheiden sich die Erwachsenen bei den Betrieben.

Die gesundheitlichen Schäden jedweden Berufes oder Gewerbes setzen sich aus zwei Ursachen zusammen, die man nicht genug beachten und trennen kann:

1. Aus der durch die Erwerbsverhältnisse bedingten Lebenshaltung;
2. aus der spezifischen Berufsschädigung.

### Einfluß des Wohlstands.

Nicht nur bei Fabrikarbeitern, Handwerkern, sondern bei einem großen Teile der Bevölkerung haben die Erwerbsverhältnisse einen großen Einfluß auf das Wohlbefinden und die Gesundheit, insofern von diesen die ganze Lebensführung mit abhängig ist. Diese Momente sollten, soweit es geht, von der Einwirkung des Berufes getrennt behandelt werden. Der Mangel an Subsistenzmitteln macht vielfach die Erreichung gesunder hygienischer Lebensbedingungen unmöglich. Der mangelnde Wohlstand mag in folgendem kurzweg als Pauperismus bezeichnet werden.

Der Pauperismus erscheint vielen als die notwendige Folge des Kampfes um das Dasein und unvermeidbar; die Hygiene hat, soweit ihre Einwirkung reicht, die Bekämpfung des Pauperismus als Teil ihrer Ziele zu betrachten.

Ende der Achtzigerjahre wurden in ganz Deutschland 1,592.386 Personen als „Arme“ aus öffentlichen Mitteln unterstützt. Die Armut war entstanden:

infolge von Krankheit in . . . . .	30·3 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	der Fälle
„ „ Tod des Ernährers in . . . . .	18·1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	„ „
„ „ Altersschwäche in . . . . .	14·8 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	„ „
„ „ Gebrechen in . . . . .	12·4 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	„ „
„ „ Arbeitslosigkeit in . . . . .	6·0 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	„ „
„ „ Trunk und Arbeitsscheu in . . . . .	3·4 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	„ „
„ „ sonstigen Ursachen in . . . . .	15·0 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	„ „

Die Krankheit im weiteren Sinne des Wortes ist also immer noch eine Hauptursache der Verarmung.

Sehr häufig fehlt es an der richtigen Befriedigung der hygienischen Bedürfnisse, weil man die wahren und richtigen Bedürfnisse gesunden Lebens nicht kennt, zum Teil liegen wirtschaftliche Fehler vor, indem man die Einkünfte nicht rationell verwendet. Das letztere ist gar nicht selten bei durchaus nicht Unbemittelten der Fall, indem für unnötigen Aufwand, für allerlei Luxus zu hohe Ausgaben gemacht werden. Alles, was also auf eine gesunde Finanzwirtschaft in der Familie hinwirkt, hebt auch die Möglichkeit, die körperliche Gesundheit zu fördern. Die Förderung der Gesundheit ist aber ihrerseits eine „Sparanlage“ ersten Ranges, denn nichts trägt so sehr zum Verfall der Familie bei als Krankheit und Erwerbsunfähigkeit.

Sehr lehrreich über die Verwendungsweise des Einkommens sind folgende Zusammenstellungen:

	Prozentverhältnisse unter den Ausgaben		
	einer bemittelten Arbeiterfamilie	einer Familie des Mittelstands	einer Familie des Wohlstands
Nahrung . . . . .	62·0	55·0	50·0
Kleidung . . . . .	16·0	18·0	18·0
Wohnung . . . . .	12·0	12·0	12·0
Heizung, Beleuchtung . . . . .	5·0	5·0	5·0
Erziehung, Unterrichts-, Gesundheitspflege, persönliche Dienstleistung . . . . .	5·0	10·0	15·0

95·0 }      90·0 }      85·0 }

Die Hauptausgaben sind allemal die für die Ernährung, sie werden relativ um so geringer, je bemittelter die Familie. Bei 260—380 Mark Einkommen gehen für die Ernährung 73—71% auf, bei 3000 Mark Einkommen nur mehr 57%.

Die krassesten Folgen der Nahrungsentziehung sieht man auch in den großen Zentren glücklicherweise nur in beschränkter Zahl; das Ostende Londons liefert aber jährlich mehrere Fälle, in welchen Personen mangels der Subsistenzmittel an Hungertod sterben. Es ist nicht gerade die plötzliche und volle Entziehung der Nahrung, sondern ein Tod durch partielle Inanition, d. h. durch quantitativ ungenügende Kost. Sinkt die Zufuhr an Nahrungsstoffen unter eine gewisse Grenze, so wird von Tag zu Tag entweder Eiweiß oder Fett vom Körper abgegeben; bis aber der Organismus jene Reduktion erlitten hat, die früher als Chlossatsches Gesetz\*) benannt wurde, könne viele Monaten vergehen.

\*) Siehe oben unter Hungerzustand.

Die körperlichen Eigenschaften solcher Personen bestehen in dauernder Schwäche, Schweißausbruch bei geringen Arbeitsleistungen, andauernder Neigung zu Frost, tiefer Niedergeschlagenheit. Ist die Not nicht so hochgradig, daß quantitativ die zugeführten Nahrungsstoffe nicht mehr zur Erhaltung des Organismus hinreichen, so sieht man als ersten Ausdruck einer ärmlichen Kost den Mangel an Abwechslung eintreten. Ein Nahrungsmittel, meist Brot oder Kartoffeln, wird vorwiegend genossen; die voluminöse Kartoffelkost erzeugt den bekannten Kartoffelbauch, die Gewebe werden wässerig. Die „warme“ Kost wird auf ein Minimum reduziert.

Die Ernährungsschwierigkeit zwingt zu dem Ankaufe billiger, oft halbverdorbener Waren. Soweit animale Nahrungsmittel genossen werden, sind es zumeist minderwertige Fleischsorten, Pferdefleisch, Abfallfleisch, billige Wurstwaren, Kuttelflecke u. s. w. Zumeist leidet der Minderbemittelte an unzureichender Zufuhr von Eiweiß; daher ist auch der Muskelbestand — das Organ der Arbeitsleistung — erheblich reduziert. Überwiegend treten Kohlehydrate in der Kost auf.

Am leichtesten erhält sich der Mensch trotz kleinster Eiweißzufuhr noch bei Kartoffel-, Reis- oder Maisnahrung.

Die billigen und sehr voluminösen Nahrungsmittel leiden zumeist an schwieriger Resorbierbarkeit. Mit dem Schwinden der Muskulatur verliert der Mensch seine Arbeitsfähigkeit, er findet meist nur in wenig einträglichen Betrieben eine Verwendung.

Die Ernährung der niederen Bevölkerung ist keineswegs in allen Fällen einzig und allein schlecht, weil es an genügendem Erwerbe fehlt; sondern vielfach könnte mit den vorhandenen Mitteln mehr erreicht werden, wenn man die vorhandenen Nahrungsmittel zweckmäßiger verwenden wollte. Die Brotherstellung läßt in vielen Gegenden zu wünschen übrig. Der Pumpernickel, ein äußerst schlecht resorbierbares Nahrungsmittel, hält sich in der Volksernährung, die schlechten kleihaltigen Mehle desgleichen, die eiweißreichen und billigen Leguminosen werden unberechtigterweise vernachlässigt, das Fischfleisch, manchen anderen Fleischsorten nicht nachstehend, hält man für wertlos u. dgl. Die Kohlehydrate ließen sich recht oft durch äquivalente Mengen billiger Fette ersetzen und dadurch die Kost konzentrierter machen.

Der Pauperismus äußert seinen Einfluß auch bezüglich der Auswahl der Genußmittel; schon dadurch, daß Ware zweiter und dritter Qualität beschafft werden muß, begibt man sich des nötigen Anreizes zur Mahlzeit. Die Kost verliert an Schmackhaftigkeit, der rohe Trieb, den Hunger zu stillen, ermöglicht oft einzig und allein die Nahrungsaufnahme.

Abgesehen von den in den Speisen selbst sich findenden Genußmitteln, kann man als Volksgenußmittel den Tabak, Tee, Kaffee, Wein, Apfelwein, Bier und Branntwein bezeichnen.

Von den besseren Sorten wird der Minderbemittelte zu den oft in schamloser Weise gefälschten billigen Tabak-, billigen Tee, und Kaffeesorten getrieben, dann zu den Surrogaten, Zichorie, Feigenkaffee, Gesundheitskaffee u. s. w.

Der Pauperismus führt allmählich zum Verzicht auf das Bier, welches verhältnismäßig teuer ist, und führt den Herabgekommenen dem depravierenden Alkoholismus in die Arme. Der Schnaps ist

billig, das anregende Volum gering, er wird zum Begleiter bei der Arbeit; demjenigen, dem die warme Kost fehlt, ersetzt er durch das Wärmegefühl den sonst empfundenen Mangel. Er läßt die Sorgen vergessen, erhöht momentan die Behaglichkeit und erregt die Sinnlichkeit.

Wie der Pauperismus von Stufe zu Stufe zum Alkoholismus führt, so ist wohl noch häufiger der Alkoholismus die Ursache des Pauperismus, indem er Verschwendungssucht, Trägheit und Arbeitscheu sowie Krankheiten im Gefolge zu haben pflegt (siehe oben).

Der Pauperismus hinsichtlich der Ernährung läßt durch eine Reihe von Maßnahmen, an denen die Hygiene interessiert ist, sich bekämpfen:

1. Durch Verbilligung der Waren:

- a) Durch Konsumvereine, deren Gewinn dem Arbeiter zu gute kommt;
- b) durch Markthallen und Beseitigung des die Preise außerordentlich erhöhenden Kleinvertriebes;
- c) durch Volksküchen und Volkskaffeehäuser;
- d) durch Produktivassoziationen (Selbstfabrikation der wichtigsten Lebensbedürfnisse);
- e) durch Hinderung der künstlichen Preissteigerung durch Trusts.

2. Durch Erschließung neuer Hilfsquellen, Förderung von Ackerbau, Vieh- und Fischzucht und Herstellung künstlicher Nahrungsmittel.

3. Durch sanitätspolizeiliche Überwachung der Güte der Nahrungsmittel.

4. Ausbildung der Mädchen zur Herstellung einer einfachen und schmackhaften Kost, Belehrung über die Verwendung der Nahrungsmittel.

Ein zweiter, höchst bedeutungsvoller Übelstand, der die Gesundheit großer Teile, namentlich der städtischen Bevölkerung gefährdet und sie für die Schäden des Berufes empfindlicher macht, ist in der sogenannten Wohnungsnot zu suchen. Der hohe Preis guter Wohnungen zwingt den minderbemittelten Teil der Bevölkerung in ungeeignete und schlechte Wohnräume, in denen ungenügende Heizung und Lüftung oft die bedenklichsten sanitären Zustände schaffen; letztere sind freilich in den einzelnen Städten sehr verschieden. Zum großen Teile tragen die Schuld an schlechten sanitären Verhältnissen die Bauspekulation und die ungenügenden, ja schlechten Bauordnungen vieler Großstädte, die hohen Bodenpreise, die bisweilen 70% des gesamten Wertes eines Hauses bedingen.

Meist treten in Großstädten die massiven großen Gebäude in den Vordergrund. In Leipzig sind 75% aller Gebäude solche mit 4 Stockwerken, in Berlin 34%, Breslau 20%, Dresden 5%. Die billigen Wohnungen sind also die insanitären Keller- oder Dachwohnungen. Von den Wohnungen wird ein erheblicher Bruchteil zugleich zu gewerblichen Zwecken benützt, und zwar zwischen 12—26% in den verschiedenen Städten Deutschlands.

An sich geräumige Wohnungen werden durch Zimmervermietung, Kost- und Schlafgänger beengt ( $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$  aller Wohnungen). Besonders überfüllt pflegen in der Regel die Hintergebäude zu sein. Häufig fehlen in den kleineren Wohnungen die Küchen, so daß der

Inhaber genötigt ist, das Essen auswärts zu holen oder in Gasthäusern zu essen, auf Hilfsapparaten zu kochen oder bei anderen in Kost zu gehen. Ein sozialer Mißstand ist der häufige Wohnungswechsel, welcher die Wohnungspreise der kleinen Wohnungen, die verhältnismäßig teurer sind als die besseren und größeren Wohnungen, bis um 15% erhöht. Eine Wohnungsnot tritt oft akut hervor, wenn die Städte rasch wachsen und die Bauunternehmung nicht rasch genug folgen kann.

Die Wohnungen sind oft von ganz entsetzlicher Beschaffenheit, besonders die Kellerwohnungen, die Dachwohnungen und namentlich die nach den Höfen gelegenen Wohnungen. Die schlechten Quartiere sind reich an Krankheiten, namentlich an Infektionskrankheiten (Tuberkulose), sie beeinflussen die Gesamtmortalität in wesentlichem Grade. Aber nicht nur die hohe Mortalität hängt mit den schlechten Wohnungen zusammen, viele Halbinvalide, Invalide und dauernd Kränkliche haben sich ihre Gesundheitsschäden in den schlechten Wohnungen erworben. Die Überfüllung der Wohnungen ist eine so bedeutende, daß oft mehrere Familien in einem Zimmer wohnen. Außerdem werden noch Betten an Schlafburschen vermietet. Die Kindererziehung liegt unter solchen Umständen ganz danieder.

Die Wohnungsnot ist zu suchen:

a) In der schlechten Bauweise. Die Bauordnungen beschäftigen sich wesentlich nur mit der Regelung der Bauweise nach der Straße zu. Licht und Luft fehlt bei den Massenbauten für die Höfe. Die meisten Stadtbewohner wohnen nach den Höfen zu. Manchmal werden noch Kellerwohnungen zugelassen. Bei kleineren Wohnungen fehlen oft Heizanlage, Wasserleitung, Abort und Küche, bisweilen auch ganz die Anlagen für die Reinigung der Wäsche.

b) In der Wohnungszерtrümmerung. Gebäude, die sich für besser Situierte nicht mehr gut eignen, werden angekauft und einzelne Zimmer als „Wohnungen“ zu relativ sehr hohem Preise vermietet.

c) Die Wohnungen sind fast durchweg überfüllt, d. h. es wohnen mehr als fünf Personen in einem einfenstrigen Raume. In Großstädten werden über 74% aller Zimmer zum Schlafen benützt. Man nimmt an, daß eine Überfüllung vorliegt, wenn per Kopf der Bevölkerung (und zwei Kinder mit als ein Erwachsener berechnet) nur 10 m<sup>3</sup> Schlafräum oder im Wohnraume nur 20 m<sup>3</sup> geboten wird. Nach diesem Maßstabe beurteilt, kann man oft sagen, daß die Hälfte aller Bewohner einer Stadt insanitär untergebracht sei. In besser situierten Familien drängt man sich oft, ohne daß es nötig wäre, in enge Schlafstuben zusammen. In den Armenquartieren ist die Überfüllung oft derart, daß die menschliche Wärme oder die Wärme der Lampe u. dgl. als „Heizung“ fungiert.

d) Die schädlichen Wirkungen schlechter Wohnungen liegen weiter meistens in dem Mangel an Reinlichkeit. Boden und Wände, Hausrat und Bett starren oft von Schmutz. Faulheit, Mangel an Ordnung, zum Teil Beschränkung des Wasserkonsums durch die Hausbesitzer, Mangel an Abtritten, Waschküchen, spielen in der Verbreitung der Infektionskrankheiten eine wichtige Rolle.

Es ist ein unbedingtes Erfordernis der Volkswohlfahrt, daß auf dem Gebiete der Wohnungsnot Wandel geschaffen wird.

Die Bauordnungen haben für Städte energisch die „Zonenbildung“ ins Auge zu fassen; einzelne Stadtteile sollen dem Handel, andere den Wohnzwecken, wieder andere der Anlage von Fabriken dienen. Der Massenbau als allgemeines Bauprinzip sollte endlich einmal fallen gelassen werden. Offene Bauweise und der Villenbau oder das Einfamilienhaus müssen in den Vordergrund treten. Die sanitär bessere Bauweise braucht durchaus nicht teurer zu kommen als der schlechte Massenbau. Man wohnt in London billiger als in dem enggebauten Wien.

Der Preis der Wohnungen hängt wesentlich von dem Bodenpreise ab. Die Grundstückspekulation ist die Hauptursache der teureren Wohnungspreise. Wird von Anfang an das Gelände zu offener Bauweise bestimmt, so erreichen die Preise niemals die Höhe, als wenn Mietskasernen zugelassen werden. Der Grund im Umkreise einer Stadt sollte entweder von seiten der Gemeinde rechtzeitig der Spekulation entzogen werden, oder es wird, wie von mancher Seite betont ist, staatliches Eingreifen notwendig werden.

Die Bauordnungen haben dahin zu wirken, daß für die „Wohnung“ ein bestimmter Begriff festgesetzt wird. Z. B. hat man vorgeschlagen als Wohnung zu bezeichnen, wenn ein Wohnraum und eine Küche vorhanden ist, für zwei Wohnungseinheiten muß ein Abort und für mehrere Wohnungen eine Waschküche vorhanden sein. Die Mindestgrößen diese Räume müssen genau in der Bauordnung fixiert werden.

Billiger pflegen die Wohnungen in den „Vororten“ zu sein; man hat aber einmal die Kosten der Bahnfahrt und dann den Umstand in Erwägung zu ziehen, daß der Arbeiter, wenn er in einem Vororte wohnt, außerhalb der Familie seine Nahrung einnimmt, wodurch Mehrkosten entstehen. Es wird also das Bedürfnis nach „kleinen“ Wohnungen im Stadttinnern nicht zu leugnen sein. Die Wohnungsnot liegt also wesentlich insofern vor, als zu wenig „kleine Wohnungen“ gebaut werden.

Auf dem Lande bei billigem Bodenpreise läßt sich, wie die zahlreichen mit Fabriken verbundenen Arbeiterkolonien zeigen, der Villenbau oder auch das Einfamilienhaus leicht erreichen.

In bezug auf Arbeiterwohnungen hat das System der getrennten Wohnungen (Cottages) den entschiedensten Vorzug vor dem Kasernensystem. Doch ist in bezug auf die Bauart der Arbeiterwohnungen auch in England, woselbst in dieser Beziehung das meiste geleistet wurde, kein bestimmtes, immer gleiches Prinzip befolgt worden; im großen und ganzen hat man aber mehr kleinere Häuser mit Wohnung für eine oder nur wenige Familien als große Kasernenbauten errichtet. Die Einzelhäuser sind vielerorts in Gruppen gestellt, mit Schulen, Back- und Waschküchen in ihrer Mitte. In der Schweiz neigt man sich der Ansicht hin, die Errichtung von Arbeiterhäusern nicht selbst in die Hand zu nehmen, sondern den Arbeitern zu überlassen, ihnen aber die Anlage durch Darleihung von Geld zu niedrigstem Zinse oder auf andere Weise zu erleichtern und die rationelle Einrichtung durch Übermittlung guter Pläne zu empfehlen. Man halt dafür, daß auf diese

Weise die Tatkraft, Sparsamkeit und Beharrlichkeit des Arbeiters belebt werde.

Im Zusammenhange mit Fabriken sind in Deutschland wie Osterreich in ungemein vielen Fällen die Wohnungsverhältnisse der Arbeiterfamilien in recht zweckmäßiger Weise verbessert worden und namentlich hat man auch zu erreichen versucht, die Arbeiter zu Eigentümern der kleinen Gebäude zu machen. Je nach den lokalen Verhältnissen nimmt das Arbeiterwohnhaus auch einen verschiedenen Charakter an. Ein Beispiel eines Vierfamilienhauses gibt nachstehende Zeichnung (Fig. 239 u. 240).

In den Städten wird der Bau von Häusern mit kleinen, guten, billigen Wohnungen meist nicht von Unternehmern betrieben, aber es sind mancherlei Privatunternehmungen, besonders in England, entstanden, welche sich mit einem sehr mäßigen Gewinne genügen lassen und derartige Wohnungen herstellen. Die Peabodystiftung hatte 1894 5073

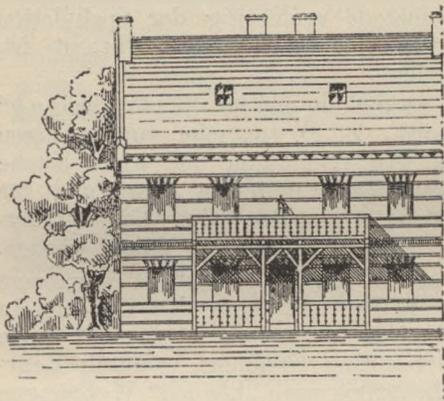
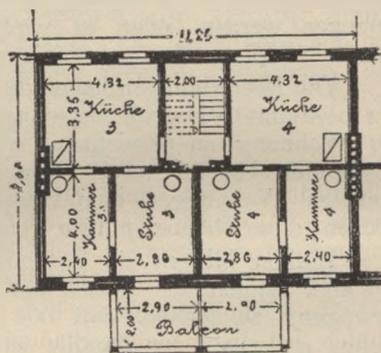


Fig. 239.



Obergeschoss.

Fig. 240.

kleine Wohnungen für Leute mit einem Durchschnittsverdienste von 24 Mark per Woche hergestellt, also für Lasträger, Speicherarbeiter, Boten, Näherinnen, Scheuerfrauen etc.

Solche Bauten werden wohl oder übel im Städtinnern immer den Charakter des Massenbaues tragen müssen. Bei vernünftiger Bauweise kann man aber die Übelstände solcher Bauten doch erheblich mindern.

Es gibt aber viele Personen, welche nicht so viel verdienen, um sich eine eigene Wohnung halten zu können, oder welche überhaupt so gut wie keinen Hausrat besitzen. In England wohnen solche Personen vielfach in den Common Lodging Houses, eine Art Gasthof für die Mindestbemittelten, doch wohnen hier auch ordentliche Leute und für längere Zeit. Die Einrichtung ist die folgende:

Im Erdgeschoße befinden sich Tagesräume zum Aufenthalte, Küche, Wasch- und Baderäume, Bedürfnisanstalten, ein Laden mit Lebensmitteln. In der Küche erhält jeder Feuer und Geschirr zum Kochen und jeder hat einen kleinen Raum, in welchem er seine Speisereste aufbewahren kann. Für beides wird 1 d gezahlt. Wasser zum Reinigen der Kleidung und Wäsche wird unentgeltlich abgegeben. In

den oberen Geschossen befinden sich die Nachtquartiere (3 bis 6 d für die Nacht, jede 7. Nacht ist gratis), kleine, durch hölzerne, nicht bis zur Decke reichende Verschlage abgeteilte Kammern. Sie enthalten Bett und Stuhl.

Das Common Lodging House ist nur ein Auskunftsmittel, das aber nie ganz entbehrt werden kann. Es wird zu hoffen sein, daß allmählich viele dieser Personen, welche das Lodging House frequentieren, in bessere Verhältnisse gelangen. Es bietet aber gegenüber den sonstigen Armenwohnungen den außerordentlich wichtigen sanitären Vorteil, daß jeder Mensch sein eigenes Bett in diesen Häusern erhält.

Ein sanitärer Übelstand sind vielerorts die „Schlafstellen“; für minderbemittelte, allein stehende Personen dienen meist „Familien“, welche „Schlafstellen“ vermieten, als Unterkunftsstätte. Für die Massenunterkunft dienen Schläferherbergen, welche oft ungemein mangelhaft ausgerüstet sind und dringend nicht nur einer polizeilichen Überwachung, sondern namentlich einer rationellen Verbesserung bedürften. 1890 gab es in Berlin 95·365 solcher Personen, welche nur Schlafstellen hatten.

Für die völlig Unbemittelten sorgen die Asyle für Obdachlose und vermeiden so wenigstens für den Winter die ärgsten Übelstände.

Wenn auf dem Gebiete des Wohnungswesens Gutes erreicht werden soll, bedürfen wir eines besonderen Wohnungsgesetzes und einer geordneten Wohnungsinspektion. Beides ist zurzeit bereits in England durchgeführt. Nur die ständige Überwachung der Wohnungen kann die Verwahrlosung derselben hindern.

Auch die Errichtung billiger Bäder (Volksbäder), Schwimmschulen hat in manchen Städten viel zur Hebung der Gesundheit beigetragen.

Wesentlich wird die Lage armer Familien durch den oft reichen Kindersegen verschlimmert. Die Erziehung derselben wird vernachlässigt und so der Grund zur Fortpflanzung des Proletariats gegeben. Die Fürsorge für die Kinder wird durch mannigfache Wohlfahrtseinrichtungen, die wir früher schon besprochen haben, betätigt: durch Krippenanstalten, in welchen die Säuglinge den Tag über verpflegt werden, durch Kindergärten, welche die etwas älteren Kinder den Nachteilen des Straßenverkehrs entziehen, durch Verabreichung gesunder, sterilisierter Milch zu billigem Preise, durch Ferienkolonien u. s. w. (Näheres siehe bei Hygiene der Kinder.)

In früherer Zeit verfielen viele unverschuldet dem Pauperismus:

1. durch Krankheit und danach bleibende Erwerbslosigkeit, durch Verletzungen;

2. durch das Alter und die damit verbundene Erwerbslosigkeit.

In Krankheitsfällen hat die Verpflegung im Hause oder in einem Krankenhause zu geschehen; da letztere häufig überfüllt, so müssen die Kranken, die eben erst genesen, und die Rekonvaleszenten entlassen werden. In geeigneten Fällen sucht man sehr herabgekommene Patienten in besonderen Rekonvaleszentenanstalten zu verpflegen und

vollkommen zu heilen. Die Lungenheilstätten für Schwindsüchtige existieren in großer Zahl.

Daß der erkrankte Arbeiter einen besonderen Schutz für die Tage der Krankheit wie Rekonvaleszenz besitzen muß, bedarf keiner weiteren Begründung. Ebenso wichtig ist aber die Versorgung alter, arbeitsunfähiger Personen. Im Alter läßt die Arbeitskraft nach und auch die Ermüdung tritt in kürzeren Zeitintervallen ein als bei einem jüngeren Individuum. Die Bezahlung eines älteren Arbeiters wird also in der Regel geringer ausfallen als bei jenem, der in dem Vollbesitze der Kraft sich befindet. Dem Alten fällt es schwer, einen neuen Beruf zu finden. Die geistige Akkommodation an das Neue nimmt ab, die körperlichen Deformationen erschweren die Übernahme eines neuen Gewerbes.

In Deutschland werden durch das Krankenkassengesetz, die Altersversicherung und Fürsorge bei Unfällen diese Quellen der Armut zum Versiegen gebracht.

Eine unbedingt wichtige Aufgabe hätte der Staat darin zu suchen, daß jeder in ärmlichen Verhältnissen befindlichen Wöchnerin eine geeignete Fürsorge und Pflege zu teil wird.

Dauernd sieche Personen wurden früher auch in den Krankenanstalten verpflegt; dies ist nicht zu empfehlen. Am besten vereinigt man Sieche in besonderen Anstalten. Die Siechen stellten früher das Hauptkontingent zu den Bettlern und wurden gewissermaßen auf Kosten privater Wohltätigkeit verpflegt.

Der Pauperismus trägt, wie sich leicht zeigen läßt, offenbar viel zu den unbefriedigenden Gesundheitsverhältnissen bei, wie sie uns in manchen Gewerben besonders häufig entgegentreten. Mit einem Minimum an Muskeln bedarf es oft der eisernen Anspannung und des Zwanges der Not, um den geforderten Leistungen gerecht zu werden. Das heranreifende Geschlecht nimmt an allen diesen Leiden teil; wenn daher die Wachstumsgesetze eine Verringerung des Körperwachstums bei der Arbeiterbevölkerung und den Kindern minderbemittelter Klassen zeigen, so ist da eben die kümmerliche Lebenshaltung schuld. Wenn die Kinder, die Schwangeren, die erst dem Krankenhause Entlassenen sich um das tägliche Brot abmühen, so ist auch das eine Folge ungenügenden Erwerbes, welcher den elterlichen Kinderschutz, den Schutz des kranken Familiengliedes zur Unmöglichkeit macht.

So geht die Schädigung der Lebenshaltung überall durch. Die Ausgaben für Kleidung, Wohnung, Hauspflege werden aufs äußerste eingeschränkt. Auch wenn keinerlei gewerbliche Schäden dazu kommen, könnte doch unmöglich der Mensch in solchen Verhältnissen gesund bleiben. Wir sehen besser Situierte tagtäglich weit größeren Anstrengungen sich hingeben, als man sie von Arbeitern verlangt, ohne daß die ersteren Zeichen einer Berufsschädigung zeigen.

Literatur: Sanders, Die moderne Arbeiterbewegung in England, 1901.

## Drittes Kapitel.

## Die spezifische Berufsschädigung.

## Körperliche und geistige Arbeit.

Neben den gesundheitlichen Nachteilen, die wir weit verbreitet als Folgen des Pauperismus sehen, kommen die eigentlichen gewerblichen Einflüsse in Betracht.

Die Eigenart der Beschäftigungen ist ebenso maßgebend wie die individuellen Eigenschaften des Arbeiters. Zur vollen Entwicklung der Gesundheit gehört ein Ebenmaß von körperlicher und geistiger Arbeit sowie eine ausreichende Ruhezeit. Diese harmonische Verbindung ist es, welche in dem Kampfe ums Dasein so häufig gestört wird; teils überwiegt die körperliche, teils die geistige Arbeit und der Arbeit folgt nicht immer die entsprechende Erholungszeit.

Die Leistungsfähigkeit bei der Muskelarbeit hängt bei dem Arbeiter von dem Querschnitte seiner Muskeln ab, ferner von der Willensanstrengung, durch welche der Muskel zur Tätigkeit gereizt wird, und von dem Widerstand, den der Arbeiter dem Ermüdungsschmerze entgegensetzt. Wesentlich ist auch die Übung für eine gute Leistung. Einerseits erstarkt mit der Übung die Muskelgruppe, welche in Aktion tritt, und andererseits lernt man durch Übung unnötige Mitbewegungen an sich nicht erforderlicher Muskelgruppen vermeiden, wodurch an Arbeit gespart wird.

Starke Anstrengungen können mit wahren Schmerzgeföhle verbunden sein. Die Muskulatur kann übermäßig angestrengt werden, entweder durch eine zu große Belastung für den vorhandenen Muskelquerschnitt oder durch zu lange Arbeitszeit. Eine mittlere Arbeitsleistung benachteiligt den Körper nicht, sondern sie fördert die Gesundheit.

Die Arbeit wird durch die Ermüdung unterbrochen; die Leistung wird kleiner, für die gleiche Leistung ist ein stärkerer Willensimpuls notwendig, Röte des Gesichtes, Schwitzen, Mitanstrengung anderer Muskelgruppen, Zittern wird beobachtet, schließlich erlahmt der Muskel und intensiver Schmerz hemmt jede Bewegung.

Die Ermüdung tritt ein, weil die Zentren des Willensimpulses ermüdet sind; nach der natürlichen Ermüdung kann man aber den Muskel noch auf elektrischem Wege zur Kontraktion zwingen (Mosso).

Arbeit und Ruhepausen müssen richtig verteilt sein; die größte Quantität mechanischer Arbeit liefern nach Maggiora die Muskeln, wenn sie Gruppen von 30 Kontraktionen mit der Frequenz von 2 Sekunden und Erholungspausen von 1 Minute ausführen; die schlechteste Arbeitsleistung wird geliefert, wenn die Muskeln mit dem Rhythmus von 4 Sekunden ohne Ruhepausen tätig sind.

Die Arbeit, welche ein ermüdeteter Muskel ausführt, erschöpft ihn, d. h. ermüdet ihn weit mehr als einen normalen geruhten Muskel.

Die Ermüdung eines stark angestregten Muskels greift auch auf andere Muskelgruppen über, starkes Mar-

schießen ermüdet auch die Armmuskulatur. Der ermüdende Muskel produziert giftige Substanzen, welche sich im ganzen Körper verbreiten und auch auf die zentralen Organe übergreifen. Das Fasten verringert die Ausdauer der Arbeitsleistung; die Schwäche ist nicht Mangel an Willenskraft, sondern besteht auch bei elektrischer Reizung des Muskels. Mit dem Kranksein sinkt sofort die Möglichkeit der Arbeitsleistung.

Wie die Muskelarbeit schließlich ermüdend auf das Gehirn einwirkt, so besteht auch die umgekehrte Einwirkung geistiger Arbeit.

Die geistige Arbeit setzt die Möglichkeit der Muskelarbeit herab; der geistig Übermüdete ist nicht etwa aus Mangel an Willensimpuls nicht im stande, seine Muskeln voll zu gebrauchen, sondern auch bei elektrischer Reizung des Muskels besteht das Unvermögen, Arbeit zu leisten, weiter. Wachsein beschleunigt die Ermüdung der Muskeln, es ist also Wachsein bereits eine „Arbeitsleistung“.

Die geistige Arbeit führt zur Ermüdung und Erschöpfung der Nerven; die einfachsten Gedankenoperationen ermüden, wenn sie genügend oft wiederholt werden. Bei dem Abschreiben stellen sich mit der Zeit Schreibfehler, bei dem besten Rechner oft die unglaublichsten Rechenfehler ein. Man muß schließlich unter großer „Spannung“ arbeiten; Muskelgruppen geraten mit in Tätigkeit. Lang fortgesetzte intensive Geistestätigkeit erzeugt Appetitmangel, sogar Brechreiz, wenn Speisen fortgesetzt werden. Hochgradige Nervosität entsteht, Schall- wie Gesichts- und Tastempfindung erweisen sich gestört; alle Geräusche findet man zu laut, das Licht zu hell, die Haut juckt; Leute, denen die Furcht fremd ist, erschrecken beim geringsten Geräusche. Schlaflosigkeit verhindert die Erholung des geistig Übermüdeten.

Die üblen Nachwirkungen der geistigen Arbeit sind nicht so rasch rückgängig zu machen wie die Wirkungen der körperlichen Arbeit; die Erholungspausen müssen längere sein. Die Gedanken konzentrieren sich nach intensiver Anstrengung immer wieder leicht auf das Gebiet, mit dem man sich beschäftigt hatte.

Die Folgezustände geistiger Überarbeitung sind recht mannigfache; man bezeichnet sie als Nervosität, Nervenschwäche, Neurasthenie. Eine Unzahl von Leiden gehören hierher: der nervöse Kopfschmerz, Herzpalpitationen, Schlaflosigkeit, Schlafsucht, Platzangst, Hypochondrie, Muskelschwäche in den Beinen ohne positives Rückenmarkleiden, Neurasthenie des Magens u. s. w.

Die rein mechanischen Arbeitsleistungen des Menschen werden heutzutage weit weniger mehr in Anspruch genommen wie früher. Nur in unzivilisierten Gegenden findet der Mensch noch als Arbeitsmaschine allseitige Verwendung. In Afrika ist der Neger das Lasttier, welches die Ware des Händlers nach dem Innern bringt und die Naturprodukte nach den Küstenorten. In China und Japan bieten sich Menschen als Zugtiere der Wagen des öffentlichen Verkehrs an.

Wo immer die Maschinenkraft „rationell“, d. h. billig genug erscheint, drängt sie den Menschen als Arbeitskraft zurück; letztere ist teuer, da die Ernährung des Menschen und seine Unterkunft, auch bei bescheidensten Ansprüchen, viele Aufwendungen erfordern.

Das Verhältnis der menschlichen Arbeitskraft zu jener der Haustiere ist (für die Zugkraft) folgendes:

	Gewicht	Arbeitsleistung von 8 Stunden in <i>kgm</i>
Mensch	70 <i>kg</i>	316.800
Esel	180 "	792.000
Maulesel	250 "	1,497.600
Pferd	375 "	2,016.000

Die menschliche Leistung beträgt also etwa  $\frac{1}{7}$  Pferdekraft. Die einzelnen Menschenrassen differieren wahrscheinlich in ihrer Kraft nicht unerheblich. Tschudi erzählt von den Läufern (Postillionen) in Peru, daß sie in einem Tage 134 *km* zurücklegen, die Osagen in Nordamerika 96 *km*, nach Roger Williams laufen Indianer von Neuengland 128—160 *km* im Tage und so mehrere Tage hintereinander. Auch direkte Messungen der Lendenkraft etc. bestätigen diese Differenzen der Leistungsfähigkeit.

Die Entwicklung der Kraft erfolgt beim Wachsenden nur allmählich, sie hält sich dann längere Zeit auf einer gewissen Höhe, um im Alter wieder abzusinken.

Die Hubkraft der Lenden beträgt in Kilogramm:

Alter	Männlich	Weiblich
5 . . . . .	21 . . . . .	—
10 . . . . .	45 . . . . .	31
12 . . . . .	52 . . . . .	39
14 . . . . .	71 . . . . .	47
16 . . . . .	95 . . . . .	57
18 . . . . .	118 . . . . .	67
20 . . . . .	132 . . . . .	74
25 . . . . .	153 . . . . .	82
40 . . . . .	122 . . . . .	83
60 . . . . .	93 . . . . .	59

Das Weib liefert im Durchschnitte nur 0·6—0·7 der Arbeitskraft des Mannes; in den einzelnen Altersklassen scheint der Unterschied jedoch wechselnd. Die Frau hat im Durchschnitte weniger Gewicht als der Mann und bei gleichem Gewichte weniger Muskeln.

Die täglichen Arbeitsleistungen eines Menschen sind je nach dem Berufe sehr ungleich; es wird geleistet in Kilogrammster:

bei Ruhe und Gehen in der Stube . . . . .	17.300 <i>kgm</i>
bei 10stündiger Erdarbeit . . . . .	72.000 "
" 6 " Handlangerarbeit . . . . .	86.400 "
5 Stunden am Rammklotze . . . . .	178.500 "
auf der Reise, zu Fuß . . . . .	216.000 "
8 Stunden Marsch . . . . .	288.000 "
8 " Treppensteigen . . . . .	302.400 "
forciertes Bergsteigen . . . . .	328.000 "
10 Stunden Marsch . . . . .	378.000 "
4 Stunden Marsch des belasteten Infanteristen . . . . .	417.000 "

Innerhalb kurzer Zeit kann bis viermal mehr Arbeit geleistet werden, als die mittlere 8 Stunden-Arbeitszeit beträgt.

Die gewerbliche Arbeit ist in ihrer Beziehung zur Kohlensäureausscheidung und Wasserdampfabgabe von Wolpert näher untersucht worden. Für 70 *kg* Gewicht wird geliefert per Stunde:

	Kohlensäure Gramm		Wasser Gramm	
	Ruhe	Arbeit	Ruhe	Arbeit
Handnäherin . . . . .	31	35	71	75
Schreiber . . . . .	34	40	59	54
Schneider . . . . .	33	40	56	70
Lithograph . . . . .	34	41	59	60
Maschinennäherin . . . . .	31	42	—	—
Zeichner . . . . .	34	48	59	60
Damenschuhmacher . . . . .	34	50	31	66
Mechaniker . . . . .	43	62	—	—
Herrenschuhmacher . . . . .	39	72	—	126

Die Fähigkeit zur Arbeitsleistung hängt wesentlich von der Temperatur und Feuchtigkeit der Umgebung ab; je höher dieselben, um so geringer die Arbeitskraft.

Die Art und Weise der Arbeitsleistung, ob man sich leicht oder schwer arbeitet, hängt von einem physiologisch freilich kaum exakt zu bezeichnenden Zustand, von der „Stimmung“ ab. In schlechter Stimmung geht die Arbeit nicht von der Hand, sie ermüdet bald, in guter Stimmung wird man der Mühseligkeit kaum gewahr. Gerade bei den Minderbemittelten spielen die ungünstigen „Stimmungen“ eine große Rolle. Nahrungssorgen und Kummer stellen sich sehr oft als Gäste ein; sie lähmen die Arbeitskraft. Die Bewegungen sind langsam, träge, kraftlos. Der lange dauernde Kummer erzeugt sogar tiefgreifende Veränderungen; seine Wirkungen machen sich beim Proletarier, da gerade auch die Ernährung mangelhaft ist, doppelt leicht geltend.

Eine andere im täglichen Leben häufig eintretende, auf die Arbeit influierende Gemütsbewegung ist die Spannung; sie erzeugt Unruhe, Hast, unzweckmäßige Muskelbewegungen, Herzklopfen, beschleunigten Puls, Kälteschauer, Schlaflosigkeit. Der Spannung ist gleich zu achten der Zustand der Unzufriedenheit, der Spannung folgt die Enttäuschung mit ihrer Müdigkeit, Schlaflosigkeit und Unlust.

Der Einfluß der Arbeit auf den Körper gestaltet sich je nach den Umständen also höchst ungleich. Während ein geistig und körperlich intakter Mensch sie ohne Murren trägt, erschöpft die gleiche Arbeit den Mißmutigen, Unzufriedenen, Bekümmerten. Die Gemütsstimmungen stellen sich zur Arbeitsleistung wie die Genußmittel zur Nahrungsaufnahme; sie haben wenig Faßbares, werden auch wohl ganz und gar der Beachtung nicht gewürdigt und wirken doch im täglichen Leben als die beachtenswertesten Größen mit. Die Stimmung kann ein wahres Genußmittel der Kost werden, dem freudig Angeregten schmeckt das einfachste Mahl, aber die Genußmittel der Speisen und Getränke wirken ihrerseits auch wieder zurück auf den Gemütszustand der Menschen.

Eine wichtige Ruhepause in der Arbeit stellt die Schlafzeit vor; sie muß eine kontinuierliche Pause sein. Ein achtstündiger Schlaf und viermaliger zwei Stunden währender Schlaf bedeuten nicht dasselbe. Der Tagesschlaf pflegt weniger tief zu sein als der Nachtschlaf.

Die Arbeit soll zu Mittag durch eine ausgiebige Ruhezeit unterbrochen werden, um eine geordnete Aufnahme der Speisen zu ermöglichen.

Literatur: Bauer, Die gewerbliche Nacharbeit der Frauen, 1903. — Albrecht, Handbuch der sozialen Wohlfahrtspflege in Deutschland, 1902.

### Allgemeine Schädigungen der Gesundheit durch die Berufsarbeit.

Die Schäden durch den Beruf, d. h. die eigentlichen Gewerbskrankheiten im weiteren Sinne, sind sehr mannigfache.

Bei Leuten, welche sitzend ihre Arbeit verrichten und sich nach vorn überbeugen, werden die Organe der Brust und des Unterleibes gedrückt, der Pfortaderkreislauf beeinträchtigt, der geringere Verbrauch an Nahrungsstoffen, der Aufenthalt in der Stubenluft setzen den Appetit leicht abnorm herab. Häufig sind Hämorrhoidalbeschwerden, bei Frauen Leukorrhöe. Dispositionen zu Katarrhen und Lungenkrankheiten sind gegeben. Das Stehen nimmt die Körperkräfte sehr in Anspruch, weil zur Aufrechterhaltung des Körpers viele Muskelgruppen in steter Anspannung erhalten werden müssen. Gehemmt und erschwert ist der Rückfluß des Blutes aus den unteren Extremitäten. Venenschwellungen, Geschwüre, Ödem sieht man daher bei Schreibern an Stehpulven, Bildhauern u. s. w. sehr häufig. Auf die stete Belastung des Fußes muß die Entstehung des Plattfußes zurückgeführt werden.

Der bei der Arbeitsleistung kontrahierte Muskel kehrt nicht immer in seine Ruhelage zurück, dann bilden sich Kontraktionen aus, die schließlich zur ständigen Verbiegung der Gelenke (Gelenkkontraktionen) führen können. Lebhaftige Tätigkeit der Muskeln erzeugt Sehnenscheidenentzündungen nicht selten, wenn die Tätigkeit bis zur Erschöpfung getrieben wird, Muskelzerreißen und selbst Knochenbrüche, besonders häufig solche des Schlüsselbeines.

Der Druck des Handwerkzeuges auf der Hand ruft Blasen, Schwielen, manchmal Dermatitis der Hohlhand, die äußerst schmerzhaft sein kann, hervor. Das Krümmen der Hand verkürzt allmählich die Palmaraponeurose. Volle Streckung der Finger ist dann nicht mehr möglich. Bei Schreibern bildet sich der Schreibkrampf der Hand aus, der schließlich selbst durch die einfache Vorstellung des Schreibens ausgelöst wird.

Bei der körperlichen schweren Arbeit, „der Anstrengung“, wird der Thorax in sich fest fixiert, die Atmung für einige Zeit aufgehoben oder der Rhythmus zu einem langen Expirium ausgedehnt. Die Spannung vermehrt im Lungenkreislaufe den Druck und Herzpalpitationen treten ein. Wiederholt sich der Einfluß der Anstrengung, dann bilden sich Herzfehler aus (Schuster, Bäcker, Sattler, Schmiede u. s. w.). Bei schwerer Arbeit ist nicht immer eine Steigerung der Atemfrequenz vorhanden, sondern nur Vermehrung der Atemtiefe. Vermehrung der Pulsfrequenz nur, wenn rasche Bewegungen gemacht werden.

Plötzliche Anstrengungen führen zu Hernien. Leistenbrüche sind meist rechts.

Bei der Arbeitsleistung wird in den Muskeln Wärme gebildet. Alle Arbeiter mit kräftiger Leistung ertragen daher leicht kühle Temperaturen. Es ist das unbewußte Streben vorhanden, die Wärme ohne Inanspruchnahme der Schweißsekretion los zu werden. Gewisse Kältegrade sind also etwas die Arbeitsleistung Förderndes. Je höher die Temperatur der Luft, desto erschöpfender die Arbeit,

da es zur Schweißsekretion kommt. In diesem Falle ist auch Erkältungsgefahr vorhanden, wenn die Arbeiter in kühle Luft gelangen (Glasblaser, Schmelzer, Gruben- und Tunnelarbeiter, Zuckerfabriken). Bei hoher Temperatur steigt trotz der Wasserverdampfung beim Schwitzen die *Eigentemperatur* bisweilen um mehrere Grade und die Pulszahl ändert sich mit der Temperatur auf 120 bis 140 Schläge u. s. w. in der Minute. Es muß dann eine wesentliche Abkürzung der Schicht (Arbeitszeit) erfolgen.

Die Ernährung der Arbeiter leidet vielfach, weil die mittägliche Pause zu kurz ist; sie leidet, weil die Arbeiter bisweilen gezwungen sind, die Mahlzeit in den schlechten Arbeitsräumen einzunehmen. Hinderlich für die Zubereitung der Kost im Hause ist, daß die Frauen gleichfalls im Fabrikbetriebe dienen. Verheirateten Frauen müßte zur Besorgung der Mittagessens eine entsprechende Arbeitspause gewährt werden.

Schädigungen des Auges sind durch angestrengte Tätigkeit der Sehorgane nur bei Schriftsetzern, Lithographen, d. h. Gewerben, welche das Auge zum Lesen verwenden, beobachtet. Bei laarmenden Gewerben und Industrien nimmt die Schärfe des Gehöres ab (Eisenbahnbetrieb).

Jene Berufsarten, welche durch geistige Arbeit ihr Brot verdienen, liefern unzweifelhaft mehr Irre nach den Heilanstalten als jene, deren Tätigkeit vornehmlich in Muskelarbeit besteht; unter den Gewerbebetreibenden findet man bei Schneidern, Schustern, Buchbindern, Schreincrn etc. Geisteskranke vorwiegend.

Hauterkrankungen sind bei Arbeitern nicht selten, sehr häufig sind Ekzeme an den Händen, z. B. bei Galvanisuren, Schleifern von Glas und Perlmutter, bei Arbeitern, welche sich mit Teer, Paraffin, Chinin, Arsenik, Zement beschäftigen, ferner bei Polierern (durch denaturierten Spiritus hervorgerufen). Chrom und doppelchromsaures Kali, Fluorwasserstoffsäure erzeugen Geschwüre.

Literatur: Goldstein, Bevölkerungsprobleme und Berufsgliederung in Frankreich, 1900.

### Traumatische Verletzungen.

In manchen Gewerben spielen die Unfälle und mechanischen Verletzungen eine große Rolle; die Unfälle können durch geeignete Maßnahmen zum großen Teile verhütet werden. In erster Linie muß zu den Beschäftigungen ein taugliches Arbeitspersonal ausgesucht werden. Für gefährliche Betriebe sollen Frauen, Kinder und jugendliche Arbeiter nicht zugelassen werden.

Eine Arbeitsordnung muß den Arbeiter verständigen, inwieweit er persönlich sich vor Unglücksfällen zu schützen hat, außerdem muß aber in der Fabrik tunlichst jede Einrichtung getroffen werden, welche Unglücksfälle vermeiden läßt.

Schutz gegen Verletzungen verbürgen folgende Einrichtungen: Schutzgitter an Motoren, Abstellvorrichtungen, um eine Maschine im Falle eines Unglückes rasch zur Ruhe zu bringen, mechanische Riemenaufleger, Schwungradandreher, Sicherheitsmaßregel gegen Dampfkesselexplosionen und Platzen der Wasserstandsrohren, Schutzbleche an Kreisstügen und Hobelmaschinen, Fangvorrichtungen an Aufzügen, Schutz der Augen gegen Splitter u. s. w.

Durch die Benützung von Maschinen aller Art, ferner durch Handwerkzeuge und die Bearbeitung des Materials drohen dem Arbeiter zahlreiche Gefahren. Am häufigsten verursachen die Zahnräder, Treibriemen, Transmissionen, Zylinder, Rollen, Leitungsstränge, Schwungräder, Kreissägen u. s. w. Verletzungen.

Die Zahnräder verursachen zwar die meisten, selten aber schwere Verletzungen; Verlust der Finger, größere oder geringere Zerstörung des Vorderarmes. Ähnlich wirken Rollen oder Walzen. Sehr häufig sind in zweiter Linie Verletzungen durch Treibriemen und Transmissionen. Dieselben erfassen nicht selten bei Kontakt die Arbeiter bei den Kleidern, oder diese geben, indem sie den Treibriemen ein- oder ausschalten sollen und mit den Händen zugreifen, ohne die Maschinen abgestellt zu haben, durch Leichtsinns Anlaß zu den allerschwersten tödlichen Verletzungen. Nicht selten werden Maschinisten verletzt, weil sie die Maschinen an Stellen, die nur beim Stillstand des Motors geölt werden sollen, mit Öl versehen. Das Antreiben eines Schwungrades mit der Hand kann gleichfalls verderblich werden.

Traumatische Verletzungen mit Werkzeugen, namentlich mit dem Hammer, Meißel u. dgl. sind ganz gewöhnlich; ebenso Quetschungen der Füße durch herabfallende Gegenstände. Von ungeheurer Wirkung sind Explosionen, wie sie in Bergwerken, der Schießpulverindustrie, ferner bei Dampfkesselexplosionen jahraus, jahrein aufzutreten pflegen, ferner das Bersten von Zentrifugalmaschinen, Ventilatoren.

Von den entschädigungspflichtigen Unfällen sind auch heutzutage noch die Hälfte (53·1%) als solche anzusehen, welche hätten vermieden werden können.  $\frac{1}{3}$  der Unfälle kamen zu Lasten der Arbeitgeber, weil mangelhafte Betriebsvorrichtungen vorhanden waren,  $\frac{1}{4}$  zu Lasten der Unachtsamkeit und des Leichtsinnes der Arbeiter.

In Deutschland kamen in den Jahren 1887—1895 in 64 Berufsgenossenschaften auf 1000 Versicherte:

1887—	27·4	Betriebsunfälle,
1890—	30·3	„
1893—	35·2	„
1895—	37·4	„

Die Unfälle sind also in steter Zunahme, und zwar nicht nur die leichten, sondern auch die schweren zu dauernder Erwerbsunfähigkeit führenden.

Vielfach sind bei den Verletzungen durch Maschinenbetrieb die engen Räume der Fabriklokalitäten schuld, dann aber auch die Unvorsichtigkeit der Arbeiter selbst, wie sie sich ja in der Gewöhnung an tägliche Gefahren so häufig ergibt. Wie sehr namentlich die Unvorsichtigkeit, aber wohl auch Ungeschicklichkeit junger Leute die Zahl der Beschädigungen beeinflusst, zeigt die Statistik.

Von 100 Unglücksfällen treffen

41	auf Kinder unter 15	Jahren,
36·4	„ Leute von 15 bis 25	„
13·1	„ „ „ 25 „ 40	„
9·5	„ „ „ 40 „ 60	„

Die Verletzungen betreffen am häufigsten die bei der Arbeit hauptsächlich beschäftigten Hände und Arme. Von 100 Verletzungen kommen

87·0	auf die oberen Extremitäten
7·5	„ „ unteren
5·5	„ Kopf und Rumpf.

Zum Schutze der Gefährdung durch Maschinen läßt sich mancherlei Zweckentsprechendes durchführen. Zunächst müssen die Maschinenräume hinreichend geräumig sein und freie Wege für die Kommunikation in aufrechter Stellung besitzen. Alle Teile von Maschinen, welche Bewegungen ausführen und an allgemein zugänglichen Räumen in erreichbarer Höhe sich befinden oder doch bei Störungen im Betriebe gefährden können (abfallende Transmissionen) müssen mit Schutzgittern, Schutzbrettern u. dgl. versehen sein. Auch an den eigentlichen Arbeitsmaschinen, Hobelbänken, Kreissägen u. s. w. sind alle Teile, welche nicht zu dem Zwecke der Arbeitsleistung unbedingt frei bleiben müssen, mit Bedeckung zu versehen. Transmissionen sollen nur mittels Hakens übergeschoben und ausgeschaltet werden. Der Beginn des Betriebes der Maschinen muß durch ein allen Arbeitern wohlbekanntes Zeichen kenntlich gemacht werden. Die Arbeitsräume sollen, wenn sie nicht direkte Vorrichtungen zur Außerbetriebsetzung der Maschinen besitzen, durch elektrische Leitungen mit dem Maschinenraume in Verbindung stehen, sofort Haltsignale geben zu können. Die Arbeiter in Maschinenräumen sollen mit enganliegender Kleidung versehen sein.

Dampfkesselexplosionen lassen sich sehr vermindern durch die in vielen Staaten eingeführten Kesselrevisionen, bei welchen die Manometer der Maschine mit einem Normalmanometer verglichen, die ganze Kesselanlage geprüft, der Kessel selbst unter den doppelt so hohen Druck gebracht wird, welchen er bei normalem Betriebe zu leisten hat. Den wesentlichsten Schutz bietet außerdem ein geschultes und pflichttreues Heizpersonal.

Zentrifugalmaschinen werden durch Bruch unter explosionsartigen Wirkungen zerstört. Sie sollen, da bei dem Zerspringen die Splitter nur in einer horizontalen Ebene geschleudert werden, in den Boden des Arbeitsraumes eingesenkt, unter allen Umständen aber mit einem starken Eisenmantel umgeben sein.

Ventilatoren oder Schwungräder schleudern beim Bersten die Eisenstücke in einer Vertikalebene; man wird daher tunlichst in der Aufstellung auf die Möglichkeit eines Unglücksfalles Rücksicht nehmen und nicht Arbeitsräume und Arbeitsplätze direkt über derartigen Anlagen anbringen.

Ein weiteres Eingehen auf die zahllosen zum Schutze der Arbeiter angegebenen Vorrichtungen verbietet sich an dieser Stelle.

(Naheres über Apparate zur Unfallverhütung findet sich in: Kraft, Fabrikhygiene, Wien 1891.)

### Störungen durch verdorbene Luft, durch Staub und giftige Gase.

Es werden nicht selten für den Gewerbe- und Fabrikbetrieb Lokaltäten verwendet, die zu keinerlei Wohnzwecken tauglich sind; meist werden die an sich schlechten Räume tunlichst ausgenützt, so daß oft für den einzelnen Arbeiter, ungerechnet der vom Arbeitsmaterial verdrängten Luft, nur 4—5 m<sup>3</sup> Luftraum übrig bleiben. Zur kalten Jahreszeit wird mit dem Heizen gespart und nie ein Fenster geöffnet. Die Luftverpestung muß unter solchen Verhältnissen immer eine hochgradige sein, wenn auch jedwede weitere Einwirkung von seiten des Gewerbes ausgeschlossen ist.

Relative Sterblichkeit der Männer von 45 bis 65 Jahren an Schwind-sucht und anderen Lungenkrankheiten, nach Olge, die Sterblichkeit der Fischer = 100 gesetzt:

	Beruf	Sonstige Krankh. der Respirationsorgane		Summe beider Gruppen
		Schwindsucht		
Reine Luft	Fischer	55	45	100
	Gärtner	61	56	117
	Landl. Arbeiter	62	79	141
Schlechte Luft	Krämer	84	59	143
	Tuchhändler	152	65	217
Sehr schlechte Luft	Schneider	144	94	238
	Buchdrucker	233	84	317

Obige Tabelle zeigt, wie die schlechte Luft in den Arbeitsräumen eine Mehrung der Lungenkrankheiten im allgemeinen und der Schwindsucht im besonderen herbeiführt.

Im Gewerbebetriebe kommen aber Luftarten in die Lunge, welche nicht nur Produkte menschlicher Ausatmung in zu reichem Maße einschließen, sondern auch anderweitige gesundheitsschädliche und giftige Stoffe.

Wir haben schon früher einzelne als Luftverunreinigung in Frage kommende Gase, welche beim Gewerbebetriebe entstehen, angeführt und werden in der speziellen Gewerbehygiene hervorheben, unter welchen Umständen die Luftverunreinigung eine bedeutende wird. Eine große Zahl irrespirabler Gasarten, schweflige Säure, Salpetersäure und salpetrige Säure, Untersalpetersäure, Ammoniak, Chlor, Bromdämpfe, wirken ein, ferner der giftige Schwefelwasserstoff, Kohlenoxyd, Schwefelkohlenstoff, Arsenwasserstoff u. s. w.

Nach den Untersuchungen von K. B. Lehmann und anderer kann man etwa folgende Grenzwerte für die Verunreinigung durch Gase annehmen.

	ungestört	Die Arbeit ist belästigt bei einem Gehalte von x <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	unmöglich
Chlor . . . . .	0·001—0·002	0·002—0·003	0·004
Brom . . . . .	0·001—0·002	0·002—0·003	0·004
Jod . . . . .	0·001	0·0015—0·002	0·003
Ammoniak . . . . .	0·1—0·2	0·3	0·5—1·0
Salzsäure . . . . .	0·01	0·05	0·05—0·01
Schweflige Säure . . . . .	—	—	0·4
Schwefelwasserstoff	0·15	0·2—0·3	0·5

Die Abfälle der Arbeitsstoffe oder die staubförmigen Arbeitsprodukte teilen sich in der Luft mit; die letztere ist immer mehr oder weniger damit beladen. Hesse fand in 1 m<sup>3</sup> Luft an Staub in

einer Filzschuhfabrik . . . . .	175 mg
„ alten Mahlmühle . . . . .	48 „
„ neueren Mahlmühle . . . . .	4 „
„ mechanischen Weberei . . . . .	3 „
„ Bildhauerwerkstätte . . . . .	9 „
„ Papierfabrik . . . . .	4—25 „
einem Eisenwerke . . . . .	72—100 „
einer Kohlengrube . . . . .	14 „
„ Erzgrube . . . . .	14 „
einem Wohnzimmer . . . . .	0 „

Die Staubarten sind aber höchst ungleich in ihrer hygienischen Dignität, manche Staubarten sind giftig, sie erzeugen, indem sie eingeatmet und geschluckt werden, die gewerblichen Vergiftungen, andere Staubarten wirken durch ihre physikalischen Eigenschaften allein und rufen die eigentlichen Staubinhalationskrankheiten hervor.

Die gewerblichen Vergiftungen werden am häufigsten durch Blei, Quecksilber, Arsen, Phosphor und Zink hervorgerufen; selten durch organische Gifte, wie Nikotin, Anilin. Kinder werden leicht ergriffen; in manchen Fällen leiden besonders die Frauen während ihrer Schwangerschaft. Von 100 syphilitischen Frauen werden im Durchschnitt 28 von Frühgeburt befallen, von den Quecksilberarbeiterinnen 60. Wenn man auf 1000 Geburten im Mittel 33 Totgeburten rechnet, hat man bei schädlichen Betrieben oft 150—170 zu rechnen (Sick). Auch an den Kindern rächt sich noch die Gesundheitsschädigung der Mutter, indem eine große Mortalität in dem ersten Lebensjahre die Kinder dahinrafft. Den gewerblichen Giften kann nicht selten auch die Nachbarschaft von Fabriken durch Flugstaub ausgesetzt sein.

Am gefährlichsten sind diejenigen Staubarten, deren Teilchen unebene und zackige Ränder haben oder spitz sind. Runde und kugelige Teilchen scheinen weniger gefährlich zu sein. Aber es kommen manche Besonderheiten vor, so z. B. ist die Bearbeitung des Sandsteines gesundheitsschädlicher als die von Granit, Basalt und Marmor. Kohlenstaub, Kalk und Gips sind wenig schädlich. Nach Zusammenstellungen von Sommerfeld starben von 1000 Lebenden an Schwindsucht

bei Berufen ohne Staubentwicklung	2·39
„ „ mit „	5·42
„ „ „ Kupferstaub	5·31
„ „ „ Eisenstaub	5·55
„ „ „ Bleistaub	7·79
„ Steinmetzen	34·9
„ Porzellanarbeitern	14·0
„ Maurern	4·3
„ Berufen mit Holz und Papierstaub	5·96
„ „ „ Tabakstaub	8·47

Der Staub ist in den Alveolen teils frei vorhanden, teils an Zellen gebunden, letztere sind meist epitheliale. Oft sind manche Alveolen ganz mit Staubpfropfen geschlossen. Manchmal bleiben solche Verstopfungen oft lange Zeit ohne Folgen. Bisweilen aber sammeln sich in den interalveolaren Leisten Rundzellen an, an ihre Stelle tritt meist dann ein derbes Bindegewebe, der Alveolarrand verdickt sich, und es bleibt ein aus fibrösem Gewebe bestehendes, oft aus mehreren Alveolen gebildetes Knötchen zurück (indurative Bronchopneumonie). Doch kommen auch mancherlei andere Arten von Lungenveränderung vor, indem sich dieselbe mehr auf die Umgebung der Bronchien (Perichondritis nodosa) oder der Gefäße (Perivasculitis nodosa) erstrecken kann. Der Staub gelangt auch in die Lymphdrüsen.

Man hat die verschiedenen Staubarten mit besonderen Namen belegt. Da wir in der speziellen Gewerbehygiene auf die einzelnen gefährdeten Betriebe zu sprechen kommen, sei hier verzichtet, näher einzugehen.

Auch Staubinfektionskrankheiten hat man beobachtet; bei der Maschinenpapierfabrikation sieht man bei den Hadernsortiererinnen häufig Konjunktividen, chronische Katarrhe, eine akute Infektionskrankheit, die bisweilen als Lungenentzündung aufgefaßt wurde, auftreten; nach 1—5 Tagen kann der Tod unter mehr oder minder ausgeprägten Fiebererscheinungen eintreten. Man hat diese „Haderkrankheit“ als Milzbrandkrankung aufzufassen.

Die Bekämpfung hat in erster Linie die Quellen der ungesunden Luft zu entfernen:

1. Indem man staubendes Material tunlichst unter Wasser zerreibt oder doch in geschlossenen Mörsern stößt.

2. Wo Stauben und die Entwicklung störender Gase nicht zu vermeiden ist, können die Operationen unter einem gut ziehenden Abzug, der mit einem Schornstein verbunden ist, vorgenommen werden.

3. Wenn die vorgenannten Maßnahmen nicht zulässig oder nicht zureichen, kann eine gute Ventilation die Übelstände mildern; besser ist ein Gelingen nach den beiden ersten Methoden. Findet sich viel Wasserdampf in der Luft, so muß die frische Luft vorgewärmt eingeleitet werden.

4. Aushilfsweise, wenn keine andere Abhilfe tunlich, können Respiratoren getragen werden. Es werden jetzt sehr einfache und leichte, keinen Atemwiderstand bietende hergestellt, welche mit der Nase zu verbinden sind. Ein leichter Pergamentschlauch führt von dem Nasenventil nach einem dichten Baumwollenschlauche, daraus wird die Luft entnommen. Der Apparat reinigt staubige Luft. Sind schädliche Gase in einem Raume vorhanden, so würde in manchen Fällen, indem man den Pergament-schlauch mit einer Öffnung im Fenster verbindet, wenn es sich um eine em bestimmten Platze ausgeführte Arbeit handelt, eine Freiluftatmung möglich sein. Die Nasenatmungsventile sind allen früheren Einrichtungen vorzuziehen; man atmet beliebig lange ohne jedwede Störung. Die Befestigung ist nicht belastigend.

Nur in Not und Unglücksfällen könnten Apparate, die dem Taucherhelme nachgebildet sind, Anwendung finden, nie aber zur Arbeitsleistung.

5. In staubigen oder Lokalen mit schädlichen Dämpfen dürfen nur so viel Personen beschäftigt werden, als unbedingt zur betreffenden Arbeitsleistung notwendig sind.

6. Die Arbeiter sollen besondere Arbeitskleider anlegen und Gelegenheit haben, durch ein Bad oder Brause den Staub vom Körper zu entfernen.

7. In Fabrik- und Arbeitslokalitäten darf nie eine Mahlzeit eingenommen werden.

### Gewerbestatistik.

Einen Überblick über die Statistik der Erkrankungen im Gewerbebetriebe geben folgende Zahlen:

Nach den Angaben für die Schweiz erkrankten weit mehr Frauen als Männer; im Durchschnitte ergeben sich im Jahre 6·34 Tage mit Erwerbsunfähigkeit.

## Von 1000 Arbeitern erkrankten

an Erkrankungen der Verdauungs-Organe	85·3
" " " Atmungs- "	58·3
" " " Bewegungs- "	31·8
" " " Haut	20·3
" " " Augen	8·9
" " " Harn- und Geschlechtsorgane	7·5
" " " Nerven	5·1
" " " Kreislauforgane	3·9
" Verletzungen	32·5

Die Erkrankungen in den einzelnen Betrieben sind der Zahl nach sehr ungleich. Von den Mitgliedern der Berliner Krankenkasse starben (auf 1000 berechnet)

von den Buchdruckern	16·8	Gürtlern	8·4
Drechslern	13·8	Vergoldern	8·0
Malern	11·9	Schlossern	7·8
Zimmerleuten	11·1	Klempnern	7·7
Tischlern	10·8	Schustern	6·3
Bildhauern	10·7	Tapezierern	5·9
Goldarbeitern	10·2	Schlächtern	4·5
Schneidern	9·0		

In den einzelnen Betrieben mit Arbeitsteilung zeigen sich in der Gesundheitsschädlichkeit häufig recht offenkundige Verschiedenheiten.

Es erkranken in der Papierindustrie\*) von 1000 Arbeitern:

im Lumpensaale	479
" Holländersaale	193
" Papiersaal	377
bei den Setzern	304
" " Druckern	250
" " Buchbindern	98

Auf 100 Eisenbahnbeamte treffen jährlich an Erkrankungen:

Vom Personal der Zugbeförderung	82
" " " Zugbegleitung	64
" " " Bahnbewachung	38
von den Stationsbeamten . . . . .	32
niederer Stationsdienst . . . . .	54
von den Weichenwärtern . . . . .	48
" " Bureaubeamten . . . . .	26

Literatur: Rambusek, Luftverunreinigung und Ventilation mit besonderer Rücksicht auf Industrie und Gewerbe, 1904. — Lehmann K. B., Experimentelle Studien über den Einfluß technisch und hygienisch wichtiger Gase und Dämpfe auf den Organismus. Arch. für Hyg. Bd. 5, 86, 1. Bd. 7, 87, 231. Bd. 17, 93, 231. Bd. 18, 93, 180. Bd. 20, 94, 26. Bd. 34, 99, 321. *ibid.* pag. 338.

### Schutz gegen Überarbeitung. Fabrikinspektion.

Es ist ein berechtigtes Streben, eine Überarbeitung im Berufe zu verhüten. Die zur Erschöpfung führende Arbeit ist nie eine fruchtbringende; werden Muskeln wie Geist zu lange angespannt, so sinkt für die spätere Arbeitszeit immer mehr die Leistung und man erreicht nur geringen Arbeitsgewinn. Die Arbeitsleistungen in den einzelnen Betrieben sind sehr ungleich, es gibt Betriebe mit überwiegender Muskel-tätigkeit, Bierbrauer, Fleischer, Kesselschmiede, Kupferschmiede, Küfer, Zimmerleute, Steinbrecher, Müller u. s. w. meist mit kurzer Arbeitszeit, aber hoher Stundenleistung an Arbeit; ferner Betriebe mit geringer

\*) Siehe unter Gewerbehygiene.

Stundenleistung und langer Arbeitszeit, wie Blumenfabrikation, Bürstenbindereien, Farberei, Gärtnerei, Hutmacher, Schneider, Kutscher, Uhrmacher, Textilarbeiter u. s. w.; endlich geistige Beschäftigung einfacher Art, mit langer Arbeitszeit, Buchdrucker, Setzer, Graveure.

Von vielen Seiten werden Klagen über Überarbeitung erhoben; höchst selten von solchen, welche kurze Zeit und intensiv angestrengt werden, als vielmehr von solchen, welche lange Arbeitszeit haben. Die Maßnahmen gegen Überarbeitung finden ihren Angelpunkt in dem „Normalarbeitstag“.

1. Der Normalarbeitstag sucht gesundheitliche Nachteile abzuwenden und einer frühzeitigen Konsumtion des Körpers zu steuern;
2. die Ziele desselben sind zum Teil rein soziale.

Die Arbeitszeiten sind aus leicht einzusehenden Gründen sehr ungleich bemessen; beim Schmiede verbietet sich die lange Arbeitszeit von selbst, ebenso dort, wo insanitäre Verhältnisse vorliegen, beim Glasbläser, in der Zuckerfabrik, Tunnelbau, beim Kohlenarbeiter und dort, wo eine intensive Anspannung und Aufmerksamkeit nötig ist, bei dem Lokomotivendienste u. dgl.

Da es im Fabrikbetriebe viele sehr einfache Manipulationen gibt, die an die Muskelarbeit keine nennenswerten Anforderungen stellen, so hat man die Arbeitszeit oft außerordentlich ausgedehnt, bis schließlich alles, was nicht Schlafzeit war, zur Arbeitszeit wurde.

Die belgische Arbeiterenquete hat in der Leinenindustrie, Hanf-, Baumwoll-, Wollenindustrie, Bleicherei, Weberei folgende Arbeitszeiten festgestellt:

	9 St.	10 St.	11 St.	12 St.	mehr als 12 St.
1038 Arbeiter.	13437	12716	55754	5734	

Die russischen Mattenweber arbeiten 18 Stunden, sie haben 5 Stunden Schlaf in zwei Abteilungen (Dementjeff).

In Deutschland beträgt die wirkliche Arbeitszeit:

für Schneider . . . . . 12—17 Stunden.

für Bergarbeiter . . . . . 8—10 Stunden.

Maschinenbau, Metallarbeiter, Fabrik- und Handarbeit 10—11 Stunden, selten 12—13 Stunden.

Bildhauer, Maurer, Steinhauer 8—9 Stunden, nie über 11 Stunden.

Nicht ohne Interesse ist es, mit diesen Arbeitszeiten die Tatsache in Parallele zu stellen, daß in vielen Schulen und Gymnasien durch die Arbeit die Schlafzeit der Schüler auf 4—6 Stunden täglich reduziert ist.

Die lange Arbeitszeit hat sich im wesentlichen aus der Akkordarbeit entwickelt, als die Überproduktion die Preise drückte. Die Klagen über Überarbeitung kommen gerade bei der Fabrikarbeit häufig vor, weil die Monotonie der Beschäftigung übel auf den Menschen einwirkt; das Gebundensein und die geringe freie Zeit geben gleichfalls eine Erklärung für den Überdruß an dieser Beschäftigungsweise.

Klagen werden von der Landbevölkerung oder selbst aus der Hausindustrie, welche wohl die längste Arbeitszeit unter schlechten hygienischen Bedingungen zu ertragen gezwungen ist, fast nicht erhoben.

Ein allgemein gültigen Arbeitstag kann es nicht geben, wenigstens nicht vom hygienischen Standpunkte aus, sondern nur eine Grenzbestimmung betreffs der äußersten Forderung bei leichter Arbeit.

In manchen Staaten ist eine Verkürzung der Arbeitszeit bereits durchgeführt; durch die Erfahrungen in der Schweiz läßt sich zeigen, daß mit der Verkürzung der Arbeitszeit nicht unbedingt eine Verminderung der Produktion und ein Lohnentgang verknüpft sein muß. Man hat bei Verkürzung der Arbeitszeit in der Textilindustrie die Maschinen schneller laufen lassen und bei kürzerer Arbeitszeit, aber intensiverer Arbeit als sonst, dieselbe Menge an Produkten geliefert wie sonst.

Die sozialen Ziele des Arbeitstages sucht man folgendermaßen zu begründen:

Wenn die Arbeitszeit verkürzt wird, sind für die gleiche Zahl der Bedürfnisse mehr Arbeiter nötig als sonst; die Nachfrage nach Arbeitern wird größer, die sogenannte Reservearmee an Arbeitern wird herangezogen werden müssen. Das brotlose Proletariat nimmt ab. Der Erwerb kann schließlich der gleiche bleiben, oder er steigt, wenn das Angebot an Arbeitern zu gering ist.

In der Textilindustrie in der Schweiz hat die Arbeitskürzung aber ganz andere Folgen gehabt; um keinen Ausfall an Wochenverdienst zu erleiden, wurde schneller gearbeitet und sogenannte Reserven überhaupt nicht herangezogen. Anders würde sich die Sache bei der Handarbeit gestalten müssen, da eine raschere Arbeit nicht erzielt werden kann.

Wesentliche Vorteile, die aus der Kürzung der übermäßig langen Arbeitszeiten entspringen, sind, abgesehen von der unmittelbaren gesundheitlichen Besserung, die Möglichkeit der Führung eines geordneten Haushaltes, bessere Überwachung der Kinder, Hebung der Bildung, Teilnahme an einfachen, das Leben verschönernden Genüssen. Manche erstreben den zehnstündigen, andere den achtstündigen Normalarbeitstag; die Hygiene kann diese Maßregeln nicht für berechtigt erachten. Ein allgemein verbindlicher Normalarbeitstag ist ein Unding, denn in manchen Betrieben wäre auch eine nur achtstündige Anstrengung bereits schädlich. Als durchschnittliche Zeit bei mittlerer oder gar leichter Arbeit ist sie zu gering. Die Regelung der Arbeitszeit läßt sich nur für jeden Betrieb gesondert bestimmen; aber selbst dazu fehlt es zurzeit noch an genügenden Anhaltspunkten, doch würde die Maßregel in dieser Hinsicht immerhin noch Aussicht auf Erfolg besitzen. Man hat die Beobachtung gemacht, daß dort, wo eine achtstündige Arbeitszeit besteht, der Arbeiter bei lohnendem Erwerb gern Nebenbeschäftigungen annimmt.

Von großer Wichtigkeit erscheint die Gewinnung eines vollen Ruhetages in der Woche, der mit Sicherheit eine vollkommene Arbeitsfreiheit gewährleistet. Im allgemeinen wird diesem Verlangen durch die erstrebte Sonntagsruhe entsprochen. Jenen Betrieben, welche im Interesse aller auf die Sonntagsruhe verzichten (Beförderungsdienst u. s. w.), muß ein voller Wochentag zur Entschädigung freigegeben werden. An dem dem Ruhetage vorausgehenden Arbeitstage muß die Arbeitszeit gekürzt werden. Es ist unzulässig, an Stelle eines ganzen Ruhetages etwa getrennt zwei halbe Tage zu gewähren.

Die Verwendung von Maschinen in den Fabrikbetrieben und die damit verbundene Reduktion der Handarbeit auf äußerst einfache Manipulationen hat dazu geführt, Kinder als billigen Ersatz der teureren Arbeitskräfte Erwachsener zu beschäftigen. Alle Gefahren, die schon für die Erwachsenen Gesundheitsschädigungen herbeiführen, sind doppelt bedenklich für das Kind. Die Beschäftigung in monotoner Arbeitsstellung,

die Überanstrengung hemmen und stören das normale Wachstum. Rückgratsverkrümmungen, Knochenverbildungen, Skrofulose, Lungenkrankheiten sind häufig. Die ungenügende Erfahrung der Kinder führt viele traumatische Verletzungen herbei. Wird das Kind schon frühzeitig zur Fabrikarbeit zugelassen, so leidet auch die Schulerziehung desselben; ja, in dem allzu ungebundenen und unbeaufsichtigten Verkehre mit den Erwachsenen liegen erziehlche Gefahren mannigfacher Art; die Jugend verwildert, wird roh.

Der Staat hat das lebhafteste Interesse, die Gesundheit der Jugend zu wahren; es wurde daher fast überall durch gesetzliche Maßregeln eine Einschränkung der Kinderarbeit vorgenommen, wenn schon dieser Schutz ein vollkommener nicht genannt werden kann.

Das Kind und der Heranwachsende sollen von allen sicher mit Gesundheitsgefahren verbundenen Betrieben ferngehalten werden, ferner von jenen Betrieben, welche bei fehlender Achtsamkeit durch traumatische Verletzungen gefährlich werden können.

Das Kind und der Heranwachsende eignen sich nicht zu schwerer Muskelarbeit und nicht zu langgedehnter Arbeitszeit. Die ganze Entwicklung der menschlichen Muskelkraft zeugt von der geringen Tauglichkeit der Kinder zu Anstrengungen aller Art und warnt uns vor der Gefahr einer Überarbeitung. Quetelet findet als Kraft der Lenden im

8. Jahre	1·6 kg	für 1 kg	Körpergewicht
10. "	1·9 "	" 1 "	" "
14. "	2·1 "	" 1 "	" "
beim Erwachsenen	2·5 "	" 1 "	" "

und Dementjeff hat bei der Fabrikbevölkerung die Hubkraft der Arme und des Rumpfes in folgender Größe gefunden:

Alter in Jahren	Kraft in Kilogr.	Alter in Jahren	Kraft in Kilogr.
14	82	30—35	150
16	101	35—40	160
18	128	40—50	148
20—21	140	50—60	134

Man sieht also, daß ein Vierzehnjähriger fast nur die halbe Arbeitskraft eines Erwachsenen besitzt; die Kinder haben wegen ihres geringen Körpergewichtes eine geringere Leistung, aber auch deswegen, weil sie prozentisch weniger Muskeln besitzen als der Erwachsene. Auch die Überanstrengung durch zu lange Arbeitszeit oder eine in die Nacht ausgedehnte Tätigkeit rächt sich an der Gesundheit.

Der Kinderschutz sollte sich auf alle Gewerbebetriebe erstrecken; meist umfaßt er aber nur die in Fabriken beschäftigten jugendlichen Arbeiter, da diese am gefährdetsten erscheinen. Viele nehmen an, man solle Kinder vor 14 Jahren überhaupt nicht zur Fabrikarbeit zulassen; von 14 bis 18 Jahren erst nach Beibringung eines ärztlichen Attestes, das sie für arbeitskräftig erklärt.

In Deutschland dürfen Kinder unter 12 Jahren nicht in Fabriken beschäftigt werden; Kinder von 12 bis 14 Jahren höchstens sechs Stunden im Tage; 14- bis 16jährige können bis zu 10 Stunden beschäftigt werden. Die Arbeitsstunden dürfen nicht vor 5½ Uhr morgens beginnen und müssen 8½ Uhr abends geschlossen werden. Es müssen Arbeitspausen bei den Kindern von anderthalb Stunden, bei den 14- bis 16jährigen eine einstündige Mittagspause gewährt werden. Besondere Erlässe betreffen die Verwendung von jugendlichen Arbeitern in Walz- und Hammerwerken, Spinnereien, Steinkohlenbergwerken u. s. w.

Eines dringenden Schutzes bedürfen ferner die arbeitenden Frauen; die Frau ist unter vergleichbaren Verhältnissen nie zu denselben Arbeiten tauglich wie der Mann. Mehrere Tage in jedem Monat befindet sich die geschlechtsreife weibliche Arbeiterin durch die Menstruation in gestörtem Gesundheitszustand. Frauen müssen von allen schweren Betrieben vollkommen ausgeschlossen werden; sie sollen namentlich aber auch zur Arbeit bei Nachtzeit nicht herangezogen werden. Wenn Mann und Frau in einer Fabrik dienen, so sollte die Frau des Mittags früher entlassen werden, um für die Herstellung der einfachen Mittagsmahlzeit sorgen zu können.

Gefährdet durch Fabrikarbeit sind namentlich schwangere Frauen; Frühgeburten und große Kindersterblichkeit zeigen sich in vielen Betrieben besonders häufig. Nicht nur die Frau, auch ihre Nachkommenschaft leidet unter der Anstrengung und unsanitären Verhältnissen der Fabrik. Die Frau sollte einige Wochen vor der Geburt und nach der Geburt bis zur gehörigen Rückbildung des Uterus von der Fabrik ferngehalten werden. Die schweizerische Fabrikgesetzgebung verlangt, daß die Frau insgesamt während 8 Wochen vor und nach der Niederkunft von Fabrikarbeit befreit bleibe. Mit dem Fernhalten von der Fabrik ist es freilich nicht abgetan, denn die Frauen müssen arbeiten, um ihr tägliches Brot zu verdienen. Ein Mühlhauser Fabrikant hat daher in humaner Absicht das Richtige getroffen, wenn er den von der Arbeit befreiten Schwangeren sogar ihren Arbeitslohn ungeschmälert ausbezahlen läßt.

Die von dem Staate mit Rücksicht auf die Ausnahme von Fabriken, wie auf die Arbeiter in den Fabriken erlassenen Gesetze und Verordnungen erfordern, wenn sie durchgeführt werden sollen, eine beständige Kontrolle. Mit letzterer pflegt in vielen Staaten ein staatlich angestellter Fabrikinspektor betraut zu werden.

Eine fruchtbringende Tätigkeit kann der Fabrikinspektor nur entfalten, wenn ihm von seiten der Arbeiter eine wirksame Unterstützung behufs Aufdeckung von Mißständen und Schäden entgegengebracht wird. Zurzeit sind fast überall die Bezirke der Fabrikinspektoren zu bedeutende; die Inspektoren sind wohl nur in seltenen Fällen in der Lage, mehr als einmal eine Fabrik in einem Jahre zu besuchen, um die Ausführung der angeordneten Verbesserungen zu überwachen. Der Fabrikinspektion obliegt noch außer der Überwachung der Fabrikgesetzgebung die Pflicht, die sanitären Zustände der Arbeiterwohnungen, die Wohlfahrtseinrichtungen genau zu studieren, darüber an die Behörden Berichte zu machen, Anträge auf Verbesserungen zu stellen und als technische Beiräte den Sitzungen von Oberbehörden anzuwohnen. Die derzeitigen Einrichtungen sollten nach mancher Richtung verbessert und namentlich eine Entlastung der Fabrikinspektoren durch Stellung eines geeigneten Unterpersonals herbeigeführt werden.

Ein Mangel der Gesetzgebung des Deutschen Reiches hinsichtlich der Fabrikinspektoren besteht darin, daß den Ärzten bei der Gewerbehygiene ein viel zu geringer Wirkungskreis zugewiesen ist. Als Fabrikinspektoren müssen unbedingt auch Ärzte verwendet werden, die sich natürlich in das spezielle Gebiet der technischen Einrichtungen der Fabriken in geeigneter Weise einzuarbeiten haben. Zurzeit gehen die Fabrikaufsichtsbeamten fast ausschließlich aus dem

Kreise der Techniker und Chemiker hervor. Des weiteren scheint uns notwendig, daß auch die Medizinalbeamten bei Errichtung und Veränderung gewerblicher Anlagen und für die Beaufsichtigung des Betriebes in weit umfassenderer Weise als bisher herangezogen werden.

Literatur: Brouardel, Les Accidents du Travail, guide du Médecin, 1903. — Ost, Lehrbuch der chemischen Technologie, 1900.

## Viertes Kapitel.

### Spezielle Gewerbehygiene.

#### Der Bergbau.

Gefahren des Bergbaues sind Bodensenkungen durch unvorsichtigen Abbau, Versiegen von Quellen, Luftverderbnis durch Hüttenrauch, Verunreinigung des Wassers durch die Abläufe von Halden.

Rauch und Staub lassen sich durch entsprechende Anlagen: Rauchschlote, Abzugskanäle u. s. w. beheben. Die Wasserentziehung aber ist eine der gewöhnlichsten und fühlbarsten Kalamitäten für die Bevölkerung, welche im Bereiche eines Bergbaues wohnt. Viele Gewerkschaften sind deshalb verpflichtet, für die in der Nähe befindlichen Ortschaften besondere Wasserwerke anzulegen. Der Bergbau kann auch die Heilquellen gefährden, wie dies 1878 mit den Heilquellen von Teplitz durch den Ossegger Kohlenbergbau geschah.

Die Bodensenkungen werden veranlaßt durch Herausnahme von Fossilien. Je tiefer die abgebauten Räume liegen, desto eher gleicht sich in den mächtigen aufliegenden Gebirgsschichten ihre Ausfüllung wieder aus, ohne daß sie sich an der Oberfläche bemerkbar macht. Eine andere Ursache zu Bodensenkungen liegt in der Entwässerung sehr wasserhaltiger Gebirgsschichten. Terrainsenkungen über Grubenbauen können Häusereinstürze herbeiführen, scheinen aber nur allmählich zu stande zu kommen und sich dabei durch Risse etc. in den Häusern anzumelden. Doch können auch plötzliche Zusammenbrüche abgebauter Räume vorkommen, wie das auf der Königsgrube zu Königshütte in Oberschlesien vor etlichen Jahren geschah.

Das Gruben- und das Haldenwasser kann zu einer beachtenswerten sanitären Gefahr werden, wenn es durch Berührung mit Fossilien in der Grube oder durch Auslaugen der auf der Halde zur Verwitterung ausgebreiteten Mineralien giftige Stoffe, wie Kupfer-, Eisen-, Arsen-, Blei- und Zinkverbindungen u. s. w. aufgenommen hat. Wo es benachbarte Brunnen oder Nutzwässer gefährden sollte, muß es vor seinem Ablassen von den darin enthaltenen schädlichen Substanzen auf chemischem Wege befreit werden.

Weit bedeutungsvoller sind die Gefahren, welche dem Bergarbeiter drohen. Die Förderung einer Million Zentner Kohlen bringt durchschnittlich drei Bergarbeitern gewaltsamen Tod. Von tausend Steinkohlengrubenarbeitern wurden in England während der Jahre 1851 bis 1859 durchschnittlich 4·4 im Jahre bei der Arbeit ge-

tötet; in den preußischen Steinkohlenbergwerken in derselben Zeit zwei Arbeiter.

Die Umstände, welche diese ungewöhnlich zahlreichen Todesfälle veranlassen, sind:

1. Die Förderung. Das Ein- und Ausfahren in den vertikalen Gängen (Schachten) findet statt:

a) Auf Leitern (Fahrten genannt); b) mittels Fahrkünsten, d. h. durch Maschinen bewegte, abwechselnd auf und nieder gehende Auftritte; c) mit Fahrgefäßen, die an einem Eisendrahtseile auf und nieder gehen.

Die Förderung mittels Leitern ist für die Arbeiter überaus anstrengend. Stürzt ein schwindelig oder schwach gewordener Arbeiter von seiner Leiter, so ist er meist unrettbar verloren und reißt oft andere mit. Auch die Fahrkünste strengen ebenfalls den Arbeiter an und sind keineswegs gefahrlos.

Die Fahrt mit Fahrgefäßen ist die bequemste. Allerdings muß durch häufige Prüfung des Drahtseiles der Gefahr eines Seilbruches vorgebeugt werden. Auch hat man Fangvorrichtungen, welche das Steckenbleiben der Fahrgefäße in ihrer normalen Lage im Schachte bewirken, eingeführt und die Fahrgefäße mit Dachern versehen, damit das beim Zerreißen herabfallende Seil den Arbeiter nicht verletze.

2. Die Bergwerksluft kann durch die Bodengase, Zersetzungsprodukte des zur Stützung der Stollengänge verwendeten und verwesenen Holzes, Exkremente der Arbeiter, Explosionsgase etc. in hohem Grade verdorben werden. Wenn der Sauerstoff vermindert ist, spricht man von einem matten Wetter, ist die Kohlensäure vermehrt, von einem schweren Wetter. Die Bergarbeiter inhalieren bisweilen eine Luft, deren Sauerstoffgehalt nur 8·6% beträgt. In Kohlenbergwerken enthält die Luft Sumpfgas und andere Kohlenwasserstoffe, man nennt dies schlagende Wetter.

Die überall nassen Wände der Stollen (horizontale Gänge) und Schachte erhalten die Luft fast fortwährend bis zur Sättigung feucht, durch die Hauerarbeit und durch Sprengungen wird sie staubig und reich an Explosionsgasen. Mit der Tiefe des Bergwerkes nimmt auch die Temperatur zu. Staubinhalationskrankheiten sind nicht selten. Die Arbeiter klagen auch häufig über Koliken, Luftbeklemmungen, Hinfälligkeit. Es tritt Hautblässe, Aufgedunsenheit, Schweiß, heftige Kopfschmerzen, Abmagerung, große Schwäche, Ohnmacht, Blutleere und der Tod ein. Eine Zählung der roten Blutkörperchen ergibt dann eine wesentliche Herabsetzung der Zahl derselben.

Eine wirksame Abhilfe in dieser Beziehung kann nur von einer zweckmäßigen und ausreichenden Ventilation und von der Handhabung der größten Reinlichkeit erwartet werden.

Das einfachste und gebräuchlichste Verfahren der Bergwerksventilation besteht darin, durch ein Herdfeuer die in einem der Schachte enthaltene Luftsäule zu erwärmen und so in Bewegung zu setzen. In vielen Bergwerken geschieht die Ventilation aber auf mechanischem Wege durch von Maschinen getriebene Ventilatoren.

Schweißdurchnäßt verläßt der Bergmann die feuchte Grube und ist beim Verlassen des Schachtes zur rauhen Jahreszeit jähem Temperaturwechsel ausgesetzt. Es ist deshalb erklärlich, warum die Bergleute so

oft von Erkältungskrankheiten, Rheumatiden, Diarrhöen, Lungenentzündungen, albuminösen Nephritiden u. s. w. befallen werden. Bei allen größeren Bergwerken ist zu fordern, daß ein gedeckter Gang von der Schachtöffnung zum Zechhause führe und die Bergleute mit wollenen Kleidern versehen sind. Die Bergleute müssen auch Gelegenheit haben, sich durch ein Bad zu reinigen.

3. Die Beschäftigungsweise der Bergarbeiter ist eine sehr anstrengende. Die Bergleute müssen, in der ungünstigsten Körperstellung zusammengekauert, die Keilhaue führen, Bohrungen und Sprengarbeiten in staubiger Luft verrichten, gewonnene Fossilien auf abschüssigen Flächen, engen und dunklen Bahnen, oft auf allen Vieren kriechend, schleppen u. s. w. Die Folge dieser Schädlichkeit ist, daß sich bei einer großen Zahl dieser Arbeiter Deformatäten der Wirbelsäule, des Beckens u. s. w. entwickeln und daß viele Arbeiter zu hinken beginnen. Besonders leiden die Hauerbeiter häufig an Herzkrankheiten, Hernien, an Verrenkungen des Sprung- und Handwurzelgelenkes, an Verhärtungen der Epidermis am Knie und am Ellenbogen und an serösen und fungösen Gelenkentzündungen.

4. Den in den Gruben beschäftigten Arbeitern drohen Gefahren durch Verschüttungen, Wasserstürze, Überschwemmungen, Explosionen entzündlicher Gase, Feuerausbrüche u. s. w.

Von größter Bedeutung ist das sogenannte „schlagende Wetter“ in den Steinkohlenflözen (seltener bei Braunkohle). Es besteht hauptsächlich aus Sumpfgas und entwickelt sich erfahrungsgemäß am ehesten bei einem rasch fallenden Barometer, z. B. unmittelbar vor Gewittern. Mit 3 bis 4 Volumen atmosphärischer Luft explodiert das Gas nicht, mit 6 Volumen schwach, mit 10 Volumen am heftigsten, mit mehr als 14 Volumen verbrennt es ohne Explosion über einer Kerzenflamme. In einem Gasgemische aus 1 Teile Sumpfgas mit 15 bis 30 Teilen Luft vergrößert sich die Flamme und erscheint mit einem lichtblauen Scheine umgeben. Dieses Langerwerden der Flamme macht den Arbeiter auf Vorhandensein des schlagenden Wetters aufmerksam. Das explosive Gemenge dieses Gases mit Luft wird nur durch große Hitzegrade (weißglühende Kohle), aber nicht durch rotglühende Körper entzündet; darauf beruht die Davysche Sicherheitslampe. Von Sicherheit sind diese Lampen nur dann, wenn der Arbeiter bei der Einfahrt kein Feuerzeug mitnehmen darf und die Lampe so verschlossen empfängt, daß er sie selbst nicht mehr öffnen kann. Natürlich gewährt die bestkonstruierte Sicherheitslampe keinen absoluten Schutz. Durch einen unglücklichen Zufall kann die Lampe zertrümmert oder ihr Drahtnetz zu heiß werden. Die Erleuchtung der Bergwerke durch elektrisches Licht wäre nicht nur in dieser Beziehung von überaus großem Werte, sie wäre überhaupt ein wünschenswerter Ersatz der stets ungenügend beleuchtenden Grubenlampen; bei guter Beleuchtung wäre es auch leicht möglich, Bröcklichkeit der Gesteine rechtzeitig zu erkennen.

Das einzige sichere Mittel, welches man bis jetzt gegen Explosionen hat, ist eine hinreichend starke Ventilation zur Verdünnung und Beseitigung des Grubengases.

Man hat sogenannte Wetteruhren, welche vor dem Entstehen einer gefährlichen Gasmischung warnen sollen, konstruiert. Ein poröser Tonzylinder ist durch ein Manometer geschlossen; ändert sich die Zusammensetzung der Luft, so ändert sich durch die Gasdiffusion auch der Druck im Tonzylinder und setzt ein Lautwerk in Bewegung.

Durch schlagende Wetter entstehen oft mehr oder minder ausgedehnte Einstürze. Die Explosion des schlagenden Wetters bringt die Arbeiter in die Gefahr der Erstickung, da bei der Verpuffung des schlagenden Wetters mit Luft aus letzterer aller oder nahezu aller Sauerstoff zur Oxydation des Sumpfgases in Kohlensäure aufgebraucht wird. Sehr häufig werden Unglücksfälle durch Schießen und Sprengen bei der Bergarbeit veranlaßt. Das Bohren der Sprenglöcher erzeugt viel Staub und ist eine sehr anstrengende Arbeit; zweckmäßigerweise wird es jetzt fast überall durch Steinbohrmaschinen bewirkt.

### Die Verarbeitung der Erze zu Metallen.

Die Gewinnung der Metalle aus den verschiedenen Erzen hängt von der chemischen Zusammensetzung des Erzes ab. Namentlich ist es die Aufbereitung und die Verhüttung, welche sanitäres Interesse erregen.

#### *a) Die Aufbereitung.*

Die Aufbereitung hat wesentlich den Zweck, beigemengtes sandartiges, erdiges Material zu bescitigen. Meist werden die Erze in Pochwerken zerkleinert und dann entweder auf trockenem Wege durch Sieben oder durch Schwemmen mit Wasser in Brauchbares und Unbrauchbares geschieden. Gewisse Erze werden vor ihrer Aufbereitung an freier Luft längere Zeit liegen gelassen und dabei auch öfters angefeuchtet. Man nennt das „Verrotten“. Durch den hiebei sich vollziehenden Verwitterungsprozeß findet namentlich die Oxydation der Schwefelverbindungen zu löslichen schwefelsauren Salzen statt.

Bei der trockenen Aufbereitung leiden die Arbeiter viel durch Staub, der namentlich bei verwitterten Erzen häufig giftige Substanzen enthält. Sie bedürfen ausreichender Schutzmaßregeln gegen diese Staubgefahr. Bei der nassen Aufbereitung und beim Verrotten ergeben sich Abwässer, die teils in Lösung, teils in Suspension metallhaltige, namentlich eisen-, kupfer-, zinkhaltige Verbindungen führen. Wenn diese Wässer benachbarte Brunnen oder anderes Nutzwasser gefährden, darf ihr freier Abfluß nicht gestattet, sondern es muß die vollständige Reinigung derselben vor ihrem Ablassen gefordert werden. Da die hier in Betracht kommenden Abwässer als vorwiegende Bestandteile meistens gelöste Metallsalze enthalten, so wird sich in vielen Fällen die Anwendung von Kalkmilch für die Reinigung eignen, da Kalk nahezu aus allen Lösungen der schweren Metalle die Basen ausscheidet.

Aufbereitungsflüssigkeiten, die keine gelösten, sondern nur suspendierte Metallverbindungen aufweisen, werden am zweckmäßigsten durch ein System von Absitzbassins geführt.

## b) Verhüttung.

Als Verhüttung bezeichnet man solche chemische Operationen, welche mit der Reingewinnung eines Metalls oder einer Verbindung desselben endigen.

Manche Erze, wie z. B. die Eisenerze, werden durch eine einzige Operation, durch den Reduktionsprozeß im Hochofen, zu Metall umgewandelt.

Andere, namentlich die schwefelhaltigen Erze, müssen aber mehrfachen Operationen unterzogen werden. Meist werden die Erze zuerst bei Zutritt von Luft geglüht, wodurch ein Teil oder aller Schwefel

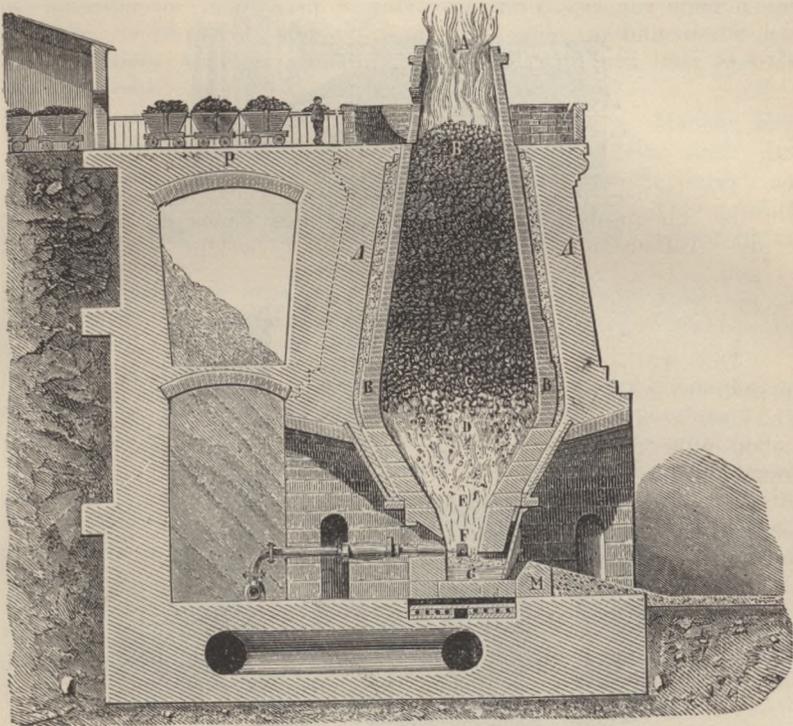


Fig. 241.

verbrannt, die Metalle in Oxyde umgewandelt, das Wasser verdampft und viele begleitende Stoffe entfernt werden. Man nennt diese Operation, durch welche die Erze eine Oxydation erfahren, Röstung. Die Röstung der Erze geschieht in Schacht- und Flammöfen. Der Röstung folgt das Erhitzen des gerösteten Erzes unter Zusatz von Kohle und geeigneten, das Schmelzen befördernden Zuschlägen in Hoch- oder Schmelzöfen. Dieser Prozeß ist ein Reduktionsprozeß; denn das durch die Röstung gebildete Metalloxyd wird durch die Kohle und Gichtgase in Metall übergeführt. Zugleich mit der Reduktion findet auch ein Schmelzen oder die Destillation des Metalls (bei Zink, Quecksilber) statt. Außerdem ergibt sich eine an Kieselsäure reiche Schlacke.

Häufig muß das Rösten sowie auch Reduzieren (bei Kupfer, Nickel, Kobalt) wiederholt werden, um reines Metall zu erhalten (Konzentrations-schmelzen).

Als Beispiel eines Schmelzofens sei ein Hochofen, wie er zur Eisenerzeugung dient, angeführt. Diese Öfen werden ununterbrochen oft mehrere Jahre in Gang erhalten und fortwährend mit abwechselnden Schichten von Holzkohle und Koks mit dem Erze beschickt. Fig. 241 stellt einen solchen Hochofen im Durchschnitte dar. Die Kohlen nebst den mit Kalk vermengten Erzen werden oben, an der Gicht *A*, eingeworfen; zu ihr führt meist die sogenannte Gichtbrücke *P*. Die Be-

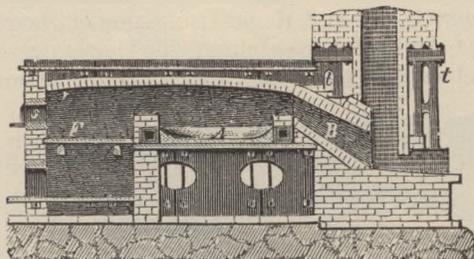


Fig. 242.

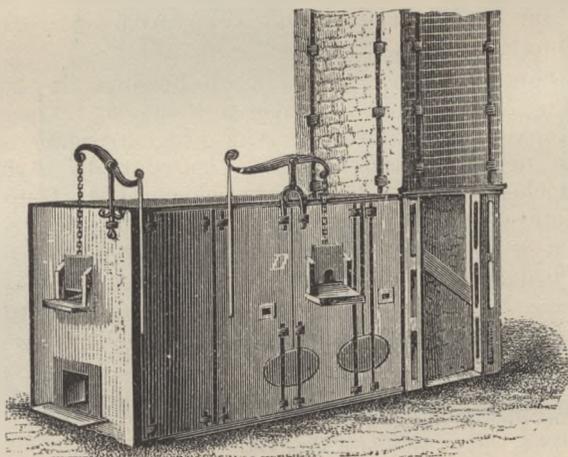


Fig. 243.

schickung sinkt, indem die Kohlen verbrennen, allmählich nieder und kommt in dem oberen Teile *BD*, dem Schachte, zum Glühen, wobei das Erz durch das durchströmende Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffgas, welches von den weiter unten befindlichen Kohlen herrührt, reduziert wird. Weiter unten, in dem Roste *E*, verengt sich der Ofen wieder und dort herrscht eine größere Hitze, welche bei *F*, in dem Gestelle, den höchsten Grad erreicht, wobei das Eisen sich mit Kohle verbindet und nebst der Schlacke schmilzt. An diesem Teil wird bei *F* mittels Blasebalge oder anderer Gebläse auf 500—800° erhitzte Luft in den Ofen geleitet, welche

eine lebhafte Verbrennung der Kohlen bewirkt. Das flüssige Metall und die Schlacke sammeln sich in *G*, dem Herde, an und die leichte, obenauf schwimmende Schlacke fließt an dem oberen Rande des Herdes fortwährend ab. Das unten befindliche Gußeisen wird alle 12 oder 24 Stunden abgelassen und in Formen von Sand aufgefangen, wodurch man es in prismatischen Stücken, Gänze genannt, erhält.

Als Beispiel eines der Oxydation dienenden Flammofens sei jener, der beim Puddlingsprozesse der Eisengewinnung benützt wird (Fig. 242 und 243), genannt. Die Flamme des auf dem Roste *F* befindlichen Brennmaterials gelangt über die Brücke auf den Herd *A*, wohin man das Beschickungsmaterial bringt, und entweicht durch den Kanal *B* und den Schornstein *C*, der zur Regulierung des Zuges mit einer Klappe versehen ist. *D* ist eine Arbeitsöffnung, die leicht geschlossen werden kann und mittels welcher das Umkrücken, das Mischen mit Zuschlag u. s. w. geschieht.

Man unterscheidet auch eine nasse Verhüttung. Manche Erze, wie Nickel und Kupfer, liefern durch Verwitterung oder nach ihrer Röstung Produkte, die viel lösliche Metallsalze enthalten. Sie werden ausgelaugt und aus den Auslaugewässern durch entsprechende Fallungsmittel als Metall oder eine in Metall leicht überführbare Metallverbindung niedergeschlagen.

Die verschiedenen Manipulationen der Verhüttung sind für die Arbeiter und für die Anwohner mit Gesundheitsgefahren von großer Bedeutung verknüpft.

Das Aufschütten der aufbereiteten Fossilien, ihr Schichten und Umkrücken, ihr Mischen mit Zuschlag u. s. w. sind Operationen, die meist mit Entwicklung von (mitunter sehr giftigem) Staube einhergehen. Das Ausziehen der gerösteten Erze belästigt die Arbeiter durch Dämpfe, die hiebei aus dem Ofen entweichen. Die Dämpfe enthalten je nach der Natur der Erze neben schwefliger Säure Blei, Zink, Kupfer, Arsen, Antimon u. s. w. Der Erzstaub, heiß und glühend, verbrennt die Haut und beschädigt die Augen.

Die sanitär bedeutsamste Belästigung bei der Verhüttung ist der Hüttenrauch. Mit dem Namen „Hüttenrauch“ bezeichnet man gewöhnlich alle jene Dämpfe und Gase, welche bei den verschiedenen metallurgischen Prozessen entstehen, demnach alles das, was bei der Verhüttung von der Feuerstelle mit der Feuerluft abgeht. Durch den Hüttenrauch leiden nicht nur die Arbeiter, sondern auch die Anwohner, ja es kann selbst der Pflanzenvegetation in hohem Grade verderblich werden.

In jedem einzelnen Falle ist die Zusammenstellung des Hüttenrauches eine andere. Sie hängt von der Beschaffenheit der Erze und von der Art der Verhüttung und den bei derselben verwendeten Öfen und Vorrichtungen ab. Das Rösten hat zum Zwecke, den in dem Erze vorhandenen Schwefel, das Arsen und flüchtige fremde Metalle als Sauerstoffverbindungen so vollständig als möglich zu entfernen. Der Hüttenrauch ist dabei sehr gefährlich. Beim Rösten der silberhaltigen Kupfererze bildet sich wegen ihres hohen Arsengehaltes sehr viel arsenige Säure. Bei Bleierzen fehlt meistens Arsen, dagegen tritt viel schweflige Säure sowie Blei- und Zinkdampf auf. Bei Galmei bilden Blei- und Zinkdampf nebst Kohlensäure vorwiegend den Hüttenrauch; bei der Blende sind es Blei- und Zinkdämpfe nebst etwas Arsen und viel schweflige Säure, welche ihn vorwiegend zusammensetzen. Die Verhüttung der Nickel- und Kobalterze erzeugt einen Arsen und schweflige Säure enthaltenden Hüttenrauch.

Nicht nur der in der Umgebung einer Hütte sich absetzende und durch den Wind mehr oder weniger weit verbreitete Hüttenrauch, auch die bei der Verhüttung abfallenden, je nach dem Erze, dem Zuschlage und der Verhüttungsmethode verschieden zusammengesetzten Schlacken und die aus Ofenbrüchen, Geschirr- und Gekrätzmassen sich ergebenden Rückstände einer Hütte enthalten nicht selten an und für sich lösliche oder durch die fortwährend aus der Hütte in die Luft gelangende schweflige Säure löslich werdende giftige Metallverbindungen. Zerfallen solche Schlacken und Rückstände, so können sie, durch den Wind auf Pflanzen verstaubt, Kulturen vernichten oder, durch Wasser gelöst, Trinkwasser, Menschen und Tiere gefährden.

Die bei der nassen Verhüttung sich ergebenden Abwässer können durch ihren Metallgehalt ebenfalls von großer Bedenklichkeit für Wasserläufe sein, müssen also vorher gereinigt werden.

Maßregeln zur Beseitigung der Schäden durch Hüttenrauch und giftige Abfälle sind:

a) Zweckmäßige Wahl der Lage eines Verhüttungsetablissemments, entfernt von Wohnungen; auf die Beziehungen zu Gewässern und Kulturen wird man besondere Rücksicht zu nehmen haben.

b) Durchleiten des Hüttenrauches durch Schichten von Koks, Bimsstein u. dgl., wo es sich um geringe Mengen eines chemisch indifferenten Flugstaubes handelt.

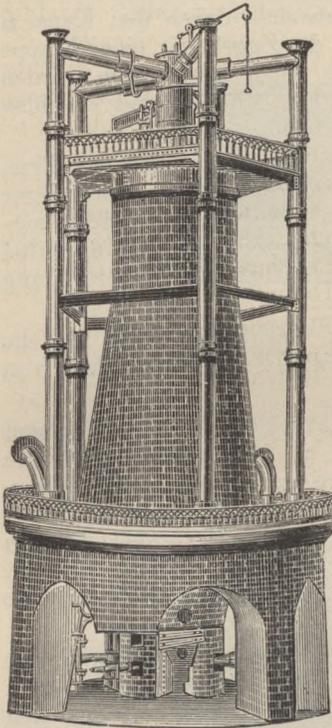


Fig. 245.

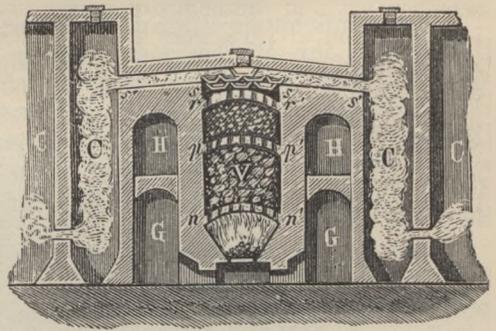


Fig. 244.

c) Durchleiten durch kühle Kammern oder Kanäle. Dies genügt, wenn es sich um Abkühlung verflüchtigter Metallstaubteilchen oder Metaldämpfe handelt.

d) Durchleiten durch Substanzen, welche schweflige Säure binden, wenn diese die Belästigung bedingt.

e) Niederschlagung und Waschung des Hüttenrauches mit einem Wasserregen in Kondensationskammern (sowie Kondensation mittels Elektrizität). Man läßt entweder aus einer Spritzvorrichtung feine Wasserstrahlen auf den in hinlänglich langen und zahlreich abgetheilten Kondensationskammern abziehenden Hüttenrauch fallen, oder man manipuliert in der Weise, daß man dem Rauche Wasserdämpfe beimischt. Diese zwar kostspieligen Mittel sind oft die einzige Abhilfe bei einem Hüttenrauche,

der nebst schwefliger Säure noch Metaldämpfe oder Metallstaub in größerer Menge enthält.

Das Beispiel einer Kondensationskammer zeigt Fig. 244. *V* ist ein Röstofen, welcher auf beiden Seiten mit einer Reihe von Verdichtungskammern *CC* in Verbindung steht. Das zu röstende Erz schüttet man in groben Stücken auf das durchbrochene Gewölbe *nn'* des Ofens.

Mitunter wird es notwendig sein, bezüglich einer unschädlichen Unterbringung oder einer etwaigen Verwertung der nicht selten gifthaltigen Schlacken und sonstigen Fabrikabfälle vorbeugende Anordnungen zu treffen.

Die Verhüttung der Eisenerze in Hochöfen hat besondere Wichtigkeit durch die dem Ofen einströmenden Gase, Gichtgase genannt. Sie bestehen hauptsächlich aus Kohlensäure, Kohlenoxyd, Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und auch aus mancherlei Cyanverbindungen. Der Kohlenoxydgehalt beträgt häufig über 30%. Ferner fehlt selten Ammoniak und schweflige Säure.

Zum Schutze gegen diese für Anwohner und Arbeiter sehr gefährlichen Gase ist deren Auffangung und Verwendung zu mancherlei Zwecken des Hochofenbetriebes (siehe Fig. 245), namentlich zum Schmelzen des Eisens in Flammöfen, zum Frischen, Puddeln, zum Erwärmen der Gebläseluft, zum Erhitzen der Dampfkessel angezeigt, weil die Gichtgase eine große Verbrennungswärme besitzen.

Bei jeder Art von Schachtofen ist die Verwendung eines besonderen Füllkastens zu empfehlen, der einen mobilen Boden, d. h. einen Scheibenschieber hat und luftdicht auf den Fülltrichter paßt. Der obere Deckel ist mit einem abwärts gerichteten Rande versehen, der in eine mit Sand zu verschließende Rinne eingreift. Wenn die Erze eingegeben sind, wird der Deckel aufgelegt, der ganze Kasten auf den Fülltrichter aufgesetzt und alsdann unten der Scheibenschieber geöffnet. Das Entweichen der Schachtofengase nach außen ist damit verhütet und die Arbeiter (und auch die Anwohner) sind beim Beschicken des Ofens mit neuem Rohmaterial vor jeder Belästigung der sonst entweichenden Giftgase geschützt.

---

## Fünftes Kapitel.

### Verarbeitung der Rohmetalle zu Metallwaren.

Die Verarbeitung der Metalle zu den verschiedenen Schlosser-, Schmiede-, Spenglerwaren, zu Eßgeschirren, Galanteriegegenständen, mechanischen Instrumenten hat in bezug auf die Anwohner nur insofern Interesse, als unter Umständen dabei ein belästigender Lärm entstehen kann; dagegen ist sie mit Gefahren für die Arbeiter verbunden.

Die Schmiedearbeit ist eine schwere, einzelne Muskelpartien überaus angreifende; Muskelzerreißen (namentlich des Deltoideus des rechten Armes), Zerrungen der Bänder und Gelenkkapseln sind daher sehr häufig.

Der Schmied ist jähem Temperaturwechsel ausgesetzt (Gelenkrheumatiden, Anginen, Herzaffektionen, Morbus Brightii); er leidet an

seiner Sehkraft durch den fortwährenden Reiz der grellen, glühenden Flamme (Pupillenverengung mit darauffolgender Mydriasis), durch die strahlende Hitze an übermäßigen Schweiß und Saftverlust; oft kommt es infolge reizender Wirkung des Staubes zur Schwerhörigkeit. Selten findet sich aber Phthise.

Die Arbeiter, welche mit dem Glätten der aus den Formen genommenen Gußstücke, dann jene, die mit dem Hobeln, Feilen, Polieren, Drehen und Bohren geformter Metallstücke beschäftigt sind, bieten, gebeugt über die Werkbank, die günstigste Haltung zur Resorption des metallischen Staubes, der oft nicht nur mechanisch reizend, sondern geradezu auch giftig ist.

Die durch die Arbeit bedingte Körperstellung führt zu verschiedenen Deformitäten und Knochenverkrümmungen, die Manipulationen mit dem Polierstahle und mit anderen Instrumenten setzen das Auge Verletzungen durch das Abspringen von Metallpartikelchen aus. Zur Verminderung der Erhitzung und Oxydation des Polierstabes und mechanischen Hobels wird derselbe mit einer verdünnten Kalilösung befeuchtet. Bei der Hin- und Herbewegung des Hobels oder Polierstabes kann ein Zerstauben der Masse auf die nahe und scharf zusehenden Augen schädlich einwirken und chronische Reizung der Ziliarränder bedingen.

Die Arbeitsräume der Metallarbeiter müssen geräumig, hoch und luftig sein. Über jedem Herde soll sich ein Mantel befinden, der weit genug ist, um das Mauerwerk, auf dem das Herdfeuer brennt, vollständig zu decken.

Was die individuellen Vorsichtsmaßregeln anbelangt, so sollten die Metallarbeiter verhalten werden, zum Schutze der Augen gegen Metallsplitters Visiere oder Brillen aus feinem Drahte zu tragen. Arbeiter, deren Augen durch grelles Flammenlicht leiden, sollten sich farbiger Gläser bedienen. Ganz besonders zu empfehlen sind Glimmerbrillen. Sie legen sich mit ihrer Messingfassung genau dem vorderen knöchernen Augenhöhlenrande an. Die Gläser,  $\frac{1}{2}$  mm dick und aus der reinsten Glimmersorte verfertigt, beeinträchtigen die Sehschärfe nicht, halten die Augen der Feuerarbeiter kühl und mildern den grellen Schein der Flammen. Sie können selbst durch starke Gewalt nicht zertrümmert werden und sind viel leichter und billiger als Glasbrillen.

### Das Überziehen der Metalle mit Bronze, Gold, Silber, Zink, Email u. s. w.

Da sich nur solche metallische Gegenstände, die eine völlig blanke, oxydfreie Fläche haben, mit anderen Metallen überziehen lassen, so werden, um die etwaigen Unreinlichkeiten zu entfernen, die Gegenstände zuerst poliert oder, wie man auch sagt, gebeizt. Auf die gebeizte Fläche werden dann Bronze, Gold, Silber oder andere Metalle aufgetragen.

Das Polieren geschieht durch Eintauchen der Metallgegenstände in Beizen, die meist aus Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Königswasser u. s. w. bestehen. Hierbei entwickelt sich eine reichliche Menge saurer, die Augen und die Respirationsorgane reizender Dämpfe von Salz- und Salpetersäure, Chlor u. s. w. Sollen die gebeizten Gegenstände bronziert werden, so legt man sie entweder in eine Kupferlösung, die

freie Salpetersäure enthält, oder man taucht sie in heiße ammoniakalische Kupferoxydlosung oder in Chlorarsen.

Kupferne Gegenstände werden häufig durch einfaches Eintauchen in Schwefelkaliumlösung oder in Lösungen von Grünspan, Salmiak und Essig, oder durch Auftragen eines Gemenges von Hornspänen, Grünspan, Kolkothar und Essig und Erhitzen der Gegenstände über Kohlenfeuer bronziert.

Zum Bronzieren von Gips- und Holzgegenständen sowie auch mancher Metallgußwaren, ferner in der Buch- und Steindruckerei, in der Lackiererei, in der Wachleinwand- und Tapetenfabrikation wird die Bronze durch Überziehen mit Bronzefarben nach dem vorherigen Anstreichen mit Firnis hergestellt.

Bei dieser Verarbeitung sind die Arbeiter teils feinem Metallstaube, teils ammoniakalischen oder giftigen Gasen (Bronzieren mit ammoniakalischer Kupferlösung oder Chlorarsen), teils auch stinkenden Dämpfen (Bronzieren mit Schwefelkaliumlösung, Erhitzen von Hornraspelspänen u. s. w.) ausgesetzt.

Gold oder Silber werden am häufigsten auf galvanischem Wege und durch Feuer aufgetragen.

1. Das Versilbern und Vergolden im Feuer geschieht mit Hilfe eines Silberamalgams (oder Goldamalgams) oder eines Gemenges von Silber (oder Gold), Salmiak, Kochsalz und Quecksilberchlorid, das man auf die durch Beizen gereinigte Oberfläche des Metalls aufreibt. Aus dem Überzuge wird das Quecksilber durch Ausglühen entfernt. Die Arbeiter sind demnach durch Einatmen von Quecksilberdampf, durch Bespritzen verschiedener Körperstellen mit der Quecksilbersalzlösung, durch Berührung der Hände mit dem fein verteilten Quecksilber bei Amalgambereitung gefährdet; sie leiden darum so häufig an Quecksilberkachexien.

Es bildet sich das „Zittern der Vergolder“, anfangs mit dem Gefühle von Ameisenkriechen, und steigert sich langsam. Auch die Sprache versagt den Dienst, die Muskeln des Gesichtes und der Extremitäten erkranken und schließlich wird der Kranke völlig hilf- und machtlos. In günstig verlaufenden Fällen lassen die Erscheinungen innerhalb sechs bis acht Wochen allmählich nach und enden in Genesung.

Durch den Schornstein, in welchen die heißen Quecksilberdämpfe geleitet werden und in welchem sich das Quecksilber unter Umständen kondensiert, kann erfahrungsgemäß Quecksilberdampf nach Nachbarwohnungen dringen. Verbrauchte, noch Säure oder Quecksilber in Lösung enthaltende Flüssigkeiten dürfen nicht frei abgelassen werden.

Zum Schutze der bei der Feuervergoldung und Feuerver Silberung beschäftigten Arbeiter sind die bereits früher besprochenen Präservativmaßregeln gegen gefährliche Dämpfe anzuordnen. Zum Schutze der Anwohner dagegen wird in der Regel eine zweckmäßige Anlage der Schlote ausreichen, bei einem großen Betriebe wird aber die Anbringung von Kondensations- oder Retentionseinrichtungen gefordert werden müssen.

2. Auch bei der Vergoldung und Versilberung der Gegenstände auf galvanischem Wege muß die Oberfläche derselben vollkommen gereinigt sein. Es geschieht dies durch Eintauchen in siedende Natronlauge, wodurch das Fett und der Schmutz aus den Vertiefungen entfernt werden. Dann folgt das Beizen mit Säuren.

Zur galvanischen Vergoldung und Versilberung bedient man sich als Zersetzungsflüssigkeit der löslichen Verbindungen des Cyankaliums mit Gold oder Silber. Die zu vergoldenden oder zu versilbernden Gegenstände werden in die Zersetzungszelle mittels eines Drahtes eingetaucht, der mit dem positiven Pole der Batterie in Verbindung steht. Der Batterie negativer Pol endet in der Zersetzungszelle an einem Platin-, Gold- oder Silberbleche.

Viele Vergolder bereiten sich ihre Goldchlorid- oder ihre Silbersalzlösung selbst; dabei entstehen salpetersäure- und chlorhaltige Dämpfe, die unter Umständen für Arbeiter und Anwohner belästigend sein können.

Man kann auch galvanisch verkupfern sowie Messing, Zink, Zinn, Nickel ablagern. Der Versilberungs- oder Vergoldungsflüssigkeit wird zur Erzielung eines glänzenden, blanken Silberüberzuges häufig Schwefelkohlenstoff oder Jod, auch Chloroform zugesetzt.

Die cyankaliumhaltigen Vergoldungsflüssigkeiten zersetzen sich sowohl beim Stehen dieser wässrigen Lösungen an die Luft durch die Kohlensäure als auch durch den elektrischen Strom und entwickeln Blausäure in freier Form. Auch entweicht diese, wenn zum Zwecke der Silbergewinnung aus bereits abgeschwächten oder sonst unbrauchbar gewordenen Lösungen Salzsäure als Fällungsmittel angewendet wird. Die bei der galvanischen Vergoldung beschäftigten Arbeiter sind, wenn nicht für ausreichende Ableitung der Dämpfe durch Ventilation gesorgt ist, nicht bloß Blausäuredämpfen, sondern unter Umständen auch der Einwirkung von verflüchtigten Schwefelkohlenstoff- und Chloroformdämpfen ausgesetzt. Das Fallen abgeschwächter Gold- oder Silberlösungen behufs der Metallgewinnung (Gold oder Silber) durch Salzsäure sollte nur im Freien oder wenigstens unter einem Abzugschlote geschehen. Das Wegschütten von Abfällen aus den Beizen und cyankaliumhaltigen Lösungen darf nicht gestattet werden, wenn Brunnen oder andere Nutzwässer verdorben werden können.

Die Verzinnung und Verzinkung der Metalle geschehen meist auf trockenem Wege. Die zu verzinnenden (oder zu verzinkenden) Flächen werden mit Säuren bei gleichzeitiger Anwendung von Kolophonium und Salmiak gebeizt. Die Verzinnung des Kupfers, Messings und Schmiedeeisens geht leicht vor sich, indem man das zu verzinnende Gefäß fast bis zum Schmelzpunkte des Zinnes erhitzt, Zinn darauf schüttet und das Metall mittels eines Büschels Werg, der mit etwas Salmiak bestreut worden ist, auf der Oberfläche des Gegenstandes durch Reiben verteilt.

Um Eisenbleche zu verzinnen oder zu verzinken, werden die Bleche erst mit sauer gewordenem Kleienwasser und mit Schwefelsäure gebeizt, darauf in schmelzendes Talg und dann in geschmolzenes Zinn oder Zink eingetaucht. Nachdem die Bleche hinreichend mit Zinn oder Zink überzogen sind, werden sie aus dem Zinn- oder Zinkbade entfernt, durch Schlagen mit einer Rute oder durch eine Hanfbürste von überflüssigem Zinn befreit und mit Kleie oder Kalkhydrat gereinigt.

Der zu dieser Operation verwendete Talg entwickelt flüchtige Säuren und wegen der bedeutenden Erhitzung auch Akrolein; weiter entsendet das Zinnbad (oder Zinkbad) eine reichliche Menge sich verflüchtigender Metaldämpfe, welche eingeatmet, Ermüdung sämtlicher Muskelgruppen, allgemeine Steifigkeit der Glieder, Dyspnoë, Beklemmung, Zittern der Extremitäten, Krämpfe, Erbrechen, Koliken, Expektorationen massenhafter säßlicher Sputa hervorrufen können.

Unter Emaillieren versteht man das Überziehen der Gefäße von Metall mit einer leichtflüssigen Glasmasse.

Um das Email zu erzeugen, wird ein Gemenge von Glas, Sand, Soda, Borax, Feldspat und verschiedenen, zum Teil auch zur Färbung dienenden Metalloxyden, darunter Bleioxyd, zerstoßen, gesiebt und das hiebei entstandene Pulver auf die zu emaillierende Fläche mittels Leim oder Gummi aufgetragen. Die Waren werden dann in Emailöfen geglüht, die Emailmasse wird hiebei flüssig und bedeckt nach dem Erkalten als eine dünne Glasschicht die Flächen der Gefäße. Das Pulvern und Sieben gefährdet den Arbeiter durch Staub, der, wenn Bleioxyd zugesetzt wurde, giftig ist.

## Sechstes Kapitel.

## Darstellung und Verarbeitung von Metallpräparaten.

## Blei.

Bleivergiftungen sind sehr häufig und treten oft unter Umständen auf, bei welchen man sie am wenigsten erwartet. Sowohl das metallische Blei als die meisten Bleiverbindungen wirken auf den Organismus giftig; seine Gefährlichkeit beruht vorzüglich in dem Umstand, daß seine Wirkung nicht sofort auftritt, sondern sich meist erst bemerkbar macht, wenn es schon längere Zeit im Organismus verweilt hat; deshalb werden häufig die Vorsichtsmaßregeln unterlassen, die unter allen Umständen geboten erscheinen.

Es beginnt die Bleivergiftung mit einer höchst eigentümlichen Verfärbung der Hautdecken („gilvor“), einer Verfärbung der Mundschleimhaut und dem Bleisaume des Zahnfleisches. Der Speichel wird vermindert, der Geschmack wird süßlich und ein lästiger Geruch tritt aus dem Munde aus. Endlich entsteht die Bleikolik, die sich durch Schmerzen im Leibe, Stuhlverstopfung, verbunden mit Übelbefinden, Pulsverlangsamung, eingezoogenem Unterleibe charakterisiert. Gefährdet sind durch Bleivergiftung die Arbeiter, welche Bleierz zu fördern, aufzubereiten, zu verhütten, zu Metall zu verarbeiten haben, weiter jene, welche Bleiweiß, Mennige, Bleizucker, Bleiglätte, Bleifarben, Bleiglasuren, Schriftgießermetall u. s. w. zu erzeugen haben.

Das bei der hüttenmännischen Bearbeitung gewonnene Blei und die Bleiglätte dienen zur Darstellung von verschiedenen Bleigegegenständen und Bleipräparaten. Als Hüttenprodukte sind weder Blei noch Bleiglätte chemisch rein; sie enthalten außer Spuren anderer Metalle meist noch beträchtliche Mengen von Arsen. Dieser Arsengehalt macht die Verarbeitung des Bleies zu Walzenblech, Röhren, Draht, zu Schrot und Buchdrucklettern insofern gesundheitlich bedeutsam, als bei den hiezu nötigen Schmelzoperationen arsenige Säure dampfförmig auftritt.

Bei der Schrotbereitung wird dem Bleie geradezu eine kleine Menge von Arsen zugesetzt, weil das Blei hiedurch die Eigenschaft erhält, sich leichter kornen zu lassen. Bei der Schrotbereitung, beim Behobeln und Fertigmachen der Buchdrucktypen leiden die Arbeiter durch Bleistaub und ziehen sich bei ungenügender Vorsicht Bleiintoxikationen zu. In Akkumulatorenfabriken kommen Bleivergiftungen vor. Auch Personen, die, wie die Schriftsetzer, fortwährend mit Bleigegegenständen zu tun haben, sind in derselben Art gefährdet, wenn sie nicht ihre Hände rein halten. An den Jacquardschen Webstühlen bestehen die Gegengewichte aus Blei; durch Arbeiten wird fortwährend Staub erzeugt, der sich leicht oxydiert, so daß die Weber häufig vergiftet werden. Zum Schleifen der Granate verwendet man rotierende Bleischeiben, die an der Peripherie mit Schmirgel bestrichen sind. Die Granatschleifer ziehen sich häufig die Bleikrankheit zu.

Die technisch wichtigsten Bleiverbindungen sind: Bleioxyd, Mennige, Bleiweiß, chromsaures und essigsaures Blei.

Das Bleioxyd kommt in der Industrie in zwei Formen vor, als Massikot und als Bleiglätte. Das Massikot ist ein gelbes bis rötliches Pulver, welches durch Erhitzen

von kohlen-saurem oder salpetersaurem Bleioxyd oder durch Kalzination von Blei auf einem Flammenherde gewonnen wird. Die Bleiglätte ist geschmolzenes kristallinisches Bleioxyd. Massikot dient als Malerfarbe. Bleiglätte wird in der Glasfabrikation zur Darstellung von Kristallglas, Flintglas und Straß, in der Poterie zur Glasur, in der Porzellanmalerei als Fluß, ferner zur Bereitung von Firnissen, Bleipflaster, Kitt, Mennige und Bleizucker verwendet. Mennige ist eine Verbindung von Bleioxyd mit Bleisuperoxyd. Die Mennige dient zur Fabrikation des Bleiglases, zu Metallkitt und als Wasser- und Ölfarbe.

Bei der Darstellung von Massikot, der Glätte und der Mennige drohen den Arbeitern und Anrainern mancherlei Gefahren. Diese Fabrikation wird meist in roher Weise ohne alle Beachtung der sich verflüchtigen- den Bleidämpfe ausgeführt. Der blei- oder arsenhaltige Staub, welcher in der Umgebung sich ablagert und in kurzer Zeit eine Um- bildung in Bleisalze erfährt, kann durch Regenwasser gelöst und dann dem Boden und Grundwasser nachteilig werden.

In ähnlicher Weise schädigt Bleistaub Anwohner und Arbeiter beim Mahlen der Glätte, beim Beuteln der fertigen Mennige und bei der Verpackung der Fabrikate. Bei rücksichtsloser Gebarung sind die

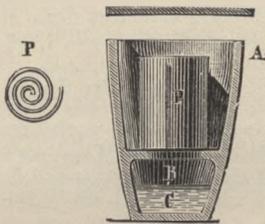


Fig. 246.



Fig. 247.

Dächer der benachbarten Häuser mit Mennige und Bleioxyd völlig be- deckt und ganz rot gefärbt.

Die beim Schlämmen der Glätte sich ergebenden Wasser sind blei- und arsenhaltig. Meist werden sie nach dem Absetzenlassen der verwertbaren Metalloxyde von neuem verwendet. Jedenfalls muß das einfache Weggießen bleihaltiger Wasser verhütet werden.

Gegen die Bleidämpfe, die bei der Oxydation im Flammofen entstehen, sind Absitzkammern mit Vorrichtungen zur Kondensation durch Wasser das Beste. — Die Übelstände beim Mischen und Um- krücken werden für die Arbeiter durch mechanische Vorrichtungen vermindert.

Das Beuteln und Pulvern der Fabrikate sollte stets in geschlossenen Apparaten geschehen. Beim Verpacken sollten die Arbeiter mit Respiratoren versehen sein.

Das Bleiweiß des Handels ist entweder im wesentlichen kohlen- saures Bleioxyd mit Bleioxydhydrat oder Chlorblei mit Bleioxyd (Pattinsonsches Bleiweiß).

Das Bleiweiß wird in verschiedener Weise fabrikmäßig dargestellt, doch stimmen alle Verfahren darin überein, daß basisch-essigsäures Bleioxyd durch Kohlensäure zer- setzt wird.

Das meiste im Handel vorkommende Bleiweiß wird nach dem holländischen Ver- fahren dargestellt. Man rollt Bleiplatten spiralförmig zusammen (P) und bringt jede dieser Rollen in einen glasierten irdenen Topf (Fig. 246 A), welcher einige Zoll über dem Boden einen Vorsprung (B) hat. In jeden Topf gießt man Essig, Essigabfälle oder Essig bildende Flüssigkeiten (C) und deckt mit einer lose schließenden Bleiplatte zu.

Eine größere Zahl solcher Töpfe (Fig. 247) werden zwischen Pferdemist und gebrauchte Lohse gestellt und damit zugedeckt, doch so, daß die Luft allmählich Zutreten kann. Das Blei, in Berührung mit den Dämpfen der Essigsäure und Sauerstoff, oxydiert sich; es entsteht anfangs basisch-essigsäures Bleioxyd, und dieses wird durch die Kohlensäure in kohlen-säures Bleioxyd verwandelt. Die freigewordene Essigsäure bedingt die Bildung einer neuen Menge von basisch-essigsäurem Bleioxyd, welches seinerseits wieder in kohlen-säures Bleioxyd verwandelt wird. Der Pferdemist wirkt hierbei dadurch, daß er fortwährend infolge seiner Zersetzung Kohlensäure liefert. Die Bleirollen sind nach ca. 14 Tagen mit einer weißen Rinde überzogen, die das Bleiweiß darstellt. Letzteres wird durch Handscheidung oder durch Brechen mittels kannelierter Walzen von dem noch unzersetzten Blei getrennt.

Das aus den Töpfen gewonnene Bleiweiß heißt Schieferweiß und wird durch trockenes Mahlen, Schlämmen, wobei die Schlämmwässer so lange als möglich benützt werden, durch Pressen und Trocknen in sogenanntes Kremserweiß verwandelt.

Die Bleiweißfabrikation belästigt und gefährdet:

a) Die Anwohner durch den Gestank der faulenden Mistmassen, durch die sich verflüchtigende Essigsäure, durch die Mist- und Regenwässer, die leicht bleihaltig werden können, und durch das freie Ablassen der bei der Schlämmung und Pressung des Schieferweißes resultierenden metallischen Abwässer;

b) die Arbeiter, durch die genannten Geräte und hauptsächlich durch die Verstaubung, welche beim Abklopfen und Abkratzen der mit Bleiweiß inkrustierten Bleiplatten und beim Mahlen, Trocknen und Packen des Fabrikats entsteht.

Das Brechen der aus den Töpfen genommenen bleiweißumzogenen Platten soll niemals mittels Handarbeit, sondern nur mittels kannelierter Walzen in einem geschlossenen Kasten geschehen. Jene Arbeiter, welche die bleiweißhaltigen, mit Bleiessig befeuchteten Platten anzufassen haben, haben durch Fetteinreibungen die Hände zu schützen. Am meisten gefährdet das Pulvern des Bleiweißes die Arbeiter. Das Mahlen sollte in einem hermetisch verschlossenen Kasten vorgenommen werden.

Sehr vorteilhaft ist es, wenn die Packkammer so situiert ist, daß jeder Transport des pulverisierten oder gesiebten Bleiweißes vermieden werden kann. Beim Packen, überhaupt bei allen Operationen, welche Bleistaub entwickeln, sollen sich die Arbeiter der Respiratoren bedienen.

Die in vielen Fabriken übliche Umwandlung des fertigen Bleiweißes in Ölteig erspart den Arbeitern das Trocknen nach dem Schlämmen und allen Handwerkern, die Bleiweiß zu gewerblichen Zwecken brauchen, die Nachteile der Verstaubung beim Zurichten des Bleiweißes.

Der Boden dieser Fabrikräume sollte stets zementiert sein, häufig angefeuchtet und gereinigt werden und Bäder sollten zur Verfügung stehen. Die Arbeiter haben eine eigene Arbeitskleidung zu tragen und sollen über die Gefährlichkeit und die nötige Vorsicht bei der Arbeit belehrt werden. Es ist ihnen zu verbieten, in den Arbeitssälen zu essen, zu trinken und zu rauchen. Außerdem ist ärztliche Aufsicht geboten, damit der erste Anfang einer Bleivergiftung sofort zur Behandlung komme.

Auch im Interesse der Anwohner liegt es, daß alle staubenden Arbeiten der Bleiweißerzeugung in geschlossenen Gefäßen und unter Einhaltung jeder Vorsicht vorgenommen werden.

Die beim Schlämmen, Pressen u. s. w. sich ergebenden Abwässer sind vor ihrem freien Ablassen von allen schädlichen Stoffen vollständig,

z. B. durch Hineinlegen von Eisen, das Blei und Kupfer metallisch abscheidet, zu befreien.

Verwendet wird das Bleiweiß zum Anstrich, zum Bleichen der Strohütte, zum Erschweren der echten Spitzen und als Flußmittel beim Kristallglase. Das Bleiweiß wie auch die Mennige sind als giftige Farben zu bezeichnen; besonders wenn die Farben abstauben oder abbröckeln oder auf den Spielzeugen der Kinder aufgetragen sind, können sie leicht Unglücksfälle veranlassen. In Firnissen ist ihre Fixierung noch am unschädlichsten, weniger unbedenklich in Leim.

Bleizucker, essigsäures Blei, wird durch Auflösen von Bleiglätte in Essig dargestellt. Glattestaub und Essigdämpfe gefährden bei dieser Fabrikation die Arbeiter, bleihaltige Abwässer den Boden. Das Stoßen der Bleiglätte sollte stets in geschlossenen Apparaten vorgenommen, die Belästigung durch die Essigdämpfe durch eine kräftige Ventilation vermindert werden.

Ähnliches gilt auch bezüglich der Fabriken, die sich mit der Darstellung des Chromgelb und des Chromorange befassen; ersteres ist neutrales, letzteres basisch-chromsaurer Blei, durch Fällung von essigsäurem Blei mit chromsaurem Kali. Die Wasch- und Spülwässer enthalten meistens mehr oder weniger Kaliumchromat, seltener gelöste Bleisalze. Ihr freies Ablassen ist nur in sehr bedeutende Wasserläufe zu gestatten, denn nicht nur die Bleisalze, auch das Kaliumchromat ist giftig.

Das Chromgelb des Handels enthält mehr oder weniger große Mengen löslicher Bleisalze und recht häufig Bleiweiß. Dadurch kann es giftig werden und sollte deshalb zum Färben von Eßwaren nicht verwendet werden. Mit Bleichromat gedruckte Stoffe haben den Nachteil, daß sie leicht entzündlich sind.

Das Kasseler gelb (Chloroxyd, Chlorblei) und Neapel gelb (antimonsäures Bleioxyd) sind ebenfalls giftig. Bezüglich ihrer fabrikmäßigen Darstellung gelten die gleichen sanitären Grundsätze wie bezüglich der Bleichromatfarben.

Literatur: Vogelsanger, Gewerbliche Bleivergiftungen, 1903.

## Arsen.

Die gewerblichen Arsenvergiftungen entstehen sowohl durch Inhalation von arsenhaltigen Staub und Dämpfen als auch durch Resorption von kleinen Verletzungen, Erosionen oder Verwundungen der Haut aus. Der Verlauf kann namentlich im ersteren Falle ein akuter sein, es kommt zu ähnlichen Symptomen wie bei Cholera. Es entsteht ein heftiger Gastroduodenalkatarrh mit Abgang von blutigen Stühlen und Delirien, eklampthischen Anfällen und Lähmungen.

Die chronische Arsenvergiftung tritt erst nach einigen Wochen ein, sie bewirkt meist einen Magen- und Darmkatarrh; es zeigen sich in der Mundhöhle oberflächliche Geschwüre, im Rachen fühlen die Kranken ein Brennen, ihre Zunge ist trocken. Im weiteren Verlaufe treten Erkrankungen der Haut ein in Form von juckenden Ekzemen, in tiefgreifenden Ulzerationen, welche besonders die Geschlechtsteile befallen. Mitunter treten Erkrankungen des Gehirnes und des Nervensystems auf, es kommt zum Fieber, zur Abmagerung und unter ödematösen Anschwellungen zum Tode.

Alle in der Industrie verwendeten Arsenpräparate sind Gifte. Die wichtigsten sind: die arsenige Säure (weißer Arsenik), die Arsensäure, das arsensaure Natron, Arsenbisulfid (Realgar), Arsentrisulfid (Opment) und die arsenhaltigen Farben.

Die arsenige Säure findet in der Färberei bei der Indigoküpe, zur Entfärbung des Glases, bei der Anilinfabrikation, zum Graubeizen des Messings, zum Härten von Eisen, bei der Schrotfabrikation, bei der Hutfabrikation, zur Darstellung vieler Arsenpräparate, als Gift zur Vernichtung von Ungeziefer und schädlichen Tieren, als Konservierungsmittel beim Ausstopfen der Tierbälge und zur Fabrikation arsenhaltiger Kupferfarben Verwendung.

Die Verpackung wie der Transport der arsenigen Säure sowie überhaupt aller Arsenikalien muß wegen des Verstaubens dieser Präparate eine sehr sorgfältige sein. Die diesbezüglichen Vorschriften bestimmen, daß alle Arsenikalien nur dann zum Eisenbahntransport zugelassen werden, wenn sie in doppelten, dichten Fässern und Kisten verpackt sind. Die Holzbestandteile von solchen Fässern sollen nie zum Heizen von Backöfen benützt werden, da denselben noch größere oder kleinere Mengen der Giftsubstanzen anhängen können.

Die Arsensäure wird durch Kochen von arseniger Säure mit Salpetersäure dargestellt oder durch Einleiten von Chlorgas in ein breiartiges Gemenge von arseniger Säure und Wasser. In beiden Fällen müssen die hiebei auftretenden Gase (Chlor, Chlorarsen, Stickoxyd, Untersalpetersäure) durch eine Reihe dieselben vollständig absorbierender Gefäße (Woulfsche Flaschen, beschriftet mit entsprechenden Absorptionsflüssigkeiten), eventuell durch Kokstürme geleitet werden. Wasserfreie Arsensäure erzeugt auf der Haut Blasen. Sie ist etwas weniger giftig als arsenige Säure und dient hauptsächlich zur Fuchsinbereitung.

Das arsensaure Natron wird jetzt in den Färbereien als Befestigungsmittel der Beizen verwendet und durch Erhitzen von Natronsalpeter mit arseniger Säure oder als Nebenprodukt bei der Darstellung von Anilin aus Nitrobenzol erhalten (siehe dort).

Unter den arsenhaltigen Kupferfarben ist das Schweinfurtergrün, auch Wienergrün, Mitisgrün etc. genannt, die schönste, aber auch gefährlichste aller Mineralfarben. Dieses Grün ist meist eine Verbindung von neutralem essigsauren Kupferoxyd (Grünspan) mit arsenigsaurem Kupferoxyd. Häufig wird demselben zum Zwecke der Nuancierung Chromgelb, Blanc fix zugemischt.

Beim Pulvern der zu dieser Fabrikation verwendeten arsenigen Säure entwickelt sich ein für den Arbeiter gefährlicher Staub; die Mörser, in denen das Zerkleinern vorgenommen wird, müssen deshalb unter Verschuß stehen. Beim Kochen und Vermischen der arseniksauren Kupfer- und Grünspanlösungen findet leicht ein Verspritzen statt, so daß bei den Arbeitern häufig Geschwüre an den Händen und Reizungserscheinungen auf der Haut des Gesichtes und der Schleimhaut der Nase sich einstellen. Die Arbeiter sollten deshalb Kautschukhandschuhe tragen und sich einer Maske und Schutzbrille bedienen. Die Gefäße, welche zum Kochen dienen, müssen bedeckt sein, und der sich hiebei entwickelnde Dampf muß durch einen Ableitungskanal in den Schornstein geführt werden. Die Abwässer, welche beim Dekantieren entstehen, sollten möglichst oft wieder benützt werden. Auf keinen Fall dürfen sie, wenn sie noch arsenhaltig sind, ohne weiteres abgelassen werden.

Obwohl gegenwärtig im Handel genug ungefährliche grüne Mineralfarben (Chromgrün, Gentes Grün) vorkommen, welche die gleichen Dienste wie Schweinfurtergrün leisten, so ist dennoch die Fabrikation und Verwendung gerade des Schweinfurtergrüns gegenüber den anderen gleichfarbigen Pigmenten die überwiegend vorherrschende.

Durch das fertige Schweinfurtergrün wie überhaupt durch alle Giftfarben werden zunächst jene Arbeiter gefährdet, welche solche Farben zu verwenden und zu verarbeiten haben. Die Beschädigung findet entweder durch Einstauben der Haut mit dem Farbestaube oder durch Aufnahme desselben durch Mund, Nase und Lungen statt. Je mehr die Arbeit das Bestauben begünstigt, je leichter die Haut hiebei verletzt und das Gift dadurch resorbiert werden kann, desto gefährlicher ist sie.

Von besonderem Nachteile erweist sich das Schweinfurtergrün bei der Fabrikation künstlicher Blumen, da die hiebei vorzunehmenden

Arbeiten (Bestreuen der Blätter mit Farbe, Ausschlagen der mit Giftfarbe bedruckten Blätter u. s. w.) vielfach mit Entwicklung giftigen Staubes verbunden sind und die Farben sich abreiben. Die rasche Resorption der giftgefärbten Stoffe wird durch die bei den Manipulationen mit Draht häufigen Hautverletzungen begünstigt.

Die mit giftigen Farben präparierten Waren können in verschiedener Art den Käufer gefährden. Kinderspielzeuge schaffen nicht selten durch ihre Farben schwere Gesundheitsschädigungen. Tapeten, Kleider, Vorhänge, Rouleaux, Bettgardinen u. s. w. stauben ihre etwaigen giftigen Farben fortwährend ab; besonders gefährdet sind aber solche Personen, welche derartige Gegenstände klopfen, reinigen, putzen oder mit giftigen Stoffen gefärbte Zeuge nähen. Auch können plötzlich größere Fragmente der Farbenmasse, z. B. von dem Plafond u. dgl., sich abbröckeln, in Speisen gelangen.

Weiters ist bekannt, daß in Zimmern mit feuchten Wänden, deren Tapeten Schweinfurtergrün enthalten, sich ein widriger und Kopfschmerzen verursachender Geruch zeigt, der offenbar von einer sich entwickelnden flüchtigen Arsenverbindung herrührt.

Es ist eine Pflicht des Staates, die Erzeugung und den Verkauf von mit Giftfarben fabrizierten Spiel- und Eßwaren und überhaupt solcher Gegenstände, auf denen sie schaden können, gesetzlich zu verbieten und das Einhalten dieser Vorschriften ausreichend zu kontrollieren.

Noch sind die beiden Schwefelverbindungen des Arsens, welche bei der Färberei Verwendung finden, zu erwähnen, und zwar Arsenbisulfid (Realgar) und Arsentrisulfid (Operment).

Sowohl das Realgar als das Operment des Handels enthalten stets beträchtliche Mengen arseniger Säure, sind also giftig. Meist kommen sie als glasige Massen vor und müssen vor ihrer weiteren Verwendung gepulvert werden, wodurch giftiger Staub entsteht.

### Antimon.

Das Antimon dient zur Herstellung von Legierungen. Die wichtigsten sind: Britanniametall (Zinn und Antimon), Schriftgießmetall (Blei und Antimon) und Legierungen aus Blei, Kupfer, Zinn und Antimon zu Zapfenlagern bei Lokomotiven. Außerdem finden einige Antimonverbindungen technische Anwendung zum Überziehen von Messingwaren und zum Brünieren der Flintenläufe.

Zum Brünieren (Bräunen) der Gewehrläufe benützt man Antimonchlorid, welches durch Behandlung von Grauspießglanzerz (Antimontrisulfid) mit Salzsäure dargestellt wird. Es entwickeln sich hierbei viele saure Dämpfe, welche Mund- und Nasenschleimhaut und auch die Hornhaut der Arbeiter ätzen und bei der geringsten Verletzung der Haut die heftigsten Schmerzen erzeugen. Beim Bearbeiten der Gewehrläufe mit dieser Substanz entwickelt sich auch Antimonwasserstoff (häufig auch Arsenwasserstoff). Darum soll die ganze Arbeit unter gut ziehenden Rauchfängen bei genügendem Schutz durch geeignete Respiratoren vorgenommen werden.

Erwähnt sei noch das weinsäure Antimonoxydkali, welches durch Verpuffen von arsenfreiem Schwefelantimon mit Salpeter und Auslaugen der sich hierbei bildenden Masse dargestellt wird. Sowohl bei der Verpuffung als beim Pulverisieren des Schwefelantimons. Salpeters und des Verpuffungsrückstands entstehen durch den sich hierbei bildenden Staub leicht furunkulöse Hautleiden. Auch tritt oft Erbrechen ein. Die Verpuffung wie auch das Pulvern soll deshalb unter einem gut ziehenden Schlot vorgenommen, antimonhaltige Abwasser müssen vor ihrem freien Ablassen rein gemacht werden. Giftwirkungen des Antimons gleichen fast denen des Arsens.

## Nickel und Kobalt.

Es existiert kein Kobalt- oder Nickelerz, welches nicht Arsen in chemischer Verbindung oder als Beimengung enthält. Nicht nur bei der Darstellung des metallischen Nickels und Kobalts, auch bei Erzeugung der industriell verwendeten Kobalt- und Nickelpräparate tritt stets Arsen auf.

Nickel findet Anwendung zur Bereitung von Legierungen, zur Darstellung des Neusilbers (eine Legierung aus Nickel, Kupfer und Zink), mit Kupfer legiert als Münzmetall, mit Silber oder mit Kupfer und Silber legiert, zu verschiedenen Luxusartikeln. Legierungen des Nickels sind gegen Säuren und atmosphärische Einflüsse in hohem Grade widerstandsfähig. Sehr viele Gegenstände werden gegenwärtig auf galvanischem Wege vernickelt. Als Vernickelungsbad dient eine Lösung von Nickelammoniumsulfat.

Unter den Kobaltpräparaten sind sanitär die Kobaltfarben wichtig: Smalte, Kobaltultramarin, Coeruleum, Rinnemannsches Grün. Schmilzt man pulverisierten Zaffer (geröstetes Kobalterz) mit Kieselerde zusammen, so erhält man ein intensiv blaues Glas, das fein gemahlen die Smalte darstellt. Das Pulverisieren des Zaffers und sein Vermischen mit den übrigen Materialien veranlaßt einen die Augen und die Respirationsorgane reizenden Staub; beim Schmelzen entwickeln sich arsenigsaurer und schwefligsaure Dämpfe, die bei rücksichtsloser Gebarung die Luft der ganzen Umgebung verderben und die Vegetation weithin vernichten können; wenn das Vermahlen des Smaltprodukts unter Wasser geschieht, so sind die Abwässer stark arsenhaltig.

Die Smaltwerke sollten deshalb nur in sterilen, von menschlichen Wohnungen entfernten Gegenden zugelassen werden. Das Pulvern des Zaffers sollte stets in geschlossenen Apparaten geschehen, ebenso auch das Sieben. Die Smalte des Handels ist infolge des Arsengehaltes des Zaffers immer arsenhaltig.

Das Kobaltultramarin ist eine aus Tonerde und Kobaltoxyd bestehende Farbe, die man durch Fällung eines Gemisches von Lösungen, die Alaun und Kobaltoxydsalze enthalten, mit kohlensaurem Natron erzeugt. Das Coeruleum, eine neue Farbe für die Öl- und Aquarellmalerei, ist zinnsaures Kobaltoxydul. Sie erscheint im Gegensatz zu den meisten übrigen blauen Farben auch beim Lampenlichte blau; das Rinnemannsche Grün entspricht in seiner Zusammensetzung dem Kobaltultramarin, nur ist die Tonerde durch Zinkoxyd ersetzt. Die drei letzten Farben lassen sich giftfrei herstellen, wenn man zu ihrer Darstellung arsenfreien Kobalt verwendet.

## Quecksilber.

Alle jene Industrien, die sich mit der Verarbeitung und Verwendung des metallischen Quecksilbers befassen, haben eine hohe sanitäre Bedeutung, weil die Einwirkung der Quecksilberdämpfe sowohl für den tierischen Organismus wie auch für die Pflanzenvegetation äußerst nachteilig ist. Die Resorption erfolgt in Form seiner löslichen Verbindungen mit eiweißartigen und anderen stickstoffhaltigen Substanzen. Das Quecksilber veranlaßt schwere Störungen des Nervensystems und des Digestionstraktes und es besteht kein Zweifel darüber, daß die Dämpfe und Staub in das Lungengewebe eindringen und daß das resorbierte Metall lange Zeit im Körper zurückgehalten werde und daher zu wiederholten Rezidiven der Merkurialintoxikations-Erscheinungen führen kann.

Die Krankheitserscheinungen beginnen mit einem eigentümlich metallischen Geschmacke und Speichelflusse, worauf das Zahnfleisch anschwillt, leicht blutet, empfindlich wird, einen höchst übelriechenden Geruch aus dem Munde entwickelt. Unter zunehmender Anschwellung der Wangen-, Lippen- und Zungenschleimhaut überzieht sich dieselbe mit einem anfangs locker, später fest anliegenden krupösen Belege und es kommt an den Stellen, wo die Zähne sich drücken, zu Ulzerationen mit grauem Grunde und leicht blutenden Rändern, welche zu ausgedehnten Zerstörungen führen können. Auch die Haut wird häufig der Sitz merkurieller Affektionen; Roseola, Exantheme, Ekzeme treten auf. Das Allgemeinbefinden leidet, der Schlaf wird unruhig, Magen- und Darmkatarrh sowie Fieber, mehr oder minder hochgradig, gesellen sich dazu. Die schwersten Fälle

zeigen das Bild des sogenannten Tremor mercurialis und führen zu psychischen Störungen (Erethismus mercurialis).

Quecksilberdämpfe sind der Pflanzenvegetation sehr verderblich. In kurzer Zeit bekommen die Blätter der Pflanzen schwarze Flecke, beginnen zu welken und die Pflanze stirbt ab.

Das Quecksilber findet in der Technik Anwendung zur Anfertigung physikalischer Instrumente, zur Herstellung der Secretage für Hutmacher, zur Fabrikation des Sublimats, Kalomels, Zinnobers, Knallquecksilbers u. s. w., endlich zur Darstellung der verschiedenen Amalgame, die zur Spiegelbelegung und zur Feuervergoldung dienen.

Die Spiegelbelegung findet in folgender Weise statt:

Auf einem marmornen Tische, der aus seiner senkrechten in die schiefe Lage gebracht werden kann und an allen Seiten mit Rinnen und an einer Ecke mit einem Ausgußloche für das abfließende Quecksilber versehen ist, wird eine Zinnfolie gelegt. Auf diese wird etwas Quecksilber ausgegossen und verrieben (antränken). Die Zinnfolie wird platt auf die marmorne Platte ausgebreitet, deren äußere Ränder mit Glasstreifen, die mit Wachs aufgeklebt sind, umgelegt werden. Hierauf wird so viel Quecksilber auf die Folie gegossen, daß sein Niveau die Glasstreifen gerade überragt, sodann mit besonderer Sorgfalt die gereinigte Glastafel durch die Quecksilberschicht und über das Stanniol geschoben, so daß sich weder Luft noch Unreinlichkeit dazwischen lagern kann. Das Glas wird dann mit Gewichten eine Zeitlang beschwert, dann wird der Tisch ein wenig geneigt, um das überflüssige Quecksilber ablaufen zu lassen. Ist der Beleg hinreichend fest geworden, so wird das Spiegelglas nach und nach in die vertikale Stellung gebracht.

Das bei diesen Manipulationen abgeflossene oder verspritzte und wieder gesammelte Quecksilber, ferner alle Quecksilber enthaltenden Abfälle werden zum Zwecke der Wiedergewinnung von reinem, wieder brauchbarem Quecksilber verschiedenen Prozessen unterworfen. In vielen Fabriken wird unreines, schmutzig gewordenes Quecksilber einfach nur durch Tücher koliert und gepreßt, wodurch die Arbeiter (namentlich beim Ausklopfen der Sehtücher) schwer geschädigt werden können. Besser ist hierzu der Gebrauch gläserner Scheidetrichter.

Wie aus der Schilderung der Spiegelfabrikation hervorgeht, kommt hiebei hauptsächlich der Quecksilberdampf und Quecksilberstaub in Betracht (Renk). Durch Verschütten und Verspritzen sammelt sich daselbe in allen Ritzen, Winkeln und Fugen der Lokalität, in den Kleidern und Haaren der Arbeiter reichlich an.

Um der Verdampfung des Quecksilbers entgegenzuwirken, soll das Quecksilber stets in wohlverschlossenen Flaschen aufbewahrt, auch wohl die Arbeitsräume, um die Verdampfung zu mindern, kühl gehalten werden; um die Staubbildung einzuschränken, sollen im Spiegelbelegungsraume nur Spiegelbeleger tätig sein. Das Kehren sollte mit Schwefel- oder Zinnasche vorgenommen werden, da hiedurch das Quecksilber gebunden wird.

Sehr wichtig ist es, daß der Boden dieser Räume möglichst fugenfrei ist. Man empfiehlt auch das Bestreuen des Bodens mit Schwefel, Chlorkalk und Ammoniaklösungen. Da erwiesenermaßen die größte Gefährdung durch die mit Quecksilberstaub imprägnierten Kleider verursacht wird (häufig findet man selbst in Strümpfen und Schuhwerk größere Quecksilbertropfen), so ist eine zweckmäßige Arbeitskleidung, ihre häufige Reinigung (am besten in schwefelleberhaltigem Wasser), und die regelmäßige Benützung der Bäder seitens der Arbeiter nötig. Das Tragen von langen Haaren und Vollbärten ist den Arbeitern zu

widerraten, das Essen, Trinken und Rauchen in den Arbeitslokalitäten entschieden zu verweigern. Frauen, Kinder und schwächliche Individuen sind von jeder Beschäftigung mit Quecksilber auszuschließen.

Von den Verbindungen des Quecksilbers, welche technische Verwendung finden, sind die wichtigsten: das Quecksilberchlorid (Sublimat), das Quecksilberchlorür (Kalomel), das Quecksilberoxydulnitrat und der künstliche Zinnober.

Das Quecksilberchlorid wird meist durch Sublimation von schwefelsaurem Quecksilberoxyd mit Kochsalz dargestellt. Die Sublimation wird in birnförmigen Gefäßen, die in einem Sande stehen und mit losen Kreidestöpseln versehen sind, ausgeführt und soll unter einem Abzug, der gut ventiliert ist, vorgenommen werden, weil die Sublimatdämpfe auf die Lunge und verletzte Haut sehr schädlich wirken.

Dasselbe gilt auch von der Fabrikation des Quecksilberchlorürs, das durch Sublimation von Quecksilber und Sublimat dargestellt wird. Das der Sublimation vorangehende Verreiben des Sublimats mit Quecksilber darf nur in geschlossenen Gefäßen ausgeführt werden. Das Pulverisieren des sublimierten Kalomels geschieht unter Zusatz von Alkohol.

Das Quecksilberoxydulnitrat wird durch Auflösen von überschüssigem Quecksilber in Salpetersäure dargestellt. Hierbei entwickeln sich massenhafte Dämpfe von zersetzter Salpetersäure, für ihre Ableitung muß gesorgt werden. Die Lösung findet Verwendung zum Färben des Hornes, zum Ätzen der Metalle, bei der Hutfabrikation zum Beizen der Hasenhaare.

Künstlicher Zinnober (Schwefelquecksilber) wird unter Erwärmung aus einem Gemenge von Schwefel und Quecksilber dargestellt, wobei reichliche Entwicklung von schwefliger Säure eintritt, sodann wird in irdenen, lose verstopften Gefäßen im Sandbade sublimiert. Die sublimierte Masse erscheint cochenillrot, glänzend, sie gibt beim Zerreiben ein scharlachrotes Pulver, den präparierten Zinnober. Bei der Sublimation tritt anfangs Schwefelwasserstoff, später entzündbare Schwefeldämpfe und sehr häufig auch Quecksilberdampf sowie arsenige Säure (aus dem Schwefel) auf. Auch hier müssen zur Ableitung dieser Dämpfe und Gase Vorkehrungen getroffen sein.

Künstlicher Zinnober wird auch auf nassem Wege dargestellt, und zwar indem Schwefel mit Quecksilber unter Zusatz von Kalilauge verrieben und das Gemenge im Wasserbade bei 45° erhitzt wird. Dabei entwickelt sich reichlich Schwefelwasserstoff, der die Arbeiter sehr belästigen kann. Auch ergeben sich bei dem Waschen des Zinnobers mit verdünnter Salpetersäure Salpetersäure und salpetersaures Quecksilberoxydul enthaltende Abwässer, aus denen das Quecksilber durch Abrieselnlassen dieser Flüssigkeiten über Zinkspäne leicht abgeschieden werden kann.

Da Zinnober beim Erhitzen metallische Quecksilberdämpfe und schweflige Säure entwickelt, so ist auch seine Verwendung zum Färben von Siegellack, Wachslatern u. s. w. nicht ganz unbedenklich; zu Eßwaren darf er auch nicht benützt werden.

## Kupfer.

Kupfer als Metall wirkt nicht giftig, wohl aber die Kupfersalze. Auch kann Kupferstaub, in die Lunge geratend, mechanische Wirkungen erzeugen.

Von den in der Industrie zur Verwendung kommenden Kupferpräparaten sind der Grünspan und einige Kupferfarben von hervorragendem sanitären Interesse.

Mit dem Namen „Grünspan“ bezeichnet man im allgemeinen alle löslichen Kupfersalze mit organischen Säuren. Der Staub des Grünspans wirkt auf alle Schleimhäute reizend. Der Grünspan wird in der Färberei zum Schwarzfärben und zur Fabrikation grüner Arsenfarben verwendet.

Die wichtigsten kupferhaltigen Farben sind:

Das Braunschweigergrün, eine Nachahmung des Berggrüns, welches letztere fein gemahlener Malachit oder der Bodensatz kupferhaltiger Zementwässer ist. Das giftige Bremergrün wird am häufigsten durch Fällung von Kupfervitriollösung mit löslichen kohlen-sauren Salzen und Zumischen anderer Farben, um die gewünschte Nuancierung zu erhalten, dargestellt. Das Bremerblau und Bremergrün ist

wesentlich Kupferoxydhydrat. Als Wasser- und Leimfarbe gibt es ein helles Blau, mit Öl angewendet geht dagegen die ursprüngliche blaue Farbe schon nach 24 Stunden in Grün über, welches dadurch entsteht, daß sich das Kupferoxyd mit dem Öle zu grüner Kupferseife verbindet. Auch diese Farbe ist giftig. Genteses Grün (zinnsaures Kupferoxyd), durch Fällen von Kupfervitriol mit zinnsaurem Natron dargestellt, gibt eine schöne grüne und giftfreie Kupferfarbe, ersetzt vollkommen das Schweinfurtergrün und ist in sanitärer Beziehung mit keiner Gefahr bei der Anwendung verbunden. Casselmanns Grün ist basisches Kupferoxydsalz, eine sehr schöne grüne Farbe, deren Verwendung jener der arsenhaltigen Kupferfarben vom sanitären Standpunkte jedenfalls vorzuziehen ist.

Die verschiedenen bei der Kupferfabrikation sich ergebenden Abwässer erheischen gleichfalls die nötige sanitätspolizeiliche Beachtung.

## Zink.

Das Zink ist als Metallgift anzusehen; die Dämpfe, welche beim Schmelzen des Zinkes zur Umwandlung in Zinkoxyd entstehen, erzeugen Kopfweg, Schlaflosigkeit, nächtliche Unruhe, Abgeschlagenheit der Glieder, nervöse Störungen. Die mit dem Gießen von Messing beschäftigten Arbeiter sind gefährdet, indem nebst den Zinkdämpfen sich gleichzeitig Kupfer- und Arsendämpfe bilden können, da das Zink sehr häufig Arsenik enthält.

Charakteristisch ist das sogenannte Gießfieber. Wenige Stunden nach dem Gießen macht sich ein eigentümlich unbehagliches Gefühl im ganzen Körper bemerkbar, Schmerzen treten auf. Während die Schmerzen bald an dieser, bald an jener Stelle auftreten, ist weder am Pulse noch an der Respiration irgend etwas Auffälliges zu bemerken. In kurzer Zeit, gewöhnlich bald, nachdem man das Bett aufgesucht hat, stellt sich Frösteln ein, welches sich zu einem langer dauernden Schüttelfroste steigert, und der Puls erreicht innerhalb einer halben bis einer Stunde 100—120 Schläge in der Minute. Quälender Husten stellt sich ein. Sobald reichlicher Schweiß sich zeigt, beginnt das Stadium des Nachlasses, der Kranke fällt in einen mehrere Stunden dauernden Schummer, aus welchem er genesen oder wenigstens rekonvaleszent erwacht (Hirt).

Beim Zinkgusse kommen nicht so sehr die Zinkdämpfe als vielmehr (wegen des Arsengehaltes des käuflichen Zinkes) Arsendämpfe in Betracht. Es ist notwendig, daß das Schmelzen des Zinkes unter einem gut ziehenden Schornsteine stattfindet.

Die industriell und hygienisch wichtigsten Zinkpräparate sind Zinkweiß, Chlorzink.

Das Zinkweiß (Zinkoxyd) wird dargestellt, indem man Zink in Retorten aus Glashafenmasse bringt und sie, bis Zinkdämpfe entweichen, erhitzt und nach ihrem Austritte an der Retorte einen bis auf 300° erhitzten Luftstrom treffen läßt, wodurch das Zink verbrannt und in Zinkoxyd umgewandelt wird. Letzteres wird durch den Luftstrom fortgerissen und in Kammern geführt, in welchen es sich allmählich absetzt. Das gesammelte Produkt wird gemahlen, geschelmt, getrocknet und verpackt. Soll bei diesen Operationen kein Zinkdampf frei in die Atmosphäre abgehen, so muß die letzte Absitzkammer mit Leinwandbeuteln zum Auffangen des Zinkweißes oder ähnlichen Vorrichtungen versehen sein. Das Pulvern und Sieben soll in geschlossenen Apparaten geschehen. Die Verpacker sollen Respiratoren benützen. Das Zinkweiß dient meistens als Ersatzmittel des Bleiweißes. Vor letzterem hat es den Vorteil, daß es durch Schwefelwasserstoff nicht geschwärzt wird. Das Zinkweiß ist ebenfalls als eine giftige Farbe anzusehen.

Sowohl das Zinkweiß als das Bleiweiß läßt sich durch das ganz ungiftige Barytweiß (schwefelsaures Baryt), auch Blanc fix genannt, vollkommen ersetzen. Diese Farbe wird durch Schwefelwasserstoff nicht schwarz, weshalb man sie auch Permanentweiß nennt.

Das Chlorzink wird zum Löten verwendet, wobei salzsaure und Chlorzinkdämpfe, und wenn das Zink arsenhaltig war, auch Arsenwasserstoff vertreten sein kann; Reizungen der Schleimhäute der Nase und der Augen sind hiebei die häufigsten Folgezustände

## Eisen.

Die Metallurgie des Eisens wurde bereits oben besprochen. Von den vielen in der Industrie zur Verwendung kommenden Eisenpräparaten sind die cyanhaltigen Eisenverbindungen in hygienischer Beziehung die wichtigsten.

Das gelbe Blutlaugensalz, Ferrocyankalium, stellt man dar, indem man Tierkohle mit Pottasche und Eisen in eisernen Gefäßen glüht. Das Zusammenschmelzen

der Rohmaterialien geschieht entweder in geschlossenen eisernen Gefäßen (Muffeln, Birnen) oder im offenen Flammenfeuer.

Bei letzterem zieht die Flamme über eine Feuerbrücke bis zum Schmelzraume, der vor einem etwas tiefer liegenden Fuchs liegt (Fig. 248). Es gelangen demnach die aus den verschiedenartigsten Gasen und Dämpfen, namentlich aus Kohlensäure, Kohlenoxyd Cyan, Cyansaure, Cyanammonium bestehenden Verbrennungs- und Schmelzprodukte in den Schornstein und damit ins Freie, so daß die Anwohner ihrer Einwirkung ausgesetzt sind.

Da bisher keine Mittel existieren, um alle diese Verbrennungsprodukte unschädlich zu machen, so bleibt nichts anderes übrig, als Blutlaugensalzfabriken nur auf einem von Wohnungen isolierten Terrain zu dulden.

Die geglühte Masse, Schmelze genannt, gibt durch Auslaugen die Roh- oder Blutlauge. Aus ihr kristallisiert beim Erkalten Blutlaugensalz heraus. Der im Wasser unlösliche Teil der Schmelze enthält Schwefeleisen, Eisenkörner, tierische Kohle und Kalksalze. Man bezeichnet diese Masse mit dem Namen „Schwärze“. Die wasserige Lösung

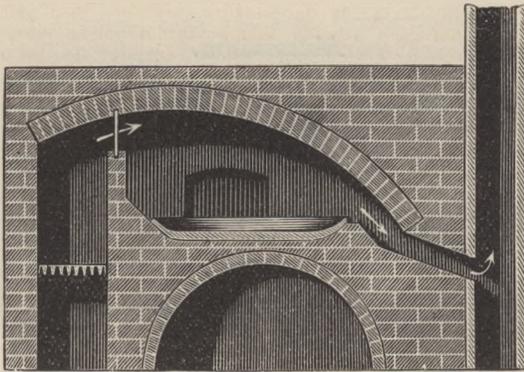


Fig. 248.

enthält außer dem Blutlaugensalz, Cyankalium, cyansaures Kali, Schwefelcyankalium, kohlen-saures Kali, Kalihydrat, Schwefelkalium, Chlorkalium, kieselsaures Kali und geringe Mengen Chlornatrium und Schwefelnatrium.

Aus der Schwärze entwickelt sich beim Lagern in Haufen an der Luft Zyanwasserstoff und Ammoniak. Es ist deshalb zweckmäßig, die Schwärze mit Erde und Dungstoffen zu versetzen und sie als Dünger, der von den Landleuten sehr geschätzt wird, zu verwenden. Alle bei der Fabrikation sich ergebenden Abfallwässer müssen, sofern sie, wie oben gezeigt wurde, Cyankalium oder giftige Cyanverbindungen enthalten, so beseitigt werden, daß hiedurch keine Gefahr für die Öffentlichkeit entsteht.

Das meiste Blutlaugensalz wird in der Färberei, außerdem auch noch zur Fabrikation des weißen Schießpulvers, bei der Stahlbereitung und zur Darstellung verschiedener Cyanpräparate verwendet.

Das rote Blutlaugensalz (Ferricyankalium) stellt man dar, indem man durch eine Lösung des gelben Blutlaugensalzes Chlor bis zur Sättigung leitet. Bei Sättigung der Flüssigkeit mit Chlor entsteht stets Chlorcyan, das höchst giftig ist, weshalb die Darstellung des roten Blutlaugensalzes nur in geschlossenen Bottichen vorgenommen werden soll, aus denen Abzugsröhren das sich bildende Chlorcyan in wirksame Absorptionsmittel (z. B. Eisenvitriollösung) führen. Die Arbeiter haben sich durch mit Alkohol benetzte Respiratoren vor diesen giftigen Dämpfen zu schützen. Das Ferricyankalium wird zumeist in der Färberei verwendet.

Beide Blutlaugensalzsor-ten werden zur Darstellung blauer Farben verwendet, welche unter dem Namen Berliner-, Pariser-, Mineralblau bekannt sind.

Berlinerblau ist nicht giftig, ebenso ist das rote und gelbe Blutlaugensalz an und für sich nicht giftig. Doch werden alle diese Präparate durch Säuren zersetzt und liefern dabei Blausäure.

Auch bei der Verwendung des gelben und roten Blaulaugensalzes in der Färberei entwickeln sich unter manchen Umständen Blausäuredämpfe (siehe dort).

Wichtig ist noch die Verwendung des Blutlaugensalzes zur Erzeugung von Cyankalium. Cyankalium wird im großen durch Schmelzen eines Gemenges von Blutlaugensalz mit Pottasche und Auslaugen der geschmolzenen, erkalteten und gepulverten Masse dargestellt. Wird Zyankalium mit Wasser behandelt, so bildet sich stets Blausäure, auch seine wässrige Lösung zersetzt sich schon durch bloßes Stehen an der Luft.

Bei allen Manipulationen mit cyankaliumhaltigen Stoffen ist deshalb eine gewisse Vorsicht nötig. Insbesondere sollen alle Gefäße, die solche Substanzen enthalten, stets unter dichtigem Verschlusse stehen, die Arbeitsräume sollen gut ventiliert, das Essen, Trinken und Rauchen in denselben verboten sein. Namentlich haben die Arbeiter ihre Hände stets rein zu halten und sich vor Hautverletzungen zu hüten. Wenn Aufmerksamkeit und Reinlichkeit in solchen Fabriken herrscht, so bleiben die Arbeiter stets gesund.

Außer zur Galvanokautistik wird das Cyankalium angewendet zur Bereitung der Lösungen für die Negativplatten in der Photographie, zum Lustrieren der schwarzen Seide, zum Löten. Photographen, welche mit den Lösungen von Cyankalium viel zu tun haben, leiden an hartnäckigen und schmerzhaften Geschwüren an den Händen und namentlich an den Ecken der Nägel.

### Aluminium.

Von den Aluminiumverbindungen kommen für die Gewerbehygiene hauptsächlich das Ultramarin und der Alaun in Betracht. Man stellt ihn jetzt künstlich durch Erhitzen von Ton mit Schwefel und kohlen-saurem Natron dar. Beim Brennen entwickelt sich reichlich schweflige Säure. Da das Ultramarin nach seinem Brennen nochmals gepulvert, geschlämmt und getrocknet wird, so ergeben sich Abwasser, die wegen ihres Gehaltes an schwefelsaurem Natron und Schwefelnatrium Verderbnis von Brunnenwässern erzeugen. Es ist empfohlen worden, diese Abwässer zur Darstellung des Blanc fix zu benützen. Der Alaun wird in den Fabriken in verschiedener Weise dargestellt; entweder durch Behandlung von Ton mit konzentrierter Schwefelsäure oder aus Kryolith; Brauxit, Alunit.

Der meiste Alaun wird aber durch Rösten gewisser Tonarten, welche mit Kohle und mit kleinen Kristallen von Schwefeleisen innig vermengt sind (Alaunschiefer), bereitet. Die Alaundarstellung aus dem Alaunschiefer führt am häufigsten zu bedeutenden Belästigungen. Bei der Röstung entstehen eine Menge gas- und dampfförmiger Emanationen, die hauptsächlich aus schwefliger Säure und aus den Verbrennungsprodukten der organischen Substanzen des Tonschiefers bestehen, sich in der Umgebung weithin verbreiten und so für die benachbarten Ortschaften eine Quelle höchst unangenehmer Einwirkungen werden. Es wird dieser Betrieb nur dort gestattet werden können, wo durch die Besonderheit der örtlichen Verhältnisse eine Beschädigung der Anwohner und der Vegetation nicht stattfinden kann.

---

## Siebentes Kapitel.

### Die Ton- und Glasindustrie, die Kalkbrennerei und Zementfabrikation.

#### Ziegelbrennerei.

Die verschiedenen Tonarten bestehen wesentlich aus wasserhaltiger, kiesel-saurer Tonerde und einer gewissen Menge von kiesel-saurem Kali. Der nicht plastische Ton heißt Kaolin oder Porzellanerde.

Zur Ziegelfabrikation wird gewöhnlicher kalkhaltiger Ton (Lehm) verwendet; nach dem Ausgraben wird er längere Zeit der Luft und wenn möglich dem Froste ausgesetzt und gelockert, dann durchtreten; sodann mittels Menschen- oder Maschinenarbeit in Formen gestrichen.

Das Brennen geschieht entweder in Feldöfen (Meilern), wobei immer eine Schichte der zu brennenden Steine abwechselnd mit einer Schichte Kohle oder Holz eingelagert wird, oder in Ziegelöfen von sehr verschiedener Konstruktion.

Die sanitären Verhältnisse bei Ziegeleien sind besonders dann recht ungünstige, wenn es an Maschinenbetrieb fehlt. Die Arbeit des Lehmtretens ist sehr nachteilig. Erkältungskrankheiten aller Art und Erschöpfung der Kräfte sind davon die Folge. Die Ziegelöfen können weiters auch für die Nachbarschaft recht unangenehm werden, da ihre Verbrennungsgase mitunter einen widerlichen Geruch annehmen. Als Verbrennungsprodukte der Ziegelmeiler und Ziegelöfen sind gefunden worden: Schweflige Säure, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Sumpfgas, verschiedene andere Kohlenwasserstoffe, Ammoniak, Salzsäuredämpfe. Die Stoffe bilden sich theils aus dem im Ton feinverteilten Schwefelkies und anderen Tonbestandteilen, theils aus dem Brennmaterial.

Die Gesundheitspflege hat bezüglich der Ziegeleien dahin zu wirken, daß die anstrengende und gefährliche Handarbeit möglichst durch Maschinenarbeit ersetzt werde und daß alle größeren Ziegeleien stets mit den bewährtesten Einrichtungen arbeiten und nur in entsprechender Entfernung von Wohnungen eingerichtet werden.

### Topfwaren und Steinzeugfabrikation.

Die gewöhnlichen Töpferwaren werden in ähnlicher Weise hergetelt wie die Ziegel, nur werden sie dann glasiert, wenn sie als Geschirre, Gefäße u. s. w. dienen sollen.

In manchen Fällen ist es notwendig, die geformten Tonwaren an der Luft zu trocknen. Dieses Trocknen sollte nie in Wohnhäusern geschehen, da hiebei ein höchst unangenehmer Lehmgeruch und im Sommer viel Staub sich entwickelt.

Weiter ist die Glasur des Tongeschirres von hygienischem Interesse. Das nahezu ausschließliche Material zum Glasieren der Töpferwaren ist der Bleiglanz. Er muß sehr fein gemahlen und entweder in gepulvertem Zustand durch Bestäuben oder, zu einer Glasurbrühe angertührt, durch Begießen auf das geformte Geschirr aufgetragen werden. Beim darauffolgenden Brennen des Geschirres entweicht aus der Glasurmasse schweflige Säure, es bildet sich Bleioxyd, und dieses geht mit der Kiesel- und Tonerde ein Bleialuminiumsilikat ein, welches das Geschirr wie eine Glasschicht überzieht und undurchdringlich für Flüssigkeiten macht. Nur bei sorgfältigster Darstellungsweise und nur unter den günstigsten Verhältnissen fällt das Bleisilikat so aus, daß es in den im täglichen Leben vorkommenden Säuren unlöslich ist. Meist gibt es, wie bei den Eßgeschirren erwähnt wurde, beim Kochen mit Säuren Blei ab und kann so die Speisen und Getränke vergiften.

Das gemeine Steinzeug gehört zu jenen Tongeschirren, die ebenfalls an ihrer Oberfläche mit einer verglasten Masse überzogen sind, doch wird diese Verglasung durch eine stärkere Einwirkung des Feuers auf die nicht vollständig feuerbeständige, sondern schmelzende Tonmasse bewirkt.

Bei manchen Steingutwaren wird eine Glasur hergestellt, indem man gegen das Ende des Brennens in den Ofen durch hiezu bestimmte Öffnungen Kochsalz wirft. Dieses wird infolge der Erhitzung in Salzsäure und Natrium zersetzt und letzteres verbindet sich mit Kieselerde auf der Oberfläche der Steinzeugwaren zu kieselsaurem Tonerde-

natrium, einer ganz ungefährlichen Glasur. Dagegen kann die bei diesem Prozesse entstehende und sich bei ungenügend geschlossenem Ofen in der nächsten Umgebung verbreitende Salzsäure die Anwohner und die nachbarlichen Kulturen sehr bedeutend schädigen.

### Porzellanfabrikation.

Das Porzellan wird aus einer Masse bereitet, die aus Kaolin, einem Flußmittel (Feldspat, weißer Sand, Gips) und der Glasur besteht.

Die Porzellanerde, an und für sich unerschmelzbar, würde im Feuer sich nur zu einer erdigen undurchsichtigen Masse brennen; wird sie aber mit Flußmitteln gemischt, so schmelzen letztere bei der hohen Temperatur des Glasofens und füllen die Poren aus.

Das Kaolin und die Flußmittel müssen auf das feinste zerkleinert, geschlämmt, der Sand in einem besonderen Ofen gegläht und die Materialien miteinander innig gemischt werden. Dann wird die Masse an der Luft getrocknet und hierauf dem Kneten und Faulenlassen (Rotten) unterworfen. Häufig wird hiebei Jauche und Moorwasser angewendet. Bei der Fäulnis der Porzellanmasse treten reichliche Mengen von Schwefelwasserstoff auf.

Die geknetete Masse wird nun zu Porzellanwaren geformt, an der Luft getrocknet, mit Glasurmasse überzogen und schließlich im Porzellanofen gegläht. Zur Porzellanglasur dienen: Feingepulverte Kieselerde, Tonerde und Alkalien oder ein Gemisch von Kaolin, Quarz, Gips und Porzellanscheibepulver. Das Glasieren geschieht durch Eintauchen in die Glasurbrühe.

Der Porzellanofen (Fig. 249) enthält vier verschiedene Räume *A*, *B*, *C*, *D* übereinander, welche durch Feuerkanäle in Verbindung stehen und fünf im Umfange des Ofens befindliche Feuerungen *E*, in welchen von *a* aus mit Fichtenholz geheizt wird. Die Flammen ziehen durch Kanäle *b* zuerst in der Feuerkammer *A*, von hier durch mehrere Kanäle *c*, *c'* nach aufwärts in den Gutofen oder Glattbrennofen *B*, dann in den Verglühofen oder Biskuitofen *C* und endlich von *D* aus in einen hohen Schornstein *G*. Die Wände des Ofens, welche unmittelbar mit dem Feuer in Berührung kommen, sind aus feuer-

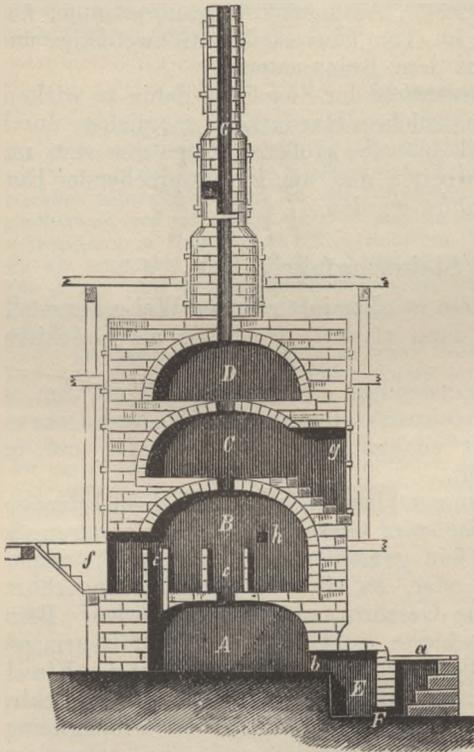


Fig. 249.

festen Porzellansteinen aufgebaut. Die zu brennenden Geräte werden, weil sie durch den Ruß und die von den Flammen fortgerissenen Aschenteilen zu sehr leiden würden, in Kapseln von feuerfestem Ton eingesetzt. Im Verglühofen werden die Gegenstände zu festen, porösen Massen, welche im Wasser nicht mehr zerfallen. Im Glattbrennofen erleiden sie infolge der höheren Temperatur eine teilweise Schmelzung. Taucht man aber die verglühten Geschirre in Wasser ein, in welchem die Glasurmasse des Porzellans verteilt ist, und setzt sie nach dem Trocknen und Einsetzen in Kapseln der Hitze des Glattbrennofens aus, so schmilzt die an der Oberfläche hangen gebliebene Glasurmasse und verleiht dem Geschirre eine dünne, glänzende Oberfläche.

Bei den verschiedenen Manipulationen der Porzellanbereitung entsteht ein Kieselsäure in feinsten Verteilung enthaltender, den Atmungsorganen sehr gefährlicher Staub, dessen möglichste Abhaltung zum Schutze der Arbeiter notwendig ist. Beim Mahlen

kann recht gut eine Anfeuchtung durch Wasser stattfinden. Sieben soll aber nur in geschlossenen Apparaten vorgenommen werden. Das Glasieren ist eine Arbeit, bei der Staubentwicklung nicht zu vermeiden ist; die hiebei beschäftigten Arbeiter sollten deshalb Respiratoren anlegen.

Die Verarbeitung des Kaolins durch Faulenlassen (Rotten) kann besonders belästigend werden, wenn dazu unreines, an organischen Bestandteilen reiches Wasser genommen wird. An und für sich gefährdet diese Manipulation die Arbeiter ebenso wie das Treten des Tones bei der Ziegelfabrikation.

Das Pressen der plastischen Massen in die Formen ist häufig Ursache von Deformationen des Brustkastens der damit beschäftigten Arbeiter.

### Kalk, Zement.

Das Kalkbrennen, d. i. die Darstellung von Ätzkali aus Kalksteinen (kohlensaurem Kalk), wird in Meilern oder Kalköfen vorgenommen.

Fig. 250 stellt einen Kalkofen der einfachsten Art dar. Über dem Roste oder der Sohle des Ofens baut man zuerst mit den größten Kalksteinen eine Art Gewölbe, welches die ganze Füllung des Ofens, die man von oben einbringt, zu tragen hat. Man unterhält das Feuer 12 Stunden lang, worauf man erkalten läßt und den gebrannten Kalk herausnimmt.

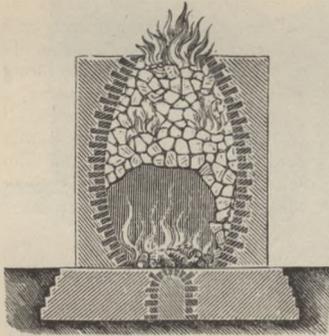


Fig. 250.

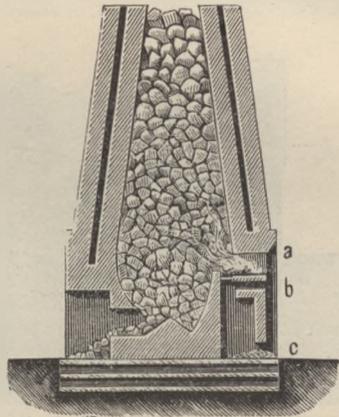


Fig. 251.

Kontinuierlich arbeitende Kalköfen sind nach Art eines Schachtofens (Fig. 251) gebaut und werden ganz mit Kalksteinen gefüllt, die durch seitlich angebrachte Herde *a* erhitzt werden. Der gebrannte Kalk wird durch eine seitliche Öffnung an der Sohle des Ofens herausgezogen und zum Ersatze desselben neuer Kalkstein oben aufgegeben.

Der beim Kalkbrennen entstehende Rauch besteht aus der Kohlensäure des Kalksteines und aus den Verbrennungsprodukten des Brennmaterials.

Wird der Rauch in größerer Höhe aus der Esse in der Luft geführt, so ist wenigstens bei ruhigem Wetter die Belästigung der Anwohner eine geringe.

Für die Arbeiter ist die gefährlichste Operation das Ziehen des Kalkes. Sie sind hiebei großer Hitze und der Gefahr ausgesetzt, durch glühenden Kalkstaub verletzt zu werden. Wenn an dem Kalkofen, von der Ziehstelle her, ein kleiner, die heiße Luft nach oben abführender Luftgang angebracht wird, so sind die Arbeiter weit weniger gefährdet.

Enthält der Kalkstein Ton beigemengt, so kann die gebrannte Masse mit Wasser ohne bedeutende Wärmeerzeugung gemischt werden, erhärtet aber damit, auch unter Wasser, und zwar je nach der Menge des beigemengten Tones (10–30%) mehr oder weniger rasch (nach 2–20 Tagen). Dies ist der hydraulische Kalk (Zement).

Es gibt auch einige Verbindungen von Kieselsäure mit Tonerde und geringen Mengen von Alkalien und Kalk, welche Kalkbrei in hydraulischen Kalk verwandeln. Solche Naturprodukte nennt man natürliche Zemente. Hydraulischen Kalk kann man auch aus ungebranntem Kalk und Ton herstellen (Portlandzement).

Bei der Zementfabrikation kommen ähnliche sanitäre Gesichtspunkte in Betracht wie beim Kalkbrennen; durch Zerkleinern, Stampfen, Sieben der natürlichen Zementsteine oder beim Mischen der zu künstlicher Zementfabrikation erforderlichen Materialien wird Staub entwickelt, gegen welchen der Arbeiter zu schützen ist.

### Glasfabrikation.

Das Glas ist ein durch Schmelzen entstandenes, amorphes Gemenge verschiedener kieselsaurer Salze, in welchen gewöhnlich kieselsaures Alkali und kieselsaurer Kalk die Hauptbestandteile bilden. Bisweilen, wie bei der Darstellung gewisser zu optischen Zwecken dienender Gläser, wird die Kieselsäure auch durch Borsäure vertreten; manche Gläser enthalten außer kieselsaurem Alkali und kieselsauren Erdalkalien noch gewisse Metalloxyde, z. B. enthält das Kristallglas auch kieselsaures Bleioxyd, und zwar bis zu einem Drittel seines Gewichtes.

Als Rohmaterialien, welche die Substanz des Gases bilden, verwendet man Bergkristall, Quarz, Sand, Feuerstein, Infusorienerde, Glasscheiben, Borax, Pottasche, Glaubersalz, kalzinierte Soda, Kalkstein,

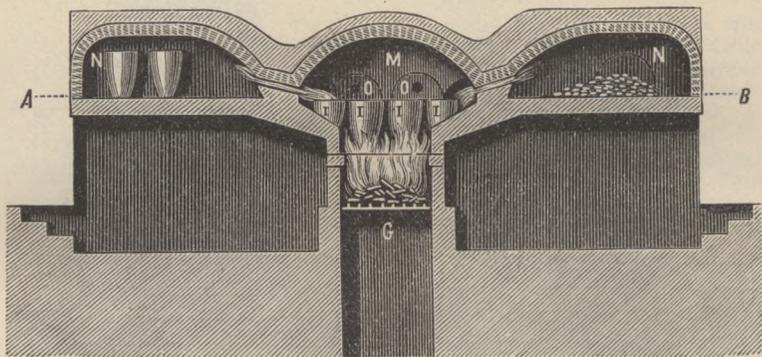


Fig. 252.

Kreide, Mennige, Bleiweiß, Bleiglätte, Zinkweiß, Wismutoxyd; als Entfärbungsmittel bei der Fabrikation von weißem Glase: Braunstein, arsenige Säure, Salpeter, Mennige, und zur Erzielung bestimmter Farben des Glases: Goldchlorid, Chlorsilber, Kupferoxydul, Kupferoxyd, Uranoxyd, Kobaltoxyd, Chromoxyd, Mangansuperoxyd, Zinnoxid und Knochenasche.

Fast alle diese Materialien müssen gepulvert werden. Das Mahlen, Mischen und Sieben aller dieser Materialien erzeugt Staub, der unter allen Umständen vermöge seiner mechanischen Reizung die Arbeiter gefährdet, manchmal aber, so beim Zerkleinern von Arsenik oder Bleipräparaten, im höchsten Grade giftig wirkt.

Die fertige Mischung der zur Glaserzeugung erforderlichen Materialien heißt Glassatz; dieser Glassatz wird in Schmelzgefäßen, die man Glashafen nennt, eingetragen, und diese werden in dem Glasofen so weit erhitzt, daß der Inhalt derselben vollkommen schmilzt.

Die Glasschmelzöfen (Fig. 252 und Fig. 253) sind aus feuerfestem Tone hergestellt. Oberhalb des Feuerraumes liegt der Schmelzraum *M*. In ihm stehen die Häfen *I* und werden durch die Flamme direkt erhitzt. Aus dem Schmelzraume gelangt die Flamme in seitliche Räume *N*, worin das Fritten und Trocknen, Prozesse, die dem eigentlichen

Verschmelzen vorangehen, vorgenommen werden. Aus diesen Seitenräumen (Nebenöfen genannt) gelangen die Verbrennungsprodukte des Feuermaterials mit den beim Schmelzen sich entwickelnden Gasen und Dämpfen in den Schornstein. Die geschmolzene Glasmasse wird durch die Arbeitslöcher *O* herausgenommen und von den Arbeitern, welche auf der hölzernen Brücke *L* stehen, in geeignete Formen gebracht. Durch den Schmelzprozeß im Glasofen wird aus dem kohlen-sauren Kalk durch die Hitze die Kohlensäure ausgetrieben; das Glaubersalz wird zersetzt, die Schwefelsäure entweicht entweder unverändert oder zu schwefliger Säure reduziert; die anderen Metalloxyde gehen in kiesel-saure Verbindungen über; der Salpeter, die Mennige, der Braunstein und die arsenige Säure geben ihren Sauerstoff ab und oxydieren dadurch das Eisenoxydul, wodurch die Entfärbung des Glases bewirkt wird. Metallisches Arsen wird hingegen verflüchtigt.

Die aus den Arbeitslöchern und aus dem Schornsteine abgehenden Gase sind demnach gefährlich, namentlich wenn viel Arsen zur Verwendung kommt. In Glashütten, wo die massenhafte Verwendung von Arsenik die Kondensation des Glashüttenrauches notwendig macht, wären Flugstaubkammern zu fordern.

Auch die weitere Verarbeitung der Glasmassen zu Glasgegenständen ist mit vielfachen Gesundheitsgefahren für die Arbeiter verknüpft. Das Glasblasen verursacht Kongestionszustände und vor allem Emphysem

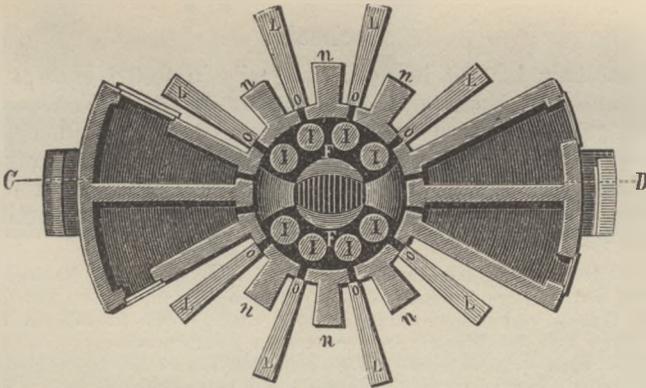


Fig. 253.

der Lunge. Die strahlende Hitze des Schmelzofens und der Aufenthalt in den zugigen Räumen der Glashütten bedingen schwere Erkältungskrankheiten. Der profuse Schweiß infolge der strahlenden Hitze verursacht übermäßigen Säfteverlust, der gelbe Flammenschein der zu bearbeitenden Glasmasse blendet das Auge und soll sehr häufig grauen Star erzeugen. Bedeutsam ist auch die Verwendung von Blei- und Arsenverbindungen. Gegen die üblen Einflüsse dieses Gewerbes können die Arbeiter nur durch kräftige Ernährung, zweckmäßige Kleidung, Pflege des Körpers, Bäder, Vorsicht bei der Arbeit, Vermeidung von Überanstrengung durch zu lange Arbeitszeit einigermaßen geschützt werden. Gegen Hitze und Feuerschein empfehlen sich Glimmerbrillen.

Gegen die beim Schleifen und Polieren des Glases entstehende Verstaubung schützt am besten das Schleifen mit durch Wasser angefeuchteten Schleifapparaten. Bei Trockenschleifen sollten Exhaustoren in Verwendung kommen.

Beim Ätzen der Gläser mit Fluorwasserstoffsäure darf die Entwicklung dieser Säure nur in geschlossenen Bleigefäßen stattfinden. Diese Säure hat die nachteiligste Einwirkung auf die Augen und Haut; die gasförmige Säure wie deren Lösung in Wasser erzeugen auf der Haut fressende Geschwüre, die sich schnell in die Breite und Tiefe ausdehnen und eine geringe Tendenz zur Heilung haben. Beim Arbeiten mit Flußsäure sollen die Bleiapparate an ihren Verbindungsstellen durch Kitt sorgfältig verschlossen werden, das aus dem Apparat entweichende Gas wird in Wasser geleitet. Das Entleeren der Apparate darf nur nach vollständiger Abkühlung vorgenommen werden; alle Arbeiten mit der Säure nimmt man unter einem gut ziehenden Abzug vor.

## Achtes Kapitel.

### Die chemische Großindustrie.

#### Kochsalz.

Das Kochsalz kommt in der Natur teils in festen Massen als Steinsalz, teils gelöst in Meer- oder Salzsolenwasser vor. Wo es als reines Steinsalz in großen Lagern zu finden ist, wird es durch bergmännische Förderung gewonnen. Das unreine Steinsalz muß in Wasser gelöst und umkristallisiert werden; die Auflösung wird gewöhnlich in der Grube selbst bewerkstelligt und die Kochsalzlauge zum Versieden durch Pumpen in die Höhe befördert.

Die natürlichen Salzsolen sind in der Regel nicht ganz mit Kochsalz gesättigt, weil sie, bevor sie zu Tage kommen, sich in anderen Schichten noch mit Quellen von gewöhnlichem Wasser vermischen. Man entfernt zuerst durch freiwilliges Verdampfen an der Luft einen Teil des Wassers in sogenannten Gradierwerken.

Beim Versieden sondert sich Gips und schwefelsaures Natron teils als Schaum, teils als Absatz aus, welchen man mit einer Krücke herauschaffen muß. Sobald sich auf der Oberfläche der siedenden Sole eine Salzhaute bildet, schreitet man zum Soggen (Gewinnung) des Kochsalzes. Während der Periode des Soggens wird die Temperatur der Flüssigkeit auf 50° erhalten. Das ausgeschiedene Salz wird mittels der „Schwimmkrücken“ herausgehoben, dann getrocknet.

Das Auskrücken und das Trocknen ist für die Arbeiter erschöpfend, weil sie der Hitze sowie einer überaus feuchten Atmosphäre ausgesetzt sind. Die häufigsten Krankheitsformen bei den Sudarbeitern sind Rheumatismus, verschiedene Katarrhe und Diarrhöen. Empfindliche Personen werden auch durch den Salzdunst zu Husten gereizt. Schwächliche Personen sollen zur Sudarbeit nicht zugelassen werden. Wirksame Dampffänge über der Sudpfanne sollen den Wasserdampf ableiten.

#### Sodafabrikation.

Unter den Sodafabrikationsweisen hat jene, welche nach dem sogenannten Leblancschen Verfahren arbeitet, ein großes hygienisches Interesse.

Zuerst wird dabei Kochsalz durch Behandlung mit Schwefelsäure in Glaubersalz (schwefelsaures Natron) übergeführt (Sulfatprozeß), dann

das entstandene Glaubersalz in der Hitze durch die Einwirkung von Kalkhydrat und Kohle in Rohsoda (ein Gemenge von kohlen saurem Natron und einer Doppelverbindung von Schwefelkalkium und Kalk) verwandelt (Sodaprozeß, Kalzination) und schließlich durch Auslaugen und Kristallisieren das kohlen saure Natron von der in Wasser unlöslichen Doppelverbindung getrennt (Sodalaugerei).

a) Sulfatprozeß.

Bei der Darstellung des Natriumsulfats entwickelt sich eine große Menge von Salzsäure. Es gibt Sodafabriken, die täglich 100.000 *kg* Kochsalz verarbeiten und somit 62.000 *kg* Salzsäure als Nebenprodukt erhalten. In früherer Zeit haben die Fabriken nahezu alle Salzsäure ihres Betriebes, die als Dampf auftritt, mittels Schornsteine ins Freie abgelassen. Die Dämpfe der Salzsäure ziehen erfahrungsgemäß begierig Wasser an, sie sinken deshalb rasch zu Boden und bilden in demselben, auf Kalk- und Magnesia-

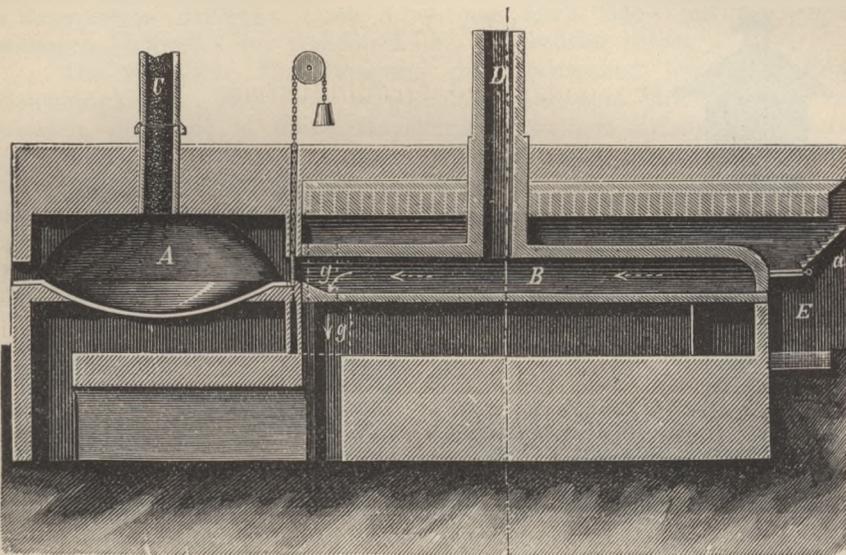


Fig. 254.

salze der Erde einwirkend, Chlorkalzium und Chlormagnesium — Verbindungen, die für jede Vegetation durchaus nachteilig sind. Auch Wäsche und andere Dinge werden durch die herabfallende Salzsäure beschädigt. Selbstverständlich kann Salzsäuredampf bei einiger Konzentration auch der Gesundheit des Menschen und der Tiere schädlich werden und Katarhe der Atemwege verursachen.

Die Salzsäure ist in verdünntem Zustand nahezu oder ganz wertlos, im konzentrierten auch sehr billig, und da die Kondensation der Salzsäure eine kostspielige Arbeit ist, unterließen in früherer Zeit die Fabriken diese gern ganz. Die frühere Einrichtung der Öfen für die Sulfatfabrikation, bei welchen die salzsauren Dämpfe mit den Rauchgasen der Feuerung gemengt, in den Schornstein entwichen, mußte infolge der hiedurch entstehenden sehr bedeutenden und auffälligen Beschädigung der ganzen Umgebung einer Sodafabrik überall aufgegeben werden. Gegenwärtig verwendet man Muffelöfen (Fig. 254), in welchen die Sulfatbildung und die Kalzination gleichzeitig bewirkt wird.

Diese Öfen bestehen aus einer gasdichten Muffel *B*, unter und über welcher das Feuer des auf dem Roste *a* brennenden Brennmaterials der Feuerung *E* herunzieht, um durch die (mit punktierten Linien angegebenen) Flüche *g* und *g'* herabzusinken und gleichzeitig die Böden der Zersetzungspfanne zu heizen. Die Rauchgase und die Salz-

sauredampfe werden getrennt abgeleitet, und zwar die Rauchgase durch einen Kanal am Fuße des Ofens in die Esse, das salzsaure Gas aus der Muffel und den Pfannen mittels irdener Röhren *C* und *D* in den Kondensationsapparat.

Die Kondensation findet statt: in mit Wasser gefüllten Tongefäßen, Bonbonnes genannt, oder in Kokstürmen, in welchen Wasser in feinen Strahlen über Koksstücke ausgeschüttet wird, während das Salzsäuregas, nachdem es stark abgekühlt worden ist, den ganzen Turm durchstreicht. Die Kondensation durch die Bonbonnes ist nicht genügend, wohl aber jene durch Kokstürme. In vielen Sodafabriken leitet man die Gase zuerst durch Bonbonnes und dann durch Kokstürme (Fig. 255). Die Bonbonnes müssen auf einer säuredichten Unterlage aufgestellt sein, damit beim allfälligen Zerbrechen derselben die Salzsäure nicht Brunnen und andere Gewässer verderbe.

### b) Kalzination.

Die Umwandlung des Glaubersalzes in Soda erfolgt in dem Kalziniererraum, in dessen Decke sich ebenfalls ein Rohr befindet, um die sauren Dämpfe direkt in die Kondensationsapparate abzuleiten. Während der Kalzination muß das Gemenge von



Fig. 255.

Natriumsulfat, Kalziumkarbonat und Kohle fortwährend umgekrückt werden, wobei die Arbeiter in hohem Grade salzsauren Dämpfen ausgesetzt sind.

In neuerer Zeit besorgt in vielen Fabriken eine Maschine das Umkrücken der Masse.

### c) Sodalaugerei.

Sobald die Kalzination beendet ist, wird die Sodaschmelze in eiserne, flache Kästen ausgekrückt und mittels Auslaugens und Eindampfens die Abscheidung des kohlen-sauren Natrons erzielt. Es hinterbleibt der Sodaächer, vorzüglich aus Schwefelkalzium bestehend, in hygienischer Hinsicht wichtig.

In jeder Sodafabrik sammeln sich diese Rückstände mit der Zeit zu erstaunlich großen Massen an und werden eine Quelle großer Unannehmlichkeiten sowohl für die Fabrik selbst als auch für die ganze Umgebung; für jede Tonne Soda entstehen zwei Tonnen Rückstand!

Durch Aufnahme von Kohlensäure aus der Atmosphäre entsteht aus dieser Masse Schwefelwasserstoffgas. Das Innere der Haufen

erhitzt sich durch eintretende Oxydation, wobei sich schweflige Säure bildet, welche teils in der Luft entweicht, teils den Schwefelwasserstoff zerlegt, so daß Schwefel ausgeschieden wird. Dieser entzündet sich und erzeugt wiederum schweflige Säure. Nasse Witterung und große Anhäufung begünstigen die Zersetzungen.

Ein viel bedeutenderer Nachteil geht weiters von den Flüssigkeiten aus, welche von diesen Haufen während und nach dem Regen ablaufen und durch ihren reichen Gehalt an schwefelhaltigen Verbindungen, wenn sie direkt in Brunnen oder kleinere Wasserläufe kommen, das Wasser derselben unbrauchbar machen und, wenn sie versickern, den Boden weithin verunreinigen und ihn mit einer schwarzen stinkenden Jauche anfüllen.

Tatsächlich gewinnt es den Anschein, als ob neue Methoden der Sodaerzeugung Aussicht hätten, das so bedenkliche Leblancsche Verfahren zu verdrängen, wie z. B. die Sodabereitung aus Kochsalz und kohlensaurem Ammon. Doch wird man noch lange mit den gegenwärtigen Methoden der Sodafabrikation zu rechnen haben.

Die definitive Unterbringung der Sodaäsker hat sehr große Schwierigkeiten. Man hatte vorgeschlagen, sie zum Straßenbau zu verwenden, aber die in dieser Beziehung gemachten Erfahrungen waren ganz ungünstige. Man darf diese Rückstände auch nicht zur Ausfüllung von Terrain, das als Bauplatz benützt wird, heranziehen, da durch sie ein späteres Heben des Grundes möglich ist, so daß das erbaute Haus leicht beschädigt werden kann oder einstürzt. Der Geruch nach Schwefelwasserstoff macht sich selbst dann noch bemerkbar, wenn die Masse unter der Sohle des Kellers liegt.

Das Aufbewahren der Sodaäsker in Haufen sollte nur unter bedeckten Schuppen und auf wasserdichtem Boden stattfinden. Zur Vermeidung der Entzündung dieser Haufen sollten dieselben stets in dünnen Schichten gelagert werden.

In manchen Fabriken werden die aufgehäuften Rückstände oder wenigstens die von ihnen abfließenden gelben Laugen nach dem Mondschen Verfahren verarbeitet.

Die Reinigung dieser Laugen vor ihrem Ablassen geschieht meist in drei Gruben, welche sie abwechselnd vor ihrem Abflusse passieren müssen; in diesen werden sie mit dem wesentlich aus Eisenhydroxyd, etwas Mangansuperoxyd und Kaliumkarbonat bestehenden Klärschlamm der neutralisierten Manganlauge, wie sie bei der Chlorfabrikation erhalten wird, vermischt, wodurch sie vollkommen entfärbt und entschwefelt werden; die klare Flüssigkeit kann dann abgelassen werden.

Bezüglich der Verwendung neu entstehender Sodarückstände schlägt man sehr verschiedene Wege ein. Am radikalsten ist derjenige, welchen aber leider nur die Fabriken des Küstenlandes befolgen können, die Sodarückstände ins Meer zu werfen. Als Dünger kann man diesen Rückstand nicht verwerten; eher eignet er sich als Zusatz zu Mörtel, dem er zementartige Eigenschaften verleiht, oder man versucht, den Schwefel aus dem Rückstand, worin er bis über 13% enthalten ist, wieder zu gewinnen.

Die diesen Zweck anstrebenden Methoden befolgen alle zunächst das Prinzip, die Sodarückstände einer Oxydation durch die Luft zu unterwerfen, um hiedurch Polysulfide, Hyposulfide und Sulfide des Kalziums zu bilden; dann werden die Massen ausgelaugt. Die Methode von Schaffner extrahiert die Masse mit Wasser mehrmals, erhitzt die Flüssigkeit zum Sieden, gibt Salzsäure zu, leitet die sich entwickelnde schweflige Säure in frische Lauge und erhält so einen Niederschlag von Gips und Schwefel, welche von-

einander getrennt werden. Beim Mondschen Verfahren bläst ein Ventilator zur schnellen Oxydation der Massen Luft durch dieselben. Sie werden dann ausgelaugt und durch Salzsäure zersetzt, wodurch der Schwefel zur Abscheidung kommt.

Die gegenwärtig üblichen Entschweflungsmethoden leisten noch zu wenig in sanitärer Beziehung. Zwar werden hiedurch die Sodarückstände beseitigt oder wenigstens vermindert, allein ihre Aufbereitung setzt selbst sehr beachtenswerte Gesundheitsgefahren; ja es haben jene Operationen der Entschweflung, bei welchen sich Schwefelwasserstoff entwickelt, schon manches Menschenopfer gekostet. Namentlich war es der Fall, wenn die Auslaugeflüssigkeiten der oxydierten Rückstände ohne alle Vorsorge mit Säuren behandelt wurden und Schwefelwasserstoff entwickelten.

Die bei der Schwefelwiedergewinnung aus den Sodaabfällen nach Ausfällung und Abscheidung des Schwefels sich ergebenden Wasser enthalten meist Chlorkalzium in Lösung, auf geordnete Ableitung ist daher Rücksicht zu nehmen; am besten verwendet man das Chlorkalzium dieser Laugen zur Gipsfabrikation. Der aus Chlorkalziumlauge und Schwefelsäure dargestellte Gips findet in den Papierfabriken als Zusatz zum Ganzzug Verwendung. Die gegenwärtig üblichen Methoden der Verarbeitung der Sodarückstände auf Schwefel befriedigen aber auch in technischer Beziehung nicht gänzlich, es konnten nur 50—60% des darin enthaltenen Schwefels gewonnen werden. Nach vielen anfangs vergeblichen Versuchen ist es in der neuesten Zeit Schaffner und Helbig gelungen, ein einfaches Verfahren ausfindig zu machen, welches nicht nur allen Schwefel, sondern auch den Kalk der Sodarückstände liefert.

Die Verarbeitung des Sodarückstands zerfällt dabei in folgende Operationen:

Die Sodarückstände werden mit Chlormagnesium zersetzt, wobei Chlorkalzium, Magnesia und Schwefelwasserstoff entsteht; der hiebei sich entwickelnde Schwefelwasserstoff wird mittels schwefliger Säure in Schwefel umgewandelt. Der nun nach der Austreibung des Schwefelwasserstoffes zurückbleibende Rückstand (aus Chlorkalzium und Magnesia bestehend) wird der Einwirkung der Kohlensäure ausgesetzt, wodurch kohlenaurer Kalk und Chlormagnesium entsteht.

Die Vorteile des neuen Verfahrens sind seine Einfachheit, ein erheblich geringerer Aufwand an Zeit und Kosten und eine Ausbeute von 95% des darin enthaltenen Schwefels; ferner gewinnt man ungefähr 80% des gesamten in den Rückständen enthaltenen Kalkes als kohlenaurer Kalk, zur Sodafabrikation geeignet, wieder, und das erforderliche Chlormagnesium und Chlorkalzium wird bis auf die unvermeidlichen, aber sehr geringen Verluste wiedergewonnen. Der Apparat, welcher für dieses Verfahren zur Anwendung kommt, läßt sich derart herstellen, daß an keiner Stelle desselben Schwefelwasserstoff entweicht.

### Ammoniakindustrie.

Das Ammoniak ist ein starkes Gift. Sein Reiz trifft hauptsächlich die Respirationsorgane und die Augenschleimhaut, weshalb Tränenfluß, schleimige Sekretion aus der Nase, selbst Blutungen aus Ohr, Mund und Nase zu den häufigsten Erscheinungen bei längerem Aufenthalt in einer ammoniakreichen Luft zählen. Bei andauernder Einwirkung trübt sich

die Hornhaut, löst sich das Epithel der Mundschleimhaut, es kommt zur Arrosion der Bronchien, zu Husten, Erbrechen und Asphyxie.

Keine andere chemische Industrie vermag so verschiedenes Rohmaterial und nach so verschiedenen Methoden zu verarbeiten, als die Ammoniakfabrikation. In früherer Zeit wurden nicht selten gefaulter Harn, Stalljauche, Kloakenflüssigkeit, Fäkalmassen u. s. w. zu dieser Fabrikation verwendet. Gegenwärtig ist dies nicht mehr oder nur äußerst selten der Fall. Nahezu alles in den Handel gelangende Ammoniak stammt aus dem Gaswasser der Leuchtgasfabriken oder aus den Nebenprodukten der Blutlaugensalz- und Beinschwarzerzeugung.

Das Gaswasser enthält kohlen-saures, schwefelsaures, essigsäures Ammon, Schwefel-, Rhodan-, Cyan-, Chlorammonium und gelöste Teerteile.

Die Verarbeitung dieser Flüssigkeit zu Ammoniaksalzen geschieht meist durch Destillation mit Kalk. Die hiebei sich entwickelnden Dämpfe werden in Absorptionsgefäße geleitet, welche Salzsäure bei der Salmiakfabrikation, Schwefelsäure bei Erzeugung von Ammoniumsulfat enthalten. Die Destillationsgefäße sind große, eiserne Zylinder, den Dampfkesseln in Form und Konstruktion ähnlich. Das Schwefelammon und Cyanammon sowie flüchtige Teerstoffe gehen mit dem freigewordenen Ammoniak ins Destillat über. Schwefelammon und Cyanammon werden durch die Säure zersetzt, Schwefelwasserstoff und Cyanwasserstoff gebildet.

Diese Gase und Dämpfe müssen im Interesse der Arbeiter und Anwohner unter die Kesselfeuerung oder aber in einen besonderen Desinfektionsofen geleitet und zerstört werden.

Sind die in den Absorptionsgefäßen enthaltenen Säuren durch das überdestillierte Ammoniak vollständig neutralisiert, so werden die Salzlösungen entweder in Pfannen über freiem Feuer oder durch Dampf so weit eingeeengt, daß Kristallisation eintritt. Hiebei entwickelt sich ein höchst lästiger, in die Umgebung weithin sich verbreitender Geruch, der durch das Flüchtigwerden verschiedener bei der Destillation mitgerissener und in den Kondensationsgefäßen zurückgehaltener Stinkstoffe bedingt ist. Es ist deshalb notwendig, daß das Abdampfen derart vorgenommen werde, daß alle Dämpfe in die Feuerung der Fabrik abgeleitet oder anderweitig kondensiert werden können.

Die teerhaltigen Abwässer der Ammoniakindustrie dürfen niemals zur Versickerung zugelassen werden, da ihr Karbolsäuregehalt benachbarte Brunnen verderben würde. Am zweckmäßigsten ist es, die teerhaltigen Flüssigkeiten in vollkommen dichten Zisternen absitzen zu lassen, den hiebei sich abscheidenden Teer zu sammeln und weiter industriell zu verarbeiten. Die nach der Abscheidung des Teeres sich ergebenden Abwässer können, wenn nicht besondere Gründe dagegen sprechen, ohne Gefahr in große Wasserläufe oder in Schwemmkanaäle abgelassen werden.

Häufig sind die Ammoniakfabriken mit den Leuchtgasanstalten verbunden. Dieser Betrieb dürfte auch im Bereiche von bewohnten Häuserkomplexen zu gestatten sein.

Etwas anders gestaltet sich die Ammoniakfabrikation, wenn sie als Nebenproduktion zur Blutlaugensalz- oder Beinschwarzerzeugung betrieben wird.

Im ersteren Falle werden verschiedene tierische Abfälle: Sehnen, Abschnitzel von Hufen, Klauen, Leder u. s. w., im letzteren Falle außgekochte Knochen in gußeisernen Zylindern der trockenen Destillation unterworfen. Die sich hiebei entwickelnden Dämpfe (vorwiegend kohlen-saures Ammon, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffe, Cyanammon, Schwefelcyanammon und viele Körper der Pikolin- und Pyridinreihe) leitet man in Kühlapparate

zur Kondensation, die auftretenden stinkenden Gase sind unter die Feuerung zu leiten und daselbst zu verbrennen.

Das kohlen saure Ammon setzt sich in den Kühlgefäßen teils im festen Zustand, teils als Flüssigkeit (Hirschhorngeist) ab.

Diese Fabrikation belästigt ihre Umgebung in hohem Grade. Selbst bei den besten Betriebsmitteln hören die Klagen über den widerwärtigen, ekel erregenden Gestank nicht auf. Es muß deshalb diese Industrie aus jedem Häuserbereiche hinausgewiesen und darf nur bei genügend isolierter Lage geduldet werden.

### Chlorindustrie.

In der Chlorindustrie muß der Arbeiter durch alle nur anwendbaren Maßregeln vor dem Einatmen dieses Gases geschützt werden; das Chlor wirkt aufs heftigste auf das Gewebe, besonders störend aber auf die zarten Schleimhäute der Luftwege ein.

Bei größeren Dosen entsteht sofort Asphyxie, von der sich die Menschen, in frische Luft gebracht, wieder erholen; länger andauernde Einatmung tötet. Von den Arbeitern dieser Industrien leidet ein großer Teil an Erkrankungen der Respirationsorgane.

Die größte der Chlorindustrien ist die Chlorkalkfabrikation; zur Herstellung von Chlorkalk (unterchlorigsaurer Kalk) laßt man Chlorgas, das entweder aus Braunstein (Manganhyperoxyd), Salzsäure oder aus Kochsalz, Schwefelsäure und Braunstein entwickelt wird, auf gepulverten Kalk einwirken. Je feiner der letztere verteilt wird, desto besser wird das Chlor absorbiert; man sibt ihn deshalb. Diese Prozedur gefährdet den Arbeiter durch Kalkinhalation. Die Gefahr laßt sich durch geschlossene Siebe aber vermeiden. Der gesiebte Kalk wird in mehreren Etagen in Kammern aus Back- und Sandstein ausgebreitet und vom Chlorgas durchsetzt; diese Kammern müssen aufs sorgfältigste mit Asphaltkitt hergestellt sein und alle Fugen an den Türen vor dem Einleiten von Chlorgas mit Lehm gedichtet werden. Hat sich der Kalk fast ganz mit Chlor gesättigt, so wird die Chloreinleitung unterbrochen, die Kammer längere Zeit gelüftet und erst dann die Türen zum Ausnehmen des Chlorkalks (der auch Chlorkalzium und etwas Atzkalk enthält) geöffnet. Diese Lokale müssen außerdem aufs beste gelüftet sein.

Ähnlich wie die Chlorkalkfabrikation verläuft die Herstellung der unterchlorigsauren Alkalien.

Die Rückstände der Chlorbereitung sind Manganchlorür und Salzsäure; sie dürfen nicht abgelassen werden, sondern man regeneriert aus ihnen am besten Manganhyperoxyd und gewinnt Chlorkalzium als Nebenprodukt. Dies geschieht am einfachsten durch Neutralisieren mit Kalk und Durchblasen von Luft durch die Lösung.

Häufig wird auch die Chlorfabrikation mit der Sodafabrikation zusammen betrieben, da man die genannten Rückstände der ersteren zur Zersetzung und Schwefelgewinnung aus dem Sodaäscher verwenden kann (siehe dort).

Das chlo rsau re Kali wird in bedeutender Menge zur Feuerwerkerei, zur Darstellung der Zündmassen, durch welche explosive Körper zur Detonation gebracht werden, zur Darstellung der Streichhölzer mit rotem Phosphor, in der Farberei zur Erzeugung gewisser Farbennuancen und zu vielen anderen Zwecken verwendet.

Das chlo rsau re Kali explodiert, wenn es mit gewissen Substanzen, z. B. Schwefel, Phosphor, Schwefelantimon, Schwefelarsen, Zucker, Stärkemehl gemengt ist, durch Schlag oder Stoß. Bei der Darstellung entzündlicher Gemische darf chlo rsau res Kali mit den genannten Körpern niemals trocken verrieben werden, sondern muß zunächst für sich, mit Weingeist angefeuchtet, zerkleinert, und nachdem es wieder trocken geworden, den übrigen Bestandteilen mit einem Federbarte oder den Händen beigemischt werden. Im Sonnenlichte entzünden sich Mischungen von chlo rsau rem Kali sehr leicht, weshalb sie im Dunkeln aufzubewahren sind. Das chlo rsau re Kali ist aber auch ein giftig wirkender Körper, sobald er in den Magen gelangt.

Um die Anwesenheit von Kaliumchromat in Flüssigkeiten nachzuweisen, setzt man der etwas angesäuerten Lösung Indigokarmin und schwefligsaures Kali zu. Jede Spur von Chlorsäure wird durch Oxydation des Indigo angezeigt. Die Meinung färbt sich also gelb oder je nach der zugesetzten Menge des Indigo oder der anwesenden Chlorsäure grün. Die schweflige Säure wird von der Chlorsäure des Kalium chloricum oxydiert, und der noch außerdem frei austretende Sauerstoff verwandelt Indigo in Isatin.

### Die Chlorbleiche.

Das Bleichen soll die Gespinnstfasern und die aus ihnen gefertigten Garne, Zwirne und Gewebe von fremdartigen, schmutzenden und färbenden Beimengungen befreien und der Ware eine schöne weiße Farbe geben. Der sogenannten Chlorbleiche werden in der Regel nur Gewebe aus Pflanzenfasern unterzogen, da diese nämlich gegen die Einwirkung des Chlors ziemlich widerstandsfähig sind; tierische Wolle und Seide werden durch Chlor leicht angegriffen.

Die zu bleichenden Gewebe werden vorerst gesengt, indem das ausgebreitete Gewebe über glühende Halbzylinder oder durch das Feuer einer Gasflammenreihe geführt wird. Nun folgt das Entschlichten, d. h. die Entfernung der beim Weben verwendeten Schlichtmasse (meist Kleister) durch Stehenlassen der Ware in warmem Wasser, dann folgt das Kochen mit Kalkmilch oder kaustischen Alkalien zur Entfernung des Fettes. Da sich hiebei Kalkseifen bilden, so werden dieselben durch Behandeln mit verdünnter Schwefelsäure weggebracht, welche Operation man „Säuern“ nennt. Hierauf wird das „Beuchen“ der Ware in schwachen Laugen vorgenommen, wodurch die anhängende freie Säure entfernt wird. Sodann schreitet man zum eigentlichen Bleichen, indem man die Zeuge zuerst in die Bleichflüssigkeit (Lösungen von Chlorkalk oder unterchlorigsauren Alkalien), welche sich in einem ausgemauerten oder mit Blei ausgelegten Bassin befindet, bringt und sie mehrere Stunden darin liegen läßt. Hierauf kommen die Zeuge in ein Bad von verdünnter Schwefel- oder Salzsäure. Nun entwickelt sich Chlor und die Bleichung findet statt.

Die Arbeit des Sengens belästigt durch die Hitze des Sengapparats und durch den brenzlichen Geruch der verbrennenden und verkohlenden Gewebsfasern. Lüftung dieser Arbeitsstätten und Anbringung mechanischer Exhaustoren zur Wegschaffung der schlechten Luft ist deshalb geboten.

Beim Kochen, Beuchen, Waschen, Säuren der Zeuge wird die Luft überaus feucht und bis 40° warm; es entwickelt sich massenhaft ein die Riechstoffe des Flachses, Hanfes u. s. w. enthaltender, Ekel verursachender, häufig auch die Augen zu Tränen reizender Wasserdampf, gegen dessen üble Einwirkung die Arbeiter durch Aufstellung der Beuchapparate unter einem gemeinschaftlichen Dampffange und durch eine kräftige Aspiration mittels eines geheizten Schornsteines einigermaßen geschützt werden können. Bleichereien sollen isoliert gelegen sein.

Die „Beuchwässer“ sind meist schmutzige, dunkle Flüssigkeiten, die wegen ihres Gehaltes an organischen Substanzen, den sie während der Mazeration der Zeuge aufgenommen haben, sehr leicht in Faulnis übergehen. Sie dürfen nur nach vorheriger Reinigung (mit Kalkmilch im Überschusse) abgegeben werden.

Bei dem Einlegen der Zeuge in die Bleichflüssigkeit und beim darauf folgenden Behandeln mit Säuren entwickelt sich sehr viel Chlor, weshalb alle Apparate, in welchen diese Operationen vorgenommen werden, mit einem gut schließenden Deckel und einem absperrbaren, nach dem Schornsteine führenden Gasabzugsrohre versehen sein müssen.

## Brom- und Jodindustrie.

Durch die sich stetig steigende Verwendung von Brom und Jod in der Photographie und zur Herstellung verschiedener Teerfarben gewinnt die Brom- und Jodindustrie immer mehr an Bedeutung. Die Mutterlaugen mancher Salinen sind so reich an Brom, daß die Darstellung dieses Körpers durchaus lohnend erscheint. Das Jod wird zum Teil aus jodreichen Salzsolen, zum Teil aus den Mutterlaugen des rohen Chilisalpeters, endlich aus dem Kelp und dem Varek (der Asche von Seetangen) gewonnen. Jod und Brom werden diesen Rohmaterialien in ähnlicher Weise und durch analoge Operationen dargestellt, wie das Chlor aus dem Kochsalze. Jod und Brom in Dampfform sind wie das Chlor höchst irritierend wirkende Stoffe. Alle Schleimhäute, mit denen diese Dämpfe in Kontakt kommen, werden im höchsten Grade gereizt. Die Einwirkung von Jod- und Bromdampf charakterisiert sich durch heftigen Hustenreiz, Beklemmungen, Kopfweh, Entzündung der Augenliderhaut und Nasenschleimhaut, zeitweilige Bewußtlosigkeit, häufiges Niesen (Jodschnupfen), Erstickungsgefühl, hochgradige Beängstigung, Schwindel, Glottiskrampf und Asphyxie. Auch veranlaßt das häufige Einatmen von Jod- und Bromdampf Karies der Zähne.

Bei der Darstellung und Verarbeitung des Jods und Broms und der Jod- und Brompräparate sollen daher nur vollkommen dicht schließende Apparate und solche Einrichtungen zur Verwendung kommen, durch welche eine vollständige Kondensation aller schädlich wirkenden Gase erzielt wird, nebst einer sehr wirksamen Ventilation.

Die Abwässer der Brom- und Jodindustrie erheischen eine ähnliche sanitäre Beachtung wie die Rückstände der Chlorbereitung.

Das fertige Brom wird in starkwandigen Flaschen von 4 bis 5 Pfund Inhalt versandt, deren gut eingeriebene Glasstöpsel noch mit Harzlack, Ton und Pergamentpapier oder Leinwand verbunden werden. Die Flaschen werden in gefächerte Kisten mit Sägespänen fest verpackt. Das Brom wird wegen seiner Gefährlichkeit auf Schiffen ungern an Bord genommen, auf Eisenbahnen aber nur mit den sogenannten Feuerzügen transportiert. Wegen der teuren Verpackung und des schwierigen Versandes wird in den Fabriken häufig eine Verbindung des Broms mit Eisen dargestellt, welches leicht und gefahrlos transportabel und zur Darstellung von Bromsalzen (Bromkalium) direkt verwendbar ist.

## Schwefelindustrie.

Man findet den Schwefel in der Natur im freien Zustand; zumeist aber wird derselbe aus Verbindungen, den Pyriten (Schwefelkiesen) hergestellt. Diese letzteren können bereits, wenn sie nach bergmännischer Förderung in Halden zu weiterer Verarbeitung lagern, sich zersetzen, indem die Luft den Schwefel zu Schwefelsäure oxydiert und letztere dann die Pyrite unter Schwefelwasserstoffentwicklung zerlegt, hochgradige Belästigung der Umgebung hervorrufen und schädliche Abwässer liefern.

Lagert Schwefelkies in feiner Verteilung mit Ton und Braunkohlenschichten, so treten infolge lebhafter Erwärmung der Kiese bei der Oxydation aus der Luft Brände der Haufen unter ungeheurer Entwicklung von schwefliger Säure ein.

Der Schwefel wird aus Pyriten in folgender Weise durch Destillieren gewonnen:

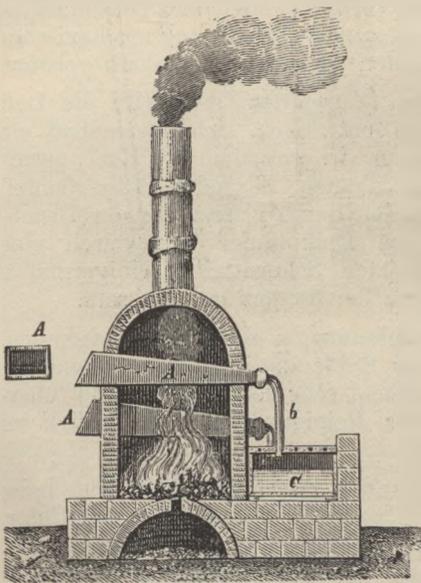
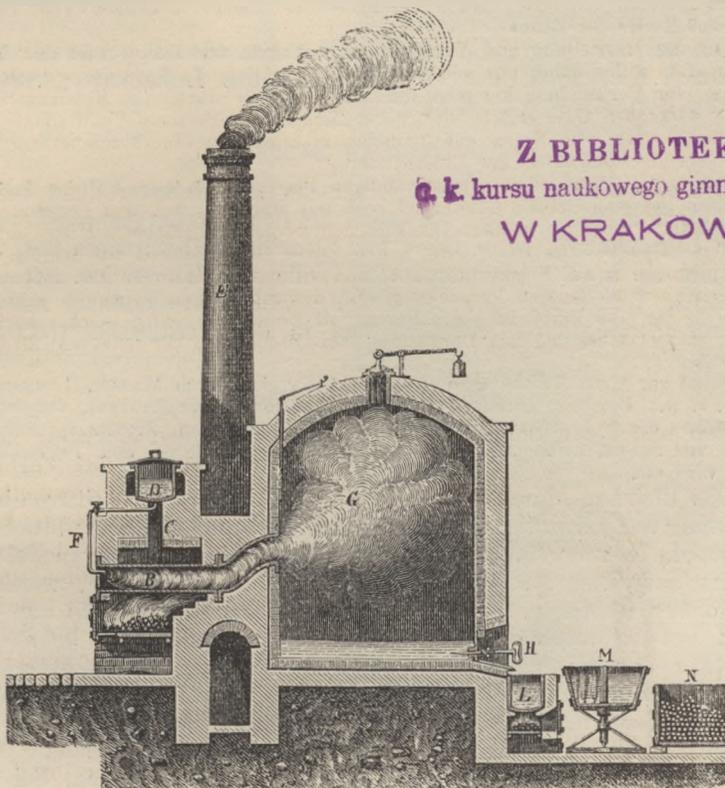


Fig. 256.

Die grüßlich zerkleinerten Pyrite befinden sich in konischen Röhren auf feuerfestem Ton (Fig. 256 A) über eine Feuerung. Eine tönerner Röhre *b* leitet den Schwefel in eine mit Wasser versehene Vorlage *C*. Der in der Vorlage sich ansammelnde Schwefel heißt Rohschwefel, ist von schmutziggelber Farbe, enthält namentlich Schwefelarsen und Selenverbindungen. Er wird entweder durch Schmelzen oder durch Destillation gereinigt.

Zur Destillation des Rohschwefels erhitzt man denselben in gußeisernen Kesseln (Fig. 257 B), die durch einen Kanal mit einer gemauerten Kammer *G* in Verbindung stehen. Der in die Kammer destillierende Schwefel verdichtet sich zu Schwefelblumen, die bei langer fortgesetztem Betriebe schmelzen und sich als flüssiger Schwefel auf dem Boden ansammeln. Bei *H* wird der flüssige Schwefel abgelassen und gelangt in den Kessel *L*, neben welchem ein in Fächer abgeteilter Drehbottich *M* sich befindet, in welchem der Schwefel zu Stangenschwefel umgeformt wird. Die Schwefelstangen werden in *N* aufgespeichert.



Z BIBLIOTEKI  
g. k. kursu naukowego gimnastycznego  
W KRAKOWIE.

Fig. 257.

Der aus dem Kessel abdestillierte Schwefel wird von Zeit zu Zeit durch frischen Schwefel ersetzt, welcher in einem zweiten Kessel *D* geschmolzen und durch die Verbrennungsgase erwärmt wird. Der geschmolzene Schwefel kann nach Belieben zu jeder Zeit in den Destillationskessel mittels der Röhre *F* abgelassen werden, so daß jede Berührung der äußeren Luft mit den heißen Schwefeldämpfen verhütet und dadurch die Gefahr einer Explosion bedeutend vermindert wird. Will man Schwefelblumen darstellen, so ist das Verfahren das nämliche, nur darf die Temperatur in der Kammer nicht  $110^{\circ}$  überschreiten, weil sonst der Schwefel schmilzt.

Die Schwefelindustrie gefährdet die Arbeiter dadurch, daß bei undichten Apparaten schwefelige Säure nach außen dringt, ferner dadurch,

daß beim Entleeren der Retorten die heißen Pyrite schweflige Säure bilden. Bei dem Ausnehmen von Schwefelblumen aus den Kondensationsräume gefährdet der an Arsen und Schwefelsäure reiche Schwefelstaub. Entzündungen der Augenbindehaut sind häufig.

Die Schwefelblumen werden mittels Waschens mit Wasser von Arsen befreit; diese Abwässer können nicht frei abgelassen werden. Zur Reinigung benützt man Kalkmilch unter Zusatz von Eisenvitriol.

Als Abfall ergibt sich nach dem Glühen der Pyrite Einfachschwefeleisen, wenn es in Halden lagert, durch seine Verwitterung höchst lästig; es bildet sich basisch-schwefelsaures Eisenoxyd, das aus einfachem Schwefeleisen, Schwefelwasserstoff austreibt. Auch bei diesen Halden kommen häufig Brände vor. Der Regen wäscht die Metallsalze aus und führt sie weiter.

Die bei der Schwefelindustrie sich ergebenden Abwässer reinigt man durch Kalkmilch unter Begünstigung des Luftzutritts; vorteilhaft wirkt die Berieselung von Kalksteinen.

### Schweflige Säure.

Die schweflige Säure tritt einerseits als Nebenprodukt bei sehr vielen Fabrikationszweigen, namentlich bei den metallurgischen Prozessen, bei der Ultramarin-, Alaun-, Glas- und Stearinsäurefabrikation auf, andererseits findet sie in der Bleicherei von Wolle und Tierstoffen, Stroh- und Korbwaren, ferner bei der Darstellung von Schwefelsäure, schweflig- und unterschwefligsauren Alkalien und in der Desinfektionspraxis Verwendung.

Mittel zur Unschädlichmachung sind: Absorption durch Wasser, Laugen, Kalkmilch u. s. w.; Bindung durch Metalloxyde (Eisenoxyd, Kupferoxyd), Oxydation zu Schwefelsäure durch Braunstein, Bleisuperoxyd in Kokstürmen, Zersetzung durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff, wobei Schwefel ausgeschieden und Pentathionsäure gebildet wird etc.

Das Bleichen durch schweflige Säure beruht auf einer direkten Verbindung der schwefligen Säure mit den Farbstoffen. Die zu bleichenden Gegenstände werden in befeuchtetem Zustand in sogenannten Schwefelkammern aufgehängt, sodann Schwefel in eisernen Schalen, welche am Boden dieser Kammern aufgestellt sind, verbrannt. Um die zum Fortbrennen des Schwefels erforderliche Luftmenge zuzulassen, befindet sich in der Tür der Kammer über dem Fußboden eine Schiebetür. Nach erzielter Bleichung muß die noch vorhandene schweflige Säure vollständig entfernt werden, indem man die Schiebetür öffnet und die Kammer durch ein Rohr mit einem kräftig ziehenden Schornsteine in Verbindung bringt; erst dann kann die Kammer durch Arbeiter betreten werden. Bei einem größeren Betriebe können durch die aus dem Schornsteine entweichende schweflige Säure die Anwohner und die umliegenden Kulturen geschädigt werden. In solchen Fällen erscheint es notwendig, die schweflige Säure an ihrem freien Abgehen in die Atmosphäre zu hindern und zwischen Schornstein und Verbrennungsraum wirksame, die schweflige Säure absorbierende Mittel derart anzubringen, daß die aus der Schwefelkammer abgesaugte Luft dieselbe passieren muß.

### Schwefelsäurefabrikation.

Bei der fabrikmäßigen Bereitung der englischen Schwefelsäure entwickelt man schweflige Säure entweder durch Verbrennen von Schwefel

oder Rösten von kiesigen Erzen und führt das Gas, welches auch arsenhaltig ist, wenn Kiese verwendet werden, aus dem Schwefelofen (Fig. 258 A und a) mittels der Röhre B zuerst in den sogenannten Etagenapparat und dann, gemengt mit überschüssiger Luft, in mehrere durch Bleiröhren verbundene Bleikammern, gewöhnlich fünf, von denen die mittlere die größte ist.

Man leitet zugleich auch Salpetersäure, und zwar entweder in flüssiger Form ein, wobei sie in der zweiten Bleikammer über terrassenförmig aufgestellte Schalen aus Steingut fließt (siehe Fig. 258), oder dampfförmig; zu gleicher Zeit läßt man auch Wasserdampf in die Kammer eintreten. Dabei entsteht Schwefelsäure.

Indem die schweflige Säure auf Kosten des Sauerstoffes der Salpetersäure sich dabei zu Schwefelsäure oxydiert, verwandelt sich die Salpetersäure in Untersalpetersäure. Die Untersalpetersäure zerfällt durch die Gegenwart von Wasser sogleich wieder in Salpetersäure und Stickstoffoxyd; das Stickstoffoxyd nimmt wieder Sauerstoff aus der Luft auf und verwandelt sich in Untersalpetersäure, wodurch immer wieder ein Anteil von Salpetersäure geliefert (regeneriert) wird, so daß man mit kleinen Mengen Salpetersäure große Mengen Schwefelsäure darstellen kann.

In den Bleikammern sammelt sich auf dem Bo-

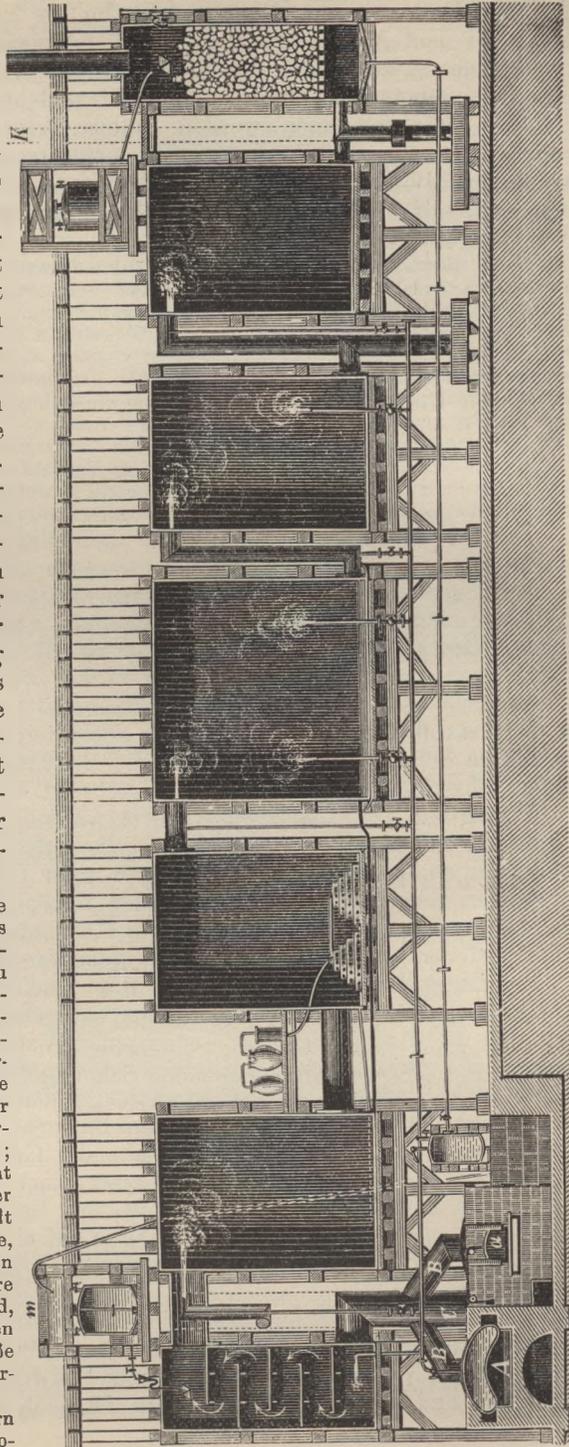


Fig. 258.

den verdünnte Schwefelsäure an; diese wird abgelassen und dann in flachen Bleipfannen eingedampft, bis sie so konzentriert geworden ist, daß sie das Blei angreifen würde, worauf die weitere Konzentration in Glasretorten oder Platinretorten geschieht.

Bei der Schwefelsäurefabrikation ist die Darstellung der schwefligen Säure besonders dann von großer sanitärer Bedeutung, wenn der Schwefel aus Kiesen (Pyriten) gewonnen wird. Die zur Schwefelsäureherstellung verwendete schweflige Säure ist dabei arsenhaltig und muß, bevor sie in die Bleikammern eingelassen wird, sowohl von mechanisch mitgerissenen festen Substanzen (Flugasche) als auch von gas- und dampfförmigen Verunreinigungen gereinigt werden.

Hiezu dienen auch die sogenannten Flugstaubkammern. Es sind dies aus kalkfreien Steinen und Teermörtel hergestellte, mit Scheidewänden versehene Räume, in welchen die Zirkulation der Dämpfe verlangsamt und dadurch das Absetzen mitgerissener fremdartiger Teilchen ermöglicht wird. Am schwierigsten gelangt die arsenige Säure zur Ausscheidung. Um sie zurückzuhalten, steht vielfach die letzte Flugstaubkammer mit einer Kondensationskammer in Verbindung, welche mit großen, durch einen Wasserstrahl befeuchteten Koksstücken gefüllt ist. Hier geben die durchgeleiteten Gase einen beträchtlichen Teil der arsenigen Säure und metallisches Arsen ab.

Das Aufräumen des Flugstaubes und die Verwendung des Koks der Kammern bedarf wegen des Arsengehaltes ganz besonderer Vorsicht, der verbrauchte Koks sollte nicht als Brennmaterial verwendet, sondern durch Auslaugen mit Natron von Arsen befreit und die so erhaltene Arsenlösung entsprechend verwertet werden.

Die in der letzten Bleikammer befindlichen Gase und Dämpfe bestehen aus Stickoxyd, aus Untersalpetersäure und aus schwefliger Säure. Sie entweichen nicht frei, sondern treten nahezu überall zuerst in die Gay-Lussacschen Kokstürme (Fig. 255 und Fig. 258 G), durch welche konzentrierte Schwefelsäure fließt, während die gasförmigen Stickstoffverbindungen, meist durch Abkühlung vorher von Wasserdampf befreit, aus den Bleikammern unten in den Turm geleitet und bei dem Aufsteigen von der herabfließenden Schwefelsäure absorbiert werden. Diese salpetersäurehaltige Schwefelsäure gelangt in die Bleikammern zurück, um neue Mengen schwefliger Säure zu Schwefelsäure zu oxydieren.

Durch den Gay-Lussacschen Turm werden zwar nur die stickstoffhaltigen Gasen, nicht aber die etwa noch vorhandene schweflige Säure zurückzuhalten. Letztere findet sich aber unter den aus der Bleikammer austretenden Gasen nur dann, wenn der Wasserdampf und die Untersalpetersäure unzureichend waren. Die Konzentrierung und Weiterverarbeitung der Kammerensäure hat keine besondere sanitäre Bedeutung.

Es ist selbstverständlich, daß alle Undichtigkeiten des ganzen Schwefelsäure-Erzeugungsapparats sofort ausgebessert werden müssen, ferner daß die Aufbewahrung, Verpackung, Versendung, das Auf- und Abladen der konzentrierten Schwefelsäure, das Umgießen aus größeren Gefäßen in kleinere mit großer Vorsicht geschehen muß und daß hiezu zweckmäßige Gefäße und zum Umgießen Sicherheitsheber benützt werden sollen. Platzt ein Schwefelsäure enthaltendes Gefäß, so muß die verschüttete Säure entweder mit viel Wasser stark verdünnt oder, wenn Wasser nicht schnell genug zu haben ist, mit Erde oder Kalksteinpulver bedeckt werden; die Magazine sollten stets auf einer säuredichten Unterlage stehen, welche etwa ausfließende Schwefelsäure auffängt. Die Schwefelsäure des Handels ist sehr häufig arsenhaltig; während der Arsengehalt der aus sizilianischem Rohschwefel dargestellten Schwefelsäure so gering ist, daß er übersehen werden kann, enthält die aus Pyrit oder metallurgischen Nebenprodukten gewonnene Schwefelsäure reichlich Arsen. Trotz Flug- und Kondensationskammern ist doch der Gehalt der Pyrit-

säure an arseniger Säure immer noch bis 1.3‰. Es liegt auf der Hand, daß die Schwefelsäure, welche bei der Fabrikation technisch-pharmazeutischer Präparate (Weinsäure, Zitronensäure) oder bei der Erzeugung von Nahrungsmitteln (Essig, Kartoffelzucker, künstliche Sauerlinge, Dextrin) oder gewisser Gebrauchsgegenstände (Leim, Pergamentpapier) verwendet wird, kein Arsen enthalten soll.

Zu völliger Entfernung des Arsens aus der Schwefelsäure wenden die Fabriken am häufigsten Schwefelwasserstoff an. Das ausgefüllte Schwefelarsen wird auf gelbes Arsenglas (Operment) verarbeitet.

Die rauchende Schwefelsäure (Nordhäuseröl) ist eine Auflösung wasserfreier Schwefelsäure in dem ersten Schwefelsäurehydrat; sie findet nur geringe Verwendung. Sie wird durch Erhitzen von kalziniertem Eisenvitriol dargestellt. Durch die Kalzination wird das Eisenvitriol in basisch-schwefelsaures Eisenoxyd übergeführt, und letzteres zerfällt bei höherer Temperatur in freiwerdende Schwefelsäure und rückbleibendes Eisenoxyd (Colcothar), außerdem entwickelt sich bei der Darstellung des Nordhäuseröles stets eine gewisse Menge von schwefeliger Säure, und zwar um so mehr, je weniger sorgfältig die Kalzination vorgenommen wurde. Wo die schwefelige Säure zu begründeten Klagen Anlaß gibt, müßte man dieselbe dadurch unschädlich machen, daß man die Vorlagegefäße mit Einrichtungen in Verbindung bringt, durch welche die schwefelige Säure vor ihrem Austreten ins Freie oder in den Schornstein absorbiert, gebunden oder zerstört wird. Auch hier muß die vollkommene Dichtheit des Apparats und die Beobachtung der nötigen Vorsichtsmaßregeln bei Verkehr mit der Säure gefordert werden.

### Schwefelkohlenstoff.

Der Schwefelkohlenstoff findet gegenwärtig in der Technik eine ausgedehnte Verwendung. Seine fabrikmäßige Darstellung, Aufbewahrung und Verarbeitung hat eine sanitäre Bedeutung.

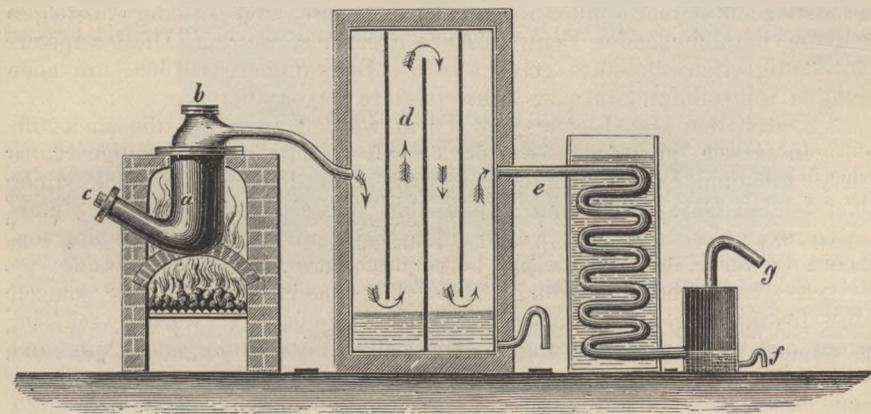


Fig. 259.

Bei seiner fabrikmäßigen Bereitung werden gußeiserne Zylinder (Fig. 259 a) mit Holzkohlen gefüllt und erhitzt. Zeitweise bringt man durch eine Röhre (Fig. 259 c) Schwefelstücke ein oder führt (was zur Vermeidung der Belästigung des Arbeiters durch die aus dem Rohre beim Eintragen des Schwefels aufsteigenden Dämpfe weit vorteilhafter ist) Dämpfe des trockenen Schwefels zu. Der Schwefel verbindet sich bei der Hitze der Retorte a mit der glühenden Kohle zu Schwefelkohlenstoff, welcher nebst Kohlenoxyd, Kohlensäure, Sumpfgas und Schwefelwasserstoff in einen Kondensationskasten d geleitet wird, in welchem die Dämpfe durch darin angebrachte Scheidewände gezwungen werden, sich schlangenförmig fortzubewegen, wodurch sich der Schwefelkohlenstoff leichter verdichtet und in dem am Boden des Kondensationskastens befindlichen Wasser untersinkt. Die nicht verdichteten Gase entweichen durch ein zinnernes

Rohr *e*, welches schlangenförmig durch ein Kühlfaß geht, in einen zweiten Kasten, in dem sich der bisher noch nicht verdichtete Schwefelkohlenstoff kondensiert, während die übrigen Gase durch ein besonderes Rohr an der Decke des zweiten Sammelkastens *g* ausströmen, um in die Feuerung zu gelangen und daselbst verbrannt zu werden.

Damit die Gase ohne Gefahr der Explosion verbrennen können, legt man in die zur Feuerung abgehende Röhre ein Drahtbündel, oder man verbindet das Ableitungsrohr in einem viel weiteren Steingutrohre, das vertikal in den zur Feuerung des Schornsteines führenden Kanal eingemauert ist, wobei alle Dämpfe und Gase mit sehr viel Luft vermischt in die Feuerung gelangen. In sanitärer Beziehung ist noch die Entfernung der Rückstände von Kohle und Schwefel aus den Retorten von Wichtigkeit, da hiebei, namentlich, wenn die Retorten noch heiß sind, sehr viel Gestank entsteht und Arbeiter und Anwohner belastigt und gefährdet werden. Vor allem sollte dafür gesorgt sein, daß die Ausleerung stets erst nach vollständiger Abkühlung der Retorten in luftigem Lokal erfolgt. Man hat auch versucht, die Retorten so einzurichten, daß sich deren Rückstände nach Beendigung des Prozesses in einem freien Raume, also wie in einem Aschenfalle ansammeln.

Die Aufbewahrung des Schwefelkohlenstoffes, seine Versendung, ist gefährlich. Schwefelkohlenstoff entwickelt sehr leicht Dampf, ist leichter als Äther entflammbar, explodiert mit Luft oder Sauerstoff gemischt. Eine schwefelkohlenstoffhaltige Luft erzeugt anfangs Kopfschmerzen, Schwindel, schwankenden Gang, Schwere und Kältegefühl in den Beinen, bewirkt Ekel, Erbrechen, schmerzhaften Stuhl und Verdauungsstörungen, verursacht Jucken und Kribbeln an den Händen, erhöhte Empfindlichkeit der Haut, alteriert das Nervensystem, ruft Schlaflosigkeit, selbst Manie hervor. Dann folgt das Stadium der Depression, die sich durch Anästhesie der Haut, Gedächtnisschwäche, Muskelschwäche, Verlust des Koordinationsvermögens äußert.

Die Verwendung des Schwefelkohlenstoffes findet statt zur Kautschukfabrikation und zur Extraktion der Fette, Harze, Öle u. s. w.

Es muß als Grundsatz aufgestellt werden, daß der Schwefelkohlenstoff in Fabriken, wo er in großen Mengen verwendet wird, sich stets in vollständig geschlossenen Gefäßen befinde, daß das Umleeren desselben immer durch Luftdruck stattfinde, daß alle Fabriklokalitäten sorgfältig ventiliert werden. Selbstverständlich darf das Entleeren der Schwefelkohlenstoffgefäße nicht bei Flammenbeleuchtung vorgenommen und kein Lokal, in welchem Schwefelkohlenstoff zur Verdampfung kommen kann, ohne Vorsicht betreten werden.

## Schwefelwasserstoff.

Industrielle Verwendung findet der Schwefelwasserstoff bei der Reinigung der rohen Schwefelsäure von Arsen und bei der Schwefelregenerierung aus den Sodarückständen. Bei der Entschwefelung der Sodarückstände wird meist das als Nebenprodukt abfallende Schwefelwasserstoffgas verwendet. Der Schwefelwasserstoff entsteht bei sehr vielen industriellen Prozessen, namentlich bei der metallurgischen Verarbeitung der Erze, beim Kochen des vulkanisierten Kautschuks, bei der Leuchtgas erzeugung, in Stärke-, Zucker-, Malz-, Schwefelkohlenstoff-, Leder-, Dünger-, Ammoniak-, Berlinerblau-, Soda-, Spodium-, Paraffin-, Petroleum-, Ultramarin-, Zündhölzchenfabriken etc., beim Flachs- und Hanfrösten und überhaupt bei der Fäulnis organischer Körper. Es gefährdet in hohem Grade die Gesundheit. Bei allen Betrieben muß auf seine Beseitigung Bedacht genommen werden. Über die Vergiftungserscheinungen siehe unter Kanalisation.

## Salpetersäure.

Die Salpetersäure wird durch Zersetzung von Natronsalpeter mit Schwefelsäure und Kondensation der hiebei sich bildenden Dämpfe in großen, abgekühlten Steinzeuggefäßen erhalten. Je größer die Zahl der letzteren ist, desto vollkommener erfolgt die Verdichtung.

In sanitärer Beziehung muß bei der Salpetersäurefabrikation die Einrichtung getroffen sein, daß weder die Beschickung des Zersetzungsapparats mit frischem Rohmaterial noch die Herausnahme der Rückstände nach beendeter Operation belästigend sich erweise.

In vielen älteren Fabriken dienen zur Erzeugung von Salpetersäure gußeiserne Kessel, die an ihrer oberen Wand eine einzige weite Öffnung haben, durch welche

sowohl der Natronsalpeter als die Schwefelsäure eingebracht wird; dabei entwickeln sich massenhaft saure Dämpfe, denen der Arbeiter während der ganzen Zeit der Beschickung ausgesetzt ist.

In neuerer Zeit wird die Salpetersäureerzeugung in Zylindern von Gußeisen (Fig. 260) vorgenommen und nach stattgefundener Eintragung des Salpetersalzes mittels eines S-förmigen Trichterrohres die Schwefelsäure in der Retorte eingegossen und bei Beginn der Operation die Öffnung, durch welche der Trichter gesteckt wird, mit Ton verdichtet.

Um nach beendetem Prozesse das flüssige Natriumsulfat ausleeren zu können, bringt man in neuerer Zeit am unteren Teile des Zylinders ein Ausflußrohr an, welches während des Betriebes sorgfältig gedichtet

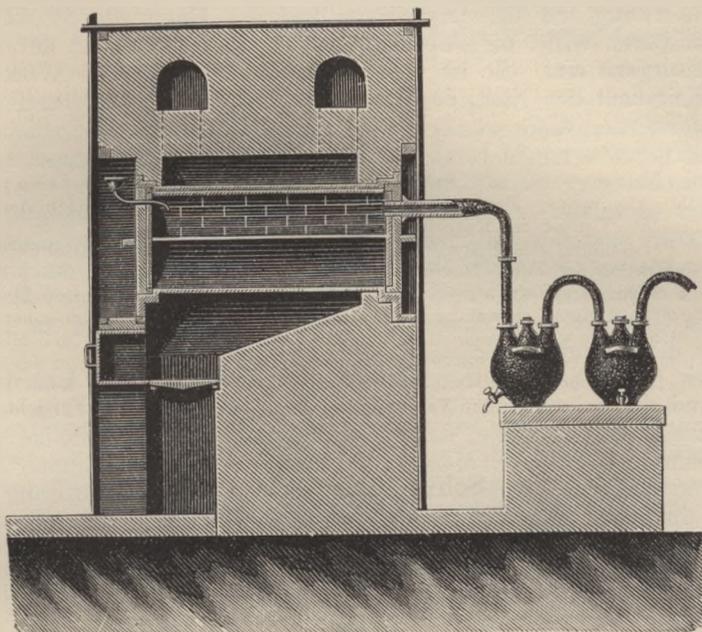


Fig. 260.

ist. Es muß weiters für eine sorgfältige Dichtigkeit der Apparate gesorgt werden. In dieser Beziehung ist es besonders wichtig, daß alle Gasabzugsröhren eine genügende Weite haben; bei zu engen Leitungsröhren wird die Dampfspannung im Apparat so groß, daß saure Gase austreten und in hohem Grade Arbeiter und Anwohner belästigen. Ferner soll für eine vollständige Kondensation aller sauren Dämpfe gesorgt sein.

Zu diesem Zwecke leitet man in vielen Fabriken die Gase aus der letzten Vorlage in Apparate, die dem Gay-Lussacschen Koksturm ähnlich sind, und gewinnt so die noch etwa entweichende Untersalpetersäure. Wo man den Koksturm nicht benützen kann oder nicht benützen will, sollten für die Unschädlichmachung der austretenden Gase absorbierende Mittel (Bleiglatte, Soda) in Anwendung kommen; die in den Vorlagen nicht absorbierten sauren Dämpfe in die Feuerung zu führen, ist zwecklos.

Die Aufbewahrung der Salpetersäure und der Verkehr mit Salpetersäure erfordern die gleiche Vorsicht wie bei der Salz- oder Schwefelsäure.

Die Verwendung der Salpetersäure in der Industrie ist eine fortwährend an Ausdehnung zunehmende. Sie diert zur Darstellung der Schwefelsäure, der Pikrinsäure, des Nitrobenzols, des Nitroglycerins, der Nitrozellulose, der salpetersauren Metalle, des Königswassers, zum Bleichen und Härten des Talges, als Beize beim Vergolden von Kupfer, Messing, Bronze, zur Bereitung der Secretage der Hutmacher, als Reservage in der Färberei, zum Ätzen von Kupfer, Stahl und Stein, zur Darstellung der Eisenbeize, zum Zugutmachen der Krätze (des Kehrtrichts der Goldarbeiterwerkstatt) u. s. w.

Bei der industriellen Verwendung der Salpetersäure findet in der Regel eine Zersetzung derselben statt und durch diese Zersetzung bilden sich verschiedene stickstoffhaltige Gase und Dämpfe, die eine sehr nachteilige Wirkung auf den Organismus äußern. Unter den verschiedenen Stickstoffsäuren wirkt die salpetrige Säure am schädlichsten auf die Respirationorgane ein. Sie ist von außerordentlich reizender Wirkung auf die Schleimhaut der Nase, der Bronchien und die Trachea und bedingt die Absonderung eines wässerigen, gelblichen Schaumes, der die feineren Bronchialverzweigungen rasch ausfüllt und einen anstrengenden Husten und bei heftiger Einwirkung akutes Lungenödem, Erstickung und Asphyxie veranlaßt. Ähnlich der salpetrigen Säure wirkt auch die Untersalpetersäure und die unzersetzte Salpetersäure auf den Organismus. Auf die Pflanzen wirken die Stickstoffsäuren ebenfalls schädlich ein, und zwar einerseits durch ihre ätzenden Eigenschaften und weiter durch die Fähigkeit, die Chloride der Pflanze zu zersetzen und Chlor frei zu machen, welches das Chlorophyll zerstört und die Blätter bleicht.

Die Gefährlichkeit der Dämpfe der Salpetersäure, Untersalpetersäure und der salpetrigen Säure, sowie auch des ähnlich wirkenden Stickoxyds macht es notwendig, daß die Operationen der Industrie, bei welchen diese Dämpfe in größerer Menge zur Entwicklung kommen, unter Anwendung von Schutzmaßregeln stattfinden. Solche sind: Separierung jener Räume, in denen mit Salpetersäure manipuliert wird, von den übrigen Fabriklokalitäten, ferner eine kräftige Ventilation der Werkstätten, rascher Abzug der sich entwickelnden Dämpfe durch Essen, dichter Verschluß aller Apparate, welche Salpetersäure enthalten, u. s. w.

---

## Neuntes Kapitel.

### Verwendung der Kohle und die Teerindustrie.

#### Rußfabrikation.

Der Ruß wird zur Bereitung der Druckerschwärze, der chinesischen Tusche, der schwarzen Lacke u. s. w. verwendet; durch Verbrennen von harzreichem Holz oder von Harzen, fetten und ätherischen Ölen, Teerderivaten u. s. w. wird er fabrikmäßig dargestellt.

Man bedarf deshalb dazu besonderer Apparate, die es ermöglichen, die Sauerstoffzufuhr je nach Bedarf zu regeln und den Ruß aufzufangen. Aus den Rußfabriken treten die bei der unvollkommenen Verbrennung

entstehenden Gase als Kohlensäure, Kohlenoxyd, Sumpfgas, Leuchtgas, schweflige Säure, Blausäure, Ammoniak, Azetylen und als flüssige Kohlenwasserstoffe verschiedener Art mit Wasserdampf gemengt auf. Dieses Gasgemisch ist sehr stinkend und kann die Umgegend gefährden und belästigen. Wollte man dieses Gasgemisch der Feuerung zuleiten, um es daselbst zu verbrennen, so droht die Gefahr, daß die Rußkammer selbst in Brand gerate. Die bei der Rußfabrikation entstehenden Gase und Dämpfe gelangen deshalb in der Regel ins Freie.

Aus diesem Grunde und ferner mit Rücksicht auf den Umstand, daß selbst bei der besten Einrichtung der Rußstaub beim Sammeln und Verpacken des Fabrikats, beim Beschicken und Entleeren der Ausglühgefäße unvermeidlich ist und sich weithin in der Umgebung verteilt, dürfen diese Etablissements nur bei entsprechend isolierter Lage geduldet werden.

Die in den Rußfabriken beschäftigten Arbeiter leiden an einer Hautkrankheit, welche der Einwirkung des im Ruß enthaltenen Naphthalins zugeschrieben wird. Am häufigsten erkranken jene, welche die Verpackung des Rußes in Fässer mit den Füßen zu besorgen haben. Bei diesen Arbeiten findet man häufig Vereiterung der Talgdrüsen zwischen den Fußzehen, am Schenkel und an den äußeren Genitalien, die zu langwierigen Geschwürprozessen führen. Das Einstampfen kann ebensogut durch Instrumente besorgt werden.

### Teergewinnung.

Der Teer wird teils als Nebenprodukt bei der Leuchtgasfabrikation (siehe dort) gewonnen, teils werden zu seiner fabrikmäßigen Darstellung bituminöse Felsarten, Torf, Braunkohle, der trockenen Destillation unterworfen. In letzterem Falle werden die gasförmigen Produkte häufig ohne weiteres frei in die Atmosphäre gelassen. Das gleiche gilt bezüglich der trockenen Destillation des Holzes zum Zwecke der Holzessig- und Holzkohlenfabrikation. Teerfabriken sind wegen der Unmöglichkeit, die Belästigungen der Anwohner ausreichend zu vermeiden, nur bei genügend isolierter Lage zu konzessionieren.

Der Teer stellt das Rohmaterial für die Fabrikation vieler wichtiger Artikel dar. Ohne weitere Verarbeitung dient Teer zur Erzeugung der Dachpappe und zur Erzeugung der Asphalttröhren, zum Anstrich von Holz, Metall, Mauerwerk u. s. w.

Zur Darstellung von Leucht- und Schmierölen, zur Fabrikation von Paraffin, Benzin, Naphthalin, Anilin, Karbolsäure, Kreosot u. s. w. wird der von seinem Kondensationswasser befreite Teer einer fraktionierten Destillation unterworfen. Es geschieht das in den Teerraffinerien.

Auch bei Teerraffinerien ist eine Belästigung der Anwohner unvermeidlich. Die sauren und sonstigen Abfallwässer dürfen nicht frei abfließen, sondern sollen zuvor mit Kalk versetzt oder in anderer Art entsprechend gereinigt werden. Hervorzuheben ist noch, daß die Arbeiter in Teerraffinerien häufig von Hautkrankheiten (Teerkrätze) befallen werden und daß deshalb denselben Gelegenheit geboten werden soll, sich durch Bäder und sorgsame Hautpflege in dieser Beziehung zu schützen.

### Petroleumraffinerien.

Das rohe Petroleum muß, ehe es zu Leuchtzwecken dient, raffiniert, d. h. von den flüchtigen, überaus leicht entzündbaren Kohlenwasserstoffen befreit werden. Es geschieht das durch fraktionierte Destillation und Behandlung der Destillationsprodukte mit Natron, Schwefelsäure und Wasser.

Die Rückstände der Petroleumraffinerien und die schwerer flüchtigen Stoffe der fraktionierten Destillation des Rohpetroleums werden auf Paraffin, Schmierölen u. s. w. verarbeitet.

In der Nähe menschlicher Wohnorte wird man Petroleum-Rektifikationsanstalten wegen des beim Betriebe derselben unvermeidlichen Geruches und der großen Feuersgefahr nicht zulassen. Ferner sind die flüssigen sauren und ölhaltigen Abgänge wegen Verschmutzung des Bodens, der Brunnen und des fließenden Wassers von Bedeutung.

Bezüglich der Aufbewahrung des rohen Petroleums hat sich das Teerhofs-system bewährt. Der Teerhof muß ganz isoliert von der Stadt liegen und zur Aufbewahrung sämtlicher feuergefährlicher Substanzen dienen. Der Stadt dürfen nur solche Flüssigkeiten zugeführt werden, die bei mäßiger Erwärmung keine gefährlichen Gase und Dämpfe entwickeln; von den anderen Produkten dürfen nur geringe Quantitäten auf Lager gehalten werden.

### Benzol, Nitrobenzol, Anilinöl, Karbolsäure (Phenol).

Das in den Teerraffinerieanstalten gewonnene Benzin (im Handel auch Benzol genannt) ist ein Gemenge von Benzol, Toluol und Xylol, eine farblose, sehr bewegliche Flüssigkeit, deren Dämpfe beim Menschen Taumel, Eingenommensein des Kopfes, Zittern und Zuckungen, Ohrensausen, Dyspnoe und Anästhesie bewirken.

Das Nitrobenzol wird durch Einwirkung von Salpetersäure auf Benzol dargestellt. Die Apparate sollen weder Dämpfe von Benzol oder von Salpetersäure noch von Nitrobenzol ins Freie gelangen lassen.

Die beim Waschen des rohen Nitrobenzols mit Wasser sich ergebenden Waschwässer sind wegen ihres Gehaltes an Salpetersäure, Pikrinsäure, Blausäure, Benzoesäure, welche Stoffe bei der Nitrierung des Benzols gleichzeitig mit dem Nitrobenzol entstehen, für benachbarte Brunnen gefährlich. Ihr Abfluß in Schwemmkanäle kann nach ihrer Neutralisation mit Kalk, wenn nicht besondere Umstände dagegen sprechen, zugelassen werden.

Die Dämpfe des Nitrobenzols erzeugen Taumel und schlafsüchtige Zustände. Das Nitrobenzol, innerlich genommen, wirkt giftig. Es hat einen Bittermandelgeruch und wird außer zur Anilinfabrikation auch in der Parfümerie als Essence de Mirbane, namentlich zum Parfümieren der sogenannten Mandelseife, zur Verfälschung von Oleum amygdalarum aeth., dann zur Darstellung von Persikolikören verwendet.

Die fabrikmäßige Erzeugung von Anilinöl geschieht durch Reduktion von Nitrobenzol mit Essigsäure (mitunter mit Salzsäure) und Eisen. Zu dieser Operation benützt man verschiedene Apparate, durch welche die Nitrobenzol- und Anilindämpfe zurückgehalten werden.

Das Einatmen der Anilindämpfe verursacht sehr erhebliche Gesundheitsstörungen.

Durch Anilinöl, das leicht Dämpfe abgibt, kann eine akute und eine chronische Anilinvergiftung eintreten. Die akute Vergiftung tritt bei solchen Arbeitern ein, welche in unvorsichtiger Weise Destillierblasen, in denen Anilin verarbeitet wird, öffnen oder das Umfüllen des Anilinöles aus einem Gefäße ins andere unachtsam verrichten. Atmet hiebei der Arbeiter plötzlich große Mengen von Anilindampf ein, so stürzt er in kurzer Zeit zu Boden, die Haut wird kalt, blaß, das Gesicht cyanotisch, der Atem verlangsamt,

die Sensibilität wird vermindert und schließlich ganz aufgehoben, so daß der Tod erfolgen kann. Ist die Einatmung der Anilindämpfe eine mäßige, so klagt der Arbeiter über Hustenreiz, Abnahme des Appetits, Kopfschmerz, Schwindel, große Abgeschlagenheit und Schwäche, allmählich werden diese Erscheinungen schwächer und endlich tritt insbesondere heftiger Kopfschmerz, schweres Atmen, Zirkulationsstörungen, Zittern, Zuckungen, Ameisenkriechen, Muskelschwäche, die oft bis zur ausgesprochenen Parese der Hände und Füße sich steigert, ein. Anilin, innerlich genommen, wirkt schon in kleinen Dosen giftig.

Aus dem Teere wird durch Destillation die Karbolsäure erhalten; die letzte Reinigung der Karbolsäure geschieht durch Umkristallisieren. Die Karbolsäure ist giftig. Das Manipulieren mit karbolsäurehaltigen Substanzen erzeugt Hautausschläge. Bei der äußerlichen Applikation von unreiner Karbolsäure sind wiederholt tödlich ablaufende Vergiftungen beobachtet worden. Durch Karbolsäuredämpfe stellen sich bei Menschen Kopfschmerzen, Schwindel, Betäubung, gestörtes Bewußtsein, unregelmäßige Respiration, frequenter, schwacher Puls, Kollaps u. s. w. ein. Auch auf die Vegetation wirkt die Karbolsäure giftig. Karbolsäurehaltige Abwässer sollen nur in größere Wasserläufe abgelassen werden.

### Teerfarben.

Für die Bereitung der Teerfarben stellt der Steinkohlenteer, der in den Teersiedereien durch Destillation und andere Operationen in die Rohmaterialien, Benzol, Toluol, Xylol, Naphthalin, Phenol, Kresol u. s. w. zerlegt wird, das Ausgangsmaterial dar.

Die Farbenfabriken verarbeiten sodann diese genannten Produkte in Zwischenprodukte und Farbstoffe.

Aus Benzol und Toluol entsteht durch Nitrierung Nitrobenzol und Nitrotoluol; diese Zwischenprodukte des Handels werden durch Reduktion in Amidobenzol (Anilin) und Toluidin übergeführt (Anilinöl des Handels).

Bei der Oxydation eines Gemisches von Anilin und Toluidin entsteht das Rosanilin, von welchem die Anilinfarben sich ableiten (Trimethylmethanderivate).

Das aus dem Naphthalin ( $C_{10}H_8$ ) hergestellte Naphthol  $C_6H_4.OH$  verbindet sich mit dem aus Anilin durch salpetrige Säure erhaltenen Diazobenzolchlorid ( $C_6H_5N = NCl$ ) zu einem Azofarbstoffe.<sup>1)</sup>

Die durch Oxydation von Naphthalin als Zwischenprodukt erhaltene Phthalsäure ( $C_6H_4 \begin{matrix} \text{CO}_2H \\ \text{---} \\ \text{CO}_2H \end{matrix}$ ) = Orthobenzoldikarbonsäure, vereinigt sich mit dem Resorzin ( $C_6H_4[OH]_2$ ) zu dem Fluoreszin; diese Farbstoffe werden als Phthaleine bezeichnet.

Das Alizarin ( $C_{14}H_8O_4$ ), der in der Krappwurzel als Ruberythrinsäure enthaltene Farbstoff, entsteht bei fabrikmäßiger Herstellung meist aus der Anthrachinondisulfosäure durch Schmelzen mit Kalihydrat und gibt die Anthrazenfarben.

Außerdem kommen noch die Safranine, Indamine und Indophenole in Betracht.

Nach ihren Eigenschaften spricht man von sauren Farbstoffen (Pikrinsäure, Orange, Ponceau, Nitrofarbstoffe); von basischen (Fuchsin, Methylenblau, Gentiana, Bismarckbraun u. s. w.) und indifferenten (Indigo).

Man teilt die Teerfarbstoffe nach ihrer chemischen Konstitution ein, indes man früher meist nach den Farben die Gruppierung vornahm.

Wichtig sind:

Die Nitrofarbstoffe: Pikrinsäure, Safransurrogat (Dinitrokresot), Martiusgelb, Naphtholgelb, Aurantia, Brillantgelb.

Die Azofarbstoffe: Anilingelb, Bismarckbraun, Kongo-Echtgelb, Echtrot, Orange, Ponceau, Tropäoline, Wollschwarz.

Die eigentlichen Anilinfarben: Fuchsin, Malachitgrün, Methylviolett.

Die Rosolsäurefarben: Korallin, Rosolsäure, Paonin.

Die Phthaleine: Eosin, Erythrosin, Phloxin.

Die Anthrazenfarbstoffe: Alizarin, Alizarinblau und -orange.

Der Indigo.

<sup>1)</sup> Azo- und Diazokörper enthalten die Gruppe  $N_2$ , welche bei ersteren mit zwei, bei letzteren nur mit einem Benzolkerne verbunden ist. Die Azoverbindungen stellen gewissermaßen den Übergang von Nitrokörpern zu den Amidan dar.

Das Indophenol und Methylenblau.

Die Azofarbstoffe: Safranin und Magdalarot.

Das Anilinschwarz.

Von den Teerfarben sei hier zunächst das Fuchsin, der Hauptrepräsentant der Anilinfarben, von welchen dann die übrigen sich ableiten, genannt.

a) Anilinfarben. Das Anilinrot, Fuchsin, wird meist durch Behandeln von Anilinöl mit Arsensäure gewonnen. Man erwärmt einen Gewichtsteil Anilinöl mit zwei Gewichtsteilen sirupdicker Arsensäure 4—5 Stunden bei einer 190° nicht übersteigenden Temperatur in eisernen Retorten oder in Kesseln.

Bei dieser Operation entwickeln sich Anilindämpfe, welche etwa beim Schmelzen in einfachen gußeisernen Kesseln die Arbeiter schädigen können, doch wird jetzt meist die Schmelzung in Retorten vorgenommen, deren Hals mit einem außerhalb des Kesselraumes in einem separierten Raume aufgestellten Kühlapparat verbunden ist. Am untersten Teile der Retorte soll eine mit einem Verschlusse versehene, nach abwärts mündende Abzugsröhre angebracht sein, um daraus nach beendeter Schmelzung die Rohschmelze anschießen zu lassen; das bei offenen Kesseln notwendige Herausschöpfen der Rohschmelze, eine höchst gefährliche Manipulation für den Arbeiter, wird damit umgangen.

Das Pulverisieren der erstarrten Rohschmelze muß wegen des stark arsenhaltigen Staubes in geschlossenen Apparaten vorgenommen, überhaupt die Arbeiter mit Respiratoren versehen werden.

Die Rohschmelze besteht aus arsensaurem Rosanilin, aus freier arseniger und Arsensäure sowie aus Rückständen, welche man als „harzige Materien“ bezeichnet. Wird das arsensaure Rosanilin derselben in salzsaures Rosanilin verwandelt, so erhält man das Fuchsin oder Anilinrot. Um diese Umwandlung zu bewirken, wird die Schmelze in Wasser gelöst, von den harzartigen Stoffen durch Filtration befreit und die Flüssigkeit in Reservoirs aus Eisenblech abgelassen. Durch Zusatz von Kochsalz und Einleiten von Dampf wird aus der Flüssigkeit salzsaures Rosanilin abgeschieden.

Sehr häufig hat man sowohl die flüssigen wie festen Abgänge der Fuchsinbereitung, welche alle stark arsenhaltig sind, den Flüssen übergeben; es ist dies unzulässig, zumal es ein Verfahren gibt, um alle Gefahren durch Abgänge zu beseitigen. Man behandelt die Rückstände mit Kalk oder Dolomit, wobei arsenigsaure und arsensaure Kalksalze gefällt werden. Der Kalkniederschlag wird am besten in Arsenikhütten auf Arsenpräparate verarbeitet.

Der widerlich süße Geruch, den alle Anilinfarbenfabriken verbreiten, wird für die Anwohnerschaft sehr belästigend bleiben, weshalb solche Etablissements womöglich nicht innerhalb der Stadt zugelassen werden sollten. Zur Abwendung von Nachteilen für die Gesundheit der Arbeiter ist die Einrichtung von Badern, die Herstellung besonderer Garderoben für den Kleiderwechsel während der Arbeit von großem Nutzen. Zu verbieten ist das Essen, Trinken und Rauchen in den Arbeitslokalitäten.

Bei dem Coupierschen Verfahren (wo statt Arsensäure Eisenchlorid und Salzsäure, bei Gegenwart von nitrotoluolhaltigem Nitrobenzol auf Anilinöl verwendet wird) und bei dem Nicholson'schen Verfahren (bei dem statt Arsensäure Salpetersäure in Anwendung kommt) werden aber die durch das Arsen bedingten Gefahren der Fuchsinbereitung gänzlich vermieden. Es wäre zu wünschen, daß diese die Arsensäure gänzlich umgehenden Methoden allgemein zur Anwendung kämen.

Das Fuchsin bildet den Ausgangspunkt zur Darstellung der meisten übrigen Anilinfarben.

b) Die Rosolsäure wird durch Erhitzen eines Gemenges von Karbolsäure, Oxalsäure und Schwefelsäure dargestellt. Die hiebei mit Phenol reichlich geschwängerten Dämpfe müssen zum Schutze der Arbeiter sorgfältig abgeleitet werden. Sobald die erhitzte Masse hinlänglich stark gefärbt ist, wird sie mit Wasser so lange ausgekocht, bis aller Phenolgeruch verschwunden ist. Durch das siedende Wasser wird Schwefelsäure und Phenylschwefelsäure entfernt; diese Abfallwässer können nur in große Flüsse direkt abgelassen werden, in kleine Wasserläufe nur nach ihrer Reinigung von Phenol. Reine Rosolsäure ist nicht giftig, doch ist sie häufig mit Karbolsäure verunreinigt. Gewerbliche Verwendung findet die Rosolsäure hauptsächlich zur Darstellung des Korallins (Aurin), eines Farbstoffes, der durch Behandeln der Rosolsäure mit Ammoniak und Ausfällen mit Salzsäure entsteht.

c) Die Pikrinsäure wird im großen fast ausschließlich durch die Einwirkung von Salpetersäure auf Karbolsäure in Glasretorten erhalten. Es treten hiebei Dämpfe von salpetriger Säure und Blausäure auf, welche durch Absorptionsmittel zu beseitigen oder in die Feuerung zu leiten sind. Bei zu starker Erhitzung kann Entzündung der ganzen Masse stattfinden. Durch Umkristallisieren wird die Pikrinsäure gereinigt. Da die hiebei entstehenden Mutterlaugen und Abfallwasser säurehaltig sind, so sollten sie stets vor dem Ablassen durch Kalk neutralisiert werden.

Die Pikrinsäure ist giftig, schmeckt außerordentlich bitter und explodiert bei raschem und starkem Erhitzen. Beim Verdampfen der Pikrinsäurelösungen wird Pikrinsäure mechanisch mit den Wasserdämpfen mitgerissen und verbreitet sich in dem Lokal. Die Haut der Arbeiter färbt sich zeisiggelb. Diejenigen, die in diesen Lokalitäten fortwährend beschäftigt sind, leiden an Appetitlosigkeit und deren weiteren Folgen. Bei Pikrinsäurefabriken ist deshalb eine ausgiebige Ventilation, die Ableitung und Kondensation aller Dämpfe, das strenge Einhalten des Verbotes, in den Arbeitslokalitäten zu essen, zu rauchen, Reinlichkeit u. s. w. von ganz besonderer Wichtigkeit.

Die Pikrinsäure wird zum größten Teile in der Woll- und Seidenindustrie und bei der künstlichen Blumenfabrikation als Farbmittel verwendet. Der Abfluß der Abwasser in Kanäle oder in große Wasserläufe kann, wenn nicht besondere Umstände dagegen sprechen, gefahrlos gestattet werden. Mit Pikrinsäure gefärbte Kleiderstoffe sind sehr leicht entzündlich und rasch verbrennlich.

Pikrinsäure wird, obwohl sie ein Gift ist, als Hopfensurrogat dem Biere, bitter schmeckenden Branntweinen und Likören und beim Gelbfärben der Konditorwaren zugesetzt.

Die Pikrinsäure dient weiter zur Darstellung der explosiven pikrinsäuren Salze, welche als Sprengmittel u. s. w. verwendet werden.

d) Das Naphthalin wird in ähnlicher Weise in Naphthylamin verwandelt, wie Benzol in Anilin.

Aus dem Nitronaphthalin direkt und aus der durch Behandlung des Naphthalins mit Salpetersäure sich bildenden Phthalsäure hat man die oben genannten Phthaleine dargestellt.

Die sanitären Gesichtspunkte betreffs der Naphthalinfarbenherzeugung sind demnach jener bezüglich der Anilinfarben analog (siehe dort).

e) Das Anthrazen wird auf Alizarin und Purpurin verarbeitet. Hiebei kommen chromsaures Kali, rauchende Schwefelsäure und Natronlauge in Anwendung. Durch die Einwirkung dieser Reagenzien bildet sich einerseits schweflige Säure und Salpetersäure — Dämpfe, deren zweckmäßige Beseitigung bei rationeller Anlage vollständig gelingt — andererseits Waschwässer, die sehr reich an schwefelsäuren, schwefligsauren und an Chromsalzen sowie an Farbstoffen sind und deshalb nicht unter allen Umständen frei

zum Abfluß oder zum Versickern zugelassen werden dürfen. Diese Abwässer lassen sich auf Chromalaun verarbeiten oder zur Regeneration von Kaliumchromat benützen. Im übrigen bietet die Alizarinindustrie in sanitärer Beziehung keine besonderen Bedenken dar.

Von reinen Anilinfarben scheinen das Naphtholgelb S sowie einige zur Weinfärbung benützte Azofarbstoffe (Cazeneuve und Lépine), ferner Orange, Ponceau, R, Pourpre, Jaune solide, Fuchsin, Anilinfarben, Eosin, Erythrosin (Grandhouse), Buttergelb, ungiftig zu sein.

Giftig sind die Pikrinsäure und ihre Salze, ferner Martiusgelb, Safranin, Methylenblau (Cazeneuve und Lépine) und Dinitrobenzol (Th. Weyl).

Die Giftigkeit von Anilinfarben rührt in manchen Fällen von dem Arsengehalte her, z. B. dem Fuchsin, oder sie beruht auf Verwendung arsenhaltiger Beizen.

## Zehntes Kapitel.

### Textilindustrie.

#### Die Flachs- und Hanfrotte.

Flachs und Hanf werden bei der Verarbeitung zuerst geriffelt, d. h. durch einen groben, eisernen Kamm von den Samenkapseln befreit. Hierauf folgt das Rotten oder Rösten.

Man unterscheidet eine Luft- oder Landrotte und eine Wasserrotte. Bei der ersteren werden die Materialien auf Feldern ausgebreitet, bei der letzteren werden die Pflanzen unter Wasser gehalten. Durch das Rotten wird das Pflanzengewebe durch einen Fäulnisprozeß gelockert und durch Auflösung der Zwischensubstanzen (Eiweiß, Harz) freigelegt. Die Fäulnisgase und Produkte verpesten weithin die Luft und verderben das Wasser.

Es ist dahin zu wirken, daß das Rotten nicht in der Nähe von Wohnungen oder öffentlichen Wegen stattfindet; daß die flüssigen Abgänge der Verrottung weder in Teiche noch in kleine Wasser gelangen und daß die Grube alljährlich gereinigt werde. Die aus den Rottgruben abfließenden Wasser können mit Vorteil zur Wiesenbewässerung verwendet werden.

In neuerer Zeit ist es gelungen, auf künstlichem Wege das Rösten oder Rotten vorzunehmen, wenn man in besonderen Bottichen mit reinem warmen Wasser oder mit Wasser, dem Blutserum, Bierhefe oder auch Schwefelsäure oder Lauge zugesetzt sind, die Materialien 60—90 Stunden stehen läßt. Auch hier entwickeln sich, und zwar wegen der Schnelligkeit, mit der der Fäulnisprozeß verläuft, massenhaft stinkende Gase oder doch in hohem Grade mit Zersetzungsstoffen geschwängerte Abwässer.

In Flachsrostfabriken muß deshalb für eine möglichst vollständige Ableitung der Gase gesorgt sein, und wenn die Abfallwässer nicht zur Wiesenbewässerung verwertbar sind, so müssen sie vor ihrem Ablassen mit Kalk gereinigt werden.

Die weitere mechanische Behandlung der Leinstengel: das Brechen, Hecheln, sowie die Hilfsoperationen: das Schwingen, Ribben, bezwecken

die Entfernung aller Holzteile aus dem Baste des Flachses und erzeugen viel Staub, zu dessen Unschädlichmachung die bereits besprochenen Maßregeln gegen Staub anzuordnen sind.

### Reinigung der Baumwolle.

In dem Zustand, in welchem die rohe Baumwolle in den gepreßten Ballen versandt wird, sind die Haare knäuelartig untereinander verflochten und schließen bis zur Hälfte des Gewichtes ganze Samenkörner, Fragmente derselben, Pflanzenteile, Erde, Staub u. dgl. ein. Zur Entfernung dieser fremden Substanzen und zur Auflockerung der gepreßten Baumwolle findet bei den feinsten Baumwollsorten das Schlagen mit Stöcken aus freier Hand statt, bei den minderen Baumwollsorten dienen hiezu Maschinen (Wolf, Willon, Teufel, Batteur, Opener, Flockmaschine). Die andauernde Einwirkung des dabei entstehenden Wollstaubes ist sehr gefährlich, sie erzeugt Augentzündungen, Respirationkatarhe und Lungenkrankheiten.

Der Auflockerung folgt das sogenannte Krempeln und Kratzen in den Krempel- und Kratzmaschinen; diese haben die Form von Walzen, deren Oberfläche dicht mit Drahtkächen besetzt ist. Indem die Baumwolle durch mehrere solche Walzen geführt wird, wird sie gleichsam gekämmt, wobei sie die Gestalt eines lockeren Bandes annimmt und die noch vorhandenen staubigen und sonstigen Verunreinigungen verliert.

Die von dem Krempel kommenden Bänder gehen mehrmals durch die Streckmaschine, welche die Fasern des Bandes parallel legt. Darauf folgt das Vorspinnen, welches eine allmähliche Ausdehnung und Verfeinerung der Bänder bewirkt.

Es ist gelungen, an den die Reinigung der Baumwolle besorgenden Maschinen Vorkehrungen anzubringen, welche den hiebei entstehenden massenhaften Staub durch Exhaustoren von den Arbeitern abhalten. Man hat daher darauf zu bestehen, daß diese Schutzvorrichtungen bei allen Wolfsmaschinen angebracht und in stand erhalten werden.

Auch bei dem sogenannten Krempeln erfüllen noch kleine Baumwollfasern die Luft. Zum Schutze der Arbeiter empfiehlt sich die Aufstellung der Krempelmaschinen in luftigen, gut ventilirten Räumen.

### Das Haspeln der Seide.

Zur Herstellung der Seidenfäden müssen die Kokons abgewickelt und abgehaspelt, die einzelnen Kokonfäden gespult und gezwirnt werden. Um zum Anfange des Kokonfadens zu kommen, muß zuerst die den Kokon umhüllende Flockseide weggekrempt werden; sie wird mit anderen Abfällen zu sogenannter Florettseide verarbeitet.

Nachdem die Kokons von Flockseide befreit sind, werden sie in Becken mit erhitztem Wasser geworfen. In dem Wasser löst sich der gummiähnliche Klebstoff (Sericin), welchen das Tier zum Aneinanderheften der Fäden benützte. Dieses Wasser fängt häufig an zu faulen und schädigt dann die Hände der Arbeiterinnen durch Eiterungen, Exantheme u. s. w. Es muß oft erneuert werden. Die im Wasser befindlichen Kokons werden mit weichen Reisern geschlagen, der Anfang des Fadens gefangen und dann das Abhaspeln vorgenommen.

Die diese Geschäfte besorgenden Frauen sind hiebei der Hitze des Ofens und des kochenden Wassers ausgesetzt. Die Haspelräume sollen lustig sein und gut ventilirt.

### Wollwäschereien.

Die abgeschorene Wolle des Schafes besteht nur zum Teil aus dem Wollhaare (28·5—80<sup>0</sup>/<sub>0</sub>); außerdem enthält sie Substanzen, die man unter dem Namen Wollschweiß zusammenfaßt. Diese sind ölsaures, stearinsaures, essigsäures, valeriansaures Kali, Chlorkalium, schwefel-

saures, kohlsaures Kali, Natron und Ammoniakverbindungen, Cholestearin, Isocholestearin u. s. w.

Das Entschweißen der geschorenen Wolle geschieht in großen Kesseln (Leviathans) durch Kochen mit alkalischen Flüssigkeiten, gefaultem Harn oder auch Lösungen von Seife, mitunter auch schwachen Sodalösungen.

Die bei der Wollwäscherei sich ergebenden Abwässer gehen bei langsamem Abflusse in Fäulnis über und können, wenn sie aus irgend einer Ursache stauen, die größten Belästigungen, Luftverpestung und in öffentlichen Wasserläufen völlige Wasserverderbnis bedingen. Die Bäche und Flüsse, in welche diese ungereinigten Waschwässer gelangen, werden schwarz wie Tinte und verschlammten.

In vielen Fabriken werden diese Waschwässer zur Pottaschegewinnung, die sich durch große Reinheit (frei von Natron) auszeichnet, verwertet. Die Waschwässer werden hiebei zur Trockene eingedampft und der Rückstand in Gasretorten erhitzt, wobei Leuchtgas und Ammoniak sich entwickelt. Der Retortenrückstand enthält die Kalisalze.

Die Waschwässer werden in anderen Fällen auch mit Schwefelsäure versetzt, wodurch die vorhandenen Fette zersetzt und freie Fettsäuren ausgeschieden werden. Letztere finden in der Stearinsäurefabrikation Verwertung. Die nach Abscheidung der Fettsäuren sich ergebenden Abfallwässer dürfen wegen ihres Säuregehaltes nur nach Neutralisation mit Kalkmilch in Wasserläufe abgelassen werden.

Die Verwertung der Waschwässer geschieht endlich auch häufig in der Weise, daß man dieselben in Bassins mit Kalkmilch, bisweilen unter Zusatz von Eisenvitriol und schwefelsaurem Magnesium fällt. Es bildet sich hiebei ein Bodensatz, der hauptsächlich aus Kalkseifen besteht und sehr vorteilhaft zur Leuchtgasfabrikation verwendet werden kann.

Enthalten die über dem Bodensatz stehenden Waschwässer noch Leim oder andere stickstoffhaltige Bestandteile, so können dieselben nach obiger Reinigung weiter noch mit einer schwachen Gerbsäurelösung vermischt und dann filtriert werden.

Sehr häufig wird die nach vollendeter Wäsche und Schur getrocknete Wolle nach Feinheit und Farbe voneinander getrennt. Diese Prozedur ist unter Umständen für die Wollsortierer mit recht bedeutender Staubentwicklung verbunden, gegen die der Arbeiter zu schützen ist.

Wenn die Wolle von Tieren herrührt, welche an Infektionskrankheiten gestorben sind, so können Übertragungen auf die Arbeiter eintreten. Die Einatmung dieses so infizierten Staubes hat wiederholt zu der sogenannten Wollsortiererkrankheit (Milzbrand) geführt.

Zur Verhütung der Wollsortiererkrankheit wird empfohlen: Verminderung des Staubes, Belehrung der Arbeiter behufs strengster Reinlichkeit, gute Ventilation, das Tragen von Respiratoren. Sicherer Erfolg hätte wohl nur die vorherige Desinfektion der Wolle.

### Spinnereien und Webereien.

Das Spinnen und Verweben der Baumwolle, des Hanfes, Flaches, der Seide und Wolle werden gegenwärtig meist durch Maschinen aus-

geführt. Nur bei der Seidenweberei ist noch immer der Handwebstuhl häufig.

Die Arbeiter in den Spinnereien und Webereien sind durch das Einatmen von feinem Staub, der aus den feinsten Fäserchen der zum Verspinnen oder Weben gelangenden Stoffe besteht, gefährdet. Das andauernde Einatmen desselben wird mit dem häufigen Vorkommen von Lungenschwindsucht bei Webern und Spinnern in Verbindung gebracht.

Spinnereien und Webereien gehören ferner zu jenen Gewerbebetrieben, bei denen Übervölkerung der Arbeitslokale, schlechte Beleuchtung und der Öldunst, der sich beim Gange der eingöhlten Maschinen entwickelt, eine sehr auffällige Luftverderbnis der Werkstätten bedingt.

In manchen Räumlichkeiten ist die Temperatur eine sehr hohe, namentlich in den Spinnälen, da die hier aufgestellten Maschinen ihre Spindeln in eine außerordentlich rasche Bewegung setzen, durch welche eine bedeutende Wärme (bis 25° C) entwickelt wird. Man behauptet, daß sich die Baumwolle bei einer erhöhten Temperatur besser verspinnen läßt. Zudem sind in diesen Fabriken in der Regel jugendliche Arbeiter beschäftigt. Die Arbeit ist zwar keine anstrengende, aber meist sehr langgedehnte, sie hemmt die Entwicklung des noch unausgebildeten Organismus. Moralisches und körperliches Elend, jene Schwächlichkeit der Generation, tritt in vielen industriellen, Spinnerei und Weberei in schwanhafter Weise betreibenden Gegenden auffällig zu Tage. Die Verhältnisse der Industrie werden sich demnach in gesundheitlicher Beziehung nur dann bessern, wenn die Forderungen realisiert werden, welche die Hygiene im allgemeinen betreffs der Fabrikarbeit stellen muß.

Das Appretieren der gewebten Zeuge mit Bittersalz, Chlormagnesium, Stärke, Dextrin u. s. w. hat keine besondere Bedeutung; dagegen ist das Appretieren der Garne und Gewebe zum Zwecke ihres Erschwerens von hygienischem Interesse.

Man imprägniert nämlich Garne und Gewebe, um sie schwerer zu machen, entweder mit Blankfix, Zinkoxyd, wenn sie weiß bleiben sollen, oder aber mit Quecksilber- und Bleisalzen, wenn sie dunkel gefärbt sind. Im letzteren Falle zieht man die Ware zuerst durch eine Auflösung der Quecksilber- und Bleisalze und dann durch ein Schwefel-leberbad. Infolgedessen schlägt sich auf der Ware Schwefelquecksilber oder Schwefelblei nieder, wodurch das Gewicht des Stoffes beträchtlich erhöht wird.

Bei dieser Manipulation ergeben sich metallhaltige Abwässer, deren Abfluß sanitärerseits zu beachten ist. Nicht selten leiden Arbeiter, die das Eintauchen und das Auswringen der Stoffe zu besorgen haben, an Blei- oder Quecksilber-Intoxikationen. Das den Stoff imprägnierende Metallsalz ist nicht vollständig in die unlösliche Schwefelverbindung umgewandelt, sondern es bildet sich nur eine Umhüllung der giftigen Substanz mit der entsprechenden Schwefelverbindung. Tatsächlich ist konstatiert, daß der beim Nähen, Tragen, Reinigen solcher mit Blei oder Quecksilber erschwerten Stoffe sich entwickelnde Staub vergiften kann. Auch sind mit Bleipräparaten schwer gemachte Stoffe sehr leicht brennbar.

### Färben und Drucken.

Die tierische Faser, Seide und Wolle, hat die Fähigkeit, gewisse Farbstoffe aus ihren Lösungen aufzunehmen. Die Pflanzenfaser dagegen hat diese Fähigkeit in weit geringerem Grade. Wird aber die Pflanzenfaser mit gewissen Stoffen imprägniert, z. B. in Kuhkot, Öl, Wasserglas u. s. w. getaucht, oder wird sie mit gewissen Metalloxyden behaftet, so färbt sie sich dann, in Farbstofflösungen gebracht, intensiv, indem sich der Farbstoff in Verbindung mit dem auf der Faser auflagernden Metalloxyd in unlöslicher Form niederschlägt. Das Imprägnieren der

tierischen Faser mit derartigen Metalloxyden trägt ebenfalls zur besseren Fixierung der Farbe wesentlich bei.

Die Lösung solcher Metalloxyde, die an und für sich keine Farbstoffe sind, aber infolge ihrer Beziehungen einerseits zur Pflanzen- und Tierfaser und andererseits zu dem Farbpigmente das Abfärben vermitteln heißen Beizen oder Mordants. Die wichtigsten Beizen sind Lösungen von Alaun, essigsaurer Tonerde, essigsaurem Eisen, Zinksalze, Gerbsäure, arsenigsaurer Tonerde, fettem Öl, Albumin, Kleber, Kasein. Letztere drei werden besonders beim Anilinfarbedruck angewendet.

Die beim Zeugdruck angewendeten Farben sind teils solche, die vermittels gravierter Platten direkt auf das Zeug aufgetragen werden (Applikations-, Schilder- und Tafeldruckfarben), teils solche, die man durch Eintauchen des Zeuges in die Farbenbrühe hervorbringt (Kessel- und Krappfarben). Zu den ersteren gehören die Eisenfarben, das Berlinerblau, der Krapplack, das Ultramarin und die meisten Teerfarben, zu den letzteren der Krapp, die Cochenille, das Blauholz, der Wau, der Sumach u. s. w.

Bei dem Applikations- oder Tafeldruck druckt man Farbe und Beize zusammen auf, bei den Kesselfarben wird zuerst die mit Dextrin oder Stärkelösung verdickte Beize auf diejenigen Stellen, welche gefärbt werden sollen, aufgedruckt, dann wird die Ware zur besseren Fixierung der Beize durch ein Kuhkotbad gezogen und schließlich in der Farbflüssigkeit gekocht.

Stellen, welche weiß bleiben sollen, bedruckt man mit einer Substanz, welche zum Farbstoff keine Verwandtschaft hat (Reservagen, Deckmittel). Zur Entfernung der Beizen oder auch von Farben bedient man sich der Ätzmittel.

Als Reservagen benützt man Wachs, Talg, Pfeifenton, unterschweflige Salze; als Ätzmittel für Beizen dienen: Arsensäure, Phosphorsäure, Milchsäure, Oxalsäure; als Ätzmittel der Farben: Chlorkalk, Chromsäure, übermangansaures Kali etc.

Die Färberei beruht auf denselben Prinzipien. Zur Indigo- oder Blaufärberei bediente man sich einer Auflösung von Indigoweiß. Man hat eine warme Küpe (Gefäß), bei der durch Waid, Krapp und Kleie, unter Entwicklung von ammoniakalischen Dämpfen, Butter- und Milchsäuregärung eintritt und sich Indigoweiß bildet. Dann hat man die Vitriolküpe, die aus Indigo, Eisenvitriol und Kalk bereitet wird und bei welcher Eisenvitriol reduzierend auf den Indigo einwirkt. Weiter wird zur Opermentküpe das Operment mit kohlen-saurem Kali, Kalk und Indigo zusammengemischt. Es bildet sich hiebei arsensaures Kali, das in der verbrauchten Küpenflüssigkeit aufgelöst ist. Außerdem hat man noch eine Harnküpe, die durch Auflösen von Indigo in faulem Harn dargestellt wird.

Die in die Küpenflüssigkeit getauchten Zeuge färben sich an der Luft blau, infolge der Oxydation des Indigoweiß zu Indigoblau.

Da die Küpenfärberei stinkende ammoniakalische Gase entwickelt und bei der Opermentküpe sich leicht Arsenwasserstoff bilden kann, so ist in sanitärer Beziehung notwendig, daß unter allen Umständen die Küpenlokale luftig sind und daß bei der Harn- und Opermentküpe die Gefäße einen guten Verschuß haben und mit einem Ableitungsrohre versehen sind.

Zum Blau- und Grünfärben werden in der Kattundruckerei zuweilen Beizen angewendet, die nebst Zinnsalz, Kaliumbrichromat, Salz- und Schwefelsäure auch Blutlaugensalz enthalten. Bei der Darstellung dieser Beizen entwickeln sich beträchtliche Mengen von Blausäure. Die Gefäße müssen also verschlossen sein.

Zum Gelbfärben der Wolle und Seide dient Wau, Gelbholz, Avignonkörner, Fisetholz, Pikrinsäure; zum Gelbfärben der Baumwolle werden Quercitronenrinde, Orlean, Gelbbeeren u. s. w. verwendet. Zum Rotfärben der Baumwolle und Wolle wird meist Krapp, zum Rotfärben der Wolle und Seide Fuchsin, Saßor, Orseille und Cochenille benützt.

Grün stellt man durch die Verbindung von Blau und Gelb dar. Bei Seide wird auch Anilingrün und bei Leinen und Kattun Katechu mit Eisenoxydsalzen zur Erzeugung grüner Farben benützt.

Zum Schwarzfärben der Seide und Baumwolle wird gegenwärtig meist Anilinschwarz angewendet. Die Baumwolle muß hiezu erst durch Kasein oder Albumin animalisiert werden. Wolle und Seide wird auch in der Weise schwarz gefärbt, daß man die Stoffe mit schwefelsaurem oder essigsaurem Eisen beizt und sie in Abkochungen von Blauholz, Galläpfeln, Sumach u. s. w. anfärbt.

Färberei und Druckereien sind für die Reinheit der Flußläufe am gefährlichsten; ihre Abwässer enthalten die Reste der Beizen, Farbstoffe und sonstige Hilfsstoffe. Metalloxyd, Zink, Zinn, Blei, Kupfer, Chromsäure, Antimon, Arsen und arsenige Säure gelangen in die Abflüsse. Am besten wäre es, die Anlagen solcher Industrien nur an großen Flußläufen zu gestatten, weil hier die Abwässer unmittelbar abgelassen werden können. Bei kleiner Wassermenge der Flüsse u. s. w. muß die Reinigung in einer bei der Farbstofffabrikation erörterten Weise verlangt werden.

Bei der Herstellung des Tuches wird zuerst die Wolle eingefettet (auf 100 kg 12 kg Fett), dazu gesponnen und gewebt. Dieses rohe Tuch, dessen einzelne Fäden noch gut sichtbar sind, nennt man Loden. Der Loden wird mit alkalischem Harn gewaschen, um das Fett zu entfernen. Dann folgt das Walken, wo die einzelnen Haare so verwebt werden, daß man die Zusammensetzung des Tuches aus Fäden nicht mehr erkennen kann. Alsdann wird das Tuch glatt gemacht, geschoren und heißen Wasserdämpfen ausgesetzt, um eine dauerhafte Farbe zu erzielen (dekatiert).

Die langen Haare liefern die Kammwolle und die Kammgarnstoffe.

Die Verarbeitung zu Tuch erzeugt daher mancherlei Abwässer bedenklicher Art, welche vor ihrem Einlassen in Flüsse gereinigt werden müssen.

## Elftes Kapitel.

# Die Papierindustrie.

## Rohstoffe der Papierfabrikation.

Das Material für die Papierfabrikation liefern Hadern (Lumpen) von Leinen oder Hanf, Baumwolle, alte Stricke, Werg, Stroh, Seegras, Holz und Papierabfälle.

Durch das Sammeln und den Verkehr mit Hadern können ansteckende Krankheiten verschleppt und verbreitet werden.

Die Aufbewahrung der Hadern verlangt vor allem trockene und luftige Räume. Wenn Lumpen feucht werden, so treten in denselben Zersetzungsprozesse auf, welche die Emanation stinkender Gase und unter Umständen eine solche Wärmeentwicklung zur Folge haben, daß die Lumpen in Brand geraten.

Das Sortieren und Verpacken der Hadern geschieht am häufigsten durch Einstampfen in Fässer und Ballen. Es entwickelt sich hiebei eine Menge Staub von wechselnder Zusammensetzung; eingetrockneter Eiter, Schleim, Fakalien, Schmutz u. s. w. finden sich nur zu häufig anhaftend.

In den Papierfabriken werden die Hadern zuerst von Säumen und Fadenknoten befreit und in Stücke oder Streifen geschnitten. Diese Arbeiten gefährden die hiebei Beschäftigten in hohem Grade. Ihrer Einwirkung wird mit vollem Rechte die Hadernkrankheit zugeschrieben.

Die Krankheit scheint in den niederösterreichischen Papierfabriken deshalb so häufig aufzutreten, weil dieselben ganz ungereinigte Hadern verarbeiten. Während der letzten 17 Jahre sind in der Papiermühle in Schläglmühl 40 Arbeiter und in Oberwaltersdorf binnen 5 Jahren 13 Arbeiter an dieser Krankheit gestorben. Die Arbeiter können wirksam nur durch Desinfektion der Hadern durch vorheriges Auskochen oder Desinfizieren mit Dampf vor dem Einführen in die Fabrik geschützt werden.



Die zerschnittenen Lumpen werden in sogenannten Zauselern von Staub und Sand gereinigt und dann in Waschmaschinen mit Wasser, Soda, Ätznatron gekocht oder in geeigneten Apparaten unter erhöhtem Druck erhitzt. Beim trockenen Reinigen (in Zauselern) entsteht viel Staub, beim Kochen viel Gestank. Der Staub kann durch Exhaustoren, der Gestank durch Ableiten der beim Kochen entstehenden Dämpfe erträglicher gemacht werden. Die bei der Reinigung sich ergebenden Waschwässer müssen vor ihrem freien Ablassen und Einleiten in Kanäle oder in Wasserläufe mit Kalk gereinigt werden.

Da die Produktion der zur Papierfabrikation brauchbaren Hadern in letzter Zeit nicht in jenem Maße zugenommen hat, als der gesteigerte Papierverbrauch, so mußte man auf Ersatzmittel für die Hadern Bedacht nehmen. Unter den zahlreich vorgeschlagenen vegetabilischen Stoffen sind nur zwei billig genug und auch in hinreichender Quantität beschaffbar, das Holz und das Stroh.

In neuester Zeit hat die Herstellung der Zellulose nach der Sulfitmethode große Ausdehnung gewonnen. Holz und schwefligsaurer Kalk werden unter hohem Druck aufeinander wirken gelassen, wobei die Zellulose frei wird und sich neben anderen Abfallprodukten viel Zucker bildet.

Die Abfallwässer enthalten neben Zucker bis 1·5% schweflige Säure. Kalkmilch genügt zur Reinigung nicht, da schwefligsaurer Kalk noch recht gut in Wasser löslich ist; ebenso bleibt Zuckerkalk in Lösung. Frank schlägt vor, nach Einwirkung von Kalkmilch Schornsteingase durch die Flüssigkeit zu treiben. Es fällt dann schwefelsaurer und kohlenaurer Kalk aus. Das in Lösung Bleibende — hauptsächlich Zucker — kann zur Wiesenwässerung oder als Zugabe zu Viehfutter benützt werden.

### Papiererzeugung.

Die gereinigten Hadern werden entweder für sich allein oder nach Zusatz von Holzzellulose oder Strohzeug in dem „Holländer“ verarbeitet.

Letzterer ist eine Vorrichtung, in der unter Mitwirkung von stetig zufließendem Wasser durch eine sich drehende, mit Schneiden besetzte Trommel der zur Papierfabrikation dienende Stoff in einem Brei umgewandelt wird. Diese Umwandlung wird in den meisten Fabriken durch zwei etwas verschieden konstruierte Holländer, welche der Stoff nacheinander passieren muß, bewirkt. Der „Halbstoffholländer“ dient nur zur größeren Zerfaserung der Lumpen und liefert das sogenannte Halbzeug. Dieses wird der Bleichung mit Chlor unterzogen. Zur Bleichung dienen vierseitige Kammern mit Etagen versehen, auf welche der Halbstoff ausgebreitet wird. In dieses leitet man das Chlorgas ein. (Über die Gefahren siehe bei Chlorkalkfabrikation.)

Das Bleichen geschieht mitunter auch mit Chlorwasser oder mit Chlorkalk und anderen Bleichsalzen, indem man letztere in hölzerne ausgepichte Bottiche auf das feuchte und locker gepufte Halbzeug schüttet. Soll dieses Verfahren für die Arbeiter nicht belästigend sein, so müssen die Bottiche einen guten Verschuß haben und muß für Ableitung des nicht absorbierten Gases gesorgt sein. Das Bleichen mit Chlorkalk oder mit Bleichsalzen wird mitunter im Halbstoffholländer selbst vorgenommen.

Der Halbstoff gelangt dann in den zweiten Holländer, um in Ganzstoff verwandelt zu werden. Der Ganzstoffholländer ist mit mehr Schneiden besetzt als der Halbstoffholländer. Durch Einleiten von schwefliger Säure wird das Chlor dann gebunden.

In seltenen Fällen setzt man dem Papierzeug während seiner Verarbeitung gewisse Substanzen zu, wie Ton, Kaolin, Gips, Zinkweiß, Bleiweiß, schwefelsaures Blei, Ultramarin, Berlinerblau u. s. w. Ein größerer Gehalt an Bleiweiß, Zinkweiß oder anderen Metalloxyden kann dem Papier, besonders wenn es zum Filtrieren von Zuckerlösungen, Fruchtsäften, Kaffee n. s. w. benützt wird, bedenkliche Eigenschaften verleihen.

Die Abflüsse aus den Holländern, namentlich wenn darin gebleicht wurde oder wenn mit dem Ganzstoff giftige Metallverbindungen verarbeitet wurden, sind sanitär bedeutsam.

Die meisten Papiere werden geleimt. Entweder wird das geformte Papierblatt an der Oberfläche, oder es wird der Ganzstoff im Holländer

in der Masse geleimt. Zum Leimen benützt man Harzleim, Seifenleim, Wachsleim mit Alaunlösung.

Der durch die Verarbeitung in den Holländern erhaltene und geleimte Brei wird nun zu Papier umgewandelt, und zwar durch Ausbreitung des Stoffes zu einer dünnen, gleichmäßigen Schicht, durch Entwässern dieser Schicht und Verdichtung der zurückgebliebenen festen Masse. Diese Operationen, von denen der größte Teil durch mechanische Vorrichtungen geleistet wird, sind in hygienischer Beziehung von keiner besonderen Bedeutung, ebensowenig die weiteren Manipulationen der Papierfabrikation; das Falzen, Reinigen, die Kuverterzeugung u. s. w. Vom sanitären Standpunkte ist darauf hinzuwirken, daß zur Papierfärbung keine giftigen Farben benützt werden. Die Abwässer der Tapetendruckereien und der Papierfärbereien haben in sanitärer Beziehung die gleiche Bedeutung wie die Abwässer der Zeugfärberei und Zeugdruckerei.

## Zwölftes Kapitel.

### Öl- und Firnisindustrie.

#### Ölindustrie.

Die flüssigen Fette nennt man Öle. Einige derselben (Oliven-, Palm-, Kokosnuß-, Rübsamen-, Mandelöl u. s. w.) bleiben an der Luft unverändert (nicht trocknende Öle), andere dagegen (Lein-, Mohn-, Rizinus-, Hanföl u. s. w.) nehmen beim Stehen an der Luft aus dieser Sauerstoff auf und trocknen hiebei ein (trocknende Öle).

Sollen die nicht eintrocknenden Samenöle als Brennöle dienen, so müssen sie von gewissen Substanzen, die in frisch ausgepressten Öle enthalten sind, und zwar von Schleimstoffen, Gummi, Harz, Eiweiß befreit werden, da diese Stoffe das Rußen der Öllampe und das Verstopfen ihres Dochtes bedingen. Dagegen beschränken diese Stoffe die Verwendung der Öle als Speiseöle nicht. Die Reinigung der Brennöle geschieht entweder durch Absitzenlassen beim langen, ruhigen Stehen, wobei sich das sogenannte Öltrüb abgelagert, das in der Seifenfabrikation Verwendung findet, oder durch Behandlung des Öles mit Schwefelsäure oder Chlorzink. Bei diesem Verfahren ergibt sich ein schwarzer schwefelsäure- oder chlorzinkreicher Rückstand als Abfall, der, wenn er nicht durch Kalk gereinigt wird, sondern ohne weiteres zum Ablassen kommt, mancherlei berechtigte Klagen über Boden- und Brunnenverderbnis hervorrufen kann.

Die Samenöle wurden früher nur durch Auspressen oder Schlagen gewonnen. Hiebei werden die Samen zuerst zerquetscht, dann auf 100° erwärmt und hierauf entweder mit hydraulischen Pressen gepreßt oder in Stampfwerken geschlagen. Es entwickelt sich hiebei in dem Fabrikraume ein für manchen Menschen sehr widerlicher Öldunst.

Ölpresen und Ölstampfen sollten stets in luftigen, gut ventilierten Räumen situiert sein. Gegen die Belästigung durch den Lärm erwiesen sich Kautschukpolsterungen an den stoßenden Maschinenteilen nützlich. Der beim Pressen entstehende Ölkuchen besteht aus Eiweiß, Schleim und Samenhülsen und dient als Viehfutter oder als Dungstoff.

Gegenwärtig wird das Öl nur mehr selten durch Pressen und Schlagen, sondern weit mehr mittels Extraktion mit Schwefelkohlenstoff dargestellt. Hiebei werden die zu bearbeitenden Samen durch Schwefelkohlenstoff ausgelaugt und letzterer aus der Öllösung durch indirekten Dampf abdestilliert.

Bei dieser Industrie sind zur Verhütung der Gefahren durch Schwefelkohlenstoff die schon früher angegebenen Sicherheitsmaßregeln zu ergreifen.

### Firnisse.

Man unterscheidet Öl-, Weingeist- und Terpentinölfirnisse. Die Ölfirnisse bestehen aus trocknenden Ölen, namentlich Leinöl. Diese Trocknung geht dann schneller vor sich, wenn man das Leinöl mit sauerstoffreichen Metalloxyden, z. B. Bleiglätte, Zinkoxyd, Braunstein Salpetersäure, behandelt. Man nennt diese Substanzen Sikkative. Das Leinöl wird mit diesen Sikkativen im Wasserbade erwärmt, ein Teil desselben löst sich als ölsaures Oxyd in der Flüssigkeit auf, ein anderer Teil gibt seinen Sauerstoff her und findet sich reduziert auf dem Boden des Gefäßes wieder, ein Sediment bildend. Geschieht das Erhitzen des Leinöls mit den Sikkativen auf freiem Feuer, so entwickeln sich durch Anbrennen des Bodensatzes sehr leicht und reichlich Akroleindämpfe,

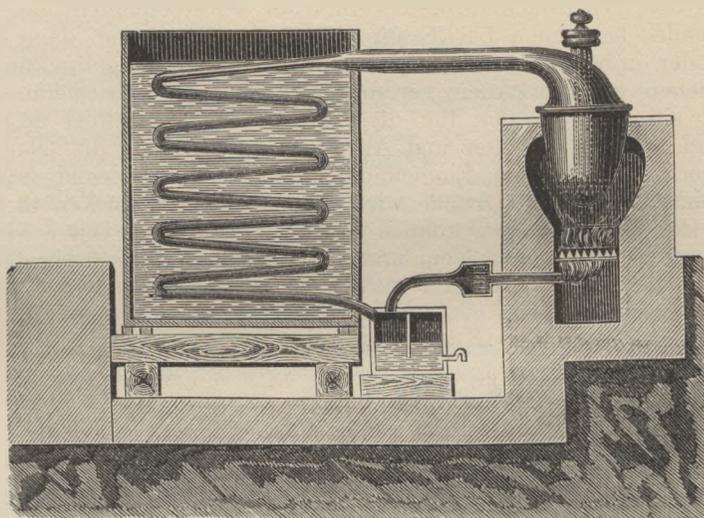


Fig. 261.

welche Augen, Nasen und alle Schleimhäute heftig reizen. Diese Dämpfe sind es hauptsächlich, wegen deren Firnisfabriken von den Anwohnern gefürchtet werden.

Dieser Übelstand läßt sich nahezu vollständig dadurch vermeiden, daß man das Sieden mit Sikkativen in geschlossenen, mit Dampf geheizten Kesseln vornimmt. Im Innern des Kessels bewegt sich ein Rührwerk, dessen Führung durch eine Stopfbüchse geführt ist. Vom oberen Teile des Kessels geht ein Rohr ab, das die beim Firnissieden entstehenden Dämpfe in den Feuerraum ableitet. Das Eintragen der Sikkative findet durch einen mit einem Absperrhahn versehenen Trichter statt.

Da bei der Firnisfabrikation die Arbeiter viel mit Bleipräparaten zu tun haben, kommen leicht Bleiintoxikationen vor.

Öllackfirnisse. Anstriche, die sich durch besonderen Glanz auszeichnen sollen, werden aus Auflösungen von Harzen, namentlich Kopal und Bernstein, in Leinölfirnis dargestellt. Diese Harze müssen jedoch vorher durch Schmelzen in eine lösliche Form gebracht worden sein. Hierbei entweichen flüchtige Öle von starkem Geruche, Wasserdampf, Bernstein-, Essig- und Ameisensäure. Die sich entwickelnden flüchtigen Öle sind gute

Lösungsmittel für Harze. Da die beim Schmelzen der Harze sich verflüchtigenden Stoffe auf die Respirationsorgane der Menschen und Tiere nachteilig einwirken, so muß im Interesse der Arbeiter und etwaiger Anwohner gefordert werden, daß alles Verflüchtbare kondensiert und in die Feuerung (Fig. 261) geleitet werde. Die Kondensationsprodukte sind, wie bereits erwähnt, verwertbar. Von dem Vorhandensein derartiger Einrichtungen hängt naturgemäß die Beantwortung der Frage ab, in welcher Entfernung von Wohnungen die Öllackfirnisfabriken statthaft sind.

Die Weingeistfirnisse sind Auflösungen gewisser Harze, wie Sanarak, Mastix, Damar, Gummilack, Anime u. s. w., in Alkohol, Holzgeist, Azeton, Benzol, Photogen, Petroleumäther u. s. w. Die Darstellung geschieht durch Erhitzen in einer Destillierblase mit Helm und Schlangenrohr, um das während der Auflösung der Harze sich verflüchtigende Lösungsmittel wieder zu gewinnen. Der Helm hat eine Stopfbüchse, durch welche die Stange eines Rührers geht.

Die Terpentinölfirnisse werden ähnlich dargestellt. Auch bei dieser Fabrikation muß für dicht geschlossene Gefäße, vollständige Kondensation der Terpentinämpfe gesorgt sein.

In den Wachstuchfabriken werden die selbstbereiteten oder die aus dem Handel bezogenen Lacke auf Zeuge gestrichen und dann an der Sonne oder in besonderen, künstlich erwärmten Räumen getrocknet. Beim Aufstreichen und Trocknen verdunsten flüchtige Firnistheilehen und es entsteht ein Geruch, der für die Arbeiter und Anwohner lästig und gefährlich ist. Die Arbeiter und Anwohner klagen, daß die Dämpfe aus der Trockenstube ihnen Eingenommensein des Kopfes und Schwindel erzeugen. Aus diesem Grunde wird man derartige Fabriken in Städten in der Regel nicht dulden können. Im Interesse der Arbeiter wird man eine möglichst ausgiebige Ventilation der Trockenräume fordern.

### Kautschukindustrie.

Den Harzen verwandt ist der Kautschuk, der in dem Milchsafte vieler Pflanzen (*Siphonia elastica*, *Ficus indica* u. s. w.) vorkommt.

Die Vulkanisierung erfolgt nach zwei Methoden, von welchen die eine unter Erwärmung pulverförmigen Schwefel durch Walzen in Kautschuk hineinarbeitet und die Masse nach der Formung auf ungefähr 130° C erhitzt, während die andere Methode durch kurzes Eintauchen der im wesentlichen fertig geformten Gegenstände in eine Mischung von Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel vulkanisiert. Gegenwärtig wird auch außer Schwefel zum Erschweren und Elastischmachen und Härten der Masse Zinkweiß, Pfeifenton, Schwefelblei, unterschwefligsaures Blei eingeknetet. Die Bereitung des hornierten Kautschuks ist die nämliche wie die Fabrikation von vulkanisiertem Kautschuk, nur wird mehr Schwefel inkorporiert.

Die beim Vulkanisieren und Härten stattfindende Staubbildung und die Einwirkung der Schwefelkohlenstoffdämpfe macht die Arbeit zu einer gesundheitlich gefahrvollen. Die Behandlung des Kautschuks mit Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel sollte stets in freistehenden oder wenigstens in luftigen, gut ventilierten Räumen geschehen. Mit Rücksicht auf die Staubbildung wären Exhaustoren anzubringen und die Arbeiter anzuweisen, sich Mund und Nase durch vorgehaltene Tücher zu schützen. Giftige Stoffe, wie Blei, sollen überhaupt verboten werden.

---

## Dreizehntes Kapitel.

## Industrielle Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte.

## Zuckerfabrikation.

Obwohl Zucker in verschiedenen Pflanzensäften vorkommt, so ist es doch nur das Zuckerrohr und die Runkelrübe, welche mit Vorteil als Rohmaterialien für die Zuckerfabrikation dienen können. Bei uns, wo nur Zuckerrübe und kein Zuckerrohr vorkommt ist die Zuckerfabrikation aus Runkelrüben allein üblich, weshalb auch nur diese nachfolgend zur Besprechung kommt.

Die Darstellung des Zuckers aus Rüben gestaltet sich im allgemeinen folgendermaßen: Die durch Maschinen gewaschenen und geputzten Rüben werden entweder zu Brei zerrieben oder in Schnittel (Schnittlinge) zerschnitten. Der Rübenbrei oder die Schnittlinge werden behufs Gewinnung des Rübensaftes entweder mit hydraulischen Pressen oder auf andere Art ausgepreßt oder es wird der Zucker durch Mazeration oder Dialyse ausgelaugt. Beim Auslaugen der Schnittlinge erhält man einen nur mit geringen Mengen fremder Rübenstoffe verunreinigten Zuckersaft; beim Auspressen dagegen resultiert ein Rübensaft, der nicht nur eine Lösung von Zucker, sondern eine Lösung sämtlicher löslicher Bestandteile der Rübe ist, von denen insbesondere die stickstoffhaltigen, weil sie unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft in Ferment übergeben und den Zucker in Milchsäure und andere Produkte überführen würden, entfernt werden müssen. Den reinsten und an Zucker reichsten Rübensaft liefert das dialytische Verfahren.

Der Saft wird dann in Pfannen möglichst rasch erhitzt, wodurch die Eiweißverbindungen koagulieren. Sobald die Koagulation erfolgt ist, wird dem Saft verdünnte Kalkmilch zugemischt. Der Kalk sättigt die in dem Saft enthaltenen freien Säuren und scheidet die stickstoffhaltigen Substanzen zum Teil als Bodensatz aus. Die Ammoniakentwicklung ist gering. Der größte Teil des Kalkes wird durch Einleiten von Kohlensäure ausgefällt. Ein Teil des Kalkes bleibt in der Lösung zurück. Nachdem der klare Saft von dem Kalkniederschlage, welcher sich abgesetzt hat, abgelassen worden ist, wird er in Abdampfpfannen oder in Vakuumapparaten bis zu einer bestimmten Konzentration eingedampft und dann als sogenannter Dünnsaft durch Knochenkohle das erstemal filtriert. Die Knochenkohle hat die Eigenschaft, nicht nur entfarbend, sondern auch entkalkend und entsalzend auf den Zuckersaft zu wirken. Die von der Kohle aufgenommenen fremden Bestandteile können aus derselben wieder entfernt werden, so daß die Kohle wieder von neuem zu gebrauchen ist. Der Prozeß, durch den die Entfernung der von der Kohle absorbierten Stoffe geschieht, wird als Wiederbelebung der Kohle bezeichnet.

Nach der ersten Filtration durch Knochenkohle wird der Saft weiter eingedampft, nochmals über Kohle gereinigt und dann im Vakuum bis zum Eintritt der Kristallisation verkocht.

Der aus dem Vakuum herausgenommene Dicksaft wird häufig nach Zusatz von etwas blauem Farbstoffe, namentlich Ultramarin, um dem künftigen Zucker eine größere Weiße zu geben, in ein Füllbecken, welches einen breiten Ausguß hat, gebracht und aus diesem in die unten mit Öffnung versehenen Zuckerhutformen, welche meist aus glasiertem Eisenblech bestehen, gegossen. Für geringere Zuckersorten gebraucht man „Bastardformen“, die häufig größer sind, für bessere Zuckersorten hingegen hat man kleine Formen, „Melisformen“. Nach Verlauf von 24 Stunden ist die Zuckermasse so weit erkaltet, daß man aus der unteren, nunmehr wieder frei gemachten Öffnung der Formen den nicht erstarrten Teil des Sirups abfließen lassen kann. Die Formen stehen an einem warmen Orte, dessen Temperatur 34—38° beträgt. Der abgeflossene Sirup heißt grüner Sirup. Die in den Formen zurückbleibende Zuckermasse enthält außer kristallisierbarem Zucker noch mehr oder weniger von Melasse, welche entfernt wird durch das sogenannte Decken, ein Auswaschen der in den Zwischenräumen zurückgebliebenen Melasse durch farblosen Zuckersirup (Klärsel). Der letzte Rest der Feuchtigkeit wird dadurch verdrängt, daß man an die Spitzen der Formen mittels Kautschuk die trichterförmigen Öffnungen von Saugröhren anlegt und durch diese Röhren

den Sirup aus der Zuckermasse absaugt. Man nennt diesen Apparat Nutsch- oder Saugapparat.

Jener Zucker, der beim Erkalten der Zuckermasse entstand, heißt erstes Produkt und liefert die reinste Zuckersorte, die Raffinade; der dabei gewonnene Sirup wird eingedampft und liefert nach dem Erkalten wieder kristallisierbaren Zucker, dieser wird zweites Produkt (Meliszucker) genannt; aus dem Sirup dieses Zuckers bekommt man in gleicher Weise ein drittes und viertes Produkt (Lomps-, Koch-, Bastardzucker).

Der von den geringen Sorten ablaufende Sirup enthält namhafte Mengen fremdartiger Bestandteile, namentlich Stoffe metallischer Natur, die von den zur Zuckerfabrikation verwendeten Gefäßen stammen. Es sollte dieser Sirup nur zu Branntwein, Pottasche u. s. w. (siehe unten) verwendet werden.

Aus dieser Beschreibung der Zuckerfabrikation ergibt sich, daß nachfolgende Momente hiebei von sanitärer Wichtigkeit sind:

a) Die nach Gewinnung des Rübensaftes zurückbleibenden Rübenreste werden gewöhnlich als Viehfutter verwendet und deshalb in Gruben eingelegt. Sie gehen hiebei eine saure Gärung ein, durch welche sich allerlei flüchtige, fette Säuren, Milchsäure und auch Schwefelwasserstoff bilden und zu Gestank in der Umgebung der Grube Veranlassung geben. Diese Gruben dürfen deshalb nur derart angelegt werden, daß durch sie die Nachbarschaft nicht belästigt werden kann. Es hat sich der Vorschlag bewährt, diese Rübenreste aufzulockern, mit Salz zu mengen, das Gemenge mit hydraulischen Pressen zu Kuchen zusammenzudrücken und sie wie Brot zu backen. Die so verarbeiteten Rübenreste erhalten sich monatelang gut und werden vom Rinde und vom Pferde gern gefressen. Immerhin ist es vorteilhaft, wenigstens für ausgiebige Lüftung zu sorgen.

b) In den Lokalen, wo das Eindampfen der Zuckerlösungen, namentlich aber in jenen Räumen, in denen das Decken des Zuckers vorgenommen wird, sind die Arbeiter der fortwährenden Einwirkung einer heißen und feuchten Luft ausgesetzt. Sie müssen oft stundenlang eine Temperatur von 36 bis 39° ertragen, die um so nachteiliger wirkt, als die Luft der Räume relativ reich an Wasserdampf ist; auch Hitzschlag ist beobachtet worden. Als hier in Betracht kommende Präservativmaßregeln sind zu bezeichnen: Auswahl solcher Arbeiter, welche kräftig sind und Hitze gut vertragen. Arbeiter, welche leicht schwitzen, ertragen die Arbeit weit besser als solche, deren Haut trocken bleibt; ferner sind kurze Arbeitszeiten erforderlich. Auch sollten die Arbeiter gehalten und ihnen von Seite der Fabrik Gelegenheit geboten werden, ihrer Körperpflege gewissenhaft Rechnung zu tragen. Badeeinrichtungen und geheizte Garderobezimmer, in welchen die Arbeiter ihre Kleider beim Verlassen der Fabrik ablegen, sollten in jeder Zuckerfabrik vorhanden sein.

c) Die Wiederbelebung der Kohle wird in Zuckerfabriken verschieden vorgenommen; meist jedoch werden hiebei folgende Methoden angewendet:

Zunächst wird die Knochenkohle in Haufen oder in Bottichen mit warmem Wasser oder auch ohne Wasserzusatz einer Art Fäulnis unterworfen. Hiebei entwickeln sich Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Schwefelwasserstoff, flüchtige Fettsäuren und andere Fäulnisprodukte. Nach beendeter Gärung wird die Kohle ausgewaschen. Die hiebei sich ergebenden Waschwässer sind oft so reich an valerian-, butter-, bernstein-, asparagin-, phosphor- und essigsäuren Verbindungen, daß einzelne Etablissements diese Waschwässer zur Gewinnung der in ihnen vorhandenen organischen Substanzen mit Nutzen verwerten. Jedenfalls sollte das freie Ablassen nicht gestattet, sondern deren Reinigung (Kalkmilch) gefordert werden.

In manchen Fabriken wird die Kohle mit Natronlauge gekocht. Bei der Behandlung der Kohle mit Natronlauge entstehen immer ammoniakalische Dämpfe, die sich durch die Zersetzung der Eiweißkörper bilden und welche beseitigt werden müssen. Hernach wird sie mit Wasser und dann mit angesäuertem Wasser gewaschen, Hierbei entwickeln sich wieder flüchtige Fettsäuren, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, welche die Luft überliechend machen, weshalb auch diese Operation in gut ventilierten Lokalitäten ausgeführt werden soll. Durch die Behandlung mit angesäuertem Wasser wird auch der von der Kohle aufgenommene Kalk entfernt und die organischen Salze zersetzt. Es wird angeraten, diese sauren Abwässer mit den alkalischen Abwässern zu vermischen und dann als Düngemittel oder zur Berieselung zu benützen.

Nach dem Gären oder nach der Behandlung mit Natronlauge und saurem Wasser wird die Kohle getrocknet und dann gegliht. Dies belästigt die Arbeiter, welche die feine Kohle fortwährend umschauflern müssen, durch den Kohlenstaub und durch die schon beim Trocknen aus der Kohle aufsteigenden Gase und Dämpfe sehr erheblich. Beim Glühen entstehen Kohlenoxyd, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff, Ammoniak u. s. w. Die riechenden und sonst bedeutsamen Gase sollen verbrannt und so die Beschädigung der Arbeiter und der Gestank in der Umgebung beseitigt werden.

d) Die Abwässer der Zuckerfabrikation sind, da sie eine Menge organischer, zum Teil stickstoffhaltiger und leicht in Gärung und Fäulnis übergehender Bestandteile enthalten, eine Ursache der widerlichen Gerüche, führen zu Verschlämmung der Wasserläufe und begünstigen die massenhafte Bildung von Algen, namentlich von *Leptomitum lacteus*. Die in den Abgängen der Zuckerfabrik konstant vorhandenen schwefelsauren Salze werden unter Umständen zu Schwefelmetallen und Schwefelwasserstoff reduziert; die Rückstände der Zuckerfabrikation bestehen auch aus Rübindetritus, Rübensalzen, unverändertem oder verändertem Zucker und anderen organischen Substanzen, welche zur Bildung von Essigsäure, Buttersäure führen, deren Emanationen sich den anderen Riechstoffen beimischen.

Die Zersetzungs Vorgänge, welche die Entwicklung des *Leptomitum lacteus* bedingen, und die Fäulnisprozesse, welche durch den Gehalt an organischen Substanzen in den Abwässern der Zuckerfabriken hervorgerufen werden, können ursprünglich reine Bäche von geringer Wassermenge sowie von schwachem Gefälle ganz verschlammten und ihre Umgebung ungesund machen. Es ist wiederholt der Fall vorgekommen, daß Leute, welche in der Nähe dieser Bäche wohnten, infolge der starken Entwicklung von Schwefelwasserstoff krank wurden, alle Metallgegenstände in der Nähe sich schwarzen, Nahrungsmittel einen widrigen Geruch annehmen. Das Wasser erhält das Aussehen einer stinkenden, trüben Jauche und wird oft so verschlammte, daß es nicht einmal zum Feuerlöschten dienen kann.

Am günstigsten ist die Zuführung der Abwässer nach größeren Flüssen; die chemischen Reinigungsmethoden befriedigen nicht, da durch die zur Verfügung stehenden Mittel die organischen Substanzen aus den Abwässern nicht auszuschneiden sind. Mit etwas besserem Erfolge läßt man unter Erwärmen die gestauten Abwässer durch Gärung sich selbst reinigen und verwendet sie dann zur Berieselung. Leider wird die Zuckerindustrie nur im Winter betrieben, so daß der Berieselungseffekt durch die fehlende Vegetation etwas herabgesetzt wird.

### Industrielle Verwertung der Melasse.

Die bei der Zuckerfabrikation abfallende Melasse enthält große Menge unkristallisierbaren Zuckers, Asparagin, Asparaginsäure, eiweißartige und andere stickstoffhaltige, ferner stärkemehlartige Stoffe, die Aschenbestandteile der Rübe und Metallverbindungen, letztere von den bei der Zuckerfabrikation benützten Gefäßen herrührend. Die

Melasse ist als Viehfutter nicht zu verwenden, weil sie Diarrhöen erzeugt.

Dagegen kann sie zur Alkoholbereitung, zur Darstellung der Pottasche, Milchsäure, Buttersäure und Baldriansäure benützt werden. Bei der Alkoholfabrikation beginnt der Prozeß meist damit, daß man in die mit etwas Schwefelsäure versetzte Melasse durch mehrere Stunden Wasserdampf einbläst, wobei die in der Melasse befindlichen stärkemehlartigen Stoffe in gärungsfähigen Traubenzucker umgewandelt werden. Infolge dieser Einwirkung von Schwefelsäure und Wasserdampf werden aus der Melasse eine Menge flüchtiger Riechstoffe, insbesondere flüchtige Fettsäuren frei, welche einen sehr belästigenden Gestank veranlassen. Die Belästigung läßt sich durch Ableiten der Dämpfe in die Feuerung leicht vermeiden.

Hierauf wird die Melassenflüssigkeit mit Kreide neutralisiert und mit Bierhefe versetzt. Es tritt sofort eine stürmische Gärung ein. Die ausgegorene Flüssigkeit wird dann der Destillation unterworfen. Der aus der Rübenzuckermelasse bereitete Alkohol ist reich an Fuselöl und wird deshalb meist zur Essigfabrikation, zur Ätherbereitung und zur Bleizuckerdarstellung verwendet.

Der in den Destillationsapparaten verbleibende Rückstand heißt Schlempe. Er enthält besonders Kalisalze, weshalb die Schlempe häufig durch Eindampfen und Glühen zu sogenannter Schlempepottasche verarbeitet wird, wenn sie nicht als Düngemittel, namentlich als Kompost Verwendung findet.

Diese Fabrikation kann in Städten und bewohnten Distrikten nicht zugelassen werden, da selbst bei den besten Einrichtungen die Nachbarschaft durch den Geruch nach verbrannten Eiweißstoffen und nach verbranntem Zucker belästigt wird. Weiters ist sehr zu beachten, daß man die Schlempekohle nicht frei lagern lassen darf, da dieselbe beträchtliche Mengen von Ammoniak entwickelt und Cyankalium enthält, welches durch die Einwirkung der Luftfeuchtigkeit fortwährend in Blausäure zersetzt wird.

Die Verarbeitung der Schlempe zu Milch-, Butter- und Baldriansäure geschieht durch Vermischen von Schlempe mit Melasse und Kreide und darauffolgendes Gärenlassen des Gemisches. Dabei entwickelt sich Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und verschiedenartige Stinkgase, welche durch Ableiten unter die Feuerung unschädlich gemacht werden können.

### Branntweimbrennereien und Spiritusraffinerien.

Zur Fabrikation des Branntweines werden entweder zuckerhaltige (Rübenmelasse oder stärkemehlhaltige Substanzen (Kartoffeln) verwendet. Letztere müssen durch den Maischprozeß in Zucker umgewandelt werden. Zur Überführung des Stärkemehles der Kartoffeln benützt man entweder Diastase oder verdünnte Schwefelsäure. Bei ersterer spaltet sich das Stärkemehl vorzugsweise in Maltose und Dextrin, bei der Sauermaische ist die sich bildende Zuckerart wesentlich Dextrose. Die Kartoffeln werden zuerst in das sogenannte Dampfpaß gebracht, in welchem dieselben durch den aus einem Kessel ausströmenden Dampf gar gekocht werden. Hiebei tritt ein höchst unangenehmer und belastigender Geruch auf; er soll ein flüchtiges narkotisches Gift enthalten.

Die Abwässer sind reich an organischen Substanzen und enthalten Solanin, dessen Gehalt dem Wasser einen höchst unangenehmen, kratzenden Geschmack verleiht. Diese Abwässer dürfen nur nach Reinigung mit Kalk, welcher auch Solanin fällt, abgelassen werden.

Die Gärung der Kartoffelmaische findet in derselben Weise statt wie die Gärung der Rübenmelasse. Das vergorene Maischgut wird der Destillation unterworfen. Die im Destillationskessel zurückbleibenden Rückstände nennt man ebenfalls Schlempe. Sie enthält eine Menge von unverwandtem Stärkemehl, Dextrin, Gummi, Eiweißkörper, Peptone u. s. w. und ist ein gutes Futtermittel, wenn sie nicht aus dem Destillationsapparat Metall aufgenommen hat.

Bei der Destillation der Maische nennt man das anfänglich übergehende, aus Alkohol und Wasser bestehende Destillat Lutter, das später überdestillierende alkoholfreie Wasser „Nachlauf“.

Durch Pistorius, Schwarz, Gall u. s. w. sind jetzt in der Industrie Apparate eingeführt, mittels welcher es möglich ist, aus der Maische durch eine einmalige Destillation starken Weingeist von 95% (Spiritus rectificatissimus) darzustellen. Die bei der Destillation gewonnenen alkoholischen Flüssigkeiten enthalten stets Beimengungen von übelriechenden Alkoholen (Fuselölen). Die Vorschläge zur Entfernung des Fuselöles kommen teils auf eine Zerstörung des Fuselöles durch Oxydationsmittel (Kalium hypermanganicum, Kalium bichromicum u. s. w.), oder auf eine Überführung in minder unangenehm riechende und wirkende Verbindungen (Amylätter), teils auf eine Abscheidung des Fuselöles durch ausgeglühte Holzkohle oder durch fraktionierte Destillation hinaus. Die Kohle wirkt nicht nur mechanisch, indem sie Fuselöle absorbiert, sondern auch chemisch, indem der in ihr verdichtete Sauerstoff einen Teil des Alkohols zu Aldehyd verbrennt.

Die Abwässer der Spiritusindustrie haben im allgemeinen die gleiche sanitäre Bedeutung wie jene der Zuckerfabriken.

### Stärkefabriken, Brauereien.

Die Fabrikation der Stärke aus Weizen geschieht gegenwärtig meist in der Art, daß man die ganzen oder die verschroteten Weizenkörner durch Aufquellen in Wasser einem Faulnisprozesse unterwirft, wodurch der Kleber des Getreidekornes in Lösung übergeht, während sich das Stärkemehl leicht abschlämmen und durch Absitzen sammeln läßt. Dann findet das Trocknen statt. Während des Faulnisprozesses entwickelt sich ein arger Gestank. Die Gase, welche den Gestank bedingen, enthalten vorwiegend organische, flüchtige Säuren und Zersetzungsprodukte des Klebers. Sie sollen in die Feuerung abgeleitet werden.

Die Aufquell- und Schlammabwässer sind ganz besonders zu beachten. Sie sind sauer, stinkend, trübe und geben beim Destillieren mit Kalk: Ammoniak, Äthylamin, Triäthylamin, Propylamin, Amylamin, Butylamin. Weiters ist in ihnen nachgewiesen: Essig-, Propion-, Butter-, Baldrian-, Kapron-, Benzoe-, Ameisen-, Milch-, Bernstein- und Oxalsäure. Auch Leuzin, veränderter und unveränderter Kleber ist darin in wechselnder Menge enthalten. Diese Abwässer eignen sich sehr gut zur Wiesenberieselung. Die chemische Reinigung, hauptsächlich Kalkmilchfällung, gibt ebensowenig wie bei der Zuckerindustrie voll befriedigende Resultate.

Bei der Fabrikation der Kartoffelstärke werden die Kartoffeln zerrieben und die Stärke abgeschlämmt. Die Abwässer sind weniger verunreinigt als bei den Weizenstärkefabriken, weil die Kartoffel weniger in Wasser lösliche Bestandteile besitzt.

Der Verlust des Weizenklebers ist bei der Stärkefabrikation im volkswirtschaftlichen Interesse sehr zu beklagen. Manche Industrien gewinnen den Kleber und bringen ihn als „Aleuronat“ in den Handel.

Ähnliche Abwässer wie bei der Weizenstärkefabrikation entstehen auch durch das Einweichen (Einquellen) der rohen Gerste zum Zwecke der Mehلبereitung in bezug auf diese Abgänge sowie auf alle Abwässer aus den Gärlokalitäten, Eiskellern etc. gelten die gleichen sanitären Gesichtspunkte, die wir oben hervorgehoben haben.

Bierbrauereien belastigen die Nachbarschaft sehr oft durch den eigentümlichen Geruch, durch den Gestank und Rauch, der beim Verpichen der Fässer entsteht. Das Verpichen sollte nur auf abgelegenen Orten geduldet werden.

Z BIBLIOTEKI  
e. k. kursu naukowego gimnastycznego  
W KRAKOWIE.

## Vierzehntes Kapitel.

## Industrielle Verwertung der Tierstoffe.

## Schlachthäuser.

In allen Schlachthäusern entstehen reichliche Abfälle von leicht faulenden organischen Substanzen: Blut, Harn, Magen- und Darminhalt, Spül- und Waschwässer, Gewebsteile aller Art, Haare und Borsten. Wenn diese Bestandteile nicht in geordneter Weise entfernt werden, entstehen mannigfache Übelstände. Ein Privater ist selten in der Lage, in befriedigender Weise für die Gesundheitstauglichkeit eines Schlachthauses zu sorgen, weshalb die Zentralisierung der Schlachtstätten erstrebt werden muß.

Das Schlachthaus muß günstig gelegen sein, tunlichst direkte Zufuhr des Viehes durch Eisenbahntransport gestatten; es muß luftig gebaut sein und glatten, leicht spülbaren Boden besitzen.

Für jede Schlachthofanlage ist unbedingt notwendig:

1. Ein Verwaltungsgebäude, 2. die Schlachthalle mit einem besonderen Brühraume für Schweine, 3. Viehställe, 4. ein Raum für die Verarbeitung der Eingeweide (Kuttelei), 5. ein Raum für seuchenkrankes oder verdächtiges Vieh.

Magen- und Darminhalt der Tiere werden am besten in Tonnen gesammelt und abgefahren; die Abwässer werden häufig direkt den Kanälen übergeben, auch zur Berieselung verwendet oder mechanisch oder auf chemischem Wege geklärt und abgelassen.

Außer den üblichen Schlachttieren werden in neuerer Zeit vielfach Pferde eingeliefert; es ist zweckmäßig, solche „Roßschlächtereien“ gleich in den Schlachthöfen einzurichten, damit auch hier die tierärztliche Überwachung gesichert sei. In Preußen bestanden 1891 431 Roßschlächtereien, und zwar in Berlin allein 36.

Um das Fleisch vor Zersetzung zu bewahren, ist es wünschenswert, dasselbe sofort durch Kälte zu konservieren. An manchen Orten übernimmt jeder Schlächter für sich die Kühlung des Fleisches. An anderen Orten hat man es aber für zweckmäßig gehalten, mit dem Schlachthofe große, durch Kältemaschinen kühl erhaltene Räume anzulegen. (Näheres siehe unter Fleischkonservierung.)

Das Fleisch verliert bei langer Kühlung erheblich an Gewicht.

Die Schlachtabfälle werden meist sofort am Schlachthofe selbst technisch verwendet; hiezu dienen:

1. Fett- und Talgschmelzen. Die fetthaltigen Organe werden in doppelwandigen, mit Dampf geheizten Kesseln geschmolzen, die flüchtigen, riechenden Gase in die Feuerung geleitet. Der Talg dient zu Speisezwecken und Margarinbereitung; schlechte Sorten gehen als Seifen- oder Maschinentalg in den Handel.

2. Die Albuminabriken; in großen flachen Schalen wird das Blut entweder im ganzen getrocknet oder das Serum für sich.

3. Verarbeitung der Häute wird so bewerkstelligt, daß sie in besonderen Schuppen sofort gesalzen und getrocknet werden, worauf sie in den Handel gelangen.

Nicht alles „Fleisch“ ist für den menschlichen Genuß tauglich; der Tierarzt teilt dasselbe meist in drei Kategorien.

1. in bankmäßiges Fleisch, welches frei in den Handel gelangt;
2. in solches, welches zwar nicht gesundheitsschädlich, aber doch minderwertig ist. Daher gehört Fleisch der schlechtgenährten, zu jungen oder alten Tiere und von Zuchtieren;
3. in solches, welches gesundheitsschädlich ist, vernichtet werden soll und nur zur technischen Verwendung zu gebrauchen ist.

Das Fleisch wird entweder von dem Fleischer verkauft oder kommt in eine besondere unter Aufsicht der Polizei oder einer anderen Behörde stehende, mit dem Schlachthofe verbundene Freibank.

Die Freibankeinrichtung findet sich in vielen Städten seit 400—500 Jahren geordnet; es ist dieser Institution dringendst eine weitere Ausdehnung zu wünschen. Sie liegt im Interesse der ärmeren Bevölkerung wie der übrigen Fleischkonsumenten; dort, wo keine Freibank besteht, wird nicht bankmäßiges Fleisch sehr häufig zu dem vollen Marktpreise abgegeben. Die Freibank soll ermöglichen, nicht völlig preiswertes Fleisch den Minderbemittelten gegen billigen Preis zu verschaffen.

Während früher die Freibanken nur rohes Fleisch abgaben, wird in neuerer Zeit Fleisch von Tieren, welches Krankheitsträger enthält, aber im Nährwerte nicht verändert ist, nach Abtöten der Krankheitserreger für den Verkehr der Freibank zugelassen, so z. B. in manchen Städten finniges Fleisch oder das Fleisch von tuberkulösen Tieren. Das gekochte Fleisch an Fleischer abzugeben, empfiehlt sich nicht.

Als Apparate für finniges Fleisch dienen der Beckersche Ofen, welcher wenig Wärmeverlust hat, oder andere ähnliche Einrichtungen. Für tuberkulöses Fleisch hat man die Dämpfung, d. h. Sterilisierung in strömendem Dampf vorgeschlagen und Apparate konstruiert, welche gespannten Dampfe bis zu 118° anwandten. Man muß von so hoher Temperatur entschieden abraten, weil jede unnötige Steigerung der Temperatur die Fasern des Fleisches zu starker Schrumpfung veranlaßt, das Bindegewebe zu sehr lockert und vermehrten Verlust an Extraktivstoffen herbeiführt.

Wird das Fleisch gänzlich vom Konsum ausgeschlossen, so wandert es zumeist den Abdeckereien zur Vernichtung zu.

Der zentralisierte Schlachthausbetrieb erlaubt leicht Kontrolle des Fleisches und verhütet eine unappetitliche Behandlung desselben.

### Abdeckereien.

In die Abdeckereien gelangen die Leichen der Tiere; vielfach tragen die Tiere die Keime von Krankheiten an sich, welche wieder auf andere Tiere oder selbst auf den Menschen übertragen werden können.

Der Transport von an Seuchen gefallen Tieren zur Abdeckerei sollte stets unter geeigneten Vorsichtsmaßregeln, in einem dichten Wagen stattfinden.

Die Leichenteile an Seuchen kranker Tiere müssen vernichtet werden, meist geschieht dies durch Begraben; es sollte dabei ähnliche Rücksicht in der Auswahl des Begräbnisplatzes statthaben, wie wir sie früher auseinandersetzen.

In vielen Fällen, namentlich bei Landgemeinden, wird wohl stets das Verscharren die Beseitigungsmethode für Tierleichen bleiben; meist werden die Kadaver nach Abnahme der Haut, Hörner, Hufe eingegraben, manchmal aber auch Fett, Muskeln, Knochen, Därme den Tieren entnommen. Hörner und Klauen wandern in die Fabriken von Berlinerblau und Ammoniak und in Kammfabriken. Da die genaunten Tiertheile oft lange Zeit in den Abdeckereien lagern, ist stets die Verbreitung über Gerüche gegeben. Abdeckereien sind nie in der Nähe bewohnter Orte zu

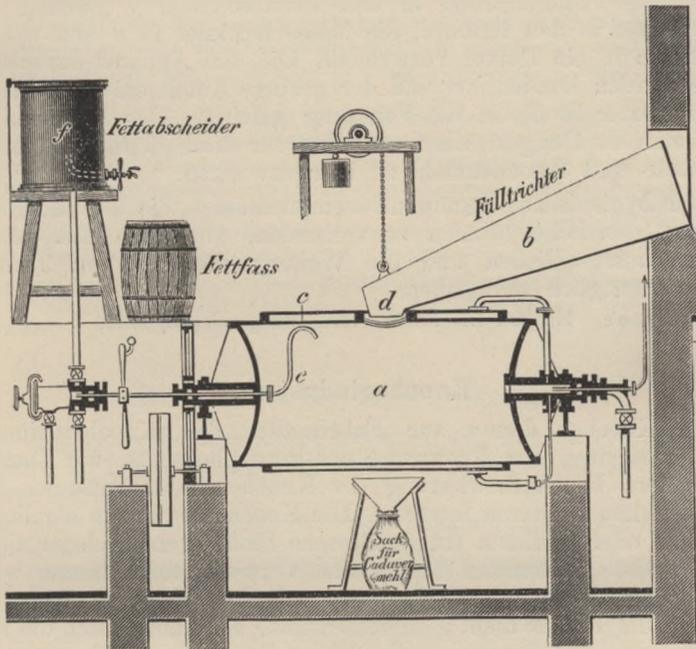


Fig. 262.

gestatten. Es ist nicht ausgeschlossen, daß von seiten der Abdecker durch den Verkauf der Tierprodukte Verschleppung von Krankheit vorkommt. Besonders häufig werden auf den Abdeckereien Schweine gehalten, die meist trichinös zu sein pflegen. Verbot des Haltens ist dringend notwendig.

Die Abdeckereien haben mehrfach zu den allergrößten sanitären Bedenken durch den rechtswidrigen Verkauf des Fleisches gefallener Tiere Veranlassung gegeben. Es müssen diese Anstalten allmählich beseitigt werden; schon aus ökonomischen Gründen empfiehlt sich die technische Verwertung der Kadaver. Hiezu eignen sich namentlich thermische Anlagen, wie solche in der Neuzeit in immer größerem Umfange zur Durchführung gelangen.

Die Kadaver können in zweckmäßiger Weise durch Hitze von allen Krankheitskeimen befreit und dann zur Fett- und Fleischmehl- und Knochendüngerfabrikation verwendet werden.

Die Verarbeitung der Kadaver kann mittels verschiedener Apparate (Kafilldesinfektoren) von Rietschel und Henneberg, Podewils bewirkt werden. Im nachstehenden soll das Verfahren von Podewils beschrieben werden.

Die Kadaver und Kadaverteile werden durch den Fülltrichter *b* Fig. 262 in die rotierbare Trommel *a* gebracht. Sie hat einen Mantel, der einen engen Hohlraum *c* einschließt. Ist die Öffnung *d* geschlossen, so wird direkt Dampf von 160° (5–6 Atm.) eingeleitet und 5–6 Stunden unter Rotieren des Zylinders zugewartet; dann durch das gebogene Rohr *e* die fetthaltige Fleischbrühe in den Fettabscheider *f* geleitet. Sodann strömt Dampf in den Raum *c*, die Masse trocknet in *a* und wird durch die Rotation in ein Pulver verwandelt. Die den Apparat durchsetzenden Dämpfe werden kondensiert und der geringe Anteil entweichender, nicht kondensierbarer Stoffe in die Feuerung geleitet. Das Leimwasser verwendet man zu Düngezzwecken, das Fett für die Seifensiederei oder dgl., das Fleisch- und Knochenmehl zu Düngezzwecken.

Vom hygienischen Standpunkte empfiehlt sich, die Kafilldesinfektoren gleich mit den Schlachthöfen zu verbinden, um jeden Mißbrauch von Kadavern auszuschließen und die Weiterverbreitung von Tierseuchen endgültig unmöglich zu machen.

Literatur: Heepke, Die Kadaververnichtungsanlagen, 1905.

### Knochenindustrie.

Die Knochen dienen zur Fabrikation des Knochenleimes, zur Spodiuemerzeugung, zur Erzeugung des Superphosphats, zur Darstellung des Phosphors. Die Aufbewahrung der Knochen in Lagerräumen ist von hervorragendem sanitären Interesse. Die Knochen enthalten nämlich ihnen auflagernde oder in ihnen eingeschlossene Stoffe verschiedener tierischer Gewebe. Diese Substanzen faulen und verwesen fortwährend, wenn sie feucht sind, und können durch Faulnisgeruch die Umgebung arg belastigen, oder wenn die Räume dicht geschlossen sind, so sammeln sich die Fäulnisgase derart an, daß Personen, die solche Räume zuerst betreten haben, bewußtlos hinstürzten und an Erstickung starben. Liegen die Knochen frei, so werden sie durch das Regenwasser mazeriert. Letzteres erwirbt hiedurch eine so reiche Menge löslicher Zersetzungsstoffe, daß es leicht zur Ursache von Boden- und Wasserverderbnis werden kann.

Der Gestank der Knochenlager lockt die bekannten Speckkäfer an, die sich in kurzer Zeit in zahlloser Menge ansammeln und sich rasch vermehren. Die Käfer und ihre Larven sind für die ganze Umgebung eine große Plage. Knochenlager sollten nur dann geduldet werden, wenn die günstigen Verhältnisse der Örtlichkeit und Anlage eine Belästigung der Nachbarschaft ausschließen, wenn diese Knochenlagerräume trocken liegen und dem Luftzuge ausgesetzt sind. Selbstverständlich ist dringend geboten, die Errichtung von Knochenlagern in bewohnten Häusern unbedingt zu untersagen.

Ein zweckmäßiges Mittel, die Geruchsbelästigung der Knochenmagazine zu vermeiden, besteht in der Behandlung der Knochen mit Kalkmilch; die Knochen werden in Körbe gefüllt und in Kalkmilch getaucht.

## Knochensiedereien, Knochenleim.

Fast alle Knochen, die zu irgend einem industriellen Zwecke verarbeitet werden pflegt man, um sie vollständig auszunützen, zuerst zu entfetten. Es geschieht das in den Knochensiedereien durch das Auskochen der Knochen in Metallkesseln. Das Knochenfett begibt sich hiebei an die Oberfläche und kann abgeschöpft werden. Das Kochwasser wird reich an Leim und kann entweder als Leimlösung oder als Zusatz zu Düngemitteln verbraucht werden. Niemals sollten diese Auskochwasser einfach weggegossen werden, da sie außerordentlich leicht in Faulnis übergehen und einen widerlichen Geruch verbreiten. Die beim Kochen sich entwickelnden Dämpfe (Fettsauren, Ammoniak) sind mittels eines Schlotens in den Kamin zu führen oder, wenn die Knochensiederei in einem größeren Umfange arbeitet, in die Feuerung zu leiten und zu verbrennen.

Die entfetteten Knochen werden getrocknet, und wenn sie zu Drechslerwaren verwendet werden sollen, meist noch ein zweites Mal mit Benzol oder Terpentinöl entölt. Geschieht das Trocknen nicht auf hohen und luftigen Speichern, so entsteht auch hiebei ein widerlicher Geruch.

Nach dem Seltensschen Patent wird die Extraktion des Fettes mit Benzin mit großem Erfolge eingeführt. In einem Zylinder aus Kesselblech werden die gröblich zerkleinerten Knochen der Einwirkung des Benzins 12 Stunden lang unter einem Drucke von  $1\frac{1}{2}$  Atmosphären ausgesetzt, wodurch sie vollkommen entfettet werden. Die aus Fett und Benzin bestehende gelbe Flüssigkeit und die im Extraktionszylinder noch befindlichen Knochen werden durch direktes Einleiten von Wasserdampf erhitzt, wodurch das Benzin abdestilliert und kondensiert wird.

Aus den entfetteten Knochen kann Knochenleim gewonnen werden, indem man die Kalksalze (Kalziumphosphat) der Knochen durch Salzsäure entfernt und zur Phosphorfabrikation verwendet, das Ossein aber mit Wasser verköcht (siehe Leimfabrikation).

## Knochendünger, Knochenkohle.

Die Superphosphatfabrikation aus Knochen, Knochenabfällen, Leder, Leimabfällen ist eine Industrie, die unter Umständen die größte Belästigung verursachen kann.

Die Herstellung der verschiedenen Superphosphatpräparate beginnt mit einer Operation, die man Dämpfen nennt.

Man bringt das Rohmaterial in aufrechtstehende Zylinder, Digestoren, leitet dann in diese Gefäße einen Dampfstrahl von  $3\frac{1}{2}$  bis 6 Atmosphären ein und läßt diesen gespannten Dampf mehrere Stunden lang einwirken. Man muß im Anfang dieser Operation die in dem Gefäße enthaltene Luft mittels eines Ventils ablassen, wodurch ein Gas entweicht, das durch seinen im höchsten Grade penetranten Geruch die Umgebung weithin verstäken kann, wenn nicht dafür gesorgt wird, daß diese Gase unter die Feuerung geleitet und verbrannt werden. Ebenso muß nach beendetem Dämpfen der abgelassene, überflüssige Dampf aus den Digestoren unter die Feuerung geführt werden. Beim Dämpfen sammelt sich am Boden der Digestoren eine übelriechende Leimlösung an, aus der sich beim Erkalten Fett von talgartiger Beschaffenheit ausscheidet. Dieses findet in Seifensiedereien Verwendung. Die Leimlösung selbst wird zur Düngerfabrikation verwendet.

Nach dem Dämpfen werden die Knochen getrocknet. Geschieht dieses Trocknen an freier Luft, so kann die Atmosphäre in der Nachbarschaft bis auf 20—30 Minuten Entfernung höchst übelriechend werden. Die Belästigung wird abgeschwächt, wenn das Trocknen durch künstliche Erwärmung mit Apparaten vorgenommen wird, welche die mit diesen Stoffen geschwängerte Luft der Feuerung zuführen. Dagegen genügt die einfache Ableitung des beim Trocknen entstehenden Stinkgases in einem Schlothe bei einem größeren Betriebe nicht. Die gedämpften Knochen zerfallen leicht beim darauffolgenden Mahlen und Sieben und werden dann durch Behandlung mit Schwefelsäure, welche sich diese Industrien häufig selbst in Bleikammern bereiten, in Superphosphat übergeführt. Es bilden sich hiebei schweflige Säure und außerdem andere widerlich riechende

Dämpfe, für deren Unschädlichmachung dadurch gesorgt werden kann, daß man die Dämpfe der Feuerung zuleitet.

Die Knochenkohle, Spodium, Beinschwarz, wird zum Entfärben von Flüssigkeiten, namentlich zum Entfärben des Zuckersaftes bei der Zuckerfabrikation benützt und durch trockene Destillation der Knochen hergestellt. Gegenwärtig werden die Knochen fast überall in Retorten oder Zylindern bei Abschluß der Luft bis zur Rotglut erhitzt und die hiebei neben der Knochenkohle entstehenden gasförmigen Produkte nach ihrer Reinigung zur Beleuchtung, die flüssigen (teerigen) zur Ammoniakfabrikation und in der Teerindustrie verwendet. Die Darstellung der Knochenkohle fällt demnach in sanitärer Beziehung unter die Gesichtspunkte der Destillation tierischer Substanzen zur Gewinnung des Ammoniaks.

### Phosphorindustrie.

Die Knochen sind das Material zur Phosphorfabrikation. Das Verfahren der Phosphorgewinnung zerfällt in folgende vier Operationen:

1. In das Weißbrennen der Knochen; 2. in das Zersetzen der Knochen durch Schwefelsäure und Eindampfen des sauren phosphorsauren Kalkes mit Kohle; 3. in das Destillieren des Phosphors; 4. in die Refinement des Phosphors.

Das Brennen der Knochen geschieht gegenwärtig vollkommen geruchlos in dem Fleckschen Ofen (Fig. 263). Das Prinzip dieses Ofens besteht darin, daß der Schacht

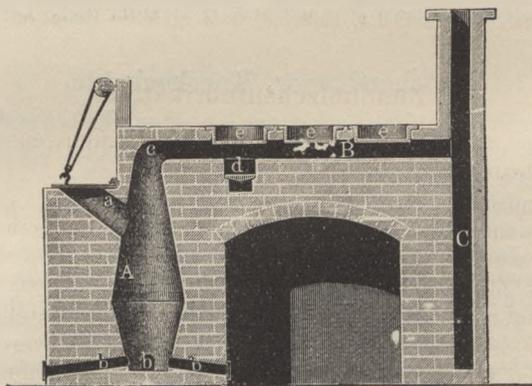


Fig. 263.

geschlossen ist und die Gase über den Rost einer anderweitigen Feuerung *d* geführt und daselbst verbrannt werden. Die Beschickung geschieht durch eine seitliche Öffnung *a*. Die weißgebrannten Knochen werden pulverisiert.

Die zerkleinerte Masse wird mit Schwefelsäure vermischt, wobei höchst schädliche Gase, Schwefelwasserstoff, Kohlensäure, Bleisäure, Chlorwasserstoff, Fluorwasserstoff, sich bilden. Diese Gase sind abzuleiten.

Hierauf wird die sauren phosphorsauren Kalk und Gips enthaltende Lauge mit Holzkohle vermengt, eingedampft und dann neuerdings erhitzt (kalzinert). Durch die Kalzination entwickelt sich schweflige Säure, Kohlensäure und Kohlenoxyd in bedeutender Menge. Wenn Anwohner nicht berücksichtigt werden müssen, z. B. bei allseitig und ausreichend isolierter Lage der Fabrik, genügt die Abführung der Gase in einen gut ziehenden Schornstein.

Zur Phosphordestillation füllt man das kalzinerte Gemenge in feuerfeste irdene Retorten, welche in der Regel Flächenform haben (Fig. 264 *a*). Dieselben werden mittels eines Vorstoßes mit den Vorlagen (Fig. 264 *b*, *c*) aus Töpferton verbunden. Die Retorten werden dann erhitzt und es beginnt die eigentliche Phosphordestillation. Da bei dieser Destillation auch selbstentzündlicher Phosphorwasserstoff auftritt und gefährliche

Explosionen veranlaßt, so versetzt man das Wasser in den Vorlagen *b, c* mit Soda und Säure; die dabei sich entwickelnde Kohlensäure verdrängt die Luft, und da es dann an Sauerstoff fehlt, kann keine Explosion stattfinden.

Die beim Glühen der Retorten sich entwickelnden Gase werden häufig an dem Ausflußrohre der Vorlage *c* verbrannt. Das Verbrennen dieser Dämpfe im Lokale selbst sollte wegen der höchst schädlichen Natur derselben nicht zugelassen werden, sondern die Verbrennungsprodukte durch horizontalliegende, mit nassem Koks gefüllte Steingutröhren passieren. Der Koks enthält dann phosphorige, Phosphor- und arsenige Säure, welche Stoffe sehr gut verwertet werden. Der in den Vorlagen angesammelte Rohphosphor enthält viele mechanisch beigelegte Unreinigkeiten, von denen er durch Filtration oder Destillation oder auch durch Auflösen in Schwefelkohlenstoff befreit wird.

Bei der Destillation des rektifizierenden Phosphors müssen die gleichen Vorsichten beobachtet werden wie bei der Rohdestillation.

Der gereinigte Phosphor erhält meist die Form von Stangen durch Einsaugen des unter Wasser geschmolzenen Phosphors mittels des Mundes in Glasröhren, Erkaltenlassen dieser im Wasser und Ausstoßen der Phosphorstangen. Daß durch dieses Verfahren die Arbeiter recht gefährdet sind, ist leicht begreiflich. Die Gefahr läßt sich vermeiden, wenn man zum Ansaugen des Phosphors Kautschukballons oder eine andere Saugvorrichtung verwendet.

Der Phosphor muß stets unter Wasser aufbewahrt werden. Die Transportgefäße des Phosphors sind entweder mit Wasser gefüllte Blechbüchsen oder mit Paraffin getränkte und von außen lackierte, hölzerne, wassergefüllte Flaschen.

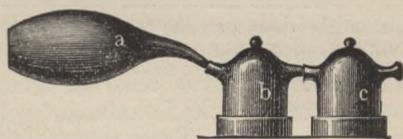


Fig. 264.

### Zündhölzchenfabrikation.

Eine der wichtigsten gewerblichen Verwendungen des Phosphors ist die zu Reibzündhölzchen.

Die Zündmasse derselben besteht aus Gummi (oder Dextrin), Phosphor und aus Substanzen, die Sauerstoff leicht abgeben: chlorsaures Kali, salpetersaures Blei, Bleihyperoxyd, Braunstein, Mennige. Zur Bereitung der Zündmasse löst man Gummi oder Dextrin in warmem Wasser auf und setzt alsdann Phosphor, die Oxydationsmittel und etwaige Farbstoffe zu.

In offenen Gefäßen entwickelt sich dabei Phosphordampf, der abgeleitet werden muß. Besser sind völlig geschlossene Rührapparate, die so eingerichtet sind, daß die sich entwickelnden Dämpfe während des Kochens der Masse durch zum Schornstein gehende Leitungsrohren sofort völlig abgeführt werden. Die Hölzchen werden zuerst in flüssigen Schwefel (oder in Wachs und Paraffin) und alsdann in die Zündmasse getaucht und schließlich in besonderen Räumen, meist durch Luftheizung, zum Trocknen gebracht.

In Phosphor- und Zündhölzchenfabriken ist es stets der bei der Verdunstung des Phosphors entstehende, Phosphor und Oxydationsprodukte des Phosphors enthaltende Dampf, der die unter dem Namen Phosphornekrose bekannten Erkrankungen der Kiefer der Arbeiter verursacht. Bemerkenswert ist, daß die Phosphornekrose viel seltener in den Phosphorfabriken als in den Phosphorzündhölzchenfabriken vorkommt. In letzteren werden wieder jene Arbeiter von dieser Krankheit am häufigsten befallen, welche in Räumen beschäftigt sind, wo Phosphordampf die Luft erfüllt. Namentlich die beim Trocknen entstehenden

Dämpfe verderben die Luft der Zündhölzchenfabriken am meisten und sind eine beständige Gefahr für die Arbeiter.

Es hängt der Eintritt der Phosphorvergiftung von dem Zustand der Zähne des Arbeiters, seiner Disposition, seiner Ernährung, seinem Reinlichkeitssinne, dann aber auch von den Einrichtungen der Zündhölzchenfabrik ab.

Mit Rücksicht auf diese Erfahrung, daß der Phosphordampf die Ursache des erwähnten Leidens ist, hat man zuerst angeordnet, daß diejenigen Lokale, wo dieser Dampf vorzugsweise auftritt (Tauch- und Trockenlokale), von allen übrigen völlig separiert werden. Weiter verlangt man für alle Lokale, in welchen die Arbeiter verkehren, energische Ventilation. Die Trockenkammern sollen gewölbt, zementiert und mit Abzugröhren versehen sein, welche letztere in ein Hauptrohr münden, das außerhalb der Kammer liegt und direkt in den Schornstein führt, der für die Heizung des Fabrikofens dient. Selbstverständlich muß den Arbeitern das Essen, Trinken und Rauchen in der Fabrik verboten, dagegen Reinhaltung des Mundes durch häufiges Ausspülen, Waschen der Hände und Wechseln der Kleider beim Verlassen der Fabrik zur Pflicht gemacht werden. Vielfach wird darauf aufmerksam gemacht, daß hauptsächlich solche Arbeiter erkranken, welche kariöse Zähne haben, und daß kariöse Zähne die Eingangspforten für das Gift sind.

Man hat das Terpentinöl als Antidot des Phosphors zur Einführung in den Zündhölzchenfabriken empfohlen. Mehrfache Beobachtungen sprechen dafür, daß unter dem Einflusse des Terpentinöles die Phosphornekrose nur höchst selten zu stande kommt. Doch ist zu berücksichtigen, daß das Terpentinöl selbst auf viele Menschen nachteilig wirkt.

Der weiße Phosphor findet noch eine andere, sanitär bedeutsame Verwendung, nämlich als Mittel zur Vertilgung von Ratten, Mäusen und anderem Ungeziefer. Gegen diese Verwendung des Phosphors werden gewisse Bedenken geltend gemacht: Die Feuergefährlichkeit und die Giftigkeit solcher Präparate.

Die phosphorhaltigen Talgkompositionen, welche Verwendung finden, sind nur euergefährlich, wenn gröbere Phosphorstückchen in ihnen enthalten sind. Vergiftungen der Menschen können durch Zusatz von Kienruß zur Talgmasse, durch Anwendung ranzigen Talges u. s. w. leicht verhütet werden.

### Roter Phosphor.

Der giftige weiße Phosphor ist bei der Herstellung der schwedischen Zündhölzer durch den ungifrigen und nicht leicht entzündbaren roten oder amorphen Phosphor ersetzt.

Das Köpfchen des schwedischen Zündhölzchens enthält gar keinen Phosphor, sondern besteht aus einem Gemenge von chlorsaurem Kali, Schwefel und verschiedenen Oxydationsmitteln. Die Entzündung des Zündhölzchenköpfchens erfolgt durch Reiben an einer Reibfläche, auf welcher amorpher Phosphor, Grauspießglanz, Schwefelkies, Braunstein und Glaspulver aufgetragen ist. Nach den Untersuchungen von Jolin enthält der zur Fabrikation der Reibflächen verwendete rote Phosphor gegen 2% weißen Phosphor und 1% Arsen.

Mit Rücksicht auf die leichte Explodierbarkeit des chlorsauren Kali ist die Einführung dieser Industrie nicht ganz unbedenklich. Bei der Explosion der Zündhölzchenfabrik zu Gothaburg, welche mit rotem Phosphor arbeitete, flogen 41 Arbeiter mit in die Luft. Im Hinblick auf derartige Gefahren scheinen die immerhin vermeidbaren Phosphornekrosen, wie sie in anderen Fabriken auftreten, fast als das kleinere Übel.

Der rote Phosphor wird durch mehrstündiges Erhitzen von gewöhnlichem Phosphor bei einer Temperatur von 230 bis 250° C dargestellt. Bei dieser Operation destilliert eine ansehnliche Menge von gewöhnlichem Phosphor über und wird unter Wasser aufgefangen. Bei Beginn der Erhitzung entwickelt sich reichlich Phosphorwasserstoffgas, später Arsen-

wasserstoff, Phosphordampf, welche Gase und Dämpfe bei zweckmäßiger Konstruktion der Apparate in den Kamin abgeführt werden. Roter Phosphor läßt sich durch Schwefelkohlenstoff vom anhaftenden weißen Phosphor befreien.

## Gerberei.

Das Leder unterscheidet sich von der Haut dadurch, daß es der Fäulnis in hohem Grade widersteht und auch nach dem Trocknen an der Luft geschmeidig bleibt. Bei dem Gerbprozesse, der in verschiedener Weise, als Rotgerberei, Weißgerberei, Ölgerberei, ausgeführt wird, müssen die tierischen Häute zuerst in geeigneter Weise zur Aufnahme der Gerbmaterialien vorbereitet werden. Dies geschieht in folgender Weise:

Die Felle werden eingeweicht, d. h. 2—10 Tage in einem Bache oder Bottich gelassen, dann durch Schaben an der Fleischseite von Fett, größerem Bindegewebe, Fleischteilen befreit und nun ebenso an der Haarseite die Haare und Epidermis abgeschabt, meist nachdem man etwas Gaskalk aufgelegt oder die Felle bei warmer Temperatur etwas faulen (schwitzen) gelassen hat. Nun läßt man die Haut schwellen, indem man sie in Weizenschrot, das in Milchsäuregärung sich befindet, einlegt oder mit Exkrementen von Hühnern, Tauben, Hunden und Wasser überschichtet.

Vom hygienischen Standpunkte sind alle diese Prozeduren bedenklich. Das Einweichen darf nicht in kleinen Wasserläufen geschehen. Die Abwässer des Einweichens, beim Schaben, Schwellen, dürfen erst nach Reinigung mit Kalk abgelassen oder können zur Rieselung verwendet werden. Die fauligen Abfälle beim Schaben sind bedeckt aufzubewahren und baldigst nach den Leimfabriken zu bringen. Beim Betreten der Schwitzkammer ist wegen der Fäulnisgase Vorsicht geboten. Die gaskalkhaltigen Wasser sind erst nach Klärung abzulassen.

Nach diesen Vorbereitungen wird das eigentliche Gerben vorgenommen. Dies geschieht bei der Rotgerberei, indem man die Häute abwechselnd mit Lohe in Gruben schichtet, oder indem man sie zuerst in verdünnte, dann in konzentrierte Lohbrühe eintaucht.

Bei der Weißgerberei findet das Gerben in einer Brühe von Alaun und Bleizucker statt. Bei der Sämisch- oder Ölgerberei gelangen die gereinigten Blößen in Kleienbeize, werden dann ausgewunden, in die Walke gebracht und mit Fett getränkt. Bei letzterer Operation bleibt ein Teil des Öles in der Haut in unverbundenem Zustand und wird durch Pottaschelösung entfernt. Aus der ablaufenden weißen Brühe scheidet sich beim ruhigen Stehen eine Fettmasse ab, welche Degras oder Gerberfett heißt und zum Zurichten des lohigen Leders verwendet wird.

Zum Einsetzen der Häute in Gruben bedienen sich die Lohgerbereien in den Boden versenkter, wasserdichter, verschließbarer Kasten von Eichen- oder Fichtenholz, in welchen die Häute, mit Lohe abwechselnd geschichtet, 2 Monate bis 2 Jahre gelagert werden. Man pumpt dann so viel Wasser zu, daß dieses etwas über der obersten Haut steht.

Die bei der Lohgerberei sich ergebenden Lohbrühen (welche Fettsäuren, namentlich butter- und propionsaure Verbindungen, gelösten Gerbstoff u. s. w.) enthalten können, wenn sie in kleine Wasserläufe frei abgelassen werden, die Fischzucht schädigen und in stagnierenden Gräben Fäulnisprozesse herbeiführen, müssen deshalb mit Kalkmilch gereinigt werden. Zur Berieselung können sie mit Vorteil benützt werden. Um das Eindringen der Lohbrühe in den Boden zu verhüten, sollten die Bottiche in gemauerte und zementierte Gruben eingesetzt werden.

Aus den obigen Auseinandersetzungen geht hervor, daß der Gerbereibetrieb in der Mehrzahl der Fälle zu erheblichen Belästigungen der Nachbarschaft durch Luft- und Wasserverderbnis führen wird. Neuanlagen von Gerbereien sollen entsprechend isoliert und an großen Wasserläufen liegen. Ganz besonders ist die Isolierung der Gerbereien dann notwendig, wenn in denselben auch das Trocknen der Tierhäute vorgenommen wird. Es sammeln sich in der Nähe einer solchen Trockenanstalt unzählig viele Schweißfliegen an, die der Umgebung sehr unangenehm werden. Bei Gerbern kommen häufig Infektionen mit Milzbrandgift vor. Ferner leiden sie häufig an Blutunterlaufungen an den Fingern und an Finger

geschwüren, die sehr schmerzhaft sind (Fingercholera, Nachtigall sind die volkstümlichen Bezeichnungen dieser Krankheiten).

### Verarbeitung der Tierhaare, Hörner und Hufe.

Hasen-, Kaninchen- und Biberfelle verwendet man zur Filzfabrikation. Die Felle werden nach dem Reinigen und Ausklopfen (im Freien) gestutzt, d. h. es werden die vorstehenden Haare zu gleicher Länge mit den anderen geschnitten. Der hier entstehende Haarstaub erzeugt heftige Reizungen. Es folgt das Beizen der Haare des Felles mit arsenhaltiger Lösung von Quecksilber in Salpetersäure, Sekret genannt. Die eingebeizten Felle werden getrocknet und dann ausgeklopft und enthaart. Die Haare werden dann in einer Trommel durcheinander gemengt und in Filz übergeführt. Die Arbeiter tauchen das in Leinwand eingeschlagene Filzmaterial wiederholt in nahezu siedendes, mit Bier- oder Weinhefe, Essigsäure, Schwefelsäure oder Lauge versetztes Wasser und drücken und klopfen es dann.

Wenn viele Felle angehäuft und unzuweckmäßig aufbewahrt werden, oder wenn nicht fleißig gesäubert wird, so stinkt es in der Umgebung solcher Betriebsanlagen bis zur Unerträglichkeit, während bei einem sorgsamem Betriebe diese Industrie die Nachbarschaft weder zu gefährden noch zu belästigen braucht.

Schwierig ist es, die Arbeiter, insbesondere jene, welche das Beizen zu besorgen oder das gebeizte Haar weiter zu verarbeiten haben, genügend gegen die Einwirkung des aus Quecksilbersalzen, Arsenik und feinen Härchen bestehenden, äußerst gefährlichen Staubes zu schützen. Am besten ist die Anwendung von zweckmäßig konstruierten, den Arbeitstisch umschließenden Glaskasten, deren eine, dem Arbeiter zu stehende Wand, mit Öffnungen zum Durchstecken der Hände versehen ist. Im übrigen ist die sorgfältigste Ventilation zu fordern. Die flüssigen Abgänge der Filzproduktion sind häufig noch quecksilber- oder arsenhaltig, jedoch nur meist in so geringem Maße, daß deren freier Abfluß in der Mehrzahl der Fälle gestattet werden kann. Hörner und Hufe bedürfen, um zu Drechslerarbeiten verarbeitet werden zu können, einiger vorbereitender Operationen. Dieselben bestehen vor allem in dem Entkernen, d. h. in dem Entfernen des inneren, markigen, bisweilen blutreichen Kernes durch Mazeration der rohen Hufe und Hörner in mit Wasser oder mit verdünntem Harne gefüllten Bottichen. Die Mazerationswässer eignen sich, mit Kalk versetzt, vorteilhaft zu Dungzwecken.

Bei der Mazeration des Hornmaterials entstehen reichlich übelriechende Ausdünstungen. Das Lagern gut getrockneter Horngebilde verursacht nur einen unbedeutenden Geruch. Die mazerierten Rohmaterialien werden wieder mit Wasser, dem etwas saure Lohbrühe zugesetzt wird, ausgewaschen. Die hiebei entstehenden Abwässer wird man in der Regel in die Kanäle oder in die Wasserläufe frei ablassen können.

Die gereinigten Hornmaterialien werden mit rotglühendem Eisen geschnitten und aufgeschlitzt. Da sich hiebei der bekannte, sehr widerliche Geruch entwickelt, so sollten die Dämpfe in einer Feuerung geleitet werden. Hierauf folgt das Pressen der Hornsubstanz zwischen mit Fett eingeriebenen Kupferplatten bei 100°. Es entwickeln sich auch

bei diesem Vorgange üble, aus dem heißen Fette stammende Gerüche, die für die Arbeiter recht lästig werden können, wenn die Fabriklokalitäten nicht luftig, hoch und gut ventiliert sind.

### Leimfabrikation.

Die Stoffe, aus denen man Leim darstellt, werden Leimgut genannt und sind gewöhnlich Abfälle, und zwar Abfälle der Gerberei, der Küchenwirtschaft, der Handschuh- und Filzfabrikation, Katzen- Hundefelle, Ochsenfüße, Flechsen, Gedärme, Lederabschnitzel der Sattler, Riemer, Kürschner, Schuhmacher u. s. w.

Die Magazinierung des Leimgutes ist nach den gleichen Gesichtspunkten zu beurteilen wie die Aufbewahrung der Knochen.

Die Verarbeitung des Leimgutes beginnt mit dem Kalken desselben. Es hat den Zweck, durch Lagern in Kalkmilch das leimgebende Gewebe von Fett und allen fleischigen und blutigen Teilen zu trennen. Die kalkhaltigen Mazerationswässer enthalten besonders buttersaures, baldriansaures und propionsaures Kalzium und können, mit Erde vermischt, als Düngstoff sehr gut verwendet werden. Das gekalkte Leimgut wird gewaschen. Meist wird die Reinigung der Waschwässer vor ihrem freien Ablassen notwendig sein. Hierauf folgt das Versieden des Leimgutes. Hierbei entwickeln sich stinkende Gase und Dämpfe, darunter Ammoniak und Schwefelammon, welche aus Rücksicht für die Arbeiter und Anwohner unter den Rost der Feuerung zu leiten und zu verbrennen sind. Nach vollendetem Versieden wird die Leimlösung durch längeres Absitzen in Dekantiergefäßen — Leimkufen — geklärt, hierauf in Formen gegossen und schließlich getrocknet. Oft verursachen plötzlich eintretende ungünstige Witterungsverhältnisse die Fäulnis der ganzen zum Trocknen bestimmten Gallerte, wodurch ein sehr belastigender Gestank entsteht, der selbst in der weiteren Umgebung der Fabrik wahrgenommen wird.

Wegen der vielfachen, eben geschilderten, zum Teil nicht vermeidbaren Übelstände des Leimsiedereibetriebes sollen nur bei genügend isolierter Lage Leimsiedereien geduldet werden. Im Leim ist das Vorkommen von Tetanusbazillen nachgewiesen.

### Talgschmelzen und Seifenfabrikation.

Die Talgschmelzereien belastigen, weil sich bei dem Erhitzen des Rohtalges, und zwar mehr oder weniger bei jeder Art von Fettschmelzerei, ein übler Geruch bildet, die Nachbarschaft weithin in hohem Grade.

Der üble Geruch hängt davon ab, ob frisches Fett oder aber schon ranziges Fett verwendet war, ferner von der Art der Erhitzung. Wird der Talgkessel auf freiem Feuer erhitzt, so brennt das Fett leicht an und entwickelt Akrolein. Vielfach benützt man deshalb Wasser- oder Dampfheizung bei der Erwärmung oder auch direktes Einleiten von Dampf. Kein Verfahren ist aber geruchlos. Die Talgschmelzereien sind häufig mit Seifensiedereien verbunden.

Die Herstellung der Seifen geschieht in der Großindustrie meist durch mehrstündiges Kochen von Fetten mit Natron oder Kalilauge.

Dabei bilden sich die fettsauren Alkalien (Seife) und außerdem wird Glycerin frei. Diese Masse erstarrt beim Erkalten des Kessels zu einer leimartigen Masse — Seifenleim. Doch pflegt man meist noch in der Wärme durch Zugabe von Kochsalz die Seife abzuschneiden. Letztere sammelt sich an der Oberfläche an und ist um so fester, je mehr man Kochsalz zugegeben hat. Die Ausfällung der Seife beruht nur auf Wasserentziehung. Die Unterlage enthält namentlich Kochsalz, Natron, Glycerin. Die Unreinigkeit der Seife erzeugt die natürliche Marmorierung. Das Marmorieren der Seife wird oft künstlich erzeugt durch Zusatz von Zinnober und Ultramarin. Zum Färben und Parfümieren der Seife werden die verschiedenartigsten Farbstoffe und Riechstoffe benützt,

darunter auch bedenkliche. Wird Kali (Pottasche) mit Fetten verseift, so erhält man Seifen, welche an der Luft nicht austrocknen. Man nennt diese Kaliseifen Schmierseifen. Nach dem Erkalten bildet sich eine weisse Maße, welche auch das ausgeschiedene Glycerin enthält.

Seifenfabriken belastigen dann am meisten, wenn sie ihren Talg selbst schmelzen und die Lauge selbst bereiten. Beziehen sie diese aus dem Handel, so hängt der Grad ihrer Belastigung von der Einrichtung ab, mit der das Seifensieden stattfindet.

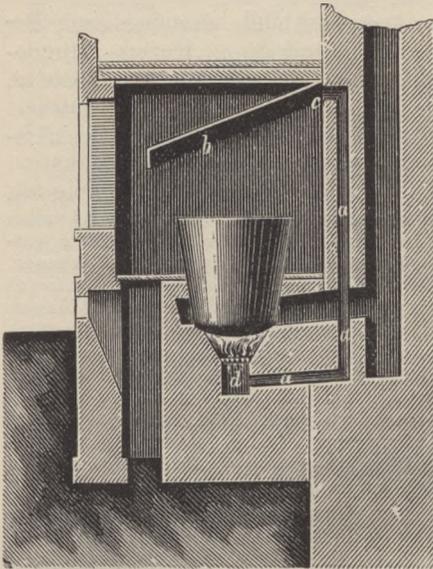


Fig. 265.

besteht darin, die Verseifung unter einem den Kochkessel völlig einschließenden Dampffang (Fig. 265, *b*, *c*) vorzunehmen, in dem alle Dämpfe gesammelt und durch eine oder mehrere im Mauerwerk des Ofens angebrachte Röhren *aa* unter den Rost der Feuerung *d* abgeleitet und daselbst verbrannt werden. Das Durchführen der Röhren durch das Mauerwerk ist nötig, damit diese stets bei solcher Temperatur erhalten bleiben, daß eine Kondensation des Wasserdampfes in ihnen nicht zu stande kommen könne.

Wie bereits erwähnt, wird die Unterlauge der Seifensiederei meist bei der Glycerinfabrikation verwertet. Wo dies nicht der Fall ist und eine unschädliche Beseitigung dieser Fabrikabgänge nicht möglich ist, ist die Konzessionierung von Seifensiedereien zu verweigern.

### Stearinfabrikation.

Die Fabrikation der Stearinkerzen zerfällt in zwei Prozesse: 1. in die Spaltung des Fettes (Talg, Palmöl) in Fettsäuren und Glycerin und 2. in das Formen der abgeschiedenen Fettsäuren zu Kerzen. Die Darstellung der Fettsäure findet in verschiedener Weise statt, und zwar:

*a*) Durch Verseifung mit Kalk. Hierbei werden Talg und Palmöl in mit Bleiblech ausgefütterten Holzbottichen mit Kalkmilch einige Stunden im Sieden erhalten. Es bildet sich nun einerseits harte, krümelige Kalkseife und andererseits eine gelbliche Glycerinlösung, welche abgezapft und auf Glycerin verarbeitet wird. Die so erhaltene Kalkseife wird mittels Mineralsäure (Salz- oder Schwefelsäure) zersetzt. Durch den Zusatz von Mineralsäure scheidet sich die fette Säure, ein Gemenge von Stearin-, Palmitin- und Oleinsäure darstellend, ab und wird nach vollständiger Ausscheidung mit Wasser wiederholt gewaschen, um von den anhängenden Kalksalzen befreit zu werden.

Ein Teil dieser öligen Schicht erstarrt, indem die fetten Säuren kristallisieren; der nicht fest gewordene Teil, der wesentlich aus Olsäure besteht, wird zuerst in der Kälte, dann unter Mitwirkung von Wärme ausgepreßt. Die Olsäure wird zur Schmierfabrikation verwendet. Die ausgepreßten, von Olsäure befreiten fetten Säuren werden noch einer Läuterung unterzogen, die darin besteht, daß man dieselben mit Dampf unter Zusatz einer sehr verdünnten Salz- oder Schwefelsäure schmilzt und hierauf mit soda-haltigem Wasser mehrmals wäscht, bis alle Mineralsäure entfernt ist. Die so erhaltenen Fettsäuren werden zu Kerzen verarbeitet.

Bei dieser Art von Stearinsäurefabrikation sind besonders zwei Betriebsmomente von sanitärer Wichtigkeit. Vorerst ist zu berücksichtigen, daß bei jedem Schmelzen von Fett ein unangenehmer Geruch entsteht, dann aber müssen besonders die Abwässer vor ihrem Ablaufe neutralisiert und gereinigt werden.

Immerhin ist die Stearinsäurefabrikation durch Kalksaponifikation unter allen Methoden jene, welche die Anwohner noch am wenigsten belastigt

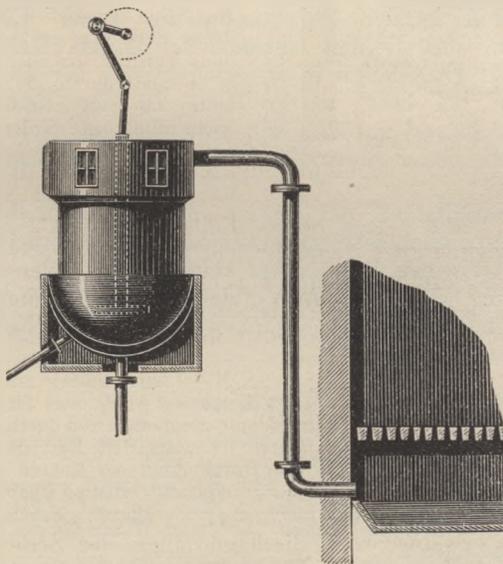


Fig. 266.

b) Durch Verseifung mit Schwefelsäure und darauffolgende Dampfdestillation. Die Fette erleiden durch konzentrierte Schwefelsäure eine ähnliche Zersetzung wie durch die Alkalien. Es bildet sich Glycerinschwefelsäure und die fetten Säuren werden ausgeschieden. Diese Methode bietet dem Fabrikanten den großen Vorteil, daß bei derselben auch solche Fette benützt werden können, die wegen ihrer Beschaffenheit und der Verunreinigungen, die sie enthalten, zur Kalkverseifung nicht anwendbar sind, so z. B. das Knochenfett, die Fettabfälle der Schlachtereien, der Küchen, die Produkte der Zersetzung der Seifenwässer der Wollspinnereien und Tuchfabriken.

Dieser ökonomische Vorteil ist aber zugleich ein schwerwiegender sanitärer Nachteil, da die Belästigung der Nachbarschaft durch das Aufbewahren der Rohmaterialien und beim eigentlichen Betrieb sehr empfindlich und niemals ganz zu vermeiden ist.

Der Betrieb gestaltet sich hiebei in folgender Weise: Zuerst wird das Rohfett geschmolzen und dann mehrere Stunden der Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure bei einer Temperatur von 115 bis 117° C ausgesetzt. Bei diesen Operationen entwickeln sich reichlich fettsäurehaltige, höchst unangenehme Stinkstoffe, große Mengen von schwefliger Säure und Akroleindämpfe. Es gehören vorzügliche Einrichtungen dazu,

um diese Übelstände in genügender Weise zu verhüten. Rationell eingerichtete Fabriken bedienen sich folgender Einrichtung: Sie zersetzen das Fett mit Schwefelsäure in einem mit Blei ausgeschlagenen doppelwandigen Kessel (Fig. 266), der durch den in seinem Mantel zirkulierenden, gespannten Wasserdampf auf  $115^{\circ}$  C erhitzt wird. Über dem Kessel befindet sich ein mit Blei belegter Eisenblechaufsatz, der mit einem Deckel versehen ist, in welchem sich zwei Beobachtungsfenster und ein Mannloch zum Füllen des Apparats befinden. Seitlich von dem Aufsätze geht ein Gasableitungsrohr ab, welches die Sinkgase in die Feuerung führt.

Bei dieser Einrichtung findet wohl eine Verbrennung und Unschädlichmachung der fettsauren Verbindungen statt, nicht aber die der schwefligen Säure, welche, wie bereits erwähnt, in massenhafter Weise auftritt und ganz besonders zu berücksichtigen ist. Es ist deshalb in Vorschlag gebracht worden, die Dämpfe in Kokstürme zu leiten, in denen Kalkmilch den eindringenden Dämpfen entgegenfließt. Die Koksstücke können wieder zum Verbrennen benützt werden, sobald sich aus dem schwefligsauren Kalzium allmählich Gips gebildet hat.

Durch die Einwirkung der Schwefelsäure auf das Fett bildet sich Glycerinschwefelsäure, welche in der Glycerinfabrikation vorteilhafte Verwendung findet, und es scheiden sich die Fettsäuren aus, jedoch verunreinigt durch harzige Substanzen, die durch Einwirkung der Schwefelsäure auf das Rohfett entstanden. Behufs Reinigung werden die Fettsäuren der Destillation in Retorten zuerst bei einer Temperatur von  $250^{\circ}$ , dann bei  $300^{\circ}$  unterworfen. In der Retorte bleibt ein schwarzer Teerrückstand zurück, der zum Teil als Schmiermittel, zum Teil nach stattgefundener Behandlung mit Kalk zur Leuchtgaszerzeugung dient.

Bei der Destillation der rohen Fettsäuren mittels überhitzten Wasserdampfes entwickelt sich stets Akrolein und, wenn in der Fettsäure noch Reste von Glycerinschwefelsäure vorhanden waren, auch schweflige Säure. Es müssen demnach die Vorlagen so eingerichtet sein, daß die daraus entweichenden Dämpfe gesammelt und in die Feuerung geführt werden können.

### Glyzerin.

Die Glycerindarstellung hat nur hygienisches Interesse, wenn dazu die Unterlage der Seifensieder oder Glycerinschwefelsäure benützt wird.

Man gewinnt das Glyzerin, indem man die Unterlage eindampft, die dabei am Boden des Abdampfgefäßes sich ausscheidenden Salze von Zeit zu Zeit herausnimmt, die hinlänglich konzentrierte Flüssigkeit mittels überhitzter Wasserdämpfe destilliert und das wasserhaltige Destillat einengt.

Das Destillieren mit überhitztem Dampfe findet in starkwandigen eisernen Destillierblasen statt. Die Dämpfe werden in einem System eiserner, senkrecht stehender Röhren zum größten Teile kondensiert. Unter jenen Destillationsprodukten, welche nicht kondensiert werden, sind flüchtige Säuren und Akrolein bemerkenswert, da diese Stoffe zu arger Belästigung der Nachbarschaft Anlaß bieten können, wenn nicht für deren Verbrennung durch Ableiten derselben in die Feuerung vorgesorgt ist. In der Destillierblase bleibt ein schwarzer pechartiger Rückstand zurück, der aus den Retorten, solange er noch warm ist, abgelassen werden muß, weil er sonst erstarrt. Hierbei entströmen ebenfalls der geöffneten und noch heißen Retorte Fettsäuren und Akroleindämpfe, welche die Luft der Umgebung überliechend machen.

Die bei der Verseifung der Fette durch Schwefelsäure abfallende Glycerinschwefelsäure wird durch Kochen mit überschüssigem Kalk zu Gips und zu Glyzerin zerlegt, welches letztere sich im Wasser löst. Die Glyzerinlösung ist aber sehr unrein und muß deshalb ebenfalls in starkwandigen Destillierblasen mit erhitztem Wasserdampfe destilliert werden. Selbstverständlich treten auch hier die oben erwähnten Belästigungen der Nachbarschaft auf. Solche Fabrikanlagen sollten deshalb nie mitten unter Wohnhäusern konzessioniert werden.

## Fünfzehntes Kapitel.

## Explosivkörper.

Die Fabrikation der Explosivkörper und der Verkehr mit denselben ist im allgemeinen mehr von sicherheitspolizeilicher als von hygienischer Bedeutung. Da aber bei der fabrikmäßigen Darstellung einzelner, derzeit vielfach gebräuchlicher Explosivkörper mancherlei Gase und Dämpfe entstehen, welche die Arbeiter in hohem Grade gefährden können, so sei nachfolgend das Wichtigste bezüglich der Darstellung der am meisten zur Verwendung gelangenden Sprengmittel und bezüglich der bei ihrer Fabrikation zu beachtenden Schutzmaßregeln mitgeteilt.

Die gegenwärtig am häufigsten zur Anwendung kommenden Sprengmittel sind: Schießpulver, Schießbaumwolle, Dynamit, Knallquecksilber und die pikrinsauren Alkalien.

Das Schießpulver ist ein gekröntes Gemenge von Salpeter, Schwefel und Kohle. Bei einer Temperatur über 150° entzündet es sich und gibt als Verbrennungsprodukt Stickstoff (42%), Kohlensäure (53%), Kohlenoxyd (5%) in Gasform und Schwefelkalium als festen Rückstand. Aus 1 *l* Pulver entstehen 450 *l* Gas. Von den gegenwärtig in Verwendung stehenden Explosivstoffen hat das Schießpulver die schwächste brisante Wirkung, d. h. verbrennt verhältnismäßig langsamer als Schießbaumwolle, Nitroglyzerin und die Knallpräparate. Brisante Explosivkörper eignen sich hauptsächlich als Sprengmittel.

Von besonderem sanitären Interesse sind die Pulverdämpfe, welche in Bergwerken, Tunnels und Minen bei Sprengarbeiten entstehen und die sogenannte Minenkrankheit hervorrufen. Die Erscheinungen, die infolge der bei der Pulverexplosion entstandenen Dämpfe bei den Minenarbeiten sich einstellen, haben viel Ähnlichkeit mit jenen, welche durch Vergiftung mit Kohlenoxyd erzeugt werden.

Die Schießbaumwolle wird dargestellt, indem man die Baumwolle in ein Gemisch von Schwefelsäure und Salpetersäure eintaucht, darauf sorgfältig wäscht und sie trocknet. Die bei der Fabrikation der Schießbaumwolle auftretenden Dämpfe von salpetriger Säure und Untersalpetersäure sind durch einen Abzug zu entfernen. Die beim Waschen der nitrirten Baumwolle sich ergebenden Abfallwässer sind stark saurehaltig und enthalten auch Pikrin- und Oxalsäure, weshalb deren freies Ablassen nicht unter allen Umständen gestattet werden kann.

Sie entzündet sich durch starken Stoß und Schlag sowie durch die Einwirkung höherer Temperaturen, übertrifft durch ihre enorme Spannung als Trieb- und Sprengkraft das Schießpulver um das Vielfache.

Die Schießwollgase sind noch giftiger als die Pulvergase, da aus 1 Volumen Schießwolle 755 Volumen Gas entstehen, welches 28·95% Kohlenoxyd, 20·82% Kohlensäure, 7·24% Grubengas, 12·67% Stickstoff, 25·31% Wasserdampf und 3·16% Wasserstoff enthält.

Durch Komprimieren wird die Schießwolle gegen Stoß und Schlag weniger empfindlich. Die Anwendung der Schießbaumwolle erweist sich beim Sprengen vorteilhaft.

Das Zelluloid ersetzt vollkommen Horn, Schildpatt, Hartgummi. Man macht daraus Manschetten, Kragen, Schmuckgegenstände, Billardkugeln u. s. w. Man benützt zur Herstellung des Zelluloids ein Gemisch von Äther, Kampfer und Kollodiumwolle. Es bildet sich eine gallertartige Masse, die zwischen Walzen so lange behandelt wird, bis sie plastische Eigenschaften zeigt. Um größere Körper, z. B. Billardkugeln, darzustellen, werden die Platten zusammengerollt, auf einer Kreissäge gepulvert und bei 100° C getrocknet. Hierauf folgt eine starke Pressung in durch Dampf erwärmten Metallformen und schließlich das Kochen im Vulkanisierkessel bei 120—122° C.

Bei dieser Fabrikation kommen öfters Explosionen vor.

Vor etwa 30 Jahren gelang es Nobel, eine schnelle und gefahrlose Darstellungsmethode des Nitroglyzerins zu entdecken und eine zweckmäßige Art, dasselbe in geschlossenen Räumen zur Explosion zu bringen, ausfindig zu machen. Doch erst als im Jahre 1866 Nobel lehrte, dasselbe auf beliebig lange Zeit durch sogenannte Methylierung (Auflösen in Holzgeist) unexplosiv zu machen, wurde es in ausgedehntem Maße verwendet. Bald darauf brachte er noch ein gefahrloseres Präparat in den Handel in Gestalt des Dynamits.

Das Nitroglyzerin ist eine bei gewöhnlicher Temperatur ölige, klare, hellgelbliche, geruchlose Flüssigkeit, welche im Wasser nicht, wohl aber in Äther, Holzgeist, Benzol löslich ist und beim Erwärmen über 160° C oder durch Schlag und Stoß explodiert.

Unreines Nitroglycerin zersetzt sich freiwillig unter Gasentwicklung. Befindet sich das Nitroglycerin in einem verstüpselten Glase, so kann der Druck, den die durch Zersetzung entstandenen Gase ausüben, bei der geringsten Erschütterung eine Explosion veranlassen. Einer selbst wenig intensiven, jedoch länger anhaltenden Kalte ausgesetzt, kristallisiert es in langen Nadeln. Mit dem Starrwerden erhöht es seine Explosivität. Nobel entdeckte, daß Nitroglycerin mit Kieselgur (Infusorienerde) vermengt, weit weniger durch Schlag und Stoß explodiere, daß dadurch sein Kristallisationsvermögen aufgehoben werde, daß eine Selbstentzündung nicht eintrete, daß es selbst im Feuer ohne Explosion verbrenne und daß es in dieser Form überhaupt gefahrloser verwendet und transportiert werden könne. Diese Mischung von Nitroglycerin und Kieselgur nannte Nobel Dynamit.

Dynamit explodiert nur durch einen intensiven Stoß eines mit einem Knallpräparat gefüllten Zündhütchens oder durch Stoß zwischen zwei metallenen Körpern. Auf einem Stein- oder Holzboden kann Dynamit anhaltend mit einem Hammer geschlagen oder unter energischem Drücken mit demselben oder einem anderen eisernen Instrument gerieben werden, ohne daß Explosion erfolgt.

Jede Temperaturerhöhung erhält aber die Explosionsfähigkeit dieses Präparats. Wird Dynamit auf 28° erwärmt, so kann es schon durch den geringsten Schlag explodieren.

Sprengtechniker behaupten, daß die Explosionsgase des Dynamits weniger die Arbeiter gefährden als die Gase des Pulvers und der Schießwolle. Die Kraft des Dynamits verhält sich zu der des Pulvers wie 13 : 1. Dynamit hat insbesondere im Bergbau, überhaupt bei Sprengungen, ausgedehnte Verwendung gefunden; es ist aber auch zu militärischen Zwecken, wie Zerstörung von Geschützen, Mauerwerk, Palisaden, zu submarinen Sprengungen mit Erfolg angewendet worden.

Zur Darstellung des Nitroglycerins wird ein aus Salpeter- und Schwefelsäure bestehendes Säuregemisch unter beständigem Umrühren mit Glycerin in einem gekühlten Mischgefäße gewaschen. Die Temperatur darf bei diesem Prozesse nicht über 18° hinausgehen, da mit einer höheren Temperatur die Gefahr der Explosion steigt. Die bei dieser Manipulation entstehenden salpetersauren Dämpfe können leicht durch Arbeiten in mit Soda gefüllte Absorptionsgefäße unschädlich gemacht werden.

Die sauren Waschwässer werden meist zum Aufschließen der Phosphorite bei der Düngerfabrikation verwendet. Zur Darstellung des Dynamits wird das Nitroglycerin in Holzkasten auf Infusorienerde gegossen und das Ganze mit der bloßen Hand durchknetet.

Das von Säuren befreite, getrocknete Nitroglycerin ist von süßlichem, brennendem Geschmacke, hat ein spezifisches Gewicht von 1·6 und wirkt schon in kleiner Dosis giftig. Da das Nitroglycerin sehr giftig ist, sind die Arbeiter zu verhalten, während der Arbeitszeit nicht zu essen oder zu trinken oder zu schnupfen, um nicht durch beschmutzte Finger die Nahrungsmittel zu vergiften. Die Arbeiter müssen weiter einen besonderen Raum für den Wechsel der Kleider haben und die Hände mit Wasser und Seife vor jeder Mahlzeit reinigen. Wegen der Möglichkeit der Resorption des Nitroglycerins durch die Haut, sind die Arbeiter zu verpflichten, bei der Darstellung des Dynamits durch Vermischen des Sprenggüls mit Infusorienerde dichte undurchlässige Handschuhe (Kautschuk) zu tragen.

Das Knallsilber und das Knallquecksilber, aus welchen die explodierende Masse der Zündhütchen wesentlich besteht, sind Verbindungen des Silbers bezw. des Quecksilbers mit Knallsäure. Bei der Darstellung des Knallquecksilbers wird Quecksilber mit Salpetersäure aufgelöst und hiezu Alkohol gegossen. Man erwärmt im Wasserbade so lange, als eine Gasentwicklung bemerkbar wird, und entfernt dann das Gefäß und stellt es kalt. Unter den hiebei entweichenden Gasen sind Blausäure, Cyanäthyl, Cyansäure, salpétrigsaure Äther, Essigäther, salpétrige Säure gefunden worden. Da dieselben gesundheitsschädlich und entzündlich sind, muß die Operation unter einem guten Zuge geschehen.

Zugleich mit der Gasentwicklung bildet sich ein weißer, kristallinischer Niederschlag von knallsaurem Quecksilber, der gesammelt und mit Wasser gewaschen auf einer Porzellanplatte durch Wasserdampf (aber nicht bis zu 100°) erwärmt und getrocknet wird. Die Waschwässer sind quecksilberhaltig und werden zur Gewinnung des darin vorfindlichen Quecksilbers mit metallischem Zinn behandelt.

Die technisch wichtigste Eigenschaft des Knallquecksilbers ist eine außerordentliche Explosionsfähigkeit. Durch mäßigen Schlag sowie durch Reibung mit harten Körpern erfolgt Detonation unter rötlicher Lichterscheinung. Da die Zersetzung in Stickstoff, Kohlenoxyd und Quecksilberdampf fast momentan vor sich geht, so ist die Explosion außerordentlich heftig. Das trockene Pulver explodiert, wenn es auf 149—187°

erhitzt wird. Die Explosion kann durch Befeuchten abgeschwächt, ja ganz aufgehoben werden; bei einem Wassergehalte von 5 bis 30% explodieren nur die von einem starken Schläge direkt getroffenen Teilchen.

Wegen der brisanten Wirkung wird das Knallquecksilber fast ausschließlich als Zündungsmittel angewendet, und zwar in der Regel gemengt mit anderen brennbaren Körpern: Salpeter, Schwefel, chlorsaurem Kali, welche dazu dienen, den Zersetzungsprozeß zu verlangsamen, also die Wirkung desselben nachhaltiger zu machen. Die mittels Maschinen aus Kupferblech geformten Zündhütchenkapseln werden mit einem Gemenge von Knallquecksilber, Kalisalpeter, Schwefel oder mit einem Gemenge von Knallquecksilber mit chlorsaurem Kali und Kohle gefüllt.

Das Laden der Hütchen geschieht gegenwärtig meistens mit einer von Josten konstruierten, sehr sinnreichen Maschine, wodurch die sonst mit dieser Arbeit verbundenen Gefahren auf ein Minimum reduziert sind, da der Arbeiter durch seinen Stand hinter einem schmiedeeisernen Schirm geschützt ist. Eine sehr gefährliche Arbeit ist das Körnen, da hiebei die Masse nahezu trocken geformt wird. Das Arbeitslokal, in dem das Körnen vorgenommen wird, muß von den übrigen Gebäulichkeiten getrennt sein; die zum Körnen dienenden Haarsiebe werden nach jeder Operation durch Wasser oder verdünnte Schwefelsäure gezogen. Die beim Durchziehen der Siebe entstehenden Waschwässer müssen von Quecksilber befreit werden.

Literatur: Hirt, Die Krankheiten der Arbeiter, Leipzig 1871—1878. — Lay et, Allgemeine und spezielle Gewerbepathologie, 1884. — Eulenberg, Handbuch der Gewerbehygiene, 1876. — Popper, Lehrbuch der Gewerbekrankheiten, Stuttgart 1882. — Hirt, Fabriken, Handbuch der Hygiene, II. Teil, II. Abteil. und Gewerbekrankheiten, ibid. IV. Abteil. (Gasinhalationen u. gewerbl. Vergiftungen). — Merkel, ibid., Staubinhalationskrankheiten. — Muspratt, Technische Chemie. — Fischer, Technologie. — Kraft, Fabrikshygiene, Wien 1892. — Sommerfeld, Handbuch der Gewerbekrankheiten, Berlin 1898. — Wernich-Wehmer, Lehrbuch des öffentl. Gesundheitswesens, Stuttgart 1894. — Post u. Albrecht, Musterstätten persönlicher Fürsorge von Arbeitgebern Berlin 1893.

---

## Elfter Abschnitt.

# Morphologie und Biologie der Parasiten des Menschen.

## Erstes Kapitel.

### Entwicklung der parasitären Lehre.

Alles Leben findet aus inneren Gründen seinen Abschluß durch den Tod, der im natürlichen Kreislaufe des Organisierten dann eintritt, wenn der Erhaltung der Art durch die Fortpflanzung Genüge geleistet ist, vielleicht dadurch, daß die lebenskräftigsten Teile bei dem Akte der Fortpflanzung der neuen Generation übertragen werden. Die hygienischen Maßnahmen können sich die Beseitigung des Sterbens nicht zum Ziele setzen; aber die Grenze des Todes hinauszurücken, das ist eine ihrer wesentlichsten Aufgaben.

Leider greifen aber die Krankheiten in den normalen Ablauf des Lebens so mächtig ein, daß wir ein Alter von 80 Jahren bereits ein hohes nennen, und manche besonders schädliche Gewerbebetriebe und Lebensbedingungen verkürzen es auf 30 Jahre und darunter. Dieses frühe Sterben und Siechtum des Menschen nimmt man vielfach als ein unabwendbares Geschick, mit dem man sich eben abzufinden habe, hin. Doch ist dies nicht begründet.

Die Krankheitsursachen lassen sich aber zum Teil vermeiden. Dieselben sind sehr verschiedener Art; zum Teil werden Krankheiten durch unbelebte äußere Ursachen erzeugt, sie betreffen durch Nervenreiz oder direkte Wirkung die Organe und hinterlassen oft langdauernde Nachwirkungen und reaktive Veränderungen des Organismus oder einzelner Teile desselben. Dahin gehören unter anderem die Verletzungen und Beschädigungen mechanischer Art, Störungen des wärme-regulatorischen Apparats, sowie der Respiration, Verdauungs- und Ernährungsstörungen, Reizungen der Brustorgane durch Staubinhalation, Giftwirkungen (Kohlenoxyd, giftiger Staub u. s. w.).

Neben diesen äußeren unbelebten Ursachen spielen belebte Krankheitserreger eine hochbedeutsame Rolle; diese Krankheitserreger werden am zweckmäßigsten ganz allgemein mit dem Namen der Parasiten bezeichnet. Im Sinne der Zoologen wäre demgemäß bei diesen Krankheiten der Mensch als Wirt der Parasiten anzusehen.

Die Lehre von den belebten Krankheitsursachen ist schon sehr alt; in vielen medizinischen Schulen der verschiedenen Jahrhunderte kehrt der Gedanke, mehr oder minder zu einem völligen System geworden, wieder. Schon der arabischen Schule war die Krätze als eine solche parasitäre Krankheit bekannt; im 17. Jahrhundert war die Lehre von den organisierten Krankheitserregern weit verbreitet und sie wurde in der Folgezeit, als man mit der verbesserten mikroskopischen Forschung immer mehr niedrige Lebewesen außerhalb des menschlichen Organismus fand, fester begründet.

Schon 1646 suchte Athanasius Kircher mit einem allerdings sehr einfachen Mikroskop nach den „krankmachenden Thieren“ im Blute. Noch fester wurde die Anschauung vom *Contagium vivum* durch die Forschungen Leeuwenhøks 1675 gestützt, unter dessen uns erhaltenen Abbildungen zweifellos sich Beobachtungen über Bakterien befinden. Spallanzani verwies 1765 durch seine Experimente die Urzeugung ins Reich der Fabel und erwies also, daß Fäulnis und Zersetzung auf kleinste Lebewesen zurückzuführen seien. Aus dem Jahre 1786 besitzen wir durch Friedrich Müller in Kopenhagen den Anfang einer Systematik der Kleinlebewelt. 1772 entwickelte Plenciz eine Theorie über die Bedeutung der Mikroorganismen und die Entstehung von Infektionskrankheiten die überraschend viel mit modernen Anschauungen gemein hat. Schon Mitte des 18. Jahrhunderts wurden Versuche über die Desinfektionswirkung verschiedener Mittel an Faulflüssigkeiten angestellt.

In einer gewissen Beziehung stand die Lehre der parasitären Krankheitserregung zur Entwicklung der Erkenntnis von den Gärungs- und Fäulnisvorgängen; sowohl zur Zeit, als man diesen Vorgang als einen rein chemischen wie späterhin, als man ihn als biologischen auffaßte. Die Fäulnis war ein normaler Zersetzungsvorgang und hatte mit der Ausbreitung von Krankheiten das Gemeinsame, daß sie „ansteckend“ wirkte und von einem Stoffe auf solch egleicher Art übertragen werden konnte. In einen näheren inneren Zusammenhang treten Fäulnis- und Krankheitserregung durch die empirische und statistische Beobachtung, daß ein Darniederliegen der öffentlichen Reinlichkeit, die Bodenverschmutzung, schlechte Beschaffenheit der Kanäle, Wohnungsschutz das Auftreten mancher Krankheiten unzweifelhaft begünstigen.

Eine mehr spezifische Krankheitskeime zu Grunde legende Lehre vom *Contagium animatum* wurde durch die Entdeckung der Hefezellen von Cagniard-Latour und Schwann vorbereitet. Den ersten, genau in seiner Wirkungsweise erkannten Krankheitserreger entdeckte 1837 Bassi bei der Muskardine-Krankheit der Seidenraupe; und fast gleichzeitig fand Schönlein den Favuspilz beim Menschen. Am lebhaftesten trat für die Lehre der parasitären Krankheitserregung der Anatom Henle mittels der Schrift „von den Miasmen und Kontagien“ 1839 ein. — In der Folgezeit gelang es dann durch direkte Beobachtung, mehrfach Krankheitserreger bei Tieren und Pflanzen aufzufinden. Tulaine, de Bary und Kühn entdeckten bei Getreide- und Kartoffelkrankheiten Schimmelpilze als Ursache derselben. 1855 fand Pollender, 1863 Davaine den Milzbrandbazillus.

Als man aber in Folge ganz kritiklos und ohne Methode bei allen möglichen Krankheiten Pilze finden wollte und diese Entdeckungen in rascher Folge als Irrtümer zurückgewiesen wurden, da schwand das Vertrauen zu dieser Richtung der Forschung. Erst den Bemühungen von Waldeyer, Rindfleisch, Recklinghausen, welche (1866–1870) bei den Wundinfektionskrankheiten und pyämischen Prozessen die Anwesenheit kleinster, den Spaltpilzen zuzählender Organismen erwiesen, ist es dann gelungen, der Lehre der parasitären Krankheitserregung wieder zur Anerkennung zu verhelfen. Die praktischen Erfolge Listers zeigten, wie fruchtbringend die Erkenntnis der richtigen Krankheitsursache werden mußte.

Aber erst neue Methoden, die wir für die Bakterien wesentlich R. Koch verdanken, erlaubten viele Krankheitserreger zu isolieren und vom Kranken zu trennen. Die Lehre der parasitären Krankheitserregung steht nunmehr auf fester naturwissenschaftlicher Basis.

Eine außerordentlich bedeutungsvolle Entwicklung hat in dem letzten Jahrzehnt die Protozoenforschung gewonnen. Die ersten Entdeckungen auf diesem Gebiete liegen freilich schon ziemlich weit zurück. Die ersten schmarotzenden Protozoen hat wohl Valentin 1841 bei der Bachforelle gesehen; ähnliche Befunde hatte Gruby 1843 im Fröschblute. 1873 entdeckte Obermeier die Rekurrenspiröchäte, dann folgte 1880 die Auffindung der Surrparasiten durch Evans und der Malariaparasiten durch Laveran. Die Durchforschung des Blutes nach Parasiten bekam durch diese Arbeiten und durch die weitere Auffindung von Parasiten im Blute der Frösche durch Gaule und im Blute der Kaltblüter und Vögel durch Danilewski einen weiteren Anstoß.

1893 haben Theob. Smith und Kilborne das Texasfieber als eine parasitäre Krankheit erkannt und gefunden, daß Zecken die Krankheit übertragen. 1894 fand Bruce bei der Tsetsekrankheit ein mit der Fliege übertragenes Trypanosom als Krankheitsursache. Dann folgte in rascher Folge die Aufklärung die Malariaätiologie durch Golgi, Grassi und ihre Mitarbeiter Untersuchungen, die mit dem Jahre 1901 zu einem vorläufigen Abschlusse kamen.

Ein besonderes Interesse haben in allerjüngster Zeit die Trypanosomenforschungen erregt. Dutton fand solche 1902 im Blute des Menschen, Castellani erkannte 1903, daß diese Flagellaten Ursache der Schlafkrankheit sind. Die zoologischen Verhältnisse, der Formen- und Entwicklungskreis dieser Parasiten sind namentlich von Schaudinn in hervorragendem Maße klar gelegt worden.

Den Charakter der plötzlichen Ausbreitung und der Vermehrung des Krankheitsstoffes tragen in ausgesprochenem Maße die Volksseuchen. Sie waren es auch, welche der Lehre von dem Contagium animatum als Grundlage und Beweisstücke gedient haben. Von wenigen Fällen ausgehend, verbreiten sich dieselben zu ausgedehnten Massenerkrankungen, welche oft ganze Kontinente, ja die ganze bekannte Welt befallen. In ersterem Falle spricht man von epidemischer, in letzterem Falle bei den großen Seuchenzügen von pandemischer Verbreitung.

Die Volkskrankheiten tragen außer der Vermehrung des Krankheitsstoffes noch eine wichtige biologische Eigentümlichkeit an sich, das ist ihr in historischen Zeiten erfolgendes Auftauchen und Verschwinden. Solche Fälle des Aussterbens von Seuchen lassen sich mehrfach anführen.

Eine mörderische Seuche war die Pest des Thukyrides, welche 430—425 v. Chr. in Athen und außerhalb Attika herrschte; das Krankheitsbild deckt sich mit keiner der uns heute bekannten Seuchen, weshalb Hecker für dieselbe den Ausdruck *Typhus antiquorum* gewählt hat. Vermutlich war die Pest des Antonin 165—168 n. Chr., die Galen beschreibt, dieselbe Krankheit; man begegnet ihr in späteren Jahrhunderten nicht wieder. Viele Jahrhunderte war die Bubonenpest eine Geißel der Menschheit; die erste derartige Seuche dürfte die Pest des Cyprian (251—266) gewesen sein. Dann folgte jene des Justinian 531—580 und die großen Züge des Mittelalters 1346 in Sizilien und Italien, 1350 in Rußland u. s. w. Der schwarze Tod brachte Deutschland und Italien dem Verfall nahe. Dörfer starben aus, alle öffentlichen Maßregeln unterblieben, Geld häufte sich durch Erbschaften im Überflusse an. Arbeiter waren nur schwer zu gewinnen. Zeichen einer allgemeinen Volkspsychose waren die Geißlerfahrten, Judenverfolgungen, die Tanzwut, die Kinderfahrten. Seit Anfang des vorigen Jahrhunderts war die Bubonenpest sehr zurückgegangen; seit 1841 Europa frei von Pest, bis auf einen kleinen Einfall in russisches Gebiet, wobei aber die Wolga nicht überschritten wurde. In neuester Zeit befürchtet man allerdings wieder ihre weitere Ausdehnung. Die in früheren Jahrhunderten häufigen Blattern epidemien sind in ihrer Wirksamkeit ungefährlich geworden. Einen entschiedenen lebhaft kontagiösen Charakter trug in früheren Zeiten die Syphilis. Der Abdominaltyphus ist in stetem Rückgang begriffen.

Auch neue Krankheitsgäste zeigen sich. Seit den Dreißigerjahren tritt in gewissen Intervallen die Cholera auf, seit den Sechzigerjahren die Diphtherie, die Influenza ändert ihren Charakter, indem sie schwere Krankheitsfälle erzeugt.

Die Aufnahme eines Krankheitserregers, welche zur Erkrankung führt, bezeichnet man als Infektion; vielfach nennt man die Volkskrankheiten auch Infektionskrankheiten, aber nicht alle Infektionskrankheiten sind Volkskrankheiten. Diese Bezeichnung Infektionskrankheiten ist zu Gunsten des allgemeinen Ausdruckes „parasitäre Krankheiten“ fallen zu lassen.

Die medizinische Beobachtung hat uns gelehrt, daß auch unter jenen Erkrankungen, welche einheimisch (endemisch) sind, sich solche befinden, welche auf Parasiten zurückgeführt werden müssen. Infektionskrankheit ist also ein weiterreichender Begriff als Volkskrankheit. Die Erkenntnis der Wurmkrankheiten hat mehrfach Veranlassung gegeben, eine besondere Gruppe von Krankheiten, bei welchen Infektionserreger, welche zu den Tieren zu rechnen sind, vorkommen, als „Invasionskrankheiten“ zu unterscheiden; es ist aber diese Bezeichnung wenig zweckmäßig. Wir werden im folgenden alle Krankheiten, bei welchen ein belebtes Wesen durch seine Einwanderung oder Besiedlung des menschlichen Körpers die Krankheit auslöst, als parasitäre bezeichnen und unter diesen trennen zwischen pflanzlichen und tierischen Parasiten.

Die Krankheiten, welche wir heutzutage als parasitäre auffassen, sind sehr mannigfaltige; zu den wichtigsten gehören Masern, Scharlach, Blattern, Diphtherie, Krupp, Gonorrhöe, Syphilis, die Wundinfektionskrankheiten, Cholera, Typhus, Flecktyphus, Rekurrens, Malaria, Ruhr, Krebs.

Einen Überblick über die Häufigkeit der durch die parasitären Krankheiten hervorgerufenen Sterbefälle gibt folgende Statistik für England von 1850 bis 1869. Die Gesamtmortalität betrug für 1000 Lebende 22·34, an den vermeidbaren Krankheiten starben:

1·04 an Scharlach, 0·91 an Typhusformen, 0·86 an Diarrhöen, 0·52 an Keuchhusten, 0·43 an Masern, 0·25 an Krupp, 0·20 an Pocken, 0·41 an Cholera, 3·44 an Tuberkulose.

Es sterben sehr viele Menschen an Schwindsucht, bis zu 15<sup>0</sup>/<sub>10</sub> aller Todesfälle überhaupt und an Schwindsucht allein fast ebenso viel als an den übrigen vermeidbaren Krankheiten zusammen genommen. Die sogenannten vermeidbaren Krankheiten machen etwas mehr als ein Drittel aller Krankheitsformen aus.

Die Verteilung der Todesfälle auf Stadt und Land ist keine ganz gleiche. Nach dem Jahresberichte des Medizinalwesens für Sachsen starben (1887) von 10.000 Bewohnern

	in den Städten	auf dem Lande
an Masern . . . . .	3·57	4·26
„ Scharlach . . . . .	2·35	2·22
„ Diphtherie . . . . .	13·53	15·41
„ Keuchhusten . . . . .	2·28	2·12
„ Typhus . . . . .	1·52	1·66
„ Krebs . . . . .	9·12	7·09
„ Schwindsucht . . . . .	28·33	20·59

In den Städten überwiegen also wesentlich Krebs und Schwindsucht, auf dem Lande hingegen die Masern und Diphtherie.

Würde man die Erkrankungsziiffern genau wissen, so würde man noch besser den großen Schaden, welchen die parasitären Krankheiten hervorrufen, ermessen können. Man schätzt die jährliche Erkrankungsziiffer an Infektionskrankheiten auf 8—9%.

Das Studium der Krankheitserregung durch Parasiten gehört zu den wichtigsten Aufgaben der Hygiene; die genaue Kenntnis der Parasiten bietet erst die Möglichkeit einer ausreichenden Prophylaxis und die Mittel zur Zerstörung der Krankheitskeime.

## Zweites Kapitel.

### Tierische Parasiten.

#### Allgemeines.

Die Erkrankungen des Menschen, welche durch die Einwanderung tierischer Parasiten hervorgerufen werden, sind sehr zahlreiche; in manchen Gegenden, wie in den Tropen z. B., überwiegen derartige Erkrankungen sogar sehr erheblich über die durch pflanzliche Parasiten erzeugten Krankheitsfälle.

Die tierischen Parasiten sind zum Teil solche, welche man entweder mit bloßem Auge oder doch mit einfachen Hilfsmitteln wahrnehmen kann, wie die Bandwürmer und ihre Finnen, die Trichinen und anderen Nematoden, ferner die Trematoden. Andere tierische Krankheitserreger erfordern den Nachweis mittels eines guten Mikroskops und sind sehr klein.

Die tierischen Parasiten sind entweder obligate Parasiten, d. h., sie haben sich dem Tierkörper so angepaßt, daß sie außerhalb desselben nicht mehr fortkommen, oder fakultativ parasitierende Organismen, welche im allgemeinen saprophytisch leben und nur gelegentlich in den Menschen einwandern.

Die Parasiten haben sich offenbar im Verlaufe der Zeiten aus ursprünglich frei lebenden Geschöpfen entwickelt. Bei dieser Umwandlung kommt es meist zu einer Vereinfachung ihres Baues unter Verlust wichtiger Organe.

Die transformierenden Einflüsse wirken manchmal nur langsam, erst in mehreren Generationen; doch findet sich nirgends eine Schmarotzeigenschaft, die nicht in der Eigentümlichkeit des Wirtes ihre Erklärung hätte. Von großem Interesse ist, daß manche Tiere nur so lange, als sie die freie Lebensweise mit der parasitischen vertauschen, eine Umänderung ihrer Organe erleiden. Bei anderen ist freilich die Angewöhnung an den Parasitismus eine so hochgradige, daß ein Vergleich mit der normalen oder freien Lebensweise der Tiere fast nicht zu erbringen ist, so z. B. bei vielen menschlichen Eingeweidewürmern.

Nur zeitweise Umwandlung infolge des Parasitismus hat man für manche Nematoden erwiesen. Die Nematoden leben in Meer- und Süßwasser, Schlamm, Erde und in faulenden Substanzen. In jugendlichem Zustand als mund- und afterlose Larven widerstehen sie der Austrocknung lange; ihre Entwicklung beginnt, wenn sie in günstige Ernährungsverhältnisse kommen, und diese finden manche, z. B. Rhabditis, wenn sie in den Körper von Tieren gelangen. Rhabditis schmarotzt in der schwarzen Wegschnecke; sie wird dabei doppelt so lang, als sie sonst zu sein pflegt, verliert ihre Chitinzähne, die pfriemenartige Schwanzspitze und behält Mund und After geschlossen. Nach der Aus-

stoßung werden die Tiere geschlechtsreif, häuten sich unter Öffnung von Mund und After und besitzen mindestens 500—600 Eier, während die nicht parasitierenden nur 24—36 entwickeln. Die aus den Eiern ausschlüpfenden Embryonen sind aber bei denjenigen, welche im Schmarotzerzustand, und denjenigen, welche frei leben, ganz dieselben.

Wie weit der Parasitismus bei den Nematoden allmählich sich ausbildet, zeigen uns die Trichinen, die in allen ihren Entwicklungsstadien auf einen bestimmten Wirt angewiesen sind und außerhalb des Tierkörpers gar nicht mehr existieren können.

Die größeren Parasiten können die Gesundheit des Menschen in verschiedener Weise stören.

a) Durch den Konsum von Ernährungsmaterial. Bei den Bandwürmern ist, für den Erwachsenen wenigstens, der Konsum nicht wesentlich. Anders aber bei den Nematoden; der Spulwurm kann bei kräftiger Entwicklung und Vermehrung einen täglichen Stoffverbrauch von mindestens 27 g bedingen, ein Stoffverlust, welcher sich namentlich in der Kost des Kindes nicht immer leicht decken läßt.

Gefährlich wird *Rhabditis stercoralis*, welche die sogenannte Kochinchinadiarrhöe hervorruft und sich außerordentlich rasch vermehrt, auch dem Erwachsenen. Täglich werden etwa 100.000 Stück Würmer ausgeschieden, welche, ohne daß der Stoffwechsel der Parasiten selbst in Rechnung gezogen wird, etwa 200 g Substanz repräsentieren. Da mitunter die Zahl der Würmer aber auf das Zehnfache steigt, ist der rasche Verfall des Menschen bei dieser Krankheit genügend erklärt.

b) Durch die Entziehung von Blut. *Dochmius duodenalis* (*Anchylostomum*), in den Tropen, Subtropen, Italien als Ursache der „ägyptischen Chlorose“ oft bei einem Vierteile der Bevölkerung verbreitet, setzt sich im Darne wie ein Blutegel fest; er füllt sich strotzend mit Blut und erzeugt durch die unvermeidlichen Nachblutungen große Verluste.

c) Durch ihr Wachstum, das zu ähnlichen Störungen, wie sie durch Fremdkörper erregt werden, führt. So erzeugen sie Druckwirkungen auf Gefäße, Ausbuchtungen derselben, Gewebsschwund. Die Größe der Störung ist dann ganz abhängig von der Dignität des Organs, welches sie befallen haben. Die Trichinen lagern sich in den Muskeln ab, das *Distomum haematobium* legt seine Eier in den unter der Schleimhaut der Harnwege hinziehenden Venenästen ab und erzeugt, indem diese letzteren nach den Harnwegen durchbrechen, Blutharnen (Hämaturie). Der *Cysticercus* im Auge bedingt Sehstörungen, der *Echinokokkus* Durchbrüche und Embolien.

Manche sehr störende und quälende Symptome, z. B. bei der Trichinose, werden durch das Wandern der Parasiten hervorgerufen und durch die diesen Reizzuständen vielfach folgenden Entzündungen. Auf letztere ist auch das häufig auftretende Fieber zurückzuführen.

Die tierischen Mikroparasiten entfalten ihre schädigende Einwirkung durch Einwanderung in die Zellen und Zerstörung derselben, manche greifen dabei nur das Protoplasma an (Gregarinen, Sarkosporidien, Myxosporidien), andere den Zellkern (Mikrosporidien). Die Einwanderung erzeugt manchmal heftigen Reiz und konsekutive Entzündungen, cirrhotische Prozesse. Die Bildung giftiger Stoffwechselprodukte ist bei den Myxosporidien und Malaria Parasiten unzweifelhaft zu erweisen.

Von besonderer Wichtigkeit ist, daß die tierischen Parasiten zum großen Teile einen sehr komplizierten Formenkreis besitzen, in welchem manchmal mehrere Wirte zur Beherbergung der Entwicklungsstadien

nötig sind; der Parasitismus im Menschen stellt also häufig nur eine Lebensperiode dar, während das weitere Leben in anderen Organismen, z. B. Insekten, Wassertieren, zum Ablaufe kommt.

Bei derselben Spezies kann manchmal sowohl die ungeschlechtliche oder (bestimmt durch das Wirtstier) die geschlechtliche Fortpflanzung in Frage kommen.

Die Ausscheidungswege für die im menschlichen Körper bei Krankheit vorkommenden Parasiten sind sehr mannigfaltige. Zum Teil werden sie im Kote ausgeschieden (bei Bandwürmern, Cochinchinadiarrhöe u. s. w.), zum Teil mit dem Harne (z. B. bei *Distomum haematobium*), ferner mit dem Lungenauswurfe (*Distomum pulmonale*). Sie können außerdem durch die Haut austreten (*Filaria medinensis*).

Es gibt aber auch Fälle, in denen eine spontane Ausscheidung überhaupt nicht vorkommt (Trichinose, malariaähnliche Erkrankungen), wobei vielmehr erst nach dem Zugrundegehen des befallenen Organismus dieser, wenn er verzehrt wird, wieder ansteckt (Trichinose) oder wie bei der Malaria und verwandten Krankheiten durch Insektenstiche den Kranken mit dem abgesaugten Blute auch die Parasiten entnommen werden.

Auch dort, wo die Krankheitserreger spontan austreten, sind sie gewiß nicht immer sofort als ansteckend anzusehen, weil, wie bei Distomuserkrankungen, höchstwahrscheinlich andere Zwischenwirte durchlaufen werden müssen, ehe der Formenkreis zu Entwicklungsstadien fortschreitet, die dem Menschen gefährlich werden können, oder, wie bei Malaria, erst eine neue Entwicklung sexueller Art vom zweiten Wirt (Insekten), welche eine gewisse Zeit beansprucht, abgelaufen sein muß.

Der Ansteckungsmodus ist für viele der hierher gehörigen Erkrankungen noch unbekannt; eine bedeutungsvolle Rolle für die Übertragung spielen aber blutsaugende Insekten (Moskitos, Zecken). Häufig tritt eine strenge örtliche Begrenzung der Krankheit entgegen, welche in dem Gebundensein eines Zwischenwirtes an klimatische wie sonstige Lebensbedingungen zu suchen ist.

## Spezielle Morphologie und Biologie.

### a) Makroparasiten.

Die Makroparasiten gehören meist zur Klasse der Arthropoden und der Würmer.

Die Arthropoden sind weniger von Bedeutung, weil sie eben selbst als Parasiten in Frage kommen als vielmehr wegen des Umstands, daß sie die Wirte darstellen, in denen gewisse dem Menschen gefährliche Krankheitserreger die geschlechtliche Reife erlangen.

#### I.

##### Arthropoden (Gliederfüßler).

- Ordnung Acarina (Milben). Hierzu gehören die Krätzmilbe, Zecken und Komedonen.
- „ Rhynchota (Schnabelkerfe): Läuse und Bettwanzen.
- „ Diptera (Zweiflügler): Flöhe, Fliegen, welche Eier auf den Menschen ablagern.

Ein sanitäres Interesse, auf diese Parasiten, deren Wirkungsweise und Bekämpfungsart allgemein bekannt ist, einzugehen, liegt nicht vor.

Die Stechmücken haben in neuerer Zeit für das Studium der Verbreitung vieler Krankheiten eine erhöhte Bedeutung gewonnen. Vor allen sind es die weiblichen Tiere, welche zu den blutsaugenden gehören. Die Stechmücken gehören zu den Dipteren. Ihre Größe schwankt zwischen 3—15 mm. Man unterscheidet den Kopf, die Brust, den Hinterleib. Der Körper ist mit Schuppen, Haaren, Borsten bedeckt.

Zwischen Stirn und Rüsselansatz findet sich der Kopfschild (Clypeus) ein nasenartiger Fortsatz; in diesem Chitingerüst finden sich die für den Rüssel und den Taster notwendigen Muskeln. Die Kopfanhänge sind 5 an der Zahl. Zunächst der Rüssel, bestehend aus einer aus sechs spitzen Stäbchen (stilettartig) zusammengesetzten hornigen Hohladel und ihrer muskulösen Scheide.

Die letztere wird von der halbröhrenförmigen nach oben aber offen bleibenden Unterlippe (Labium) gebildet und umschließt die viel kleinere Oberlippe (Labrum); mit der Oberlippe sind die borstenförmig ausgezogenen Ober- und Unterkiefer und die Zunge fest vereinigt und bilden den eigentlichen Stechapparat, die oben genannte Hohladel. Die Unterlippe ist also eine für die anderen Teile schützende Röhre geworden. Ihre Muskulatur stößt die Stilette der Nadel vor, nachdem die Taster der Unterlippe (Labellen, Zünglein) die passende Stelle gefunden.

Neben dem Rüssel befinden sich auf jeder Seite der Kiefertaster sehr nervenreiche Sinnesorgane.

Die Taster (Palpen) tragen ferner dichtstehende Härchen, Schuppen und Borsten, welche letztere bei den Männchen oft sehr lange werden.

In den Ausschnitten an der Vorderseite der Augen entspringen die Fühler (Antennen); sie sind sehr verschieden gebaut, umfassen mit ihrem Grundgliede das innere Ohr. Sie sind meist bei den Männchen doppelt so groß wie bei den Weibchen, meist reich an Borstenhaaren. Der weibliche Fühler trägt weniger Borsten, namentlich an seinen Enden nur kurze.

An der Mittelbrust sitzen die Flügel. Randader und Längsader sind stets mit Schuppen bedeckt. An Stelle eines zweiten Flügelpaares besitzen die Dipteren ein Paar trommelschlegelartige Gebilde, die Schwingkölbchen, wahrscheinlich ein das Gleichgewicht erhaltendes Sinnesorgan.

Der Ernährungsapparat der Stechmücke zerfällt in Vorder-, Mittel- und Enddarm. Mundhöhle und Ösophagus führen in den flaschenförmigen Mitteldarm. Der hintere Darm, dünn, erweitert sich schließlich zu einem geräumigen Rektum.

Das Saugrohr des Rüssels ist (siehe oben) die Oberlippe, sie ist nach unten nicht ganz geschlossen, sondern hat einen Spalt, den erst die Zunge abschließt; in der Zunge liegt der Ausführungsgang der Speicheldrüsen. Hart darunter liegen der scharf ausgezogene Ober- und Unterkiefer.

Die Speicheldrüsen sind groß, der gemeinsame Speichelgang mündet in die an der Basis der Rüsselwurzel gelegene Speichelpumpe.

Vom Ösophagus führen zwei Verbindungen in die stets lufthaltigen Flügelblasen und den großen Vorratsmagen, Mitteldarm und Enddarm roten blauen Lackmuskintur. Die Luft in der Flugblase ist meist Kohlensäure und wird durch einen Hefepilz entwickelt, dessen Ferment den die Haut reizenden Stoff beim Stiche der Mücke abgibt. Nicht jeder Stich gibt Quaddebildung.

Der Stechakt vollzieht sich in folgender Weise. Die Taster der Unterlippe (Labellen) suchen eine Stelle aus. Dann tritt die Oberlippe vor, stößt sich ein, Mandibel- und Maxillenpaar folgen und erweitern durch sägende Bewegungen den Stich und verankern sich. Die Speichelpumpe preßt dann Speichel und Vorrat aus dem Vorratsmagen in die Wunde, reizt das Blut zu strömen, verhindert die Gerinnung und saugt das Blut in den Vorratsmagen. Die Geschlechtsorgane bestehen aus den Ovarien, der Vagina u. s. w. weiblicherseits, aus dem Hoden, Penis männlicherseits. Die Eier haben verschiedene Formen.

Aus dem Ei wird in Wasser die Larve, eine fußlose Made. Der achte Hinterleibsring trägt die Eingangspforte (Stigmen) für die zur Atmung dienenden Haupttracheen.

Nach viermaliger Häutung entsteht die Puppe, die auch im Wasser bleibt; sie besteht aus einem großen Kopfbruststück und einem achtgliedrigen Abdomen.

Das ausschlüpfende Insekt ist farblos, stark gebläht, ist aber einige Stunden später in der Entwicklung zu Ende.

## II.

### Vermes (Würmer).

#### I. Klasse: Plattwürmer.

1. Ordnung: Cestoden (Bandwürmer). Familie der Tänien. (Naheres über Vorkommen und Entwicklungsgang siehe unter Fleisch.)

2. Ordnung: Trematoden (Saugwürmer) mit blattförmigem Körper und Munde, ohne After (Fig. 267 A). Ihre Eier gelangen ins Wasser, woselbst dann kleine bewimperte Embryonen (Miracidium genannt, Fig. 267 A), die als Wohntiere Schnecken aufsuchen, ausschlüpfen. In diesen Schnecken werden sie nach Verlust der Wimpern zu Keimschläuchen (Fig. 267 B) (Sporocysten). Diese Zellhaufen wandeln sich z. B. bei *Distomum hepaticum* in eine zweite Generation von Keimschläuchen, Redien genannt (Fig. 267 C), um, in anderen Fällen entstehen direkt die mit einem Ruderschweife versehenen Cercarien (Fig. 268), welche in das Wasser auswandern, um ein anderes Wassertier — Schnecken, Würmer, Krebse, Fische — als Wirt zu suchen und mit Verlust des Schwanzes zur Cyste zu werden. Es sind dies die jungen, noch geschlechtslosen Formen der Distomeen, die nunmehr erst in einen neuen Wirt gelangen müssen, um die Zyste zu verlieren und geschlechtsreif zu werden. Fig. 269 stellt ein eingekapseltes *Distomum hepaticum* dar.

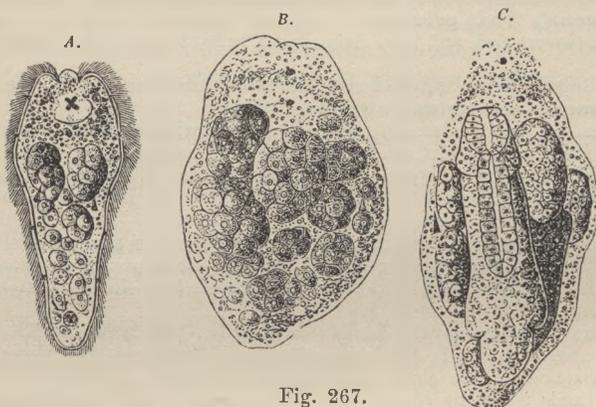


Fig. 267.

*Distomum hepaticum*. Die Cercarien leben in Süßwasserschnecken. Das *Distomum* entwickelt sich namentlich bei Pflanzenfressern in den Gallengängen; beim Menschen ist es selten.

*Distomum hematobium* (siehe oben, *Bilharzia haematobia*) lebt in den Ästen der Pfortader, den Milzvenen, im Gekröse, im Mastdarm und nährt sich von Blutkörperchen. Hämaturie tritt auf.

In der Leber kommen vor, in Ostindien, China, Japan, das *Distomum sinense*. In manchen Gegenden Japans bei 10% der Bevölkerung. *Distomum conjunctum* in Kalkutta, *Distomum Rathousii* in China.

Der Lungenegel, *Distomum pulmonale*, lebt in kavernenartigen Hohlräumen der Lunge. Die Eier werden mit dem Blute ausgehustet. „Würmerhämoptoe“; in Japan sehr verbreitet.

II. Klasse: Nematelmia (Rundwürmer).

1. Ordnung: Acanthocephala.

*Echinorhynchus*, im Dünndarm eines leukämischen Kindes von Lambi gefunden.

2. Ordnung: Nematoden (Fadenwürmer).

1. Unterordnung: Nematoden mit After.

1. Familie:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Ascaris lumbricoides, der Spulwurm. Infektion durch Wassertrinken} \\ \text{und das Baden.} \\ \text{Oxyuris vermicularis, der Madenwurm, besonders bei Kindern im} \\ \text{Dickdarm.} \end{array} \right.$



Fig. 268.

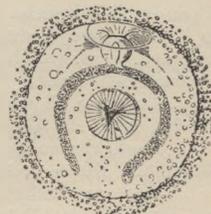


Fig. 269.

## 2. Familie: Strongyloidea.

*Strongyloides intestinalis* (*Rhabditis intestinalis* et *stercoralis*) ist der Erzeuger der Cochinchina-diarrhöe. 1876 kehrten französische Soldaten aus Cochinchina nach Toulon mit starken Diarrhöe zurück. Es wurden dabei als Krankheitserreger die vorgenannten Nematoden gefunden. Es kommt eine parasitische Form vor, welche im Darme lebt, während ihre Jungen nach außen gelangen, geschlechtsreif werden, sich vermehren; erst die Jungen dieser leben dann wieder parasitisch. Nur wenige Europoer sind in Cochinchina frei von diesen Parasiten, aber Erkrankungen erfolgen nur, wenn Erkältung, Fieber, Verdauungsstörung den Körper schwächt. In schweren Fällen werden täglich bis 1,000.000 Nematoden entleert.

Zu den Filarien zählen eine ganze Reihe namentlich in den Tropen und Subtropen vorkommender Krankheitserreger.

## 3. Familie: Filaridae.

*Filaria medinensis* lebt in Geschwüren der Körperoberfläche, besonders an den unteren Extremitäten. Dünne Würmchen. Auch am Körper, Rumpfe, Skrotum, Darne u. s. w. finden sie sich.

*Filaria Bancrofti* (*Filaria sanguinis hominis*) lebt in den Blut- und Lymphgefäßen, erzeugt Anämie, Milzschwellung, Fieber, lymphatische Geschwülste, Hoden- und Samenstrangschwellungen, Elephantiasis, Hämaturie. Findet sich weit verbreitet in den Tropen. Im Blute ist *Filaria* nur nachts vorhanden während des Schlafes, wenn die Hautkapillaren erweitert sind. Moskitos infizieren sich beim Saugen und bringen die *Filaria* nach dem Wasser zurück, durch dessen Trunk wahrscheinlich erneute Infektionen des Menschen vorkommen können.

*Anchylostomum duodenale*, von Dubini 1843 entdeckt. Die Ursache der ägyptischen Chlorose. Der Parasit sitzt mehr oder minder tief mit seinem Kopfe in der Schleimhaut des Darmes und saugt Blut, verläßt aber die Stelle bald wieder, um andere Plätze aufzusuchen. Es entstehen Nachblutungen.

In Deutschland kommt der Parasit bei Ziegelerarbeitern, Bergleuten vor und fast immer sind italienische Arbeiter die Einschlepper. Einbürgern kann sich der Wurm bei uns im Freien nicht, weil die Bodentemperatur im Winter zu niedrig ist. Anders liegt die Sache in tiefen Bergwerken. Im trockenen Zustand sind sie ziemlich gut haltbar. Staub, Wasser, verunreinigte Nahrungsmittel können die Infektionsquelle bilden. Wahrscheinlich infiziert die Larve, kleine Würmchen, welche die Haut durchdringen.

*Trichina spiralis*. (Näheres bei Artikel Fleisch.)

Die Hauptmenge der Eingeweidewürmer bezieht der Mensch von den Tieren. Am genauesten ist man zurzeit namentlich über das Vorkommen der Würmer unterrichtet, weil diese bei den Leichenobduktionen am leichtesten aufgefunden werden.

Gribbohm fand in Kiel besonders häufig Nematoden, seltener sind die anderen Wurmernsorten.

Es wurde nachgewiesen:

Ascaris . . .	bei 18·3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	der Leichen
Oxyuris . . .	„ 23·3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ „
Trichocephalus „	„ 32·2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ „

Manche Menschen hatten mehrere Wurmernsorten beherbergt; die Zahl der Parasitentragenden war 43·5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, d. h. nahezu die Hälfte aller Leichen. Unter den mit den Menschen in Berührung kommenden Tieren nehmen besonders die Hunde eine hervorragende Stelle ein. Krabbe fand in Kopenhagen 67<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, in Island aber 93<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Hunde mit Helminthen behaftet. Der Hund ist der Träger des gefährlichen und verderblichen Echinokokkus (des Bandwurmes).

Das Schlachtvieh liefert die Finnen und Trichinen, auch Ziege, Schaf und Reh tragen Finnen. Der Genuß von rohem Fleische. (Hackfleisch) trägt viel zur Verbreitung von Bandwürmern bei. Ebenso der Genuß rohen Schinkens trotz Trichinenschau zur Erzeugung der Trichinose. Die Fische (Hecht, Quappe) scheinen nach den neueren Untersuchungen Finnen des *Bothriocephalus latus* zu beherbergen. Wir kennen aber keinen Vogel, welcher den Menschen mit Helminthen infiziert.

Die Übertragungsweise auf den Menschen ist nicht immer die direkte Berührung der Tiere oder die Aufnahme der damit infizierten Organe der Schlachttiere, sondern die Wege sind bisweilen etwas komplizierter und verschlungener. Parasiten haften manchmal in Würmchen, die mit Brunnenkresse, Fallobst u. dgl. verschluckt werden. Die *Taenia cucumerina* kann durch Hundeläuse, in denen die *Taenia* im Jugendzustand sich aufhält, verschleppt werden. Die Zyklopen (Krebse) des Wassers beherbergen den Medinawurm; freie Jugendformen des *Doehmius duodenalis* halten sich im Wasser schwimmend auf. Die Pflanzenkost überträgt uns wahrscheinlich gewisse Spulwürmer, besonders *Trichocephalus* und *Oxyuris* in Form embryonenhaltiger Eier.

Man spricht häufig von einer Disposition, welche das Befallenwerden durch diese Parasiten begünstigt; doch ist dies nicht dahin zu verstehen, daß die Menschen unter verschiedenen Verhältnissen etwa eine völlige Immunität besäßen, d. h. absolut mit den Parasiten nicht infizierbar wären. Die Disposition erklärt sich in den meisten Fällen auf eine einfache Weise.

Kinder haben mehr Spulwürmer als Erwachsene, was offenbar auf die größere Unreinlichkeit der ersteren, welche ohne Wahl beschmutzte Gegenstände aller Art in den Mund führen, zurückgeführt werden muß. In gleicher Weise klart sich wohl die Disposition der Geisteskranken auf. Die Frauen leiden mehr an *Taenia saginata* und *solium*, weil sie durch die Beschäftigung in der Küche Gelegenheit zur Infektion haben. Köche wie Metzger werden aus dem gleichen Grunde häufig infiziert befunden. Die Disposition, wie sie bei manchen Nationen vorliegt, kann genügend durch gewisse Vorliebe für Speisen, welche häufig als Träger

von tierischen Parasiten erscheinen, erklärt werden. Die *Taenia solium* wird in Nordostdeutschland, welches einen großen Konsum von Schweinefleisch aufweist, häufig beobachtet, ebenso Trichinose; im übrigen Deutschland, wo wenig rohes Fleisch genossen wird, sind diese Krankheiten selten. Naturvölker stellen ein weit größeres Kontingent zu den parasitär Erkrankten als die zivilisierten Völkerschaften.

In der Häufigkeit der parasitären Erkrankungen drückt sich ein gewisser Einfluß der Jahreszeiten unverkennbar aus. In vielen Gegenden besteht die Gewohnheit des Winterschlachtens; man beobachtet daher das Auftreten von Bandwürmern, weil ja eine längere Zeit zu ihrer Entwicklung notwendig ist, häufig im Frühjahr und Sommer.

Ganz analog verhalten sich die parasitären Erkrankungen bei den Tieren. Der Schafhusten, erzeugt durch *Strongylus filaria*, befällt die Tiere im Spätherbste; die Tiere infizieren sich bei dem Weidegange. Der Drehwurm (*Coenurus*) erzeugt bei den Schafen gegen Weihnachten die ersten Symptome.

In anderen Fällen sind für die im Freien lebenden Parasiten nur gewisse Jahreszeiten besonders günstig. Vom Medinawurm weiß man, daß er namentlich zur Regenzeit in den Menschen einwandert.

Die Verschleppung von tierischen Parasiten kennt man noch wenig genau; mit Sicherheit ist aber dargetan, daß der Medinawurm durch den Import von Negern aus Westafrika nach dem tropischen Amerika gebracht wurde.

#### b) Mikroparasiten.

Die Mikroparasiten gehören zu den niedrigst stehenden tierischen Organismen, zu den Urtieren, und zwar kommen im wesentlichen die drei Klassen derselben in Betracht.

### III.

#### Protozoen (Urtiere).

I. Klasse: Rhizopoden (Wurzelfüßler) sind hüllenlose Protoplasmakörper mit Pseudopodien. Manche dieser Klasse haben chitinhaltiges, mit Kalk oder Kieselsäure durchsetztes, mit Öffnungen für die Pseudopodien versehenes Skelett; pathogene Arten mit Chitingerüst sind nicht bekannt.

Bei Dysenterie wurde im Dickdarme des Menschen von Lambi und Lösch eine Amöbenart gefunden, welche als *Amoeba coli* bezeichnet wurde. Solche Beobachtungen wurden seit der Zeit, als Lösch seine Beobachtung mitteilte, seit 1873 mehrfach gemacht, so von Jaksch, Sonsino in Kairo, Koch, Cunningham, Pfeiffer.

Man nimmt an, daß Amöben die Ursache einer Art der tropischen Dysenterie sind. Dieselben hat man von den sonst im Darminhalte mehr oder minder regelmäßig auftretenden Amöben wohl zu unterscheiden. Sie finden sich oft in großen Mengen im Darne und sind bei den die Dysenterie begleitenden Leberabszessen in deren Inhalt in Reinkultur beobachtet worden (Kruse, Pasquale). Außerhalb des Körpers kultivierbar sind sie nicht, doch scheinen Katzen durch Einspritzen in den Dickdarm mittels Klistier infiziert zu werden.

Die einheimische Dysenterie scheint dagegen auf rein bakterieller Basis entstehen zu können (siehe später).

Auch bei Keuchhusten sollen Amöben als Krankheitsursache sich finden, doch steht eine sichere Konstatierung noch aus.

II. Klasse der Protozoen: Flagellaten sind einzellige mit Geißeln versehene Organismen; leben teils in Tieren, teils haben sie Chlorophyll und leben dann wie Pflanzen.

Trypanosomen sind als Krankheitserreger weit verbreitet, bei Kaltblütern (Süßwasserfischen, Meeresfischen, Fröschen, Reptilien), aber auch die Säugetiere und der Mensch sind diesen Infektionen ausgesetzt.

Es sind einzellige Wesen, meist mit einer Geißel versehen, langgestreckt; die Geißel setzt sich in einen undulierenden Randsaum fort. Ein Hauptkern liegt in der Mitte der Zelle, außerdem ist auch ein kleiner mit der Geißel in Beziehung stehender Kern vorhanden.

Die Vermehrung erfolgt bei den Säugetiertrypanosomen durch Längsteilung. Die Kultivierung ist Novy und Mc. Neal auf einer Mischung im Blute und Agar gelungen.

Die Zellen können entweder geschlechtslos oder geschlechtlich differenziert sein.

Die Menschen und Säugetiere sind der Zwischenwirt, der eigentliche Wirt, in dem die geschlechtliche Entwicklung eintritt, ist ein Insekt.

Bei den Rattentrypanosomen eine blutsaugende Laus (*Haematopinus spinulosus*), bei *Trypanozoon gambiense*, dem Erreger der Schlafkrankheit, die *Glossina palpalis*, bei *Trypanozoon brucei* die Tsetsefliege, bei *Trypanozoon evansi*, der Surrakrankheit, scheint eine Stechfliege, *Stomoxys calcitrans*, der Wirt zu sein, bei *Trypanozoon theileri* eine Lausfliege (*Hippobosca rufipes*), bei *Trypanozoon equiperdum* ist ein Wirt noch nicht bekannt.

Hierher gehörten: *Cercomonas*, gefunden bei Lungengangrän, Pleuritis, Keuchhusten; kaum von ätiologischer Bedeutung.

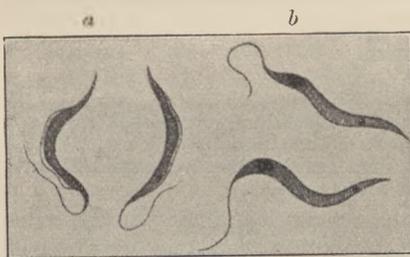


Fig. 269 a.

*Trypanosoma sanguinis* im Blute bei *Rana temporaria* und in den Froschlarven.

*Trypanosoma Lewisii* im Blute von Ratten und Hamstern. Die Übertragung von kranken Tieren auf gesunde gelingt ziemlich leicht. Die Vermehrung im Blute ist eine außerordentlich große. Nach überstandener Krankheit tritt Immunität ein (v. Wasielewski, Jürgens).

Fig. 269 a gibt ein Bild der Try-

panosomen im Blute; a frische Tiere, b) konservierte.

Die Tsetsefliegen-seuche, eine in Afrika den Viehbestand bedrohende Seuche. Die Tsetsefliege enthält die Trypanosomen; der Entwicklungsgang der Parasiten steht noch nicht fest.

Die Temperatur des befallenen Rindes steigt stark; die Milz schwillt, das Blut kann bis 14.000 Trypanosomen in 1  $cm^3$  enthalten.

*Trypanosoma equiperdum*, bei Pferden gefunden. Das Blut wird von den Parasiten überflutet. Surrakrankheit, eine bei Pferden, Kamelen, Elefanten in Vorder- und Hinterindien und Niederländisch-Indien der Tsetsekrankheit ähnliche Infektion. Der Fieberverlauf ist wie bei *Febris recurrens*.

*Trichomonas vaginalis*, harmloser Parasit des sauren Vaginalschleimes.

*Trichomonas hominis*, vielleicht mit vorigem identisch, bei Personen, welche an Diarrhöen leiden; offenbar harmloser Parasit.

Die Schlafkrankheit. Die ursprünglichen Herde der Schlafkrankheit sind die westafrikanischen Küstenländer von Senegambien bis südlich vom Kongo. Im Hinterlande von Togo und Kamerun ist die Krankheit schon lange bekannt, von dort scheint sie nach Uganda verschleppt worden zu sein. Der Krankheitserreger wurde von Nepveu 1898 zuerst gesehen, von Dutton 1902 und 1903 von Castellani näher festgestellt. Die Krankheit kommt hauptsächlich beim Neger, aber auch bei Europäern vor. Plötzliche Schlafsucht befällt die daran Erkrankten. Namentlich Flußufer, Seeufer, wo die *Glossina palpalis* sich aufhält, sind gefährlich.

Bei Vögeln sind *Trypanosoma*-erkrankungen sehr häufig. Von Schaudinn wurde zuerst beim Steinkauz die Entwicklungsweise dieser Krankheitserreger näher studiert und als Wirt die gewöhnlichste Stechmücke, *Culex pipiens*, nachgewiesen. Schon lange hatte man im Blute der Vögel die in den roten Blutkörperchen nistenden Halteridien, halbmondförmige Parasiten mit viel Pigment gekannt, und außerdem Erkrankungen der Vögel durch *Trypanosoma*, die im Serum sich aufhalten, nachgewiesen. Schaudinn hat zuerst bewiesen, daß diese beiden Vorkommnisse, Halteridien und *Trypanosomen* zusammengehören. Im Vogelblute sind diese ungeschlechtlichen Vermehrungen zu finden, daneben Geschlechtsformen, die sich aber nicht begatten können, dazu ist der Magen im *Culex pipiens* notwendig. Es finden sich ähnliche Verhältnisse wie bei Malaria der Menschen.

Während der Verdauung des Blutes im Mückenmagen findet rege Befruchtung und dann eine lebhafte Vermehrung der indifferenten *Trypanosomen* (der Ookineten) statt. Es treten schwärmende Zellen auf, diese kommen dann zur Ruhe; saugt die Mücke wieder Blut, so kommt es zu einer zweiten Schwärmperiode, erst nach einer dritten Blutaufnahme durchwandern die Parasiten den Darm, kommen mit dem Blutstrom zum Hals der Mücke und vermehren sich, durchbrechen das Gewebe gelangen in den Pharynx und werden bei der Nahrungsaufnahme entleert, d. h. sie gelangen jetzt beim Stiche in den Körper eines Tieres und infizieren. Mit der Gruppe *Haemoproteus* verwandt erscheint ein beim Steinkauz vorkommender Parasit (*Spirochaete ziemanni* oder *Leucocytozoon*).

Die im Blute der Vögel vorkommenden ungeschlechtlichen Generationen gleichen den *Spirochäten*, korkzieherartig gewundenen Zellen, die aber alle Eigenschaften der Flagellaten vollauf an sich tragen. Sie liegen zeitweise den roten Blutkörperchen an. Vermehrung erfolgt durch Längsteilung. Die geschlechtlichen Formen bestehen aus spindelförmigen Zellen. Die männlichen gehen bald zu Grunde, die weiblichen halten sich länger am Leben. Beide vermögen in Blutkörperchen einzudringen. Die Befruchtung geschieht aber erst in der Stechmücke (*Culex pipiens*), wo aus den Ookineten ohne Bildung einer Zyste zahlreiche junge Individuen hervorgehen, welche weiterhin wieder die *Spirochäten*-form annehmen.

**Spirochäten.** Die Spirochäten sind fadenförmige korkzieherartige Organismen, äußerst fein. Sie bewegen sich vor oder rückwärts rotierend um die Längsachse. Ein Teil dieser hierher zu rechnenden Formen gehört sicher zu den Protozoen. Längst bekannt ist die von Ehrenberg im Süßwasser aufgefundene *Spirochaeta plicatilis*, ein Saprophyt; in der Mundhöhle findet sich *Spirochaeta dentium*. *Spirochaeta refringens* trifft man bei Balanitis, spitzen Kondylomen u. s. w.; sie ist hier nicht die Krankheitsursache. Ob die Rekurrensspirochäte zu den Protozoen gerechnet werden muß, kann noch nicht als entschieden gelten. Gesichert erscheint die Hiehergehörigkeit einer Spirochäte, welche als Erreger des afrikanischen Zeckenfiebers anzusehen ist. Hier ist nach Dutton und Todd eine Zecke, *Ornithadorus moubata*, die Verbreiterin des Infektionsstoffes.

Von Schaudinn ist vor kurzem 1905 nachgewiesen worden, daß in syphilitisch erkrankten Teilen eine Spirochäte genannt *pallida* sich findet, eine Entdeckung, die bisher von den verschiedensten Nachprüfern bestätigt worden ist. Sie ist im Querschnitte rund, die Zahl der Windungen zahlreich, hat an jedem Pol eine Geißel, der Parasit vermehrt sich durch Längsteilung.

III. Klasse: Sporozoen sind weitverbreitete einzellige Schmarotzer ohne Pseudopodien und Wimperhaare, mit glatter Cuticula und wurmartiger Bewegung. Sie ernähren sich auf osmotischem Wege und pflanzen sich durch bisweilen hartschalige Sporen fort. Letztere werden Pseudonavizellen oder Psorospermien genannt. Die Sporen enthalten die meist sichelförmigen Keime.

#### a) Gregarinen.

Die bekanntesten Sporozoen sind die Gregarinen (Herdentierchen), stets reichlich im Leibe der Mehlwürmer, Regenwürmer, Schaben aufzufinden. Die Entwicklung in einer Darmepithelzelle gibt Fig. 270. *a* ist der freie Keim, *b* der intrazelluläre, *c—e* zeigen das Wachstum und *f* die reife Gregarine.

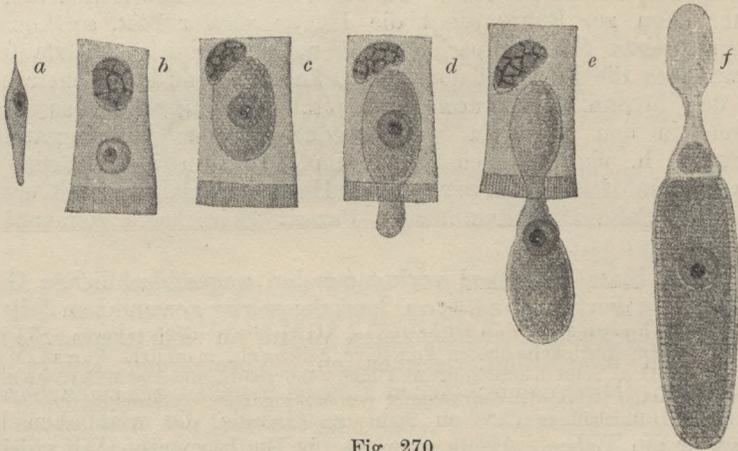


Fig. 270.

Von hohem Interesse ist der Entwicklungsgang der hierher gehörigen Organismen, zumal derselbe vorbildlich für die nachstehend zu beschreibenden Blutparasiten sich darstellt. Nach den Untersuchungen von Schaudinn und anderer Forscher verläuft derselbe bei *Coccidium Schubergi* wie folgt (Fig. 271).

Aus der Zyste (XX) treten spindelförmige Sporozoiten aus, infizieren die Darmzelle, wachsen in ihr (II, III, IV), der Keim ist kugelig geworden und ausgetreten (V), die Kerne teilen sich in Schizonten (V, VI) und bilden dann sichelförmige Merozoiten (VII), welche unter Umständen sofort in Tieren wieder neue Zellen infizieren können. Diese ungeschlechtliche Fortpflanzung nennt man Schizogonie, die Merozoiten (IX, X) können aber auch in Zellen eindringen und

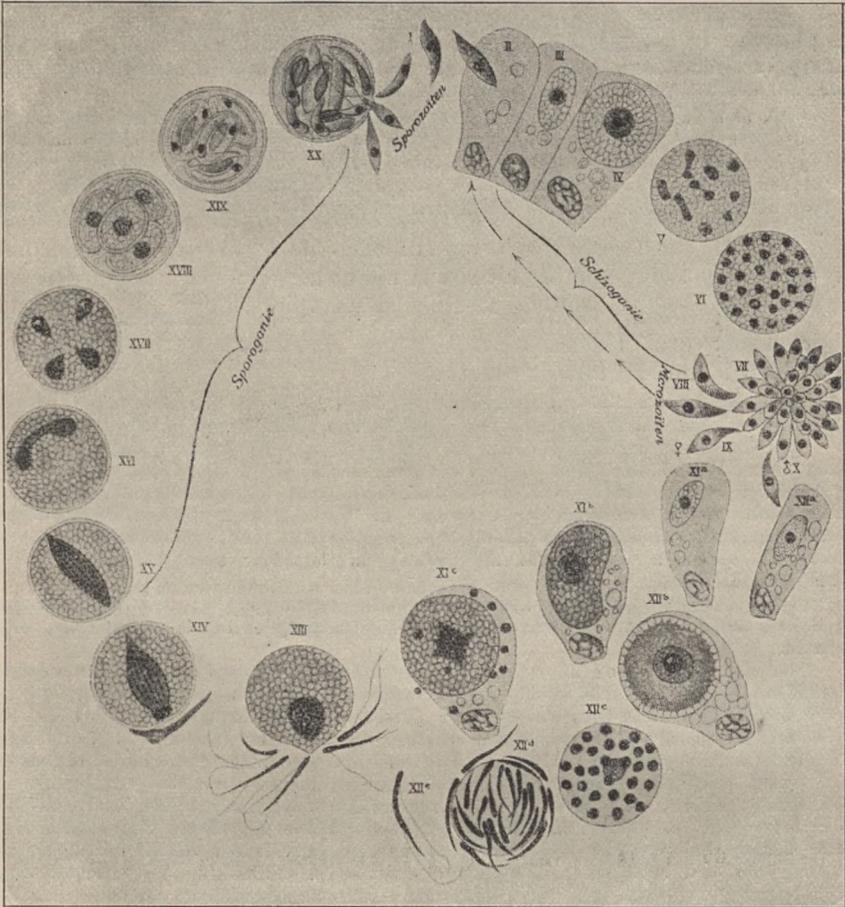


Fig. 271.

geschlechtlich sich differenzieren (XI $a$ , XII $a$ ). Die weiblichen Formen (XI $a$ ,  $b$ ,  $c$ ), Makrogameten, entwickeln sich zu kugeligen Zellen, der männliche Parasit (Mikrogametozyt (XII $a$ ) zeigt Kernteilung und bildet die schwärmenden Mikrogameten (XII $e$ ), welche dann (XIII) die Befruchtung der Makrogameten vollziehen, die letzteren werden unter Hüllenbildung (XV) zu Sporonten (Oozyste), und diese erzeugt nach Kernteilung (XVI, XVII) Sporoblasten, welche sich in Sporozoiten (XIX, XX) umwandeln.

*Coccidium oviforme* ist besonders häufig bei Kaninchen, findet sich in der Leber und den Gallengängen; auch die Darmzellen können infiziert werden in ähnlicher Weise, wie Fig. 271 zeigt. Bei jungen Tieren findet die Vermehrung namentlich durch Schizogonie statt, daher die rasche Überschwemmung des Organismus mit den Keimen.

Bei älteren Individuen kommt es zu geschlechtlicher Fortpflanzung und zur Ausscheidung aus dem Wirtsorganismus.

Die rote Ruhr des Rindes ist auch eine Kokzidienkrankheit. Kommt in der Schweiz vor zur Zeit der Grasfütterung auf nassen Weiden. Fortpflanzung geschieht durch kleine Kügelchen, die mit dem Kote ausgeschieden werden, oder durch sichelförmige Sporen, wenn die Kokzidien den Darm verlassen haben. Es ist eine Temperatur von 15 bis 18° notwendig. Die Kokzidien erzeugen eine Enteritis; nur 2—4% der Tiere sterben.

Zu dieser Gruppe sind die Kokzidien zu rechnen, welche man in der Leber des Menschen als Krankheitsursache gefunden hat (Gubler, Perls u. a.). Die Übertragung vom Kaninchen, dessen Leber sehr häufig von Kokzidien durchsetzt gefunden wird, auf den Menschen ist wohl denkbar.

Als eine von Gregarinen hervorgerufene Krankheit hat man das *Molluscum contagiosum* erkannt (Bollinger). Die Molluskumkörperchen finden sich im Rete Malpighi. *Molluscum contagiosum* ist in seiner Ursache identisch mit einer eminent ansteckenden Geflügelkrankheit, den Geflügelpocken. Das Epithel des befallenen Bezirkes wuchert, nachdem ein Teil der Zellen des Gebietes durch die Gregarinen völlig zerstört ist.

### b) Die Sporidien.

Die Sporidien stellen die niedrigste Form der Sporozoen vor. Man unterscheidet drei Unterabteilungen: die Sarkosporidien, Myxosporidien und Mikrosporidien.

Die Sarkosporidien besitzen keine derbe Hülle wie die Gregarinen, sie erzeugen Sporen, die den Pseudonazellen gleichen und sichelförmige Keime liefern.

Zu den Sarkosporidien gehören die „Miescherschen Schlauche“, die sich in den Muskeln von Warmblütern und Fischen zwischen den Fibrillen eingelagert finden. Bei der Infektion dringen die Keime in die Muskelzelle ein, werden als Fremdkörper durch Umkapselung durch den Wirt abgeschlossen. Im Verlaufe ihrer weiteren Entwicklung zerfällt ihr Inhalt oft bis zu 100 Kügelchen „Sporoblasten“, die sich nach Kernteilung zu kleineren Keimkugeln abscheiden; in letzteren entstehen die sichelförmigen Keime.

Beim Rind, Pferd, Schwein kommen solche Einlagerungen vor; auch im Ösophagus der Schafe finden sie sich. Sie enthalten eine bei subkutaner Injektion fiebererregende Substanz.

Bei den Myxosporidien ist der schlauchförmige Körper von protoplasmatischer Beschaffenheit; er paßt sich leicht den Formen der Gewebe an. Joh. Müller hat sie zuerst bei Fischen und Fröschen gesehen (Psorospermien-schläuche). Bütschli und Balbiani haben sie als Myxosporidien erkannt. Sie treten bei Warm- und Kaltblütern auf. 1884 wurden von Künstler und Pitjes bei einer an Pleuritis erkrankten Person im Exsudat reichlich Myxosporidien getroffen. Sie erzeugen wie die Sarkosporidien sichelförmige Keime. Mikrosporidien sind namentlich in der Insektenwelt weitverbreitete Infektionserreger. Aus einem kleinen mit glänzender Hülle umgebenen Spore (Cornaliasches Körperchen) wandert mit Zurücklassung der umhüllenden Schale der amöboide Keimling aus und wandert in eine Zelle des tierischen Leibes ein. Er vermehrt sich durch Nahrungsaufnahme auf ein Vielfaches seiner ursprünglichen Größe. (Sarkode Form.) Die Sarkodemasse teilt sich dann in sehr viele kleine Plasmaklumpchen, welche dann wieder zu Sporen (Cornaliasche Körperchen) werden. Der ganze Entwicklungsgang kann sich im Innern des erkrankten Insekts vollziehen. Eine Mikrosporidie ist Ursache der Pebrine, einer Seidenraupenerkrankung. Die Sporen gehen in das Ei über.

### c) Die Blutparasiten (Hämosporeidien).

Die Hämosporeidien sind Parasiten, welche im wesentlichen in den Blutkörperchen oder in den blutbildenden Organen leben und sich hier in der Form der Schizogonie (siehe oben unter Kokzidien) vermehren, während der geschlechtliche Akt der Fortpflanzung (Sporogonie) sich wenigstens bei den Warmblütererkrankungen in Insekten, und zwar in deren Darmwand abläuft. Für die Kaltblüter glaubt man als wahrscheinlich annehmen zu dürfen, daß bei ihnen auch die Sporogonie im Leibe dieser Tiere selbst abläuft.

Wegen der so außerordentlich weitgehenden Analogie dieser Entwicklungsstadien bei verschiedenen Tieren und bei den Erkrankungen der Menschen könnte man geradezu von der „Malaria-krankheit“ der Batrachier und Reptilien, der Vögel, des Rindes, sprechen.

Bei den Vögeln und Reptilien sind vielfach Parasiten im Blute gefunden, deren Entwicklungskreis zum Teil unzweifelhaft, zum Teil mit geringerer Sicherheit dieselben den Sporidien anzugliedern erlaubt. Ein solcher Blutparasit ist die *Haemogregarina cistudinis*. Der Parasit wandert, wie Fig. 272 zeigt, in die Blutkörperchen ein, vergrößert sich dortselbst; legt sich alsdann taschenmesserartig zusammen. Der Parasit bildet eine Hülle, an die sich die verdickte, den Kern haltende Zellwand des Blutkörperchens anschließt. Die Sporenbildung geht im Knochenmark vor sich. Es entstehen 16–24 helle Kugeln, die da die Gestalt sichelförmiger Keime annehmen und ausschlüpfen. Ähnlich verläuft die Infektion bei *Lacerta viridis*. Weniger vollständig bekannt ist der Entwicklungsgang für einen Parasiten des Froschblutes, *Drepanidium ranarum* (Gauls Würmchen).

Die Blutzelleninfektionen bei Vögeln sind nicht selten. Jedenfalls kommen bei den Vögeln verschiedene Arten solcher Blutparasiten vor. Nach Pfeiffer kann man etwa folgende Entwicklungsstadien sehen (siehe Fig. 273).

Der Parasit (a) wird rund, enzystiert sich (b), zerfällt in kleine Rundzellen (d), die schließlich die ganzen Blutkörperchen erfüllen, die Rundzellen werden zu Spindeln (f) und verlassen die Zyste (g). In anderen Fällen finden sich auch halbmondartige Gebilde im Blute der Vögel (Grassi, Feletti).

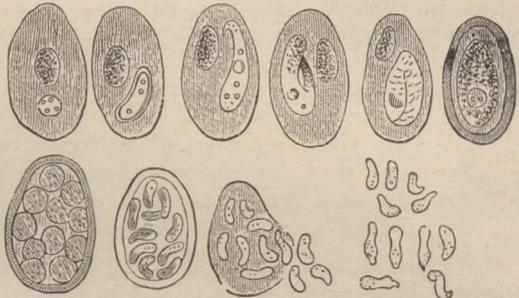


Fig. 272.

Die bedeutungsvollsten Forschungsergebnisse haben sich in den letzten Jahren bezüglich der Malaria-Verbreitung ergeben.

Ausschlaggebend waren in erster Linie die Entdeckungen, welche man bezüglich der Verbreitung der Malaria bei Vögeln gemacht hat, welche durchwegs vorbildlich für den Gang der Malaria-Verbreitung beim Menschen geworden sind.

Wie Roß und Manson gezeigt haben, kommt bestimmten Mosquitoarten eine wichtige Rolle zu. Füttert man „graue Mosquitos“ mit dem Blute von parasitenhaltigem Sperlingsblute, so finden sich in der Magenwand der Mosquitos rundliche, pigmentierte Zellen, welche dort sich etwas vergrößern. Zerdrückt man diese zwischen den Muskelfasern befindlichen Zellen, so treten kleine, spindelförmige Körperchen aus, die unter natürlichen Verhältnissen nach dem 5.–6. Tage der Fütterung der Mosquitos in den Kreislauf gelangen und sich in den Speicheldrüsen derselben ansammeln. Diese kleinen spindelförmigen Körperchen werden beim Stiche übertragen und es entwickelt sich, wie durch das Experiment gezeigt wurde, infolge des Stiches wieder bei den Vögeln die Blutinfektion. Dies scheint in großen Zügen der Infektionsweg der Blut-erkrankung bei Vögeln zu sein.

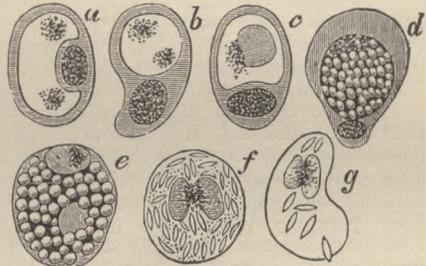


Fig. 273.

Die Malaria des Menschen dürfte vielleicht eine der ältesten Krankheiten des Menschengeschlechtes sein, ihre Beziehungen zu sumpfigem Boden waren wohlbekannt und schon im Altertum die Drainierung des Bodens als ein brauchbares Mittel zur Bekämpfung dieser Krankheit mit Erfolg angewandt.

Die Bekämpfung der Malaria durch die Chinarinde verbreitete sich in Europa Mitte des 17. Jahrhunderts, das Medikament wurde aus

Ecuador eingeführt. Die Malariaparasiten hat zuerst wohl Meckel 1847 bei einem Geisteskranken im Blute gesehen. Auch Virchow beschreibt später diese „Pigmentzellen“. Einen wirklichen Fortschritt auf diesem Gebiete verdanken wir aber erst Laveran, der 1880 die Malariaparasiten richtig beschrieb und als Ursache der Krankheit erkannt hat. 1885 hat dann Golgi durch seine Arbeiten die Entwicklungsstadien der Parasiten im Blute näher klargelegt. An dem Ausbau der Erkenntnis haben Marchiafava, Celli, Bignami, Feletti und andere Forscher der italienischen Schule wesentlich teilgenommen. 1894 hat Manson auf die Bedeutung seiner Forschungen über die Filariaverbreitung durch Stechmücken für die Malariaätiologie hingewiesen. Der Gedanke, daß die Stechmücken ein Bindeglied für die Krankheitsregung seien, hatte schon in sehr weiten Kreisen Anerkennung gefunden. 1895 machte Ronald Ross die Entdeckung, daß die Halbmonde des Malariablutes im Mückenmagen in andere Formen übergehen. 1897 sah Mac Callum die geschlechtliche Differenzierung der Malariaparasiten, nachdem er schon vorher den Befruchtungsvorgang bei Halteridium gesehen hatte. Im gleichen Jahre fand Ross die Weiterbildung von Halbmonden zu pigmentierten Körpern im Mückenmagen. 1898 legte dann Ross den Entwicklungsgang der Vogelmalariaparasiten im Leibe der Stechmücke dar. Ende 1898 fand Grassi, Bignami und Bastianelli im Magen von Anopheles ähnliche Erscheinungen, wie sie Ross bei der Vogelmalaria gesehen hatte, bald darauf wurde von Bignami der erste Fall einer gelungenen Malariainfektion durch eine infizierte Anophelesmücke bekanntgegeben. Grassi bewies die Bedeutung der Anophelesarten für die Malariaverbreitung. 1901 wurde von Grassi und seinen Mitarbeitern der ganze Entwicklungsgang der Malariaparasiten in den Anophelesarten geschildert.

Der Entdecker der Malariaparasiten im Blute des Menschen ist Laveran (1880). Die Untersuchungen von Marchiafava und Celli, namentlich aber die von Golgis 1883, haben die Existenz mehrerer Malariaparasiten bei den verschiedenen Fieberformenargetan und den Entwicklungsgang der Parasiten im Blute aufgeklärt.

Die Malariaparasiten finden sich im Blute, aber unter Umständen überwiegend in gewissen Organen, wie Milz, Knochenmark. Frei im Blute sind sie nur in bestimmten Entwicklungsstadien; ihre Brutstätte sind im wesentlichen die roten Blutkörperchen. In jungem Zustand kommt ihnen mehr oder minder lebhaft amöboide Bewegung zu.

Nach dem heutigen Stande des Wissens darf man mindestens drei verschiedene Malariaparasiten annehmen. Die frühere von Laveran vertretene Unitätshypothese wird allmählich verlassen. Doch wäre nähere Untersuchung der malignen Formen erwünscht. Die verschiedenen Malariaparasiten unterscheiden sich durch einen verschieden raschen Verlauf ihrer Entwicklung. Der Tertianparasit macht seine ganze Entwicklung im Blute in 48 Stunden durch, der Quartanparasit in 72 Stunden, die Quotidianparasiten in 24 Stunden. Die Parasiten unterscheiden sich ferner durch die Art der „Sporenbildung“ (d. h. ihrer Teilung), ihre Zahl und Anordnung dieser Sporen. Ihre spezifische Natur ist durch Überimpfungen des Blutes von Malariakranken auf Gesunde, wonach die letzteren an typischer Malaria erkrankten und die spezifischen Keime im Blute zur Entwicklung kamen, erwiesen.

Bei uns in Deutschland scheinen fast ausnahmslos nur zwei Arten der Malariaparasiten vorzukommen. Der Formenkreis der Parasiten ist verhältnismäßig ein einfacher zu nennen; in allen Fällen trifft man kleine, allmählich heranwachsende Rundzellen, daneben in manchen Fällen halbmondförmige Zellen (sog. Laveranformen). In den jugendlichen, kugligen oder etwas abgeplatteten Zellen sieht man im lebenden Zustand keinen Kern, doch besitzen sie solchen (Grassi, Feletti); in der Peripherie des Kernes sitzt das Kernkörperchen. Die Melaninkörnchen liegen im äußeren Teile des Plasma; als Bewegungen kommen amöboide Bewegungen des Pigments, Undulation des Saumes und Austreiben von Geißelfäden vor. Eine Cuticula haben nur die Halbmonde. Die Einteilung der Parasiten kann etwa wie folgt geschehen.

### I. Malariaparasiten ohne Halbmondformen.

1. Der Quartanparasit macht seinen Entwicklungsgang in dreimal 24 Stunden durch. In den ersten 12 Stunden nach dem Anfalle finden sich kleine unpigmentierte Körnchen mit amöboider Bewegung im Blute, sie wandern in die Blutkörperchen ein, sind 48 Stunden nach dem Anfalle  $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$  so groß wie das rote Blutkörperchen und bilden Pigment; nach 60 Stunden füllen sie das ganze Blutkörperchen. In der 69. Stunde findet man beginnende, zum Teil manchmal gut vorgeschrittene Sporulation. Das Blutkörperchen behält die ursprüngliche Größe bei.

Der Parasit nimmt bei der Sporulation radiäre Streifung an; das Pigment rückt nach der Mitte; die Segmentierung erzeugt zunächst keulenförmige, mit dem spitzeren Ende nach der Mitte zu gekehrte Körper, im ganzen 10—12. Man vergleicht den Parasiten in diesem Zustand mit einem Gänseblümchen. Später stieben die mit Nucleolus versehenen und sich dann mehr kugelig gestaltenden jungen Parasiten (Sporozoiten) auseinander. Nach Golgi enthalten die Quartanparasiten größeres Pigment als die Tertianparasiten (siehe Fig. 274, 1—4).

2. Der Tertianparasit (Fig. 274, 5—8), Entwicklungszeit 48 Stunden. Die kleinen Parasiten sind lebhaft amöboid beweglich unter Ausbildung von Pseudopodien. Er dringt in die roten Blutkörperchen; 24 Stunden nach dem Anfalle werden die roten Blutkörperchen blaß, aufgebläht, chlorotisch. Nach 36—48 Stunden Sporulation. Der Parasit füllt  $\frac{2}{3}$ — $\frac{4}{5}$  des gequollenen Blutkörperchens. Bei der Sporulation ordnen sich um etwas zentral gelagertes Pigment die rundlichen Sporen in einer Reihe oder in doppelter Reihe (Sonnenblumenform); Zahl der Sporozoiten 15—20. Dieselben sind kleiner als bei Tertiana und haben Kern mit Kernkörperchen.

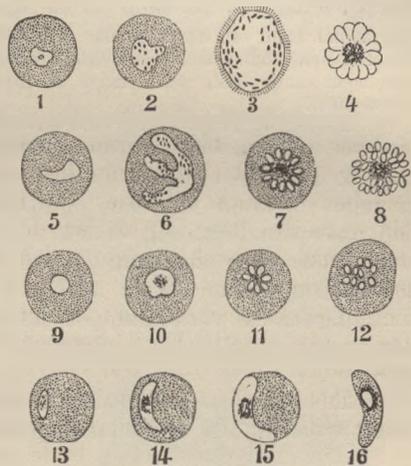


Fig. 274.

Die Tertian- wie Quartanparasiten erzeugen die gutartigen, der Chininbehandlung leicht weichenden Fieber. Nicht alle Parasiten zeigen Sporulation, mehr oder minder viele bleiben steril. Diese enthalten dann grobkörniges Pigment und der Parasit nimmt stark an Volum zu (Ziemann).

## II. Malariaparasiten mit Halbmondformen.

Die Parasiten finden sich bei hartnäckig rezidivierenden Fiebern mit schwer heilbaren Anämien und perniziösen Erscheinungen. In der zirkulierenden Blute sind sie selten zu finden; ihre Entwicklung und Sporulation erfolgt am häufigsten in der Milz. Ob die nachfolgend beschriebenen Quotidianparasiten als besondere Spezies aufrecht zu erhalten sind, scheint noch nicht genügend sicher.

1. Der pigmentierte Quotidianparasit wird von Grassi und Feletti von dem unpigmentierten unterschieden. Er vollendet seine Entwicklung in 24 Stunden. Zu Anfang der Entwicklung kleines, ungefärbtes, lebhaft amöboides, den Blutscheiben anlagerndes Körperchen: bildet im Ruhezustand Ringelchen mit Verdickung an einer Stelle (Siegelringform). Wenn er  $\frac{1}{3}$  so groß ist wie ein rotes Blutkörperchen, sammelt sich das Pigment in der Mitte und es erzeugt sich innerhalb der roten Blutkörperchen eine kleine Zahl von Sporen. Die Blutkörperchen schrumpfen sehr häufig. Neben diesen Zellen finden sich noch halbmondförmige Zellen. Diese Halbmonde findet man noch lange Zeit, wenn schon Entfieberung eingetreten ist (Marchiafava, Celli, Ziemann).

2. Der unpigmentierte Quotidianparasit entspricht im Entwicklungsgange durchaus dem vorgenannten, pigmentierten Parasiten (siehe Fig. 274, 9–12.)

3. Der maligne Tertianparasit (Marchiafava, Bignami) ist nahe verwandt mit dem pigmentierten Quotidianparasiten, unterscheidet sich aber von letzterem durch seine bedeutendere Größe, lebhaftere amöboide Bewegung auch zur Zeit der Pigmentbildung und die 48stündige Entwicklungsdauer; vom benignen Tertianparasiten durch die im Entwicklungskreise vorkommende Ringform, die Schrumpfung der Blutkörperchen und das Auftreten der Halbmonde (siehe Fig. 274, 13–16).

Die tropische Malaria ist von Koch in Ostafrika näher untersucht worden. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle hält das Fieber

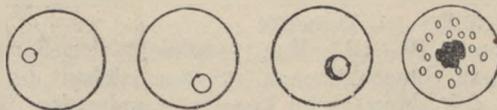


Fig. 275.

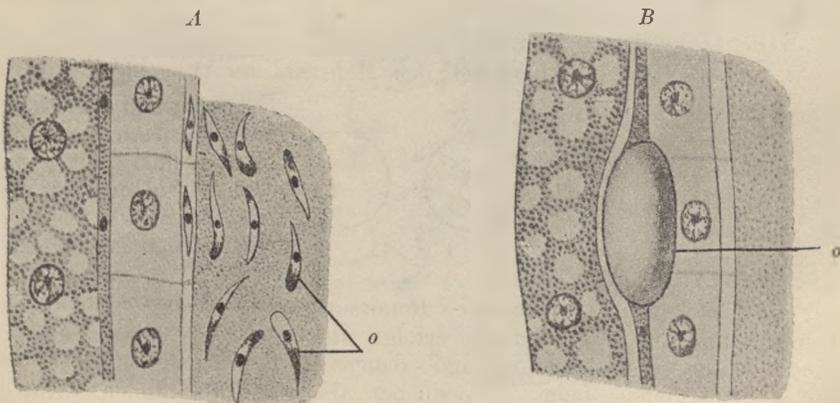
nur zwei Tage an, mit geringer Remission des Morgens. Ein starker Temperaturabfall aufs Normale erfolgt am 3., 5., 7., 9. Tage u. s. w. Die schweren Symptome des Anfalls dauern bei den einheimischen Fiebern nur 4–8 Stunden, beim Tropenfieber aber fast 36 Stunden. Auf der Höhe des Anfalles und im Anstieg der Temperatur finden sich kleine Ringe,  $\frac{1}{6}$  so groß wie ein Blutkörperchen, gegen Ende des Anfalles wachsen dieselben, bleiben aber kreisrund. Wenn die Temperatur absinkt und der Anfall beendet ist, große Ringe, unter sichelförmiger Verdickung der einen Seite. Sporulation tritt nur in den Parasiten der Milz ein, Formen ähnlich der Tertiana benigna (siehe Fig. 275).

Die Tropenmalaria rezidiert leicht. Das Schwarzwasserfieber mit Blutharnen scheint zum Teil auf übermäßigen Chiningebrauch zurückzuführen, andere Fälle werden als Ausdruck der perniziösen Malaria angesehen. Die Beobachtungen über die Ansteckung sind mit der Moskitotheorie vereinbar. Eine Immunität kann zu stande kommen und findet sich vielfach bei Negern im Malariadistrikt. Die Immunität wird vielleicht durch die Geburt übertragen, vielleicht spielt auch eine in der Jugend durchgemachte Krankheit bei Erwerbung der Immunität eine Rolle.

Die Krankheitserscheinungen der Malaria lassen sich durch die biologischen Verhältnisse der Parasiten gut erklären. Die Melanämie ist verursacht durch die Zerstörung des Hämoglobins; es sinkt auch die Zahl der Blutscheiben oft bis auf 500.000 per 1  $cm^3$ . Die Anämie erweist sich als direkte Wirkung der zerstörenden Wirkung der Mikroben. Der Hämoglobingehalt des Blutes nimmt erheblich (bis 40%) ab. Reste von Blutkörperchen lösen sich und erzeugen Hämoglobinurie. Die Veränderungen des Knochenmarkes durch die Parasiten und Regenerationsvorgänge dortselbst verursachen Schmerzen, Delirien, Paralyse; das Komma erklärt sich durch Verstopfungen kleiner Gefäße und Gefäßbezirke. Nach Golgi soll das Fieber so zu erklären sein, daß bei der Sporulation und dem Auseinanderstieben der Keime fiebererregende Substanzen ins Blut treten.

Die Ausheilung erfolgt durch den schädigenden Einfluß des Fiebers, durch die Phagozytose und andere noch nicht ausreichend geklärte Umstände.

Chinin tötet die Parasiten. Sie stellen rasch ihre amöboide Bewegung ein, zersetzen kein Hämoglobin mehr, wie man an dem Ausbleiben der Pigmentbildung sieht, die Zellen werden schollig, hydropisch, zerfallen. Wenn Sporulation eintritt, fehlt häufig der Nucleolus; die Zelle ist also entwicklungsfähig (Mannaberg). Die Halbmondformen werden durch Chinin nicht angegriffen (Councilmann).



FK cm de c di

Fig. 275 n.

FK cm de c di

Im menschlichen Blute verläuft nur der Prozeß der Schizogonie (Sporulation), während die geschlechtliche Entwicklung, die Sporogonie, in bestimmten Insekten, *Anopheles claviger* (*maculipennis*), der sich namentlich in Wohnräumen gern aufhält, und *Anopheles bifurcatus*, welcher in Wald und Gebüsch zu finden ist.

Nur die Weibchen dieser Spezies saugen Blut und infizieren sich in dieser Weise durch den Malariakranken. Die Beteiligung der Anophelesarten bei der Malariaverbreitung und die weitere Entwicklung der Parasiten im Leibe der Insekten ist im wesentlichen durch Grassi klargelegt worden. Für die Verbreitung der Vogel malaria kommt das viel häufiger zu findende *Culex pipiens* in Betracht.

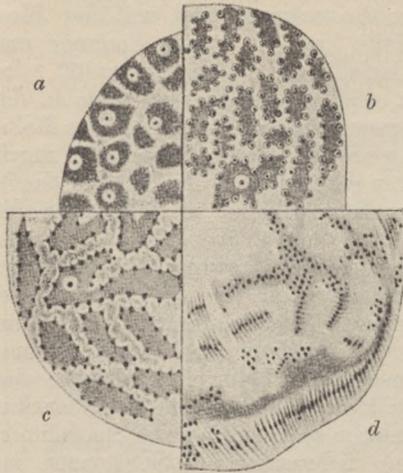


Fig. 275 b.

Der befruchtete Makrogamet bleibt zunächst beweglich (Ookinete) als spindelförmige Zelle und durchbohrt die Magenwand, um sich jetzt zur Zyste zu entwickeln, in der dann die feinen fadenförmigen Sporozoiten heranwachsen.

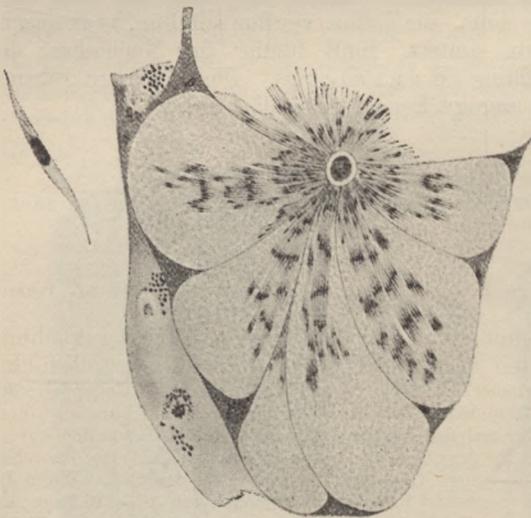


Fig. 275 c.

Bei den malignen Formen geht die weitere Entwicklung von den Halbmonden aus, deren geschlechtliche Differenzierung im Menschenleib latent bleibt, in der Mücke aber sich dadurch erkennen läßt, daß einzelne derselben (die helleren) Geißeln erhalten (Mikrogameten), welche sich ablösen und die anderen (dunkleren) Halbmonde (Makrogameten) befruchten, wie dies Mac Callum zuerst bei der Vogel malaria entdeckt hat.

Ganz analog ist die Entwicklung bei den gutartigen Malariaformen, nur daß hier kugelige Zellen, nicht halbmondförmige, das Ausgangsmaterial vorstellen.

Fig. 275 a gibt die Entwicklung in der Magenwand *A* nach einigen Stunden, *B* einige Tage nach der Aufnahme der Halbmonde. *AO* die Ookineten wandern ein, *BO* die Oozyste entwickelt sich, *c* = Seitenteile des Darmepithels *de*; *di* = Darminhalt, *F'K* = Fettkörper.

Die perniziöse Form gedeiht nur über 18° und braucht bei 28 bis 30° etwa acht Tage zur Entwicklung, die benigne wächst noch bei 16° und nicht mehr bei 30°.

Fig. 275 b gibt die Sporulationsstadien der Malariaparasiten aus *Anopheles claviger* *a—c* bei *Perniciosa*, *a* = 4 Tage alt, *b*, *c*, 5—6 Tage alt, *d* für *Tertiana* nach 8 Tagen.

Schließlich sammeln sich die Sporozoiten in dem Tubus der Speicheldrüse, Fig. 275 c.

Links oben ein Sporozoit stark vergrößert. Diese gelangen beim Stich in den Menschen, worauf nach einer bestimmten Inkubationszeit die ungeschlechtliche Vermehrung beginnt.

Wie aber erwähnt, ist nur das Weibchen bei Anopheles Blutsauger; zumeist wird gegen Abend das Schwärmen nach Nahrung beobachtet. Die Männchen leben von Pflanzensäften aus Blüten oder Früchten. Die Verdauung dauert bei regem Stoffwechsel in der Wärme zwei Tage, bei kühler Witterung zehn Tage und mehr.

Fig. 275 d gibt ein stark vergrößertes Bild von *Anopheles claviger*; die natürliche Größe beträgt 8—11 mm. Betreffs weiterer morphologischer Unterschiede muß auf die Lehrbücher der Zoologie verwiesen werden. (cfr. Doflein, Die Protozoen, p. 146; Braun, Die thier. Parasiten, p. 98.)

Die Malaria Parasiten werden im ungefärbten Präparat auf einen hohlen Hayemschen Objektträger gebracht. Von dem gereinigten Finger wird eine kleine Blutmenge entnommen und zwischen zwei Deckgläschen verteilt.

Für Trockenpräparate läßt man Blut in dünner Schicht lufttrocknen werden und legt dann  $\frac{1}{2}$  Stunde in Alkohol und Äther (zu gleichen Teilen), trocknet ab und legt in eine Mischung von 40 cm<sup>3</sup> konzentrierter wässriger Methylenblaulösung, 80 cm<sup>3</sup> 2%ige Eosinlösung in 60% Alkohol und 40 cm<sup>3</sup> Wasser (Mannaberg).

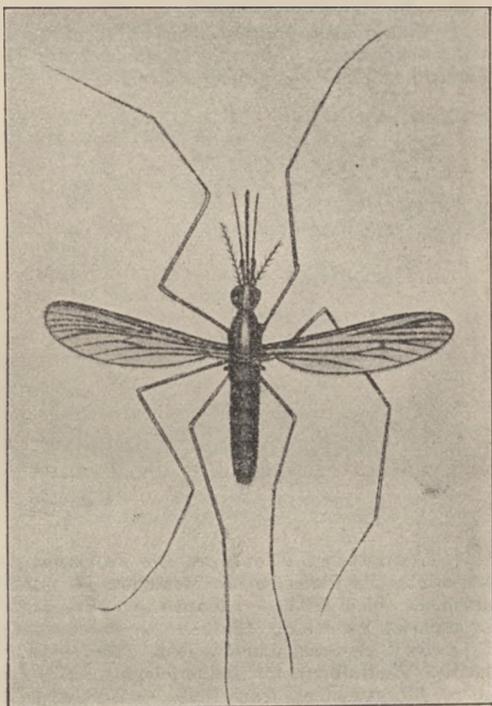


Fig. 275 d.

Außerhalb des Organismus sind die Parasiten noch nicht gezüchtet; in den Sekreten und Exkreten des Malariakranken finden sie sich nicht.

Die Texasseuche (Miltzfeber) kommt besonders in einigen Gegenden des mexikanischen Meerbusens vor. 1866 wurde der Rindviehstand von fast ganz Virginien vernichtet. Die Ansteckung erfolgt auf der Weide durch eine Zecke (*Boophilus bovis*), und zwar nur, wenn diese letztere im Jugendzustand sich befindet. Die Zecken brauchen 30 Tage, bis sie Eier legen und die junge Generation aus dem Ei schlüpft. Wenn die jungen Zecken sich an dem Rinde festgesetzt haben, so vergehen noch 10—12 Tage, bis die Erkrankung auftritt (Inkubation). Trifft gesundes Vieh auf einer infizierten Weide ein, so können dann noch unter Umständen 45 Tage vergehen, ehe die Seuche auftritt. In kalten Gegenden kommt die Seuche nicht vor. Eine Zecke legt 2000 Eier. Die Rinder leiden an gesteigerter Atem- und Pulsfrequenz, an Fraßunlust und Blutharnen.  $\frac{9}{10}$  der Tiere sterben bei einer schweren Seuche in 4 Tagen.

Der Krankheitserreger wurde von Smith im Blute entdeckt. Fig. 276 gibt seine Entwicklung. *Apiosoma bigeminum* beginnt sein Wachstum als kleinstes protoplasmatisches Klümpchen mit der Tendenz zur Teilung (a—d mit alkoholischem Methylen-

blau gefärbt, *e-k* gibt ungefärbte Blutpräparate). Die Blutkörperchen vermindern sich oft in einer Nacht von 6 Millionen auf 1 Million.

Identisch mit der Texasseuche ist offenbar die von Babes in Rumänien beobachtete Rinder- und Schafkrankheit und die von Celli beschriebene Malaria der Rinder in der Campagna di Roma. Die einheimischen Tiere, d. h. den schädlichen Momenten dauernd ausgesetzten, haben eine unter Umständen sehr ausgeprägte Immunität. Diese gilt für Texas, Rumänien, wie für die italienischen Bezirke. Importiert man aber Vieh aus Gegenden, wo *Apiosoma bigeminum* nicht vorkommt, so bricht bei diesen Importierten die Seuche aufs heftigste los. Anscheinend gesunde Rinder können aus einer infizierten Gegend die Seuche exportieren.

Kulturen des Parasiten sind nicht gelungen; wo und wie der Parasit in den Zecken lebt, ist unbekannt. Über die Möglichkeit der Krankheitsübertragung durch die Zecken besteht aber nicht der geringste Zweifel.

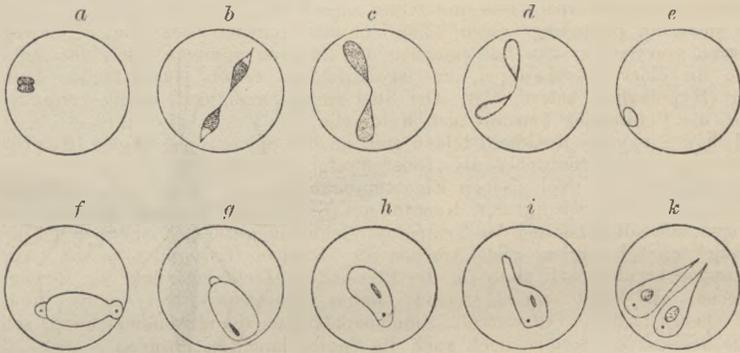


Fig. 276.

Literatur: Pfeiffer, Die Protozoen der Krankheitserreger, Jena 1891. — Leukart, Die Parasiten des Menschen, II. Aufl. 1886. — Mannaberg, Die Malaria parasiten, Wien 1893. — Romanowski, Zur Frage der Parasitologie und Therapie der Malaria, Petersburg 1891. — Le Paludisme p. Laveran, Paris 1891. — v. Wasielewski, Sporozoenkunde, Jena 1896. — S. auch Nutall, Die Moskito-Malaria-Theorie. Zentralblatt für Bakteriologie, XXV. Bd., 1899. — Ziemann, Malaria und andere Blutparasiten, Jena 1898. — Doflein, Die Protozoen, Jena 1901. — Braun, Die tierischen Parasiten des Menschen, 1895 u. 1903. — Grassi, Die Malaria. Studien eines Zoologen, 1901. — Ross, Untersuchungen über Malaria, 1905. — Nocht, Über Tropenkrankheiten, 1905. — Everett Dutton, Trypanosomiasis, 1904. — Kerschbaumer, Malaria, ihr Wesen, ihre Entstehung und ihre Verhütung, 1901.

### Drittes Kapitel.

## Mycetozoen (Pilztiere).

Eine große Zahl von niederen Organismen, welche namentlich auf Laub, Stengeln, Früchten, Lohmassen, Haaren, Federn, Exkrementen zu vegetieren pflegen und auch als Parasiten bei Tieren in Betracht kommen, hat man unter dem Namen der Pilztiere zusammengefaßt. Die Abgrenzung der niederen Mycetozoen (Monadinen) von den Rhizopoden bietet bisweilen unübersteigbare Hindernisse.

Die Erscheinungsweise der Mycetozoen ist in den verschiedenen Stadien der Entwicklung eine sehr wechselnde, ihr Formenkreis ein mannigfaltiger. Viele Mycetozoen bilden Schwärmer (Schwärmersporen, Zoosporen, Zoogonidien, Monadinen), worunter man

Primordialzelle mit Plasma, Kern, Vakuolen und Zilien versteht. Sie teilen sich oft mehrere Generationen hindurch. Endlich verwandeln sich die Schwärmer in der Regel in Amöben (mit Kern und Vakuole), die sich dann Generationen hindurch wie die Schwärmer zu teilen pflegen. Die Amöben nehmen feste Nahrung in ihren Leib auf, namentlich Algen; die Umwandlungsprodukte des Chlorophylls geben den Amöben bisweilen kräftige Farben. Indem sich viele Amöben zu Verbänden aneinanderlagern, entstehen die Plasmodien, entweder mit deutlicher Erhaltung der einzelnen Grenze (Aggregationsplasmodien) oder unter Schwinden der letzteren (Fusionsplasmodien). Nur Zellen der gleichen Art verbinden sich zu Plasmodien; die Fusionsplasmodien überdauern oft mehrere Tage. Auch bei exquisiten Tieren, wie z. B. den Sonnentierchen, hat man dem Mycetozoenformenkreise entsprechende Fusionsplasmodien gefunden.

Neben den bis jetzt genannten vegetativen Formen kommen bei den Mycetozoen auch Fruktifikationszustände vor.

a) Durch Zystenbildung. Die Amöben ziehen ihre Fortsätze ein, stoßen ihren Inhalt an Fremdkörpern aus und bilden eine Hülle. Wenn die im Innern erzeugten Sporen späterhin Bewegung zeigen, so spricht man von den Zoozysten, bei bewegungslosen Formen von Sporozysten. Bei manchen der letzteren kommen Stiele vor, mit denen die Zyste an einer polsterartigen, an irgendwelchen festen Gegenständen haftenden Unterlage (Hypothallus) befestigt ist. Der Stiel springt manchmal kolbig verdickt in die Zyste vor, die Verdickung benennt man Kolumella.

b) Die Sporen (Konidien) bilden sich an der Spitze eines Stieles (Basidie).

c) Die Sporen entstehen als „freie“ Fortpflanzungszellen.

Hinsichtlich der biologischen Eigentümlichkeiten der Mycetozoen bedürfen wir wohl noch einer Erweiterung der Kenntnisse. Bei 5—10° C zeigt die Amöbenform Bewegungen, die mit Erhöhung der Temperatur lebhafter werden, aber schon bei längerer Einwirkung von 35° sterben viele Amöben ab. Rasches Gefrieren tötet sie. Ähnliche Beobachtungen ergaben sich auch für die Plasmodien. Licht beeinflusst die Bewegungen der letzteren; viel Licht scheint störend. Reine Kohlensäure tötet Amöben und Plasmodien; ebenso Äther, Chloroform, Ammoniakdampfe, Sauerstoffentziehung scheinen weder die vegetativen Formen noch auch die Sporen lange zu ertragen.

An Fermenten scheinen manche Mycetozoen ein zelluloselösendes zu besitzen, andere führen ein stärkelösendes Ferment; man hat auch die Lösung von Eiweiß durch Pepsin beobachtet.

Die Mycetozoen sind gefährliche Parasiten der Wassergewächse — Algen wie Pilzen werden befallen; sie verbreiten sich sehr rasch, so daß manche Algenkrankheiten eine ungeheure Ausdehnung annehmen. Auch bei höheren Pflanzen kommen Schleimpilze als Parasiten vor; Plasmodiophora Brassicae erzeugt die als „Hernie der Kohlpflanzen“ bekannte Wucherung. Wurzel und Stengelbasis der Kohlpflanzen zeigen dabei oft faustgroße, alsbald faulende Anschwellungen.

An den Erlenwurzeln treten ganz allgemein verbreitete knollige Wucherungen auf, in denen die Plasmodien eines Schleimpilzes sich finden.

Zopf glaubt Mycetozoen in großer Menge in den Muskeln von Schweinen gesehen zu haben; außerdem hat man sie im Darmkanal der Maus und des Menschen beobachtet.

Ob die Mycetozoen für den Menschen zu echten pathogenen Parasiten werden können, muß dahingestellt bleiben, zumal jetzt die früher hieher gerechneten Malaria-plasmodien als Sporozoen erkannt sind.

Literatur: Zopf, Die Pilztiere, Breslau 1885.

## Viertes Kapitel.

### Die Schimmelpilze (Fungi).

#### Morphologie.

Die Schimmelpilze gehören zu den bekanntesten Arten der niederen Pilze; sie wachsen an feuchten Stellen in Wohnräumen, an der Wand, an Tapeten, überziehen als graugrüne Rasen Holz, Leder, Kleidungs-

stoffe, namentlich aber auch Nahrungsmittel, wie Brot, Fleisch, Früchte und Fruchtkonserven, und entwickeln sich auf Flüssigkeiten aller Art. Sie zerstören organische Substanzen, vernichten den Wohlgeschmack der Nahrungsmittel, gefährden die Festigkeit der Gebäude (Hausschwamm) und können unter Umständen auch Gesundheit und Wohlergehen direkt untergraben.

Die verbreitetsten Arten der Schimmelpilze sind an ihrem graugrünen Rasen leicht zu erkennen, daneben trifft man aber auch auf andere, die gelbe, braune, schwarze Farbe zeigen oder ungefarbt sind.

Die Schimmelpilze bauen sich aus kleinen, schlauchartigen Zellen, den Hyphen auf; letztere wachsen durch Spitzenwachstum (Fig. 277 und 278). Der Inhalt besteht in der Jugend aus farblosem Plasma, das späterhin durch Bildung feinsten Fetttropfchen ein körniges

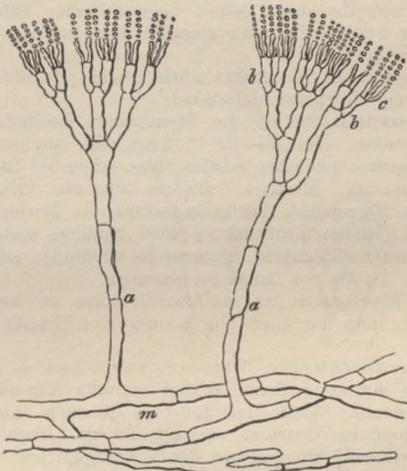


Fig. 277.

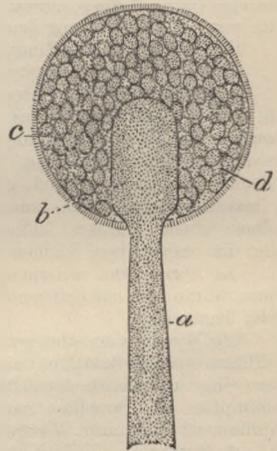


Fig. 278.

Ansehen gewinnt und selbst größere Fetttropfchen — als Reservestoffe — ausbildet. Diese Öltropfen nehmen bisweilen Farbstoffe auf. Neben dem Öle trifft man auch große Vakuolen, welche das Plasma stark zurückdrängen.

Die Zellwand wird durch Pilzzellulose dargestellt; anfänglich ist sie dünn und zart, späterhin kann durch Verdickung nahezu das Lumen schwinden; doch kommt auch eine Verquellung der äußeren Wandungspartien zur Beobachtung. Diese Masse wird dann durch Jod blau gefärbt wie Stärke, indessen sonst die Pilzzellulose die übliche Violettfärbung mit Jod vermissen läßt.

Dort, wo mit fortschreitendem Spitzenwachstum eine Hyphe sich weiter bohrt und wo es an eiweißreichen Nahrungsstoffen mangelt, kann das Protoplasma in den Pilzschläuchen nach der Spitze zu wandern, die entleerten Hyphen füllen sich mit Luft und werden wohl schließlich auch aufgelöst.

Die Wandung der Hyphen lagert bisweilen Farbstoffe in sich ab. Dort, wo Hyphen an Zellen anliegen, welche Ernährungsmaterial ent-

halten, werden die Wandungen der Zelle des Wirtes durchbrochen und Saugwarzen (Haustorien) hineingetrieben.

Die Hyphen treiben auch seitliche Fortsätze dichotomer Verzweigung; das durch Vereinigung meist flächenhaft sich verbreitende wirre Geflecht der Hyphen bezeichnet man als Mycel.

Manchmal verwachsen die Hyphen zu knolligen, fleischartigen Massen, die man Sklerotien nennt und welche meist bei vollendetem Wachstum eine deutliche Differenzierung in Rinden- und Marksubstanz erkennen lassen. Die Sklerotien haben vielfach den Zweck, den Pilz gegen ungünstige Einflüsse zu schützen; sie enthalten reichlich Reservestoffe: Öl und Plasma.

Fadenbildung und dichotomes Wachstum stellen aber nicht die einzige Art der Vermehrung bei den Schimmelpilzen vor, sondern die Pilze bilden auch Sporen.

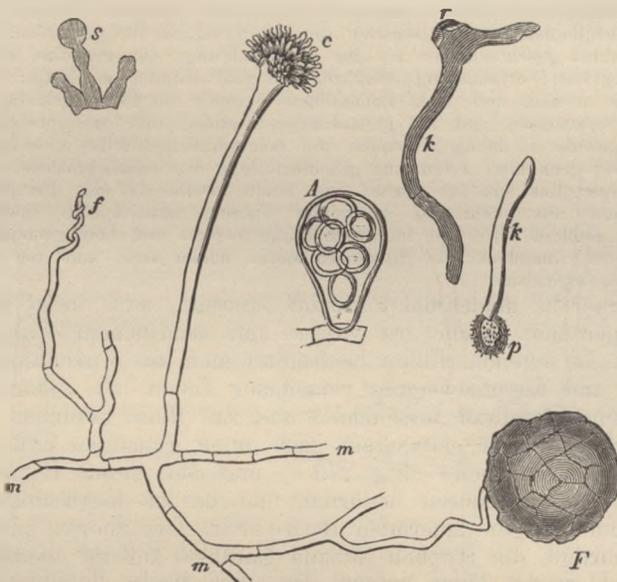


Fig. 279.

Vielfach erheben sich von dem Mycel einzelne Hyphen, die sogenannten Fruchthyphen (Fig. 277 a) und zeitigen Fortpflanzungsprodukte.

Die Sporenbildung ist das wichtigste Merkmal zur Erkennung der einzelnen Arten, wir wollen dieselbe für die wichtigsten vorkommenden Fälle nachfolgend betrachten.

Der grüne Pinselschimmel (Fig. 277), den wir häufig als Überzug über feuchtes Brot sich entwickeln sehen und den wir schon früher besprochen haben, spannt die feinen, fadenartigen, farblosen, durch Querwände geteilten Hyphen zu dem Mycel. Die zu Fruchträgern bestimmten Hyphen (a) erheben sich, teilen sich in feinere Äste (Basidien) (b) und Äste zweiter Ordnung (Sterigmen) (c), an deren Enden eine Reihe von grüngerfarbten Kügelchen, die Sporen, sich abtrennen. Die Sporen liegen perlartig hintereinander gereiht (Basidiosporen, Akrosporen und Konidien genannt).

Bei dem besonders auf Fruchtsäften vegetierenden grünen Kolbenschimmel (Fig. 278) (*Aspergillus glaucus*), der, oberflächlich betrachtet, nur wenig von dem Peni-

cillium glaucum verschieden scheint, haben die Fruchthyphen keinerlei Teilung, sondern das Ende schwillt kolbig an und trägt in radienförmiger Anordnung kleine flaschenförmige Sterigmen, von welchen sich je eine gefarbte Spore abtrennt und nach deren Abstoßung eine zweite u. s. w.

Bei *Mucor mucedo*, dem Köpfchenschimmel, einem häufigen Bewohner tierischer Exkremente, tragen die langen Fruchthyphen, welche keinerlei Querwände besitzen, ein schwärzliches Köpfchen, einer Stecknadel ähnlich. Dieses Köpfchen (Fig. 278) ist eine mit Sporen (*d*) gefüllte, an der Außenseite mit kleinen Kalkoxalatkristallnadeln (*c*) besetzte Blase — Sporangium. Das Ende der Fruchthyphie ist länglich zylindrisch *a* und etwas verdickt (Kolumella). Sind die Sporen reif, so platzt die Haut des Sporangiums und die ungefärbten Sporen treten aus.

*Mucor stolonifer*, gleichfalls sehr verbreitet, verdient wegen gewisser Eigentümlichkeiten noch besonderer Erwähnung; makroskopisch ist er bereits durch sein intensives Höhenwachstum von den bisher genannten häufig vorkommenden Keimen zu unterscheiden. Das Mycel schwebt bei diesem Pilze größtenteils frei über dem Nährboden, getragen durch pfeilerartige stützende Hyphen — Stolonen. — Von den Stolonen gehen dann büschelförmig nach oben die Fruchträger ab, nach unten dem Nährboden zu aber verzweigte Wurzelhaare (Rhizoiden). Der Fruchträger ist an seinem Ende zu einer stark blasig aufgetriebenen Kolumella erweitert, auf welcher die Sporen haften.

Als Fortpflanzungsmittel besitzen die Schimmelpilze übrigens nicht allein die bis jetzt genannte geschlechtslose Art der Sporenbildung, sondern eine Art geschlechtlicher Bildung von Fortpflanzungsprodukten, die man Kopulation genannt hat. Der Verlauf pflegt so zu sein, daß zwei benachbarte Hyphen durch ausgetriebene Fortsätze miteinander verwachsen und ein gemeinsames Produkt, die Zygospore erzeugen. Die Fortpflanzungsweise ist häufig bei einem und dem nämlichen Pilze eine doppelte, z. B. bei allen bisher genannten Arten eine geschlechtliche wie geschlechtslose.

Bei *Aspergillus* entsteht durch eine solche zweite Art der Fortpflanzung eine Frucht, welche aus mehreren, zahlreiche Sporen enthaltenden Sporenschläuchen (Fig. 279 *A*<sub>1</sub>) gebildet wird. Die Sporenschläuche werden von einer gemeinsamen Kapsel (*Perithecium*) umgeben; die Sporenschläuche heißen *Asci*, und die Sporen dieser Herkunft *Askosporen*.

Die Sporen, manchmal Farbstoff führend, sind meist kleine glänzende Körperchen, welche aus wasser- und aschearmem Wasser bestehen (*Cramer*). In seltenen Fällen beobachtet man das Ausschlüpfen nackter, mit Zilien und Eigenbewegung versehener Zellen als „Sporen“, welche späterhin eine Membran ausscheiden und zur Ruhe kommen.

Aus den Sporen entwickeln sich unter günstigen Ernährungsverhältnissen Keimschläuche (Fig. 279 *k*) und aus diesen Hyphen, Mycel u. s. w. Gewisse Sporen bedürfen, ehe sie zu Keimschläuchen auswachsen, einer länger dauernden Ruhezeit. Die Sporen pflegen gegen verschiedenartige, die Hyphen tötende Einflüsse äußerst resistent zu sein.

Bei den meisten Pilzen wechselt eine geschlechtslose Fortpflanzung mit einer durch geschlechtliche Befruchtung bedingten ab. Die geschlechtslose Generation leitet sich also von sexuell befruchteten Sporen ab, und das Endglied ihrer Reihe sind ungeschlechtlich erzeugte Sporen (*Karposporen*); diese haben meist die Funktion, die Pflanzenart von einem Jahre aufs andere zu übertragen. Aus den *Karposporen* entwickelt sich dann die Generation mit Sexualzellen, welche gleichfalls Sporen (*Gonidien*) liefern.

Außer den bis jetzt genannten Wuchsformen — Mycelbildung, Spitzenwachstum und Sporenbildungen — nehmen manche Schimmelpilze unter besonderen Ernährungsverhältnissen vollkommen die Form von Hefezellen an, d. h. sie werden zu kleinen kugeligen Zellen und pflanzen sich durch Hervortreiben von Ausstülpungen, Sprossung fort; sie sind dann morphologisch, ja auch biologisch von den Hefen nicht zu trennen. So verhalten sich einige *Mukorarten*; in zuckerhaltige Flüssigkeiten untergetaucht, wandeln sie sich in die Hefewuchsform um. Sobald aber durch Kohlensäureentwicklung bei der Zuckergärung die Zellen an die Oberfläche getrieben werden, erlangen sie wieder unter Mycelbildung die Schimmelform.

### Physiologie.

Die Schimmelpilze enthalten etwa 90% Wasser. 100 Teile Trockensubstanz liefern nach *Sieber*: 29.9 Teile Eiweiß, 18.7 Teile in Äther

Lösliches (Fett u. dgl.), 6·9 Teile in Alkohol Lösliches, 39·6 Teile Zellulose, 4·9 Teile Asche. Von Wislicenus ist das Vorkommen von Chitin nachgewiesen. Aspergillussporen enthalten 40% Wasser. Sporen und Mycel sind verschieden zusammengesetzt; nach E. Cramer führen

	Trockensubstanz	Wasser	Asche der Trockensubstanz
die Sporen	16·13	38·87	3·09
das Mycel	12·36	87·54	13·34

Die Sporen enthalten nur hygroskopisches Wasser, bestehen ihrer Substanz nach aus wasserfreiem Eiweiß; das Mycel enthält das Wasser in der Form des zwischengelagerten Wassers.

Das Eiweiß des Mycels gerinnt bereits bei 50–55°. Die Asche der Schimmelpilze hat man reich an Phosphorsaure und Kali (80%) gefunden; Natron, Kalk, Magnesia und Eisenoxyd trifft man nur in geringeren Mengen, Kieselsäure, Chlor, Schwefelsäure nur in Spuren.

Die Ernährungsverhältnisse der Schimmelpilze sind kompliziert.

Den Stickstoffbedarf vermögen sie durch elementaren Stickstoff, Cyan oder Salpetersäure nicht zu decken, verwendbar aber sind Substanzen, welche die NH-Gruppe, und sehr günstig solche, welche NH<sub>2</sub> enthalten, also namentlich Ammoniaksalze, Leuzin, Asparagin, Azetamid, Oxamid, Harnstoff. Das günstigste stickstoffhaltige Nahrmaterial bleiben Eiweiß und Pepton. Manche stickstoffhaltige Stoffe vermögen ganz allein die Ernährung der Pilze zu bestreiten, so Eiweiß, Pepton, Leuzin, Asparagin, weinsaures, bernsteinsaures, essigsäures Ammoniak. Aus diesen Quellen wird also zu gleicher Zeit der Bedarf an kohlenstoff- und stickstoffhaltigem Material geschöpft. Aber nicht alle stickstoffhaltigen Stoffe, welche als Zufuhrmaterial für den Stickstoff dienen können, reichen zur Versorgung des Kohlenstoffbedarfes. Harnstoff, ameisensaures Ammoniak, oxalsaures Ammoniak, Oxamid müssen, um ernährend zu wirken, noch kohlenstoffhaltige andere Verbindungen, z. B. Zucker, beigegeben erhalten. Die Kohlensäure, aus welcher unter Zuhilfenahme anderer Moleküle die höheren Pflanzen die organischen Stoffe aufzubauen pflegen, hat für die des Chlorophylls entbehrenden Pilze keine Bedeutung als Nahrung.

Zur Versorgung der Pilze mit Kohlenstoff fand Nägeli folgende Stoffe besonders geeignet:

1. Die Zuckerarten; 2. Mannit, Glycerin, Leuzin; 3. Bernsteinsäure, Asparagin, Zitronensäure, Weinsäure; 4. Essigsäure, Äthylalkohol, Chinasäure; 5. Benzoesäure, Salizylsäure; 6. Methylamin, Phenol.

Wie bei allen Lebewesen, gehören zum Lebensunterhalt der Schimmelpilze gewisse Aschebestandteile; doch hat es den Anschein, als seien die Pilze sehr bescheiden in den Forderungen, indem sie im allgemeinen mit vier Elementen auszukommen vermögen. Diese sind:

1. Schwefel, der als Bestandteil der Albuminate unentbehrlich ist. Sie beziehen ihn in der Ernährung meist aus den als Nahrung aufgenommenen Albuminaten oder auch aus schwefelsauren, schweflig- und unterschwefligsauren Verbindungen.

2. Phosphor, der durch phosphorsaure Verbindungen eingebracht wird.

3. Kalium, welches aber durch Casium oder Rubidium vertretbar ist.

4. Kalzium, das vollkommen ersetzbar ist durch Magnesium, Baryum oder Strontium.

Die höherstehenden Pflanzen zeigen eine weit sorgfältigere Auswahl unter den Aschebestandteilen, indem z. B. Kalk nicht durch Magnesium ersetzbar ist, und Eisen, Kieselsäure und Chlor notwendige Nahrungsstoffe darstellen.

Die Schimmelpilze zeigen in ihrem Chemismus sich befähigt, Spaltungen und Zersetzungen hervorgerufen, als deren Endprodukt die Auflösung komplizierter organischer Verbindungen zu Kohlensäure und Wasser zu betrachten ist; aber neben diesen rein oxydativen Vorgängen, die an die Lebensprozesse der Tiere erinnern, finden aber auch weit umfassende synthetische Vorgänge statt und chemische Umlagerungen, wie wir sie bei den Tieren vermissen, z. B. die Synthese des Eiweißes.

Bei vielen Schimmelpilzen hat man die Ausscheidung von Fermenten und eine mehr oder minder ausgedehnte Gärwirkung beobachtet; die letztere erfolgt meist gleichzeitig mit Änderung der Wuchsformen (siehe Seite 860). Wir haben bereits oben gesagt, daß bei gewissen Schimmelpilzen eine Umwandlung in die Form von Hefezellen und eine Vermehrung durch Sprossung unter bestimmten Verhältnissen eintritt. Manche Mukorarten zersetzen Dextrose, Invertzucker, Maltose. Da sie meist kein Invertin enthalten, bleibt Rohrzucker unzerlegt; nur *Mucor racemosus* enthält ein solches Ferment. Er liefert bis 7% Alkohol.

*Monila candida* bildet kein Invertin, zerlegt aber direkt ohne vorherige Spaltung nicht nur Maltose, sondern auch Rohrzucker (Hansen): sie vermag sich gleichfalls in die Hefewuchsform umzuwandeln.

Proteolytische und diastatische Fermente sind nachgewiesen. Man vermutet auch fettspaltende.

Die Schimmelpilze vertragen sehr gut eine saure Reaktion des Nährbodens, z. B. freie Weinsäure bis 5%, Phosphorsäure bis 1%; alkalische Reaktion durch freies Alkali ist dagegen schon in geringen Mengen schädlich. Der Nährboden kann selbst bei geringem Wassergehalt von Schimmelpilzen besiedelt werden; Fleisch, etwas ausgetrocknet, schimmelt noch bei einem Wassergehalte von 50% (z. B. gekochtes Fleisch), und erst wenn Fleisch völlig lufttrocken geworden ist (10—12% Wasser), hört auch die Schimmelbildung auf. Zuckerlösungen mit 30% Wasser schimmeln nicht mehr. In manchen Bodensorten, z. B. seinem Sandboden, kann man noch bei einem Trockengehalte von 98·8% Schimmelvegetationen sehen. Die Spaltpilze wie Hefepilze sind nicht imstande, hochgradige Konzentration und Trockenheit des Nährbodens zu ertragen.

Die Schimmelpilze bedürfen behufs Wachstums freien Sauerstoffes, wenn schon die Menge des letzteren oft sehr gering sein kann, da Brefeld in einer Kohlensäureatmosphäre, welche nur  $\frac{1}{500}$  Luft enthielt, Schimmelpilze wachsen sah. Auch unter Ölbedeckung entwickeln sich manche Pilze, z. B. *Penicillium glaucum*, wie Verfasser oft beobachtet hat, jedoch ohne Sporenbildung. Die Pilze wachsen wegen ihres Sauerstoffbedürfnisses, abgesehen von den obengenannten Hefewuchsformen, nur an der Oberfläche von Nährmedien, oder doch nur wenig in die Tiefe herein. Die Raschheit des Wachstums und die Energie der gesamten Ernährungsvorgänge hängen bei den Pilzen — in Analogie mit den kaltblütigen oder niederen Thieren — von der Temperatur ab.

Die Schimmelpilze zeigen eine untere Grenze, Minimum, von welcher ab das latente Leben zur Tätigkeit erweckt wird, ein Maximum, das ihre Lebensfähigkeit nach oben begrenzt, und ein dem letzteren nahegelegenes, etwas tiefer stehendes Optimum, einen Punkt intensivster Leistung. *Penicillium glaucum* und *Aspergillus glaucus* gedeihen bei 15°, *Aspergillus niger* bei 35°. Die Temperaturoptima wie auch die Wachstumsgrenzen sind so sehr bei den einzelnen Arten verschieden, daß man die Temperatur als ein Trennungsmittel der Arten verwenden kann.

Von den Schimmelpilzen vermögen einige im Körper der Tiere zu wachsen; es kommt aber dort nicht zur Sporenbildung. Die pathogenen Arten der Warmblüter gedeihen natürlich gut bei Bluttemperatur.

### Betrachtung hygienisch wichtiger Arten.

Die häufigst vorkommenden und sanitär wichtigsten Arten sind folgende:

Zu den Peronosporeen gehörig: *Phytophthora omnivora*, die Ursache der „Krankheit der Buchenkeimlinge“, verursacht oft ungeheure Verwüstungen (Hartig). Ferner *Peronospora viticola*, befällt in feuchten Jahren als falscher Mehltau die Weinrebe, und *Phytophthora infestans* (Fig. 280), der Erzeuger der Kartoffelkrankheit, einer aus Amerika eingeschleppten, seit 1845 epidemisch sich ausbreitenden Seuche. Der letztere Parasit befällt in feuchten Jahren die Blätter der Kartoffel, bisweilen wohl auch direkt die Knollen. Die Nährstoffe werden den Knollen entzogen, d. h. durch den Pilz verbraucht, und anstatt Stärke füllt Flüssigkeit die Zellen. Die Kartoffel beginnt teils auf dem Felde, teils im Keller zu faulen; letzteres wird aber nicht durch den Pilz, sondern durch Bakterien erzeugt.

Die Ustilagineen — Brandpilze — und ihre Wirkung haben wir schon früher zu nennen Gelegenheit gehabt; es sind Parasiten der Krautpflanzen. Im Gewebe bzw. der Frucht entwickelt sich das Pilzmycel und die schwarz gefärbten Sporen.

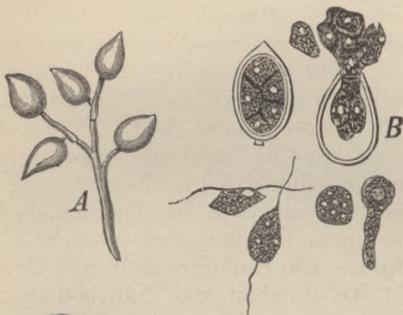


Fig. 280.

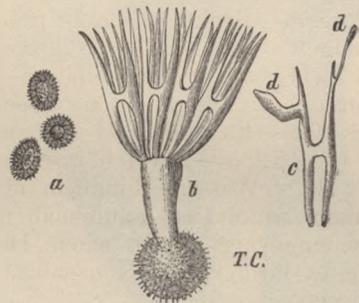


Fig. 281.

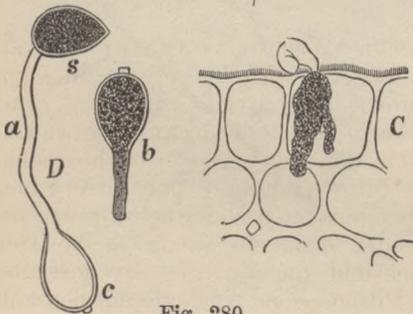


Fig. 282.

Der Steinbrand, Schmier- und Stinkbrand genannt (Fig. 281, *Tilletia Caries*), befällt den Weizen und füllt die Körner prall mit einem übelriechenden, das Mehl schädigenden Sporenpulver. Weniger schädlich für den Konsumenten ist der Staub- oder Flugbrand (Fig. 282, *Ustilago Carbo*), der bei Hafer, Gerste, Weizen die Fruchtknoten zerstört; er verfliegt, weil die Sporenmasse trocken bleibt, und gelangt also nicht ins Mehl.

Die Mukorineen finden sich zahlreich als saprophytische Arten verbreitet; *Mucor mucedo* und *racemosus* sind davon die häufigst beobachteten. Manche Mukorarten können Temperaturen bis zu 37° ertragen; unter diesen hat man bei einigen, z. B. bei *Mucor rhizopodiformis* und *corymbifer* (*pusillus* und *ramosus*), beobachtet, daß ihre Sporen Kaninchen, in größerer Menge ins Blut injiziert, diese Tiere töten, indem sie in verschiedenen Organen zu Pilzmycelien auswachsen. Sporen werden im Körper aber nicht gebildet. Kleine Mengen injizierter Sporen ertragen die Tiere ohne Schaden; man nimmt an, sie würden durch Aufnahme in die weißen Blutkörperchen unschädlich

gemacht. Beim Menschen hat man Mukorineen im äußeren Gehörgang gefunden; im allgemeinen sind aber die Pilzansiedlungen wenig umfangreich, ja es scheint der Mensch gegen die bei manchen Tieren pathogene Eigenschaften entfaltenden Mukorarten eine gewisse Immunität zu besitzen.

Unter den Pyrenomyketen finden sich mehrere auf Tiere oder Pflanzen parasitierende Arten. *Botrytis Bassiana*. Der Muskardinepilz, befallt, wie Bassi im Jahre 1835 entdeckte, die Seidenraupe; die Keimschlauche werden in die Organe hineingetrieben, fruktifizieren im Körper und schließlich wachsen aus den getöteten Tieren Fruchthyphen hervor.

*Claviceps purpurea*, der Pilz des Mutterkorns (Fig. 283), entwickelt ein Sklerotium. Dieses gelangt meist in den Boden, überwintert dort und keimt im nächsten Frühjahr, indem es auf langgestielten Fruchträgern rötliche, flaschenförmige Perithezien tragende Köpfchen treibt. Die Perithezien tragen je acht Askosporen. Diese ausgestoßenen Sporen treffen dann entweder direkt oder durch Transport der Insekten auf

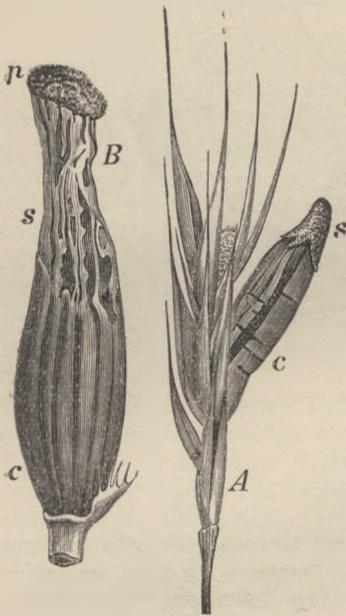


Fig. 283.

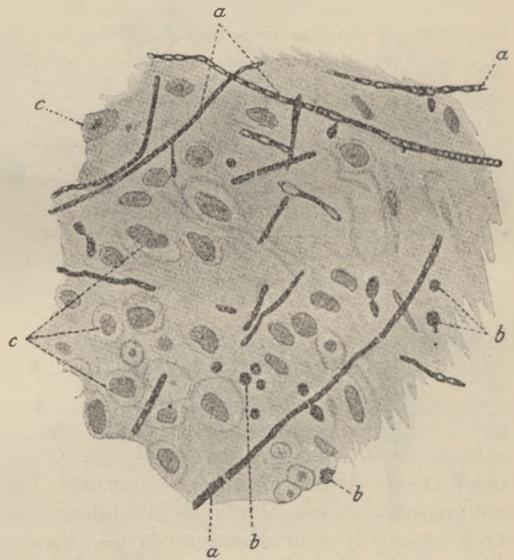


Fig. 284.

Getreideblüten und wachsen so zu Myzel und Sklerotium aus. Dabei trifft man auch auf eine zweite Fortpflanzungsweise, auf die Gonidienbildung. Zur Zeit der Gonidienbildung wird aus dem Mycel, das auf den Ähren wächst, eine süßliche Flüssigkeit, „der Honigtau“, ausgeschieden, welche reich an Sporen ist; namentlich Insekten vermitteln durch den Honigtau die Verbreitung des Mutterkorns. (Siehe auch Artikel Mehl.)

Neben den vielen harmlosen *Aspergillus*arten, welche besonders durch die Farbe des Rasens voneinander zu unterscheiden sind, hat man aber auch solche kennen gelernt, welche bisweilen pathogene Wirkungen hervorrufen können; diese sind die bei höherer Temperatur gut gedeihenden *Aspergillus fumigatus* und *flavescens* (und *subfuscus*). In die Blutbahn gespritzt, töten die Sporen dieser Pilze Kaninchen. Vögel werden aber häufig auf dem Wege natürlicher Infektion von diesen Schimmelpilzen, die man dann namentlich in den Luftwegen findet, infiziert. Doch liegen Beobachtungen über derartige Mykosen auch für den Menschen vor. Der äußere Gehörgang, die Kornea (*Keratomykosis aspergillina*) werden am häufigsten befallen.

Eine Gruppe einfach organisierter Pilze stellt *Oidium* dar; die Hyphen tragen an ihrem Ende meist eine rosenkranzartige Kette endständiger Sporen. Saprophytisch trifft man *Oidium lactis*, den Milchschnitzpilz, auf saurer Milch.

Ein gefährlicher Pflanzenparasit ist *Oidium Tuckeri*, der seit 1845 sich überallhin von England aus verbreitende Erreger der Weintraubenkrankheit, Blätter, Stengel und Trauben werden angegriffen. Die Oberhaut der Traube platzt und die Beere verdirbt.

Zur *Oidium*-Gruppe gehören auch die Erreger verschiedener Dermatomykosen des Menschen, des *Favus*, *Herpes tonsurans* und jener der *Pityriasis versicolor*. Der Erreger des *Favus* (Fig. 284 a) wurde zuerst von Schönlein 1839 gefunden (*Achorion Schönleinii*); nach Král ist die frühere Annahme mehrerer Abarten des *Favus*-Pilzes beim Menschen unzutreffend. Der Herpespilz ist zuerst von Gruby und Malsten und der Pilz der *Pityriasis* (*Mikrosporon furfur*) von

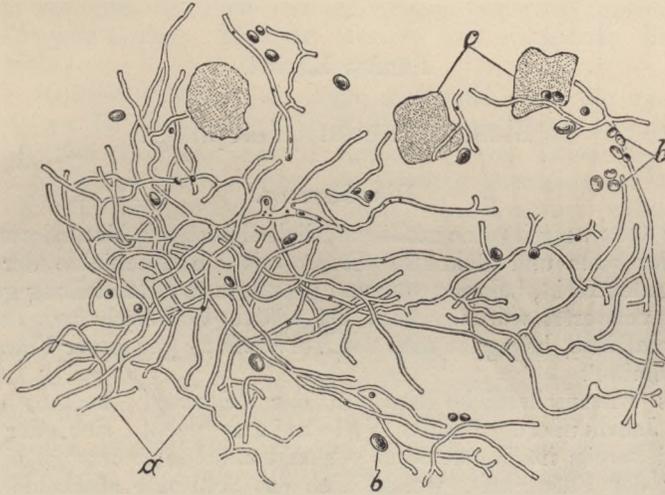


Fig. 285.

Eichstedt 1846 aufgefunden worden. Die bei *Herpes tonsurans*, *Herpes circinnatus*, *Sykosis*, *Mentagra* gefundenen *Trichophyton*-arten sind sehr zahlreich. Ähnlich dem Menschengrind, *Favus*, verhält sich jener des Huhnes (*Tinea galli*), des Pferdes und der Mausefavus.

*Achorion Schönleinii* ist in Fig. 284 a dargestellt; besteht aus reichlich entwickelten Hyphen. *Trichophyton tonsurans* dem vorstehenden ähnlich, nur wenig verzweigte Hyphen. Bei *Mikrosporon furfur* finden sich zumeist sehr reichliche Dauerformen, bestehend aus sehr kleinen Kügelchen. *Achorion Schönleinii* wächst auf Gelatineplatten sehr langsam als grauer Rasen unter Verflüssigung; besser auf Blutserum.

Nahe verwandt mit den vorhergenannten Organismen ist *Monilia candida*, aber unterschieden durch die zahlreichen strauchartigen Verzweigungen der Hyphen; sie lebt saprophytisch auf Abfällen aller Art, Mist, altem Holz u. dgl. Manche Autoren sind geneigt anzunehmen, daß *Monilia candida* identisch sei mit dem Soorpilz (Fig. 285). Indes ist auch heute die Stellung des Soorpilzes „im System“ noch nicht erledigt.

Schon 1841 hat Berg durch Impfungen nachgewiesen, daß die Soorerkrankung übertragbar sei.

Der Soorpilz kann bald mehr Hyphenformen (Fig. 285 *a*), bald mehr Hefeformen (Fig. 285 *b*) zeigen und neigt überhaupt sehr zur Varietätenbildung. Er läßt sich auf künstlichem Nährboden leicht kultivieren; zum mindesten hat man eine großsporige und eine kleinsporige Varietät zu unterscheiden.

Er wächst auch bei künstlicher Verimpfung in die Mundhöhle nur bei schwächlichen Personen, Kindern oder Diabetikern und speziell leicht auf katarrhalisch veränderter Schleimhaut.

Zunächst an der oberen und mittleren Schicht des Pflasterepithels gelegen, vermag er aber auch in die Tiefe zu dringen, um in die Gefäße zu gelangen. Lokalisationspunkte sind Zunge, Mundhöhle, Rachen, aber auch Metastasen und allgemeiner Soor wird beobachtet. Manchmal findet sich der Soor bei einfachen Anginen. Unter ungünstigen Verhältnissen sterben bei 22% der befallenen Kinder.

## Fünftes Kapitel.

### Blastomyketen (Hefepilze).

#### Die Gärung.

Die Gärung ist eine meist natürlich eintretende Veränderung vieler pflanzlicher Säfte und Dekokte, die, soweit die Geschichte der Kulturvölker zurückreicht, bekannt war und praktisch zur Herstellung gegorener Getränke verwertet wurde. Auch bei wilden Völkerschaften, den Stämmen Innerafrikas, begegnet man der Verwendung gegorener Flüssigkeiten als Genußmittel.

Das wissenschaftliche Studium der „Gärung“ beginnt etwa im 15.—16. Jahrhundert. Basilius Valentinus dachte sich, der Weingeist sei bereits im Gersteninfus vorhanden, die Hefe erzeuge eine „Entzündung“ der Flüssigkeit, worauf sich das Schlechte absciede und der Alkohol destillierbar sei. Das bei der Gärung auftretende Gas (Kohlensäure) beschreibt v. Helmont zuerst als etwas von der Luft Verschiedenes (Gas vinorum). Einen großen Fortschritt brachte Becher 1682, indem er nachwies, daß nur zuckerhaltige Flüssigkeiten gären und daß Gärung etwas anderes sei als die vielfach damit verwechselte Zersetzung kohlenaurer Salze durch Säuren. Stahl stellte 1697 die Gärung und Faulnis als identisch hin. Einen fundamentalen Fortschritt bedeuteten die Untersuchungen Lavoisiers. Er bewies das Vorkommen des Zuckers in den gärenden Flüssigkeiten und stellte seine chemische Zusammensetzung fest, ebenso jene des Alkohols, und bestimmte alle wesentlichen, bei der Gärung auftretenden Produkte quantitativ. Er fand, daß der Zucker bei der Gärung in zwei Teile zerfällt. Ein Teil wird auf Kosten des anderen oxydiert und zur Kohlensäure. Der andere erfährt durch diese Abgabe eine Desoxydation und wird in eine verbrennliche Substanz, den Alkohol, verwandelt.

So war also chemisch wenigstens in großen Zügen die Umwandlung des Zuckers erkannt; die Erkenntnis der Ursache der Alkoholgärung haben wir anderen Untersuchungen zu verdanken. In der Bierhefe entdeckte zuerst Leeuwenhök 1680 kleine Kügelchen, deren Natur er nicht näher aufzuklären vermochte. Erst Cagniard de Latourre nahm

Leeuwenhøcks mikroskopische Untersuchung der Gärung wieder auf; er kannte an den Hefezellen ihre Sprossung und Pflanzennatur; fast gleichzeitig hatte 1837 Schwann in Berlin die Hefezellen als mikroskopische Pflanzen erkannt und Quevenne, Turpin, Mitscherlich bestätigten den Befund.

Über die Ursache der Zuckergärung wurden zwei Hypothesen, die sich lange Zeit aufs schroffste gegenüberstanden, aufgestellt: die vitalistische, welche die Gärung als abhängig ansah von der Lebenstätigkeit der Hefezelle und deren Vertreter hauptsächlich Pasteur war, und die chemische Gärungstheorie Liebigs, die in den Zellen nur unwesentliche Begleiter der Gärung sah. Die letztere sollte durch Fermente hervorgerufen sein.

Pasteur nannte die Alkoholgärung ein Leben ohne Sauerstoff und stellte sich vor, daß die Zelle den ihr nötigen Sauerstoff gewissermaßen aus dem Zucker bezöge. Nur die lebende und wachsende Zelle sollte Alkohol bilden.

Die vitalistische Hypothese siegte schließlich über die rein chemische Liebigs. Die Untersuchungen E. Buchners haben aber in neuester Zeit gezeigt, daß die Pasteursche Auffassung vom Leben der Hefezelle nicht voll zutreffend ist. Es gibt, wie Liebig allerdings nur vermuten konnte, ein alkoholerzeugendes Ferment, die Zymase; welches auch losgelöst vom Organismus der Hefezelle Traubenzucker in Kohlensäure und Alkohol spaltet. Aber allerdings die Erzeugung des Ferments beruht auf vitaler Basis, auf dem Leben der Zelle.

Der Ausdruck, es liege eine Gärung vor, kann nicht mehr wie früher eindeutig auf die Gärung durch Hefe bezogen werden, weil es nicht nur eine Hefespezies gibt und weil ferner die Alkoholgärung auch durch manche Spaltpilze hervorgerufen werden kann.

Auch die neuere von Lafar vertretene Definition des Wortes Gärung: „Gärung sei eine durch Mikroorganismen herbeigeführte Zerlegung von Substanzen, wobei aber weder das Material noch die Spaltungsprodukte für die Zwecke des Zellaufbaues in größerer Menge herangezogen werden“, kann ich als zutreffend nicht anerkennen. Richtiger wäre es schon, das Wort Gärung für solche durch die niederen hervorgerufenen Umsetzungen zu gebrauchen, bei denen ein in der Nährlösung vorhandener Stoff vorwiegend zersetzt wird, wo also, wie es scheint, ein Nahrungstoff überwiegend im Stoffwechsel der Zelle dominiert; in diesem Sinne spricht man dann von einer Alkoholgärung, Buttersäuregärung, Milchsäuregärung u. s. w. Dann könnte man auch die Fäulnis unter die Gärungen einreihen.

Die Annahme Lafars würde zur Folge haben, daß der Gärungsvorgang gar keine nähere Beziehung zum eigentlichen Lebensvorgang hätte, dies halte ich nicht nur nicht für bewiesen, sondern für unwahrscheinlich und widerlegbar.

Lange Zeit hindurch hielt man daran fest, daß die Zahl der Spezies unter den Hefepilzen nur eine sehr kleine und daß die Alkoholgärung ein integrierender Bestandteil ihrer Stoffwechselvorgänge sei. Beides hat sich als irrig erwiesen. Die Anzahl der Spezies ist eine sehr große und darunter finden sich auch solche, welche keinen Alkohol zu bilden vermögen.

### Morphologie der Hefepilze.

Die Sproßpilze oder Hefepilze finden sich in der Natur weit verbreitet vor; wenn man zuckerhaltige Flüssigkeiten geeigneter Verdünnung an der Luft stehen läßt, dauert es nicht lange, bis Alkoholgärung eingeleitet wird. Die reife Traube trägt schon am Weinstocke, an der Oberhaut der Beeren die Hefezellen mit sich, welche gewissermaßen nur auf den Augenblick, eine Zerlegung der Traubenbestandteile und des Mostes einzuleiten, warten. Neben diesen „wild“ vorkommenden Hefepilzen gibt es aber auch solche, welche man Kulturpflanzen nennen möchte, nämlich die in der Bierbrauerei verwendeten Hefen.

Unter den Sproßpilzen oder Hefen finden sich mannigfache Arten, gefärbte wie ungefärbte, alkoholbildende und solche, denen diese Fähigkeit fehlt; ferner Hefen, welche nur bestimmte Kohlehydrate vergären, und endlich solche, die durch ein bei sehr differenten Temperatur-

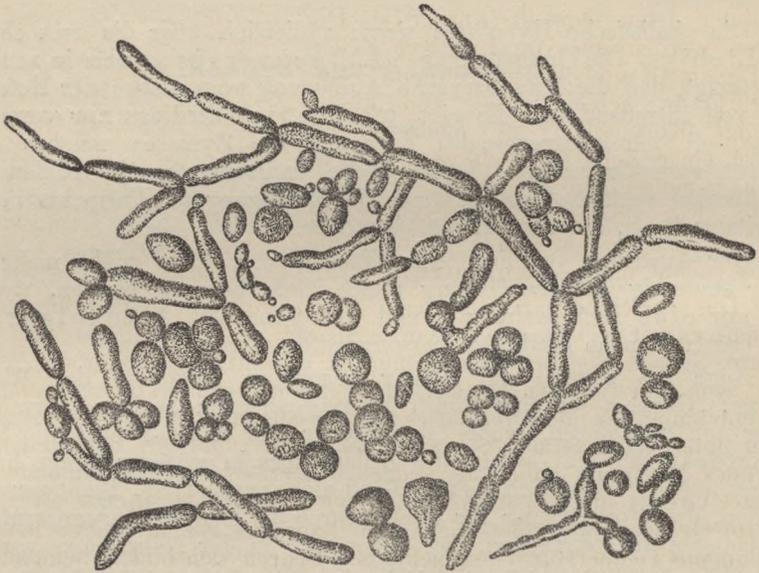


Fig. 286.

graden gelegenes Gär optimum leicht voneinander zu trennen sind. Man hat erst in neuerer Zeit auf Grund der Untersuchungen von Hansen gelernt, die verschiedenen Sproßpilze besser zu unterscheiden, als dies früher möglich war.

Die Sproßpilze (Fig. 286)<sup>1)</sup> bestehen aus kleinen mikroskopischen Zellen, variabler Form, mit Hülle, Plasmasubstanz und Kern. Außerdem finden sich in ihnen sehr häufig Vakuolen; je nach den Nährflüssigkeiten, auf welchen sie wachsen, sieht man rein kugelige, elliptische, schlauchartige und wurstartige Formen. Diese Zellen zeigen meist größere oder kleinere Auswüchse, die man Sprossungen nennt; oft bleiben viele

<sup>1)</sup> Fig. 286 und 287 nach Jörgensen, Die Mikroorganismen der Gärungsindustrie.

Zellen zu sproßverbänden vereinigt. Die Sprossung ist die eine bekannteste Art der Fortpflanzung der Hefepilze, welche alle zu diesen hinzu zurechnenden Pilze aufweisen. Eine echte Mycelbildung wie bei den Schimmelpilzen beobachtet man nicht.

Die Wuchsform und Sprossung ist aber, worauf aufmerksam gemacht werden muß, auch bei manchen Schimmelpilzen, wie *Mucor racemosus*, *Exoascus*, *Taphrina*, *Fumago*, *Dematium pullulans*, *Tremellina*, beobachtet worden, so daß also diese gewissermaßen ein Bindeglied mit den Hefen darstellen.

Die meisten Hefesorten (die Gattung *Saccharomyces*) haben neben der Sprossung noch als zweite Fortpflanzungsweise die Sporenbildung, deren genaue Kenntnis eine wesentliche Beihilfe zur Trennung der Arten darstellt (Fig. 287). Die Sporen werden nur von kraftigen Zellen bei Luftzutritt und einem gewissen Temperaturgrade gebildet; sie sind kleine kugelige Körperchen zu mehreren im Innern einer Zelle eingeschlossen und oft durch gegenseitigen Druck etwas abgeplattet (Fig. 287a). Wir haben es mit endogener Sporenbildung zu tun; die Sporen nennt man Askosporen.

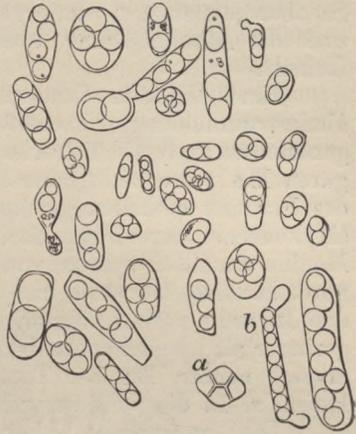


Fig. 287.

Die verschiedenartigen Hefen bilden von einem ganz bestimmten Temperaturminimum ab erst Sporen und haben alle eine obere Grenze, jenseit welcher diese Fähigkeit erlischt. Je höher die Temperatur von der unteren Grenze ansteigt, um so rascher erfolgt die Sporenbildung. Weiters verhält es sich im allgemeinen so, daß jene Hefen, deren untere Grenze der Sporenbildung sehr tief liegt, auch ein tiefer liegendes Maximum haben als andere, und umgekehrt. Die unterste beobachtete Grenze der Sporenbildung liegt etwa bei  $+0.5-3^{\circ}\text{C}$ , die höchste Grenze etwas über  $37^{\circ}$ . Man kann die Zeit, welche bei einer bestimmten Temperatur verstreicht, ehe Sporen sich bilden, benutzen, um die verschiedenartigsten, sonst nicht zu trennenden Hefen zu unterscheiden. Bei  $11.5^{\circ}$  z. B. ist eine Hefe, welche eine tiefliegende Minimumgrenze der Sporenbildung hat, bereits in thermischer Hinsicht unter günstigen Lebensbedingungen, eine Hefe aber, welche erst gewissermaßen durch eine höhere Temperatur zum vollen Leben erweckt wird, kann bei dieser obengenannten Temperatur nur sehr langsam zur Sporenbildung gelangen. Man hat beobachtet, daß *Saccharomyces cerevisiae* I bei  $11.5^{\circ}$  erst nach 240 Stunden Sporen bildet, *Saccharomyces Pastorianus* schon nach 77 Stunden. Durch diese Methode Hansens kann man manchmal noch Beimengungen von fremder Hefe, welche  $\frac{1}{200}$  betragen, erkennen. Die Hefeformen sind verschieden, je nachdem die Hefe einen Bodensatz oder eine Haut auf einer Flüssigkeit bildet.

### Physiologie.

Die einzelnen Hefesorten unterscheiden sich wesentlich in ihrer Gärwirkung; manche geben der Bierwürze einen guten, andere einen unangenehmen Geschmack, manche haben die Tendenz, eine andauernde Hefetrübung hervorzurufen. Unter den askosporenbildenden Hefen (der Gattung *Saccharomyces*) führen manche Invertin und vergären Saccharose und Dextrose (*Saccharomyces Marxianus*, *exiguus*), andere führen Invertin und vergären Saccharose, Dextrose und Maltose (Hansens *Saccharomyces*arten, untergärrige Pilze), manchen mangelt Invertin und die Alkoholgärung überhaupt (z. B. *Saccharomyces membranaefaciens*).

Eine ähnliche Unterscheidung gestatten auch die Hefepilze ohne Endosporenbildung (Torulaformen, *Mykoderma*), die man zusammengekommen auch als Torulaformen bezeichnet; viele von ihnen vergären Maltose nicht, aber Dextrose und Invertzucker. Ein invertierendes Ferment enthalten gewisse Formen von *Torula*, anderen mangelt es (*Mykoderma cerevisiae*, *Sacchar. apiculatus*, *Torula*). Dagegen zerlegt *Monilia candida*, welche von einigen Autoren zu den Hefen gerechnet wird, Maltose, Dextrose und Saccharose und letztere direkt, ohne daß Invertin vorher eingewirkt hätte. Im allgemeinen ist ihre Wirkung geringer als jene der sporenbildenden Arten, die man auch „echte *Saccharomyces*“ nennt. Zu den Torulaformen gehören manche farbstoffbildende Hefen, z. B. die weit verbreitete Rosahefe.

Die wesentliche biologische Tätigkeit mancher Hefen ist die Alkoholgärung. Das Wesen der Alkoholgärung ist zuerst von Lavoisier genau erkannt worden, indem es ihm gelang, quantitativ den Zucker, den Alkohol und die Kohlensäure zu bestimmen. Vollkommen exakt haben aber erst Gay-Lussac, Thénard, Saussure die chemische Zusammensetzung der in Frage kommenden Substanzen durch Analyse festgestellt. Durch Dubrunfaut, Pasteur wurde der Modus der Zuckerspaltung eingehend studiert:

Bei der Alkoholgärung entstehen zuerst aus 100 Teilen Rohrzucker 105·26 Teile Invertzucker und diese liefern dann:

Alkohol . . . . .	51·11
CO <sub>2</sub> . . . . .	49·42
Bernsteinsäure . . . . .	0·67
Glycerin . . . . .	3·16
zum Hefewachstum wird verbraucht	1·00

Bei der Alkoholgärung wird eine recht erhebliche Menge von Wärme frei. Wärme kann wie bei der Vergärung des Rohrzuckers auch aus der Invertierung stammen. Nach meinen Untersuchungen ist die Inversionswärme des Rohrzuckers pro Molekül + 3·293 *kcal*. 1 Molekül Dextrose liefert bei der Alkoholgärung für

CO <sub>2</sub> als Gas: 24·01 <i>kcal</i> .
CO <sub>2</sub> flüssig: 34·65 „

Nach Béchamp und Duclaux soll auch immer etwas Essigsäure entstehen. Neben Äthylalkohol bildet sich noch das Fuselöl. Die Produkte stammen aus dem Zucker, nicht aus dem Protoplasma der Hefe. Die Gärung ist Leben ohne freien Sauerstoff. Die Sauer-

stoffentziehung ist aber nicht Ursache der Gärung, wie Pasteur meinte, denn auch bei Zutritt von Luft kann die Hefe noch Alkohol bilden; die Gärung beruht eben auf den besonderen Eigenschaften des Protoplasmas vieler Hefen, mancher Schimmelpilze und Bakterien, das Zuckermolekül in Kohlensäure und Alkohol zu zerfallen.

Durch starke Pressung der Hefe läßt sich ein Saft abscheiden, welcher ein Ferment (Zymase) enthält, welches, wie die Hefe selbst, den Zucker vergärt (Eduard Buchner).

Der Hefepreßsaft liefert aus Zucker, Kohlensäure, Alkohol, Glycerin; die Bernsteinsäure stammt nicht aus der Spaltung durch die Zymase.

Die verschiedenen Hefesorten liefern aus dem gleichen Material sehr verschiedene Mengen von Alkohol und Glycerin und vermögen z. B. Bierwürze in ganz verschiedenem Grade zu vergären, auf 36 oder bis 53% und mit einem Glyzeringehalt von 0.08 bis 0.15%. Die Gärung erfolgt nur, solange die Hefezellen mindestens 40% Wasser führen; in Zuckerlösungen über 35% sinkt durch Osmose das Wasser in der Hefezelle unter den bezeichneten Grenzwert. Die Hefe verzehrt von 9° bis nahezu 60° Sauerstoff, das Optimum liegt gegen 40°.

Gärt die Hefe nicht, so zersetzt sie ihre eigene Substanz unter Bildung von CO<sub>2</sub> und Alkohol und Ausscheidung von Tyrosin, Leuzin, Butalanin, Karnin, Sarkin, Xanthin. Die Zellen zerfallen.

Die Hefe baut mit Ammoniaksalzen synthetisch Eiweißstoffe auf; doch degeneriert die Hefe, wenn längere Zeit keine Peptone oder Eiweißstoffe geboten werden. Allantoin, Harnstoff, Guanin, Harnsäure sind gutes Nährmaterial; Kreatin, Kreatinin, Leuzin, Hydroxylamin, Asparagin, Koffein ungeeignetes Material. Unter den Kohlehydraten ist der Traubenzucker stets verwendbar; sie bildet aus ihm echte Zellulose und aus den Kohlehydraten Fett.

Nach den Angaben von Nägeli besteht die Hefe (untergärrige) in 100 Teilen Trockensubstanz aus: Zellulose, Pflanzenschleim, Zellmembran 37, Eiweißstoffe 47, Fett 5, Extraktivstoffen 4 und Asche 7 Teilen. Der Wassergehalt wird zu 40—80% angegeben; eine Rosahefe, in Reinkultur auf Kartoffeln wachsend, gab 24.1% Trockensubstanz, 71.9% Wasser und 6.3% Asche der Trockensubstanz. Die Asche besteht nach Mitscherlich in 100 Teilen aus:

	Phosphorsäure	Kali	Magnesia	Kalk
Oberhefe	53.9	39.8	6.0	1.0
Unterhefe	59.4	28.3	8.1	4.3

Man hat angenommen, daß bei der Bier- und Weinhefe die Alkoholgärung nur durch Zymase bedingt wäre und daß diese Gärung ein Schutzmittel gegenüber den Spaltpilzen sei, welche tatsächlich durch die Gärung zurückgedrängt werden (ökologische Theorie Wortmanns). Diese Anschauung hat nur zum Teil eine Berechtigung; nach meinen Untersuchungen vermag in der Tat präformierte Zymase in Hefe, wenn diese in Zuckerlösung gelangt, sofort die Gärung einzuleiten. Sodann beginnt aber die Alkoholgärung, welche auf die Lebensvorgänge der Hefezelle selbst zurückzuführen ist. Man kann bei der Hefe keine anderen energetischen Lebensvorgänge nachweisen als die Wärmebildung aus Zuckerzerlegung!

Der Kraftwechsel und Energieumsatz der lebenden Hefezelle steht den energetischen Verhältnissen der Spaltpilze (siehe unten) sehr nahe.

Bezüglich der Ernährung verhalten sie sich im allgemeinen ähnlich den Schimmelpilzen, nur ertragen sie nicht so große Konzentration des Nährbodens wie die letzteren, wenn auch ausnahmsweise Zucker bis zu 35% nicht schadet. Saure Reaktion ist nicht schädlich, doch kann dieselbe nicht so hochgradig genommen werden wie bei den Schimmelpilzen. Spuren freien Atzkalis sind außerordentlich schädlich. Die Hefesorten lassen sich besonders gut in Bierwürze kultivieren, aber auch auf festem Nährboden, z. B. in Bierwürzegeatine u. dgl. Selbst ein Druck von 300 bis 400 Atmosphären hemmt die Entwicklung nicht.

Manche Antiseptika, in großer Verdünnung angewendet, wirken als Reiz auf die Hefezellen, z. B. Kupfersulfat, Sublimat, Chinin, Brom. Giftige Wirkungen scheinen die Hefen im tierischen und menschlichen Organismus nur im beschränkten Maße zu entfalten. Störungen der Gesundheit beobachtet man bisweilen beim Genusse von Bieren, welche noch stark mit Hefe durchsetzt sind, aber es gibt auch Biersorten, welche nur in hefetrübem Zustand, ohne zu stören, genossen werden. Vermutlich wirken verschiedene Hefen auch in verschiedenem Grade gesundheitsstörend.

Fieber kann man mittels Hefe, die man nach vorherigem Waschen drei Tage sich selbst überlassen, durch intravenöse Injektion erzeugen (Roussy). Die Hauptgiftwirkung erzeugt die Hefe durch ihre Stoffwechselprodukte, die Alkohole, und namentlich durch die hochatomigen Alkohole (Fuselöl).

Für Versuchstiere pathogene Hefepilze hat man in den letzten Jahren mehrfach nachgewiesen.

Man hat auch bei Karzinomen und Sarkomen bei Menschen Organismen beobachtet, welche man für Hefepilze hält und welche diese Wucherungen erzeugen sollen. Diese Hefepilze waren auch kultivierbar, für Tiere pathogen und führten bei der Injektion entweder zu Allgemeinerkrankung oder zu lokalisierter Tumorbildung. Zu einem definitiven Abschlusse ist die Frage noch nicht gelangt.

Literatur: Jörgensen, Die Mikroorganismen der Gärungsindustrie, II. Aufl. — E. Kayser, Die Hefe, 1898. — P. Lindner, Mikroskopische Betriebskontrolle in den Gärgewerben, 1898.

## Sechstes Kapitel.

### Schizomyketen (Spaltpilze).

#### Morphologie.

Die Erkenntnis der Spaltpilze als besonderer Lebewesen hing, was die Methodik der Forschungsweise anlangt, eng mit dem Studium über die Urzeugung zusammen. Der Anerkennung der Lehre von der parasitären Krankheitserregung stand die Annahme der Urzeugung lange Zeit im höchsten Grade hindernd im Wege. Die Anhänger der letzteren behaupteten, es könnten aus einem eiweißartigen Substrat unter geeigneten Verhältnissen lebende Wesen entstehen. Wenn daher kleinste Lebewesen in kranken Organen sich fanden, so hätten dieselben nach der

genannten Hypothese dort selbst entstanden sein können; die Unmöglichkeit der Urzeugung war also erst experimentell darzulegen, ehe Lebewesen als von der Außenwelt stammende Krankheitsursachen anzusehen waren und ehe man die Rolle der Kontagiosität bei Erkrankungen und die Verbreitung derartiger Organismen außerhalb des Körpers erforschen konnte.

In früheren Zeiten war man von der Möglichkeit, daß sich aus Schmutz und Schlamm Tiere entwickelten, allgemein überzeugt. Frösche, Aale sollten aus derartigem Material entstehen. Die Maden des Fleisches ließ man durch Urzeugung sich bilden. v. Helmont beschreibt alles Ernstes ein Mittel, um Mäuse künstlich zu erzeugen. Redi erkannte zuerst, daß aus dem Fleische die Maden nur entstehen, wenn vorher Fliegen ihre Eier darauf abgelegt haben. Für die Urzeugung trat 1745 Needham auf; er sah in verschlossenen, vorher erhitzten Gefäßen Lebendes sich bilden; die Lebewesen waren klein und man bedurfte des Mikroskops zu ihrem Nachweise. Abbé Spallanzani wendete sich 1765 gegen die Anschauung von Needham. Er schloß seine (Nährflüssigkeiten-) Aufgüsse in Glasgefäße und erhitzte  $\frac{3}{4}$  Stunden, um alle etwa vorher vorhandenen Keime zu töten und schmolz die Gefäße zu. Solche Kolben blieben dauernd ohne Lebewesen. Spallanzani erfand dadurch die Konservierungsmethoden und wendete sie zuerst für die Erbsen an. Späterhin hat dann Appert dies Verfahren benützt, um Konserven für häusliche Zwecke herzustellen. Gegen Spallanzanis Versuche wendete man ein, es werde durch das Kochen die Luft in den Kolben verändert, und Gay-Lussac konnte zeigen, daß in der Tat, wenn man Rindfleisch, Hammelfleisch, Fische, Champignons nach Spallanzanis Weise koche, die Luft den Sauerstoff verliert. Man nahm an, daß bei Spallanzanis Versuchen die Urzeugung nicht zu stande gekommen sei, weil die Organismen eben keinen Sauerstoff zur Atmung hätten finden können. Diesen Einwand hat 1837 Schwann experimentell widerlegt, indem er in mit Nährflüssigkeit gefüllte Kolben, die vorher längere Zeit erhitzt waren, vorher stark erhitzte Luft treten ließ, ohne daß trotz Sauerstoffgegenwart Fäulnis auftrat.

Schröder und Dusch haben 1854 bezw. 1859 zuerst Gefäße mit Watteverschluß angewendet, da man entdeckt hatte, daß Baumwolle auch die feinsten Stäubchen zurückzuhalten in der Lage sei. Nicht in allen Fällen war es ihnen aber geglückt, dauernd die Fäulnis, also die Entwicklung von Organismen zu verhindern. Die Lehre der Urzeugung war zwar immer mehr erschüttert worden, zu definitiver Beseitigung der Hypothese haben erst Pasteurs Versuche beigetragen.

Er zeigte, wie man durch richtige Anstellung der Experimente jede Entwicklung von Organismen völlig ausschließen könne; es müssen eben alle Gegenstände, welche man verwendet, ausreichend erhitzt werden, um alle lebenden Keime, die vorher den Flüssigkeiten, den Glasgegenständen, dem Quecksilber u. s. w. anhaften, abzutöten. Tritt Luft unverändert zu solchen (sterilen) Lösungen, so bringt sie ausreichend Keime mit sich, um eine Infektion der Flüssigkeiten herbeizuführen. An Stelle des Fleischwassers und pflanzlicher Dekokte wurden von Pasteur auch künstliche Nährflüssigkeiten aus Zucker, eiweißartigen Stoffen, Salzen bestehend verwendet. Es sind von ihm verschiedene Mikroorganismen der Luft beschrieben worden.

Die Hypothese der Urzeugung war damit definitiv beseitigt und man hatte die Methode der Herstellung keimfreier Flüssigkeiten kennen gelernt. Wo wir Mikroorganismen finden, müssen sie also aus ihresgleichen hervorgegangen sein.

Indes hatte auch die zielbewußte mikroskopische Forschung viele Fälle gefunden, in welchen Mikroorganismen die Begleiter und die Ursache von Krankheitsvorkommnissen waren; so entdeckte schon 1835 Bassi bei einer Seidenraupenerkrankung, der Muskardine, einen Pilz als Krankheitsursache. Tulaine, de Bary, Kühn fanden bei gewissen Getreide- und Kartoffelkrankheiten Parasiten und beschrieben deren Entwicklungsgang, 1855 sah Pollender zuerst die Milzbrandbazillen und 1863 wurden sie näher durch Davaine bekannt.

Die parasitäre Krankheitsforschung geriet aber sehr in Mißkredit, als Hallier u. a. durch wenig zuverlässige Züchtigungsmethoden bei allen möglichen Krankheiten die spezifischen Krankheitserreger gefunden haben wollten. Es fehlte an zureichenden Methoden zur Trennung und Isolierung der vielfach vorliegenden Bakteriengemische.

Die mikroskopische Forschung bereicherte indes die Erfahrungen über das Vorkommen von niederen Organismen bei Krankheiten immer mehr. Rindfleisch, Waldeyer, Recklinghausen haben 1866 bis 1870 für die Wundinfektionskrankheiten und pyämischen Prozesse die Anwesenheit kleinster Lebewesen in den Geweben dargetan. Für Erysipel, Phlegmone und Diphtherie, Puerperalfieber haben Hüter, Orth, Örtel positive Befunde betreffs des Vorkommens von niederen Pilzen mitgeteilt, und auch durch Impfversuche konnte mehrfach die Übertragbarkeit von Krankheiten dargetan werden. Die praktischen Erfolge Listers zeigten, welche hohe Bedeutung die neue Lehre für die Medizin gewinnen werde.

Inwieweit es möglich sein werde, die Krankheitserreger getrennt von dem menschlichen Körper zu studieren oder sie in der Außenwelt weiter zu verfolgen und den Infektionsmodus festzustellen, war indes noch recht zweifelhaft. Die Methoden der Trennung der Bakterien waren noch unvollkommen, und namentlich stand dem weiteren Studium die Lehre Nagelis, welcher bei den in Frage kommenden Organismen, den Spaltpilzen das Bestehen distinkter Spezies leugnete, entgegen. Eine wesentlich andere Auffassung vertrat Kohn, der auch für diese kleinsten Lebewesen das Bestehen differenter Arten annahm.

Wesentlich gefördert wurde die Untersuchung der Spaltpilze durch R. Koch, welcher einfache und sichere Methoden zur Trennung und Isolierung der Bakterien angab und durch die Einführung fester und durchsichtiger Bakteriennährboden eine Fülle neuer Eigenschaften der Bakterien kennen lehrte und bei einer Reihe von Infektionskrankheiten die Krankheitserreger selbst züchtete. Besonders bedeutungsvoll waren seine Untersuchungen über die Wundinfektionskrankheiten, die Cholera, die Tuberkulose und Milzbrand. Höchst bedeutsam waren auch Pasteurs spätere Arbeiten, welche eine Reihe von Infektionserregern bei Tieren näher kennen lehrten. An diese Forschungen schlossen sich die erste Auffindung weiterer pathogener Spaltpilze durch die Schüler Pasteurs, Kochs und andere Forscher.

Die Spaltpilze sind in der Natur auf das weiteste verbreitet; jede Bodenprobe, jeder Tropfen Wasser, jede Luft pflegt dieselben in

größerer oder geringerer Menge zu enthalten. Ihr wahres Element sind Boden wie Wasser, weil sie hier allein neben Wärme und Feuchtigkeit ihre Nahrung finden; in der Luft trifft man auf Spaltpilze nur, insofern sie an Staubpartikelchen haften, daher in der über dem Meere lagernden Luft weniger als auf dem Lande und in der Nähe des Bodens mehr wie in bedeutender Höhe, in bewohnten Räumen mehr als in guter Luft im Freien.

Bei ihrer Ubiquität ist es selbstverständlich, daß auch der Mensch tagtäglich mit Spaltpilzen in Berührung tritt. Jeder Atemzug befördert sie mit den Staubpartikelchen nach den Lungenwegen, die Speisen sind von ihnen durchsetzt, das Wasser und die Getränke enthalten sie, die Haut bedeckt sich mit Staub und anderen keimführenden Materien. Jedenfalls treten mit diesen Bakterienmassen die verschiedenartigsten Spezies zeitweise in Berührung mit dem Körper; aber trotzdem kehren nur bestimmte Spezies als regelmäßige Bewohner des Menschen wieder. Der Zahnschleim des Mundes zeigt fast eine konstante Flora von Mikrokokken, Leptothrixfäden, Spirochäten, Kommabazillen; in den Zähnen ägyptischer Mumien hat man die gleichen Organismen aufgefunden, die auch heutzutage an der Zerstörung der Zähne sich beteiligen.

Wir begegnen den Spaltpilzen durch den ganzen Darmkanal des Menschen, wo sie in die Zersetzungen eingreifen. Die Produkte ihrer Arbeit durchsetzen unseren Körper und werden mit dem Harne ausgeschieden. Auch im Darmkanal pflegen sie sich so regelmäßig einzustellen, daß manche geradezu symbiotisch mit uns verbunden scheinen.

Leider sind die Spaltpilze vielfach auch unsere Feinde; die Krankheitserreger des Milzbrandes, des Rotzes, des Tetanus, vieler Wundkrankheiten, der Pneumonie, der Tuberkulose, Lepra, Pest, Ruhr, Diphtherie, Cholera, des Abdominaltyphus, der Gonorrhöe sind Spaltpilze und für manche andere Krankheiten bestehen Wahrscheinlichkeitsgründe, daß auch bei ihnen Spaltpilze als spezifische Ursache gegeben seien.

Die morphologischen Verhältnisse der Spaltpilze bieten nur wenige Unterscheidungsmerkmale (Fig. 288). Die Spaltpilze sind einzellige Wesen. Sie treten in der Wuchsform von Kügelchen auf, die bei einiger Größe als große Kugelformen (Fig. 288  $A_1$ ), wenn sie klein sind, als kleine Kugelformen bezeichnet werden. Manchmal sind zwei, manchmal mehr, bisweilen sehr viele aneinandergereiht — als Doppelkugeln (Fig. 288  $A_2$ ), Kugelreihe (Fig. 288  $A_3$ ), oder sie liegen in traubenartiger Anordnung gehäuft — Traubenform (Fig. 288  $A_6$ ). Die Vereinigung zu vieren nennt man Tetradenform (4), durch Vereinigung von acht durch deutliche Binde substanz oder Hüllen getrennten Kugelformen entsteht die Warenballenform (5).

Eine zweite Wuchsform der Spaltpilze sind die Stäbchen (Fig. 289  $B_{1-2}$ ), Kurzstäbchen und Langstäbchen. Durch aneinander haftende Zellen (Fig. 289  $B_3$ ) bilden sich hyphenartige Fäden (sogenannte Scheinfäden, Fig. 289  $B_4$ ), auch Leptothrix genannt; Dichotomverzweigungen wie bei Hyphen der Schimmelpilze kommen höchst selten vor. Manchmal sind die Stäbchen gekrümmt (meist wohl dann unter gleichzeitiger Torsion um die Längsachse), man unterscheidet sie als Halbschraube (Fig. 290  $C_1$ ). Mehrere solcher nehmen S-Formen

an (Kurzschraube), dann korkzieherartige Formen (Langschraube), oft sehr langgedehnt (Fig. 290 C<sub>3</sub>), bisweilen zu haargeflechtähnlicher Vereinigung verschlungen (Spirulinen).

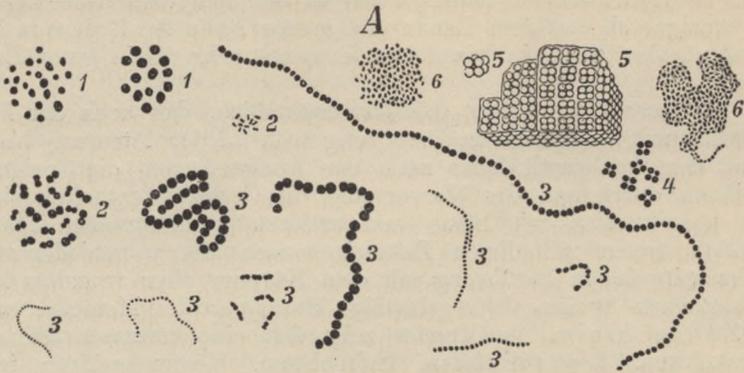


Fig. 288 A.

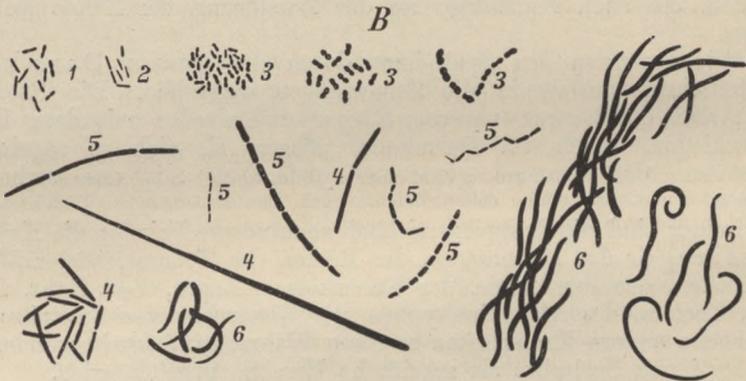


Fig. 289 B.

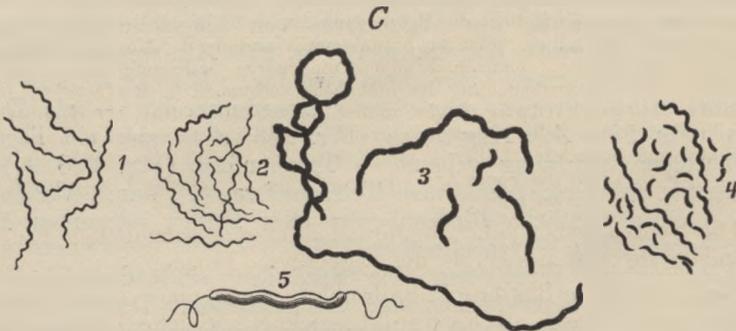


Fig. 290 C.

Von mancher Seite wird noch eine besondere Gruppe, die der pleomorphen Spaltpilze unterschieden (Zopff), von anderen werden sie als höhere Spaltalgen bezeichnet. Dazu werden Cladothrix, Beggiatoa, Crenothrix, Leptothrix, von einigen auch Aktinomyces gerechnet. Erstere zeigt Zweigbildungen, Beggiatoa lagert Schwefel-

körnchen ein, *Crenothrix* entnimmt aus eisenhaltigen Wassern Eisenoxyd und lagert es ab. Der Pleomorphismus ist darin zu suchen, daß sie unter gewissen Umständen Kugel-, Stäbchen-, Faden- und Schraubenform annehmen. Das Bestehen eines solchen Pleomorphismus wird mehrfach bezweifelt.

Die Zellhaut der Spaltpilze hat unter Umständen die Fähigkeit, stark aufzuquellen, und bildet eine „Zoogloä“; diese ist bei einiger Konzentration klebend. Sie erinnert an die bei Algen beobachteten Gallertkapseln.

Bei den Spaltpilzen findet man eine wahre Eigenbewegung; von der Molekularbewegung sehen wir dabei ab. Die Bewegungsorgane heißen Geißeln, sie können entweder als eine endständige oder als endständige Geißelbüschel oder rings um den ganzen Körper angeordnet sein. Kurz vor der Teilung von Zellen mit Geißel zeigt auch der zweite Pol die Geißelbildung. Zeitweise kann die Fähigkeit zur Bildung von Geißeln ganz verloren gehen (Fig. 290 C<sub>5</sub>). Die Spaltpilze sind schwerer wie Wasser. Bei Bakterien, welche in Reinkultur geprüft wurden, fand sich das spezifische Gewicht zwischen 1·065—1·038, jenes des Wassers = 1·0 gesetzt (Rubner).

Degenerationserscheinungen begegnet man häufig; die Zellen werden dabei bisweilen blasig aufgetrieben oder zerfallen in Kügelchen.

Neben der vegetativen Fortpflanzungsart durch Spaltung vermehren sich die Spaltpilze durch Sporenbildung, und zwar durch arthrogene oder durch endogene Sporenbildung.

Die erstere hat offenbar eine ziemlich untergeordnete Bedeutung; sie tritt bei Kugelformen auf. Unter der großen Zahl einer z. B. im Absterben begriffenen Kultur von Kokken wird man stets einige Zellen finden, welche den schädigenden Einflüssen ganz widerstehen und zum Ausgangspunkt einer neuen Generation werden, somit als Sporen fungieren. Man nennt sie in wenig zutreffender Weise Arthrosporen. Bei anderen Organismen, z. B. Stäbchen, sollen kleine Kügelchen am Ende derselben als solche Arthrosporen fungieren. Hier ist die Bezeichnungweise richtiger angewandt. Es ist aber die Frage der Bedeutung derartiger sporenähnlicher Elemente noch sehr ungeklärt.

Prägnanter verläuft die endogene Sporenbildung. Im Innern einer Mutterzelle sieht man an einer Stelle die Zellsubstanz heller werden und schließlich geht ein mehr oder minder großer Teil der letzteren in einen runden oder elliptischen, stark lichtbrechenden Körper — die Spore — über. Eine Mutterzelle scheint im allgemeinen nur je eine Spore zu bilden; doch werden einige Ausnahmefälle mit zwei und drei Sporen in einer Mutterzelle angegeben. Manchmal liegt die Spore ganz innerhalb in der Mitte der Mutterzelle (z. B. beim Milzbrandbazillus), oder sie braucht die Wandung der Mutterzelle stark nach außen (Klostridiumformen); manchmal liegen die Sporen endständig teils ohne (z. B. Heubazillus), teils mit Ausbauchung des Stäbchens verbunden (z. B. Tetanus). Die Ursachen der Sporenbildung liegen in der Zellsubstanz selbst; bei *Bacillus amylobacter* bilden die einen Zellen Sporen, während gleichzeitig die anderen durch Teilung sich mehren, und in anderen Fällen kommen durchaus nicht alle Zellen zur Sporenbildung. Späterhin tritt die Spore aus und kann unter geeigneten Verhältnissen wieder zum Bazillus u. dgl. auswachsen.

Die Sporen haben eine Membran. Äußeren schädlichen Eingriffen widerstehen sie weit besser als die vegetativen Formen.

Bei manchen Bakterien beobachtet man eine stark verdickte Membran, welche man als Kapsel bezeichnet. Solche Kapseln werden meist nur im Tierkörper oder doch nur auf bestimmten Nährböden gebildet. Wird die Kapsel gallertig und verkleben die einzelnen Individuen hiedurch, so spricht man von Zoogloä.

Bringt man Bakterien in konzentrierte Salzlösungen, so entstehen durch Wasserentziehung — Plasmolyse genannt — Ablösungen des

Protoplasmas von der Zellwand und Anhäufung zu hellen Stellen im Inneren des Bakterienleibes; daneben bilden sich Lücken.

Die nähere Struktur der Spaltpilze ist durch Zacharias und Bütschli bekannt geworden; bei manchen Bakterien läßt sich deutlich eine Rindenschicht von einem Zentralkörper unterscheiden. Die Rindenschicht oder Hülle ist farblos, zeigt weitmaschige Netzzeichnung und besteht vermutlich aus einer Plasmamodifikation, jedenfalls nicht aus Zellulose. Die Rindenschicht geht unmittelbar in die Geißel, mit welcher manche Bakterien ausgestattet sind, über. Der Zentralkörper zeigt wabige Struktur, bisweilen in mehrfacher Lage. Die Trennung in Rindenschicht ist bei den kleineren Bakterien und Vibrionenarten nicht mehr deutlich nachweisbar, weil die Rindenschicht, welche dem Plasma anderer höher organisierter Zellen entspricht, mehr und mehr zurücktritt und sich schließlich auf eine feine Hülle um den Zentralkörper reduziert. Letzterer scheint sonach ganz aus Kernmasse zu bestehen, so daß dann die kleinsten Spaltpilzformen hauptsächlich aus Kernmasse sich aufbauen müßten, gerade so, wie die Spermatozoen, welche nur einen äußerst schwachen Plasmaüberzug des Kernes aufweisen. Eine andere wahrscheinlichere Auffassung vertritt neuerdings Artur Mayer, welcher bei einer Bakterienart den Kern als verhältnismäßig kleines Körperchen nachgewiesen hat. Die Bakterien zeigen bei ihrer Teilung keine Karyokinese, doch wird dieselbe auch bei anderen Organismen vermißt.

Als Inhalt des Bakterienleibes hat man bei *Bacillus amylobacter* in einem gewissen Stadium Stärke gefunden; Schwefelkristalle tragen namentlich die Beggiatoen als hellglänzende Körperchen eingelagert. Fast überall trifft man auf kleine Körnchen von roter Farbe, deren Natur noch unbekannt ist.

Farbstoffe sind bei den Spaltpilzen weit verbreitet. Gewisse Bakterien führen roten Farbstoff (Bakteriopurpurin); der Zentralkörper scheint von demselben nicht gleichmäßig gefärbt, sondern man trifft den Farbstoff unter der Rindenschicht und netzartig verbreitet. Das Chlorophyll gehört im allgemeinen nicht zu den Spaltpilzfarbstoffen; doch hat bei einigen Arten van Tieghem Chlorophyll nachgewiesen.

Die Farbstoffbildung der Bakterien ist dadurch eine verschiedene, daß die einen Bakterien den Farbstoff in der Zelle festhalten, wie eben beschrieben wurde, andere scheiden ihn aus (chromophore und chromopare Bakterien). Die Art der Farbe ist bei den einzelnen Spezies sehr verschieden, es gibt rote, gelbe, grüne, blaue, violette Farbstoffe; zum Teil zeigen dieselben auch deutliche Fluoreszenz. Durch Bakterien entsteht die rote Farbe mancher stärkehaltender Substanzen, Milch und Käse können durch Bakterien rot gefärbt sein. Gelbe Farbstoffe liefern einige Milchbakterien, blaue Farbstoffe kommen auf Milch und Käse vor, die Indigogärung ist auch der Mitwirkung eines Pilzes zu verdanken.

Man hatte früher gemeint, es wäre bei den Spaltpilzen unmöglich, distinkte Spezies zu unterscheiden, ja es wäre solche Scheidung überhaupt unnötig, da die einzelnen Spaltpilze je nach den Ernährungsbedingungen beliebig sich in andere Formen umzuwandeln vermöchten.

Diese Negation jedweder Spezies ist nicht berechtigt gewesen; aber ebenso hat sich die von Cohn und seinen Schülern aufgestellte und

jahrelang heftig verfochtene Anschauung, daß die Eigenschaften einer Spaltpilzspezies unwandelbar seien, als richtig erwiesen. Es lassen sich bei den Spaltpilzen so gut wie bei den höheren Pflanzen die Arten trennen. Freilich muß man zu ihrer Unterscheidung außer den morphologischen Untersuchungen namentlich noch die sogenannten Kulturmerkmale, chemische Untersuchungen und das Tierexperiment heranziehen.

Die Trennung einzelner Spezies wird allerdings mit unserer wachsenden Kenntnis der Bakterien und der Vielheit dieser Spezies mit jedem Jahre schwieriger, allein auch die Hilfsmittel zur Unterscheidung werden immer zahlreicher.

Man darf sich also, wenn man von Eigenschaften der Spezies spricht, nicht vorstellen, daß alle Merkmale absolut unveränderlich seien. Nicht nur zeigen sowohl die morphologischen wie die biologischen Charaktere (siehe später) eine große Breite der Schwankung, sondern es können manche zur Arterkennung wichtige Merkmale zeitweise völlig verloren gehen. Von besonderer Bedeutung ist der Verlust der „pathogenen“ Eigenschaften.

Variabel kann somit die Größe der einzelnen Individuen, die Krümmung bei den Vibrionen, die Steilheit der Schraubengänge bei den Spirillen, die Form der Stäbchen, die Aneinanderreihung zu Ketten bei den Kokken, zu Fäden bei den Stäbchenbakterien sein. Auch Beweglichkeit, Gärwirkung, Farbstoffbildung, Virulenz sind bei derselben Spezies unter bestimmten äußeren Bedingungen schwankend. Verlorene gegangene Eigenschaften können unter geeigneten Umständen wieder gewonnen werden.

Literatur: Nishimura T., Untersuchung über die chemische Zusammensetzung eines Wasserbazillus. Arch. d. Hyg. Bd. 18. 93. 318. — Nishimura T., Über den Zellulosegehalt tuberkulöser Organe. Arch. für Hyg. Bd. 21. 94. 52. — Cramer E., Die Zusammensetzung der Bakterien in ihrer Abhängigkeit von dem Nährmaterial *ibid.* — Duclaux, Traité de Mikrobiologie, 1898—1901. — Kolle und Wassermann, Handbuch der pathogenen Mikroorganismen, 1903. — Nicolle, Elements de mikrobiologie générale; Grundzüge der allgemeinen Mikrobiologie 1901. — Delbrück und Schrohe, Hefe, Gärung und Faulnis, 1904.

### Mikroskopische Beobachtung.

Zur Beobachtung der Spaltpilze wie auch der niederen Organismen, der tierischen Mikroparasiten, der Schimmelpilze, Hefen, Myketozoen bedarf man eines ausreichend adjustierten Mikroskops. Nur mit Hilfe der guten Instrumente der Neuzeit ist es möglich geworden, unsere Kenntnisse in so hohem Maße zu erweitern, wie dies geschehen ist.

Mittels des Mikroskops werden entweder die lebenden Organismen betrachtet oder nach geeigneter Vorbehandlung die durch Farbstoffe leichter erkennbar gemachten getöteten Organismen. Die wesentlichsten dabei in Frage kommenden Gesichtspunkte sind im folgenden zusammengestellt:

Ein geeignetes Mikroskop muß eine bedeutende Vergrößerung haben und scharfe Bilder liefern; es muß in erster Linie frei sein von chromatischer und sphärischer Aberration, d. h. eine große definierende Kraft besitzen. Man versteht unter letzterer das Vermögen eines Mikroskops, Formen und Umrisse eines Körpers scharf wiederzugeben.

Ein Mikroskop soll weiters ein hohes Penetrationsvermögen aufweisen, d. h. die Fähigkeit besitzen, feine Schichtungen, Streifungen, Strukturverhältnisse wahrnehmen zu lassen. Auf das „Penetrationsvermögen“ ist man zuerst durch Herschel bei den Erfahrungen mit Fernröhren aufmerksam geworden. Die penetrierende Kraft ist bei diesen von der Größe der Öffnung abhängig; man stelle sich die Beziehung zwischen Penetrationsvermögen und Öffnungswinkel ähnlich vor, wie die Zunahme und Abnahme der Sehschärfe mit Änderung der Pupillenweite. Tiere mit weiter Pupille vermögen auch bei schwacher Beleuchtung noch Gegenstände wahrzunehmen, ein. In-

strument mit weiter Öffnung hat ein großes Penetrationsvermögen, es vermag lichtarme Objekte, wie Nebelmassen, kleine Gestirne u. s. w. zur Wahrnehmung zu bringen.

Auch bei den Mikroskopen sieht man mit der Zunahme des Öffnungswinkels das Penetrationsvermögen zunehmen; es hängt dies aber von anderen Momenten ab als bei den Fernröhren. In der penetrierenden Kraft des Mikroskops spielt dieser Punkt der Lichtvermehrung, da man ja die Lichtmenge durch den Spiegel u. s. w. nahezu beliebig groß machen kann, keine Rolle. Der Zusammenhang ist folgender: Die feinen Struktur-bilder entstehen im allgemeinen dadurch, daß die Strahlen, welche ein Objekt durchsetzen, eine verschiedenartige Ablenkung erfahren und zum Teil bereits in der oberen Fokalebene des Objektivs zur Interferenz kommen. Ist der Öffnungswinkel zu klein, um das ganze Interferenzbild auf die Linse gelangen zu lassen, so verschwindet die deutliche Struktur und das Penetrationsvermögen ist verloren. Es ist begreiflich, daß nur bei guten Linsen das Interferenzbild mit den übrigen Strahlen sich in einer Ebene vereinigt; eine gute definierende Kraft wird auch nach dieser Richtung hin Vorteile bieten.

Die mikroskopische Beobachtung leidet häufig darunter, daß die Lichtstrahlen, aus dem Deckglase austretend, die Luft durchsetzen müssen und dabei eine Brechung und Reflexion an der vorderen Linsenfläche erleiden, wodurch die Bilder sehr lichtarm werden. Je stärker die Linse, desto schiefer der Anfall der Strahlen und desto größer der Verlust. Der Fehler des Mikroskops läßt sich beseitigen, wenn man an Stelle der Luft einen anderen Körper bringt, der im optischen Sinne dem Glase sich nähert, d. h. einen ähnlichen Brechungskoeffizienten besitzt.

Dieser Gedanke wurde zuerst von Amici in dem Wasserimmersionssystem zur Anwendung gebracht und dieses von Stephenson durch Einführung der homogenen Ölimmersion verbessert. Folgendes sind die Brechungsindices einiger Substanzen: Wasser 1.336, Cedernöl 1.510, Kanadabalsam 1.534, Glas 1.500, Crownglas 1.530, Flintglas 1.63—2.03.

Bringt man ein Tröpfchen Zedernöl zwischen Deckglas und Objektiv, so kann man Linsen anwenden, welche einen äußerst geringen Abstand vom Deckglase haben; die Immersion erhöht zu gleicher Zeit das Penetrationsvermögen. Letzteres entspricht dem Produkte aus dem Sinus des halben Öffnungswinkels in den Brechungsindex der Immersionssubstanz.

Die Güte eines Bildes ist im wesentlichen von dem Objektiv abhängig; das Okular vergrößert allerdings das Bild des Objektivs, aber auch dessen Fehler.

Zur Beobachtung der feinsten Strukturverhältnisse hat im allgemeinen also eine homogene Immersion Anwendung zu finden; die Lichtmenge wird durch eine Blende reguliert.

In sehr vielen Fällen, namentlich bei Untersuchung der Spaltpilze, verzichtet man darauf, die feinsten Details derselben zu erkennen; man färbt die Pilze möglichst stark und sucht sie dadurch recht kenntlich zu machen. Häufig stört bei Beobachtung der Organe u. s. w. deren Struktur, welche die Bakterien verdeckt. Man kann unschwer das Strukturbild, soweit es von ungefärbten Teilen verschiedener Brechbarkeit herrührt, vernichten, wenn man auf das Objekt Strahlen fallen läßt, welche möglichst senkrecht zur lotrechten Achse des Instruments geneigt sind. Es ist nach dem, was wir oben über das Penetrationsvermögen sagten, klar, daß unter solchen Bedingungen ein Bild der feinen Details nicht entstehen kann, und nur die gefärbten Objekte sind in aller Schärfe sichtbar.

Hiezu dient ein über dem Spiegel befindliches Linsensystem, der Abbésche Kondensor; der letztere findet ohne Blende Anwendung, er sendet möglichst konvergente Strahlen in das zu beobachtende Objekt.

Die Beobachtung des Strukturbildes und des Farbenbildes sind also wesentlich verschiedene Aufgaben; jede dieser Methoden findet zu geeigneten Zwecken ihre Anwendung.

Das Strukturbild wird beobachtet bei ungefärbten Präparaten, behufs Studiums der Beweglichkeit der Bakterien und ihrer Wachstumseigentümlichkeiten. Die Bewegungen sind von der Temperatur abhängig, weshalb häufig die Anwendung eines Wärmetisches notwendig wird. Meist bringt man zur Beobachtung eine kleine Spur Flüssigkeit auf ein Deckglas und dasselbe auf die Höhlung eines ausgeschliffenen Objektträgers. Das Deckglas wird dann gegen Verdunstung durch Ankleben mit Wachs, Vaseline u. dgl. geschützt (Beobachtungen im hängenden Tropfen).

Am häufigsten aber werden Spaltpilze gefärbt zur Anschauung gebracht. Man verwendet die basischen Anilinfarben Gentionviolett, Methylviolett, Fuchsin, Methylenblau, Bismarckbraun; es färben sich Bakterien und Zellkerne, nicht die

anderen Bestandteile der Gewebe. Die sauren Anilinfarben Eosin, Säurefuchsin, Safranin, ferner die Pflanzenfarbstoffe: Hämatoxylin, Karmin färben nur Kerne.

Die Anilinfarbstoffe werden in gesättigter alkoholischer Lösung aufbewahrt; daraus bereitet man sich dann die anderen anzuwendenden Konzentrationen, z. B. die verdünnte alkoholische Lösung durch Einträufeln der alkoholischen Lösung in Wasser, bis dieses in etwa 1 cm dicker Schichte undurchsichtig zu werden beginnt, oder man wendet sie in Anilinwasser gelöst an. Anilinöl wird mit Wasser ordentlich geschüttelt, absetzt gelassen und durch ein befeuchtetes Filter klar filtriert. Man träufelt den alkoholischen Farbstoff ein, bis ein irisierendes Häutchen sich bildet.

Gut verwendbar ist häufig die starke alkalische Methylenblaulösung (Löffler), welche aus 30 cm<sup>3</sup> alkoholischer Lösung von Methylenblau, und 100 cm<sup>3</sup> Kalilauge (0.01%) besteht. Im allgemeinen ist es besser, in dünnen Farbstofflösungen längere Zeit als in konzentrierten nur kurz zu färben.

Die Anilinfarbstofffärbungen sind so intensiv, daß sie geradezu alles Detail der Spaltpilze — von den endogenen Sporen abgesehen — gleichmäßig verdecken; zum Studium der Struktur eignen sie sich nicht.

Die Färbung trifft übrigens häufig nicht allein die Bakterien und Zellkerne, sondern auch noch andere anwesende Partikelchen; dadurch werden die Bakterien verdeckt, daher muß man Mittel anwenden, um aus Teilen, welche man ungefärbt haben will, den Farbstoff wieder auszuschleiden. Hierzu dienen Säuren.

Essigsäure (20 cm<sup>3</sup> Wasser, 3 Tropfen Essigsäure) zieht den Farbstoff aus dem Plasma der Zellen, Bakterien und Keime bleiben gefärbt; auch saurer Alkohol (100 cm<sup>3</sup>, 90%iger Alkohol, mit 200 cm<sup>3</sup> Wasser und 20 Tropfen konzentrierter Salzsäure) wirkt ebenso.

Wichtig ist die Gramsche Methode; die Präparate werden in Anilinwasser-Gentianaviolett stark gefärbt, dann in Jodkalium gelegt (1 Jod : 2 Jodkalium : 300 Wasser). Wird mit Alkohol ausgewaschen, so hinterbleiben nur die Bakterien blaugefärbt. Leider ist die Methode nicht auf alle Spaltpilze anwendbar. Nicht anwendbar ist sie z. B. für Typhusbazillen, Kommabazillen, malignes Odem, Hühnercholera, Rotzbazillen. Wenn man nach Gram gefärbt hat, kann man nochmals eine Kernfarbe anwenden und neben den Bakterien auch die Kerne scharf sichtbar machen.

Die endogenen Sporen der Spaltpilze färben sich nicht, wenn ein Präparat nur in üblicher Weise mit Anilinfarbstoff versehen wird, eine Sporenfärbung zu erhalten, färbt man das Präparat eine Stunde in der Wärme mit Anilinwasserfuchsin, wäscht es mit saurem Alkohol aus und färbt mit verdünnter alkoholischer Methylenblaulösung nach. Der Bazillenleib ist dann blau, die Sporen rot.

Am einfachsten ist die Spaltpilzbeobachtung, wenn man sie in Deckglaspräparaten vornehmen kann. Die zu untersuchende Flüssigkeit verteilt man auf absolut reinem Deckglase in dünner Schicht und läßt sie lufttrocken werden. Dann erhitzt man die lufttrockene Masse durch mehrmaliges Durchziehen durch die Flamme; dabei verkleben die Objekte fest mit dem Deckglase. Dann bringt man einen Tropfen Farbstoff auf das Deckglas und wartet nun einige Zeit zu. Endlich wird mit bakterienfreiem Wasser der überschüssige Farbstoff abgewaschen, indem man den Strahl der Spritzflasche auf das Deckglas, aber nicht direkt auf die farbstoffhaltige Stelle richtet, sodann das Präparat auf der Rückseite getrocknet, auf den reinen Objektträger gebracht und mikroskopisch untersucht (Koch).

Schnitte färbt man fünf Minuten in alkoholischer Farbstofflösung, dann wäscht man in essigsäurem Wasser (s. o.), entwässert in Alkohol, hellt in Zedernöl auf. Ein anderes Verfahren besteht darin, die Schnitte eine halbe Stunde in verdünntes Gentianaviolett zu legen, dann zwei bis drei Minuten in Gramsche Lösung. Nach dem Auswaschen mit Alkohol wird mit Pikrokarmine nachgefärbt.

Geißeln lassen sich nach einem von Löffler angegebenen Verfahren vorzüglich zur Anschauung bringen. Auf reinen Deckgläsern wird die Bakterienmasse sorgfältig getrocknet und fixiert. Sodann wird die Beize und der Farbstoff aufgegeben. Zu 10 cm<sup>3</sup> einer 20% Tanninlösung werden 5 cm<sup>3</sup> kalt gesättigtes Ferrosulfat und 1 cm<sup>3</sup> wässriger oder alkoholischer Fuchsin, Methylviolett oder Wollschwarz gegeben. Sodann wird erwärmt, mit Wasser abgespült, lufttrocken gemacht und mit warmem Anilinwasserfuchsin gefärbt.

## Kultur der Bakterien.

Die Kultur der Bakterien muß davon ausgehen, daß alle anzuwendenden Gegenstände, Gefäße, Nährlösungen, Instrumente von Anfang an keimfrei sind und daß die zu untersuchenden Bakterien während

der Dauer des Wachstums und der Beobachtung vor jedweder Infektion durch fremde Mikroben geschützt sind.

Die Apparate und Utensilien müssen zunächst keimfrei gemacht, d. h. sterilisiert werden.

Man verwendet als Impfnadeln Glasstäbe mit eingeschmolzenem Platindraht; das Glas kann stark erwärmt, der Draht geglüht werden. Scheren, Messer, Pinzette lassen sich hochgradig erhitzen, so daß alle organische Substanz zerstört wird.

Glaskolben, Platten, Schälchen, Reagiergläser werden, die Hohlgefäße mit einem Baumwollpfropfe verschlossen, in einem Trockenschranke auf 150—180° zwei Stunden lang erhitzt.

Einen solchen Trockenapparat stellt Fig. 291 dar. Die Gegenstände kommen in den Hohlraum *a*. Der Kasten kann bei *c* geöffnet werden; er ist an allen Seiten doppelwandig. Die durch die Flamme *b* erhitzte Luft zirkuliert zwischen den Hohlwänden und gestattet ein rasches, gleichmäßiges Anwärmen. Die zu erhitzende Bodenplatte pflegt man aus Kupfer, die übrigen Teile aus Eisen herzustellen.

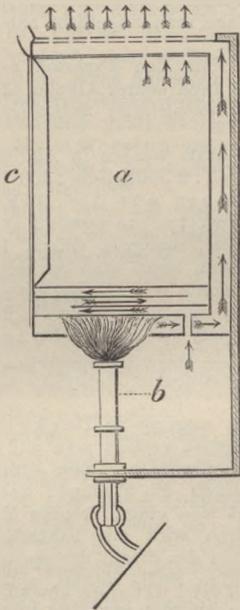


Fig. 291.

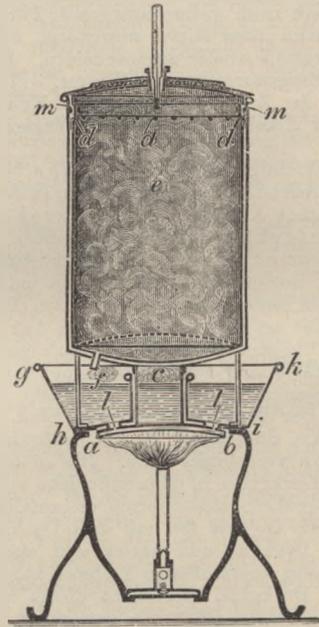


Fig. 292.

Gegenstände, welche die trockene Hitze nicht ertragen, werden in einem Dampfentwickler gebracht und eine Stunde in strömendem Wasserdampfe erhitzt. Kräftiger noch wirkt die Erhitzung in Autoklaven mit gespanntem Dampfe.

Einen Dampfsterilisator nach Budenberg zeigt Fig. 292; in dem Behälter *g, h, i, k* befindet sich Wasser, das bei *l, l* in den schmalen Heizraum fließt und bei *c* verdampft. Von hier steigt der Dampf im Mantelraume in die Höhe und dringt oben in den eigentlichen Desinfektionsraum *e* ein. Luft und Kondenswasser und Dampf entweichen bei *f*.

Leicht koagulable und durch Hitze zerstörbare Substanzen können, wenn sie gute Nährböden für Spaltpilze sind, auch bei niedrigen Temperaturen steril gemacht werden nach einem von Tyndall zuerst angegebenen Verfahren, der „diskontinuierlichen“ Sterilisation. Es beruht dasselbe auf der verschiedenen Widerstandsfähigkeit der vegetativen Formen und Sporen. Erstere sterben bei einer Temperatur von 60°. Man sterilisiert 5—7 Tage je ein bis zwei Stunden bei dieser Temperatur. Es wachsen dann allmählich etwa vorhandene Sporen aus und werden nunmehr bei 60° getötet. Allerdings dürfte für

alle Fälle diese Methode nicht zureichen, da es ja einzelne Spezies gibt, deren vegetative Formen über 60° zu leben vermögen.

Gegenstände, welche nicht durch die Hitze sterilisiert werden brauchen, reinigt man mittels Abwaschens mit Sublimat 1 : 1000.

Gläschen und Kolben werden mit Watte verschlossen, welche die darauffallenden Keime zurückhält. Bei feuchtem Aufenthalt wachsen aber die Schimmelpilze durch die Watte hindurch; man benützt daher für manche Fälle noch den Verschuß mittels Gummikappen, den man über den Wattedropfen zieht.

### Isolierung der Keime.

Die beste Methode, durch welche eine Trennung der Spaltpilze ermöglicht wird, ist die Kultur auf durchsichtigem, festem Nährboden oder auf festen Nährböden im allgemeinen. Zwar hat man feste Nährböden, durchsichtige Medien, die Anwendung der Gelatine, die Differenzierung von Keimen durch Beobachtung von „Kolonien“ in den letzten Dezennien vielfach beim Studium der Spaltpilze angewendet, doch hat erst Koch die Methodik zu einer handlichen gemacht.

Wenn man ein Gemenge von Bakterien, das man unter dem Mikroskop nicht als solches erkennt, mit Nährgelatine, d. h. einer 5%igen, mit Pepton (Zucker) und den Extraktivstoffen des Fleisches gemengten und neutralisierten Gelatine, versetzt und in dünner Schicht ausgießt, so werden beim Erstarren der Gelatine die einzelnen Spaltpilze festgeleimt und finden zugleich in der Nährgelatine alles zum Leben erforderliche Material vor. Sie wachsen, und wenn man auch einen Kokkus und ein Bakterium nicht sehen kann, so erkennt man den Ort, an welchem ein Spaltpilz ausgesät ist, nach einiger Zeit, wenn er sich um das Vielmillionenfache vermehrt hat, selbst mit bloßem Auge. Man sagt, es habe sich eine Kolonie gebildet. Betrachtet man sie mit schwacher Vergrößerung, so wird man haarartige Verflechtung oder glaspulverartigen Glanz oder scharfe oder wellige Umgrenzung u. dgl. wahrnehmen; bei weiterer Entwicklung erkennt man makroskopische Unterschiede und Farbenverschiedenheiten, Fermentwirkungen durch Verflüssigen oder Nichtverflüssigen der Gelatine.

Die Platten zu Plattenkulturen werden auf eine horizontale gekühlte Unterlage, die gereinigt (steril) ist, gelegt. In einem Gläschen, das mit Wattedropfen versehen ist, befindet sich 10 cm<sup>3</sup> Nährgelatine. Dieser mengt man, wenn sie bei 30—35° sich verflüssigt hat, mittels einer Impfnadel das Impfmateriale oder die zu untersuchende Flüssigkeit zu, schließt den Pfropf, mischt gut und schüttet dann die Gelatine auf die Platte aus, die Verteilung mit dem Platindrahte unterstützend. Man läßt die Gelatine unter einer Glasglocke erstarren. Die Platten bringt man in die feuchte Kammer.

Nach einiger Zeit, wenn die „Kolonien“ ausgewachsen, betrachtet man sie unter dem Mikroskop oder zählt sie bei quantitativer Untersuchung aus, indem man über die Platte eine sorgfältig gereinigte, in Quadrate geteilte Zählplatte legt, oder man zählt mittels des Mikroskops. An Stelle der Platten verwendet man kleine Glasschalen, weil ihre Anwendung weit bequemer ist als jene der Platten.

Die einzelnen sich entwickelnden Kolonien kann man nun auf die vorkommenden Keime mikroskopisch untersuchen; sie sind in der Regel Reinkulturen eines Keimes, aber doch nicht immer. Man nimmt daher meist von dem als Kolonie isolierten Keime eine Probe weg und legt aufs neue Plattenkulturen oder Schälchenkulturen an, um Sicherheit über die Reinheit zu erhalten. Der isoliert dargestellte Spaltpilz, „die Reinkultur“, kann dann erst zum näheren Studium der Eigenschaften und zu weiteren Experimenten benützt werden.

### Nährboden.

Für die Kulturen auf festem durchsichtigen Nährboden nach Koch wird die „Nährgelatine“ benützt, d. h. ein Gemenge von Nährflüssigkeit mit Gelatine. Die letztere dient vorzugsweise als Fixationsmittel, kann aber gleichfalls von den Spaltpilzen als Nährstoff verwendet werden.

Man laugt aus 1 Pfund Fleisch die Extraktivstoffe aus und verdünnt sie auf das Volumen von 1 l, dazu setzt man 10 g käufliches Pepton und 5 g Kochsalz und 100 g Gelatine, mischt unter Erwärmen, neutralisiert beziehungsweise macht mit kohlen-saurem Natron leicht alkalisch und kocht, dann wird im Wärmetrichter filtriert, die Gelatine in sterilisierte Reagenzröhrchen mittels einer sterilisierten Bürette eingefüllt und dann wird nochmals an drei aufeinander folgenden Tagen je 15 Minuten sterilisiert. Bei zu langem Erhitzen verliert die Gelatine ihre Festigkeit in der Kalte.

Die Analyse muß aber noch mancherlei andere Mittel zur Hilfe nehmen, um die Kultur von Keimen zu erreichen; unter anderen Verhältnissen verzichtet man manchmal auf eine trennende Methode und richtet das Hauptaugenmerk auf die Gewinnung einer Impfmasse aus einem krankhaft veränderten Organ oder dergleichen.

Einige Schwierigkeiten des Plattenverfahrens lassen sich aber unschwer beseitigen; so das Hindernis, daß Gelatinekulturen hohe Temperaturen nicht ertragen. Zu diesem Behufe setzt man statt Gelatine zu oben genannter Fleischbrühe 10—20 g Agar-Agar zu. Man läßt das Gemenge mehrere Stunden im Dampfsterilisator in einem Scheidetrichter, nimmt, wenn sich das Unlösliche abgesenkt hat, heraus und läßt es durch Öffnen des Hahnes ablaufen. Im übrigen wird Agar-Agarlösung wie die Gelatine in Röhrchen abgezogen. Agar-Agar erträgt Temperaturen bis über 40°, ohne zu verflüssigen. Auch 25%ige Gelatine erträgt Temperaturen bis 29° C.

Anaerobe Arten können auf verschiedene Weise kultiviert werden. Man impft verflüssigte Gelatine in einem Reagenzröhrchen, schüttelt gut durch, läßt erstarren und schichtet dann in dicker Schicht normale Gelatine darüber. Man kann auch noch zur Sicherung Quecksilber aufgießen. Andere leiten durch die mit dem Impfmateriale beschickten Röhren Wasserstoff und schmelzen sie zu und endlich kann man die Gelatine in Röhren mit ausgezogenem Halse bringen, die Gelatine bei 40° verflüssigt halten und mittels der Wasserstrahlpumpe evakuieren. Dann schmilzt man das Rohr zu und breitet durch Eintauchen in Wasser und Rollen die Gelatine an die Wandung aus, wobei sie gelatiniert. Man kann auch die Röhrchen in ein weites Rohr bringen, welches alkalische Pyrogallussäure enthält (Buchner). Platten kann man unter eine mit Öl (oder Quecksilber) abgesperrte Glocke bringen und durch Wasserstoff die Luft verdrängen.

Für solche Keime, welche bezüglich der Ernährung wäherisch sind, hat man noch verschiedene andere Nährböden angewendet. Koch hat zuerst die Tuberkelbazillen auf Blutserum kultiviert. Blutserum wird durch diskontinuierliche Sterilisierung keimfrei gemacht, dann durch Erhitzen auf 68° zum Erstarren gebracht. Meist läßt man es in schiefe gelagerten Reagenzröhrchen erstarren und impft auf diese Fläche das zu untersuchende Material. An Stelle des Blutserums verwendet man neuerdings Glycerin-Agar-Agar, das ebenso hergestellt wird, wie oben für Agar-Agar beschrieben, nur hat man dem Gemenge 6—8% Glycerin zuzusetzen (Nocard und Roux). Ein brauchbarer Nährboden ist unter Umständen Milchreis; 100 Teile Reispulver werden mit 158 Teilen Milch und 52 Teilen Bouillon versetzt. Milch und Reis werden schon vor dem Vermengen sterilisiert, dann gemengt, in kleine Dosen verteilt und nochmals 20 Minuten sterilisiert. Rohe und gekochte Eier werden vielfach verwandt.

Zwar nicht zur Trennung eines Keimgemenges, aber zum Studium der Eigenschaften einer erlangten Reinkultur ist ein sehr wertvoller Nährboden die Kartoffel. Sie wird zu diesem Zwecke mit der Bürste gereinigt, schlechte Stellen ausgeschnitten, eine Stunde in Sublimat gelegt, drei Viertelstunden im Dampfsterilisator sterilisiert, dann nimmt man sie heraus, teilt sie mit heißem Messer und legt die Halften in die feuchte Kammer, oder man teilt sie in mehrere Scheiben. Sehr bequem ist es auch, wenn man mit dem Korkbohrer Stücke aus den rohen Kartoffeln austicht, diese Zylinder durch eine schiefe Ebene teilt und die Hälfte in Reagenzröhrchen einschließt und sterilisiert; man hat dann lange Zeit die Kartoffel für beliebige Impfungen vorrätig.

Eine mitunter erwünschte summarische Trennung gewisser Gruppen von Spaltpilzen gibt die Erhitzung zum Kochen; es überleben dann nur die „Sporen“. Um pathogene Arten zu finden, kann man unreines Material Tieren injizieren und sehen, ob im Tierkörper die eine oder die andere Spaltpilzart zur Entwicklung kommt.

Die Nährböden, die Gelatine ausgenommen, lassen sich auch bei Bruttemperatur halten. Die Bruttemperatur wird hergestellt durch Heizung eines von einem Wassermantel umgebenen Schrankes, der von einem durch einen empfindlichen Thermoregulator regulierten Gasbrenner erwärmt wird. Von den Regulatoren sind für die Dauer die nach Bunsen modifizierten die besten; gleichfalls vorzüglich sind jene von Soxhlet. Statt Luftfüllung verwendet man Methylalkoholfüllung. Der Druck des Gases soll annähernd reguliert sein; diese kann man durch besondere Druckregulatoren erreichen. Ausreichend ist ein Giroud-Regulator oder ein Membranregulator.

Der Nachweis der pathogenen Wirkung wird durch Übertragung auf Tiere erbracht.

An die Kulturmethoden schließt man manchmal die Untersuchung chemischer Umsetzungen an, wenigstens in qualitativer Hinsicht.

Nachweis des Schwefelwasserstoffes geschieht durch Einhängen von Papier, das mit Bleizucker getränkt ist: doch wirken kleine Mengen Merkaptans ebenso. Reduzierende Wirkungen prüft man durch Zusatz von Lackmus, indigoschwefelsaurem

Natron, Methylenblau, auf Saure und Alkalibildung mittels Lackmus und Kurkumapapier an herausgenommenen Tröpfchen oder Zusatz von Lackmus zum Nährboden selbst.

Die bakteriologische Untersuchung der Luft, des Bodens, des Wassers etc. siehe bei den betreffenden Artikeln.

In den letzten Jahren hat man sich mehr damit beschäftigt, selektive Nährböden, welche die Isolierung einer bestimmten Spezies ermöglichen sollen, herzustellen; entweder wird dabei das Wachstum der gesuchten Spezies besonders gefördert, oder das der gewöhnlichen Begleiter der gesuchten Spezies gehemmt. Nur in wenigen Fällen sind diese Bemühungen dauernd von Erfolg gewesen; wir werden bei den einzelnen Bakterien selbst auf diese Methoden zurückkommen.

Literatur zu den Untersuchungsmethoden: H ü p p e, Einführung in die Bakteriologie, Wiesbaden 1896. — C. G ü n t h e r, Einführung in das Studium der Bakteriologie, 1901. — L e h m a n n, Bakteriologie, München 1900. — L a f a r, Technische Mykologie, Jena 1897.

### Physiologie.

Die mikroskopische Beobachtung ist zur Differenzierung der Arten nicht ausreichend; zwar ist es derselben gelungen, in manchen Fällen durch typische Färbeverfahren Unterscheidungsmerkmale zu finden, oder es läßt die Beobachtung des ungefärbten Präparats durch gewisse Wachstumserscheinungen Anhaltspunkte zur Erkennung einer Spezies gewinnen. Der wesentlichste Fortschritt in der Erkenntnis verschiedener Spezies ist durch die namentlich von Koch eingeführte Anwendung der festen und durchsichtigen Nährboden erzielt worden, weil diese die Gewinnung von Reinkulturen zu einer verhältnismäßig leichten Aufgabe gemacht haben.

Erst wenn man einen Spaltpilz als Reinkultur für sich gewonnen hat, lassen sich dessen Eigenschaften eingehender untersuchen; als man solche Reinkulturen auf verschiedene organische Nahrungsmittel oder künstliche Nahrungsgemische (Nährböden) überimpfte, zeigte sich, daß dieselben gegen die Nährböden sich nicht nur wählerisch verhielten, manche bevorzugten und auf anderen versagten, sondern auch durch die Form und andere Eigenschaften der Kolonien zu trennen waren. So erreicht man mühelos eine große Menge von Eigenschaften, die zur Differenzierung dienen können.

Auf den festen Nährboden zeichnen sich die Kulturen besonders häufig durch markante Unterschiede aus, wie durch das Vermögen, Farbstoff zu bilden, durch hautartige Überzüge, gekröseartige Fältelung, Gasbildung, Geruch, schleimige oder dicke, breiartige Beläge u. s. w. Besonders bemerkenswert ist das Verhalten in Nährgelatine, da die Weichheit derselben den Kolonien einen Spielraum zu ihrer Ausdehnung läßt, manche Spaltpilze durch Verflüssigung der Gelatine typische Formen der Kolonien hervorrufen und die Durchsichtigkeit des Nährbodens die innere Beschaffenheit der Kolonien erkennen läßt.

Soweit dem Bedürfnis der Differenzierung der Arten entgegenkommen werden muß, haben die Kulturverfahren eine Reihe wichtiger Erkenntnisse möglich gemacht; es ist aber heute kein Zweifel mehr, daß die morphologische Betrachtung der Veränderung von Kulturboden allein für die Zukunft nicht mehr ausreicht, daß man vielmehr das Wesen der vorliegenden Veränderungen näher erforschen muß, um in die inneren Umlagerungen und chemischen Umwälzungen der Nährböden einzudringen.

Die biologischen Verhältnisse der Bakterien bieten vielerlei interessante Tatsachen.

a) *Chemie des Bakterienleibes.*

Als Zusammensetzung des Spaltpilzes gibt Nencki für 100 Teile Bakterien an: Eiweiß 84·2, Fett 6·0, Asche 4·7 Teile. Doch besitzen die Bakterien keine ganz gleich bleibende Zusammensetzung. Letztere hängt von dem Nährboden und anderen Bedingungen ab (Cramer).

	Trockens. in %	Asche in der Trockens. in %
Prodigiosus hatte bei Zimmertemp. gewachsen	20·98	12·52
bei Bruttemp. gewachsen . . . . .	24·17	9·31
in kurzer Wachstumszeit . . . . .	17·45	13·77
alte Kulturen . . . . .	20·44	11·33
auf Kartoffel gew. . . . .	21·49	12·86
auf gelben Rüben . . . . .	12·58	11·22

Auch Eiweißgehalt und Äther-Alkoholextrakt unterliegen Schwankungen je nach der Beschaffenheit des Nährbodens. Der *Bacillus pyocyaneus* bildet auf Peptonwasser gezüchtet nur blauen Farbstoff, auf Eiweiß einen schön grün fluoreszierenden Farbstoff, auf Kartoffelkultur und Eigelb einen rotbraunen Farbstoff.

Der Aschegehalt von Bakterien wurde durchgehends weit höher gefunden als der oben stehenden Angabe von Nencki entsprechend, nämlich im Minimum zu 10·3%, im Maximum zu 16·3%, auch wieder abhängig und schwankend nach den Ernährungsverhältnissen.

Die Natur der Eiweißstoffe der Spaltpilze ist in neuerer Zeit etwas näher studiert worden; in milzbrandsporenhaltigem Material fand Nencki und Dyrmont Anthraxprotein, den Pflanzenkaseinen wie Schleimstoffen verwandt. Albumin hat Hellmich in den Bakterien nicht gefunden, dagegen Globuline und ein von Nenckis Anthraxprotein verschiedenes, schon bei 70° koagulierbares Kasein. Die Spaltpilze enthalten in dem Globulin und Kasein durch Wärme fällbares Eiweiß. Vandeveldel will in *Bacillus subtilis* Nuklein gefunden haben. Nishimura gelang in *Bacillus* des Verfassers der Nachweis der Nukleinbasen Xanthin, Guanin, Adenin in Bakterien, dagegen fand sich kein Hypoxanthin, ferner stellte er Lezithin dar; Cholestearin war selbst in größeren Mengen von Bakterien nur qualitativ nachzuweisen. Neutralfette der Öl-, Stearin- und Palmitinsäure trifft man reichlich, Zellulose konnte nicht aufgefunden werden. Scheibler und Durin sahen solche bei *Leucostoc mesenterides*; Nishimura fand ein der Zellulose nahestehendes Kohlehydrat. In Organen, in welchen Tuberkelbazillen gewachsen sind, läßt sich Zellulose nachweisen (Freund, Kabrhel, Nishimura). Die künstlich kultivierten Tuberkelbazillen enthalten keine Zellulose (Nishimura).

b) *Biologisches Verhalten im allgemeinen.*

Die Spaltpilze wachsen auf allen möglichen, organischen, auch manchmal anorganischen Nahrungsstoffen (siehe unter Ernährung). Die Nährstoffe müssen reichlich Wasser enthalten; die Spaltpilze gewöhnen sich aber sehr verschiedenen Konzentrationen der Nährlösungen an. Ihr Wasserbedürfnis ist weit größer als jenes z. B. der Schimmel-

pilze, im allgemeinen muß der Nährboden eine alkalische Reaktion zeigen, doch darf dieselbe nicht von freiem Alkali herrühren, am besten von Karbonaten. Besonders schädlich ist saurer Nährboden; doch finden sich mannigfache Abweichungen. *Bacillus butyricus* und *aceticus* vertragen Säure; letzterer gedeiht erst bei 2<sup>0</sup>/<sub>10</sub> Essigsäure. Die Milchsäurebazillen gedeihen trotz einem gewissen Säuregrad der Milch. *Mikrococcus ureae* verträgt hingegen bis 13<sup>0</sup>/<sub>10</sub> Ammoniak.

Manche Stoffe zeigen deutlich eine anlockende Wirkung auf bewegliche Bakterien (positive Chemotaxis), andere Stoffe werden von den Bakterien gemieden (negative Chemotaxis).

Die Spaltpilze haben wie alle Organismen und Pflanzen bestimmte Temperaturgrenzen, innerhalb deren Lebenserscheinungen vor sich gehen (Minima und Maxima) und ein bestimmtes Optimum, bei welchem die Lebenseigenschaften am besten sich entfalten. Sinken unter die Minimaltemperatur schadet weniger als die Überschreitung der oberen Temperaturgrenze. Zumeist liegen Optima und Minima zwischen 0—40°. Aber es gibt mannigfache Ausnahmen, z. B. Keime, welche bei Bruttemperatur nicht gedeihen (viele Wasserbakterien), und andererseits Keime, welche sehr hohe Warmegrade zum besten Gedeihen notwendig haben. Man nennt solche Keime thermophile. Miquel beobachtete eine Mikrokokkenart, welche sich noch bei 91—94° vermehrt, Miquel und von Tieghem einen Bazillus, der bei 74° wächst und Sporen bildet. Man kennt übrigens in einer Reihe von Thermen und Fumarolen auch Algen, welche sicherlich bei Temperaturen von 57 bis 60° leben. Forster hat Bakterien gefunden, welche bei 2—3° noch ziemlich gut gedeihen und namentlich auf Fleischteilen fortkommen. Die Akklimatisation an Wärme beobachtet man häufig bei im Laboratorium gezüchteten Keimen; Keime, die nicht bei Bruttemperatur wachsen, erlangen diese Fähigkeit bei mehrfacher Fortpflanzung auf künstlichem Nährboden in mäßig warmen Räumen.

Einen wichtigen Einfluß auf die Bakterien hat das Sonnenlicht. Schon 1877 prüften Downes und Blunt das Tageslicht und sahen, daß durch dasselbe Gemisch von Mikroben im Wachstum gehemmt werden, was späterhin von Duclaux 1885 unter Anwendung von Reinkulturen bestätigt wurde. Es gibt aber Spezies wie die Purpurbakterien, die Licht ebenso notwendig haben wie die grünen Pflanzen. Die Erwärmung durch das Sonnenlicht ist bei der bakterientötenden Wirkung nicht notwendig. Von großem Interesse war die Erkenntnis der entgiftenden Wirkung des Sonnenlichtes; ehe letzteres die Bakterien tötet, nimmt es pathogenen Keimen ihre Wirksamkeit (Duclaux). Im trockenen Zustand widerstehen die Bakterien besser als im feuchten. Betreffs des Einflusses bestimmter spektraler Bezirke hat man gewisse Anhaltspunkte für eine stärkere Wirksamkeit des violetten Teiles des Spektrums. Buchner hat schon bei einer 10 Minuten langen Exposition von Typhusbazillen auf Agarplatten eine ergiebige Beeinflussung gesehen, auch auf mehrere Meter unter Wasser versenkte Platten wirkt das Licht noch ein.

Die Gase sind zum Teil indifferent, zum Teil giftig und störend für die Bakterien; indifferentes Gas ist das Wasserstoffgas, und auch in den meisten Fällen das Stickgas; doch kann das letztere, wie es scheint, beim Aufbau des Bakterienleibes mitunter verwendet werden. Giftig ist

für manche Bakterien die Kohlensäure. Giftig, vielleicht auch nur störend, erweist sich bei manchen Bakterien der Sauerstoff, während andere ohne ihn nicht zu gedeihen vermögen. Die Spaltpilze bedürfen zum Teil unbedingt des Luftzutrittes — obligate Aerobien — wie z. B. einige im Wasser vorkommende Keime, der Heubazillus, die gelbe Sarcine, andere gedeihen bei Luftzutritt wie Abschluß — fakultative Anaerobien —, wozu die meisten der bis jetzt untersuchten gehören, z. B. die Milzbrandbazillen, Typhusbazillen, Kommabazillen, Pneumoniebazillen, die Eiterkokken, Milchsäurebazillen u. s. w., endlich gibt es auch Keime, die ausschließlich bei Luftabschluß leben — obligate Anaerobien — z. B. die Ödembazillen, Tetanusbazillen, Rauschbrandbazillen.

Nach Untersuchungen, die im Laboratorium des Verfassers angestellt worden sind, gehen Anaerobe, die man mäßige Zeit im Sauerstoff freien Raum läßt, ein und erholen sich nicht wieder. Setzt man Sauerstoff und Kohlensäure unter Druck, so leiden namentlich durch letzteres Gas die Bakterien bald und sterben ab, auch Sauerstoff wirkt bei hohen Pressionen tödend. Die einzelnen Bakterienspezies verhalten sich in ihren Tötungsgrenzen verschieden.

Die Spaltpilze erzeugen Fermente. Alle Gelatineverflüssigenden Arten enthalten ein Ferment, welches auch Fibrin angreift. Die Fermente ertragen in feuchtem Zustand Erwärmen bis 50 und 60°. Das Vermögen, Gelatine zu verflüssigen, ist nicht ganz konstant; manche Bakterien büßen dasselbe leicht ein, andere nehmen gelegentlich an Verflüssigungsvermögen zu. Hohe Temperaturen zerstören das leimlösende Ferment, wie auch die anderen bekannten Fermente. Pepsin wirkt über 70° nicht mehr auf Fibrin, Trypsin löst bei 50° nicht mehr Fibrin, aber noch Gelatine, Papayotin wirkt bis 60° auf Gelatine lösend. Weit verbreitet sind diastatische Fermente, deren Wirkung von 4 bis 50° C. reicht; sie sind nicht identisch mit den leimlösenden. Manche Keime enthalten nur diastatisches, andere bisweilen nur leimlösendes Ferment. Kräftig diastatisch wirken der Milzbrandbazillus, Kommabazillus, der Finklersche und Dennekesche Bazillus, Heubazillus und Bacillus Fitzianus; unwirksam sind von bekannteren Mikroorganismen der Staphylococcus aureus und Bacillus prodigiosus. In eiweiß- und peptonfreien Lösungen werden keine Fermente gebildet (Fermi). Auch Invertin wurde bei Bakterien gefunden, ebenso labähnliche und zelluloselösende Fermente.

E. Buchner hat in neuester Zeit auch aus Essigsäure und Milchsäure Bakterienfermente hergestellt, welche diese Umsetzungen hervorrufen, d. h. aus Alkohol bei Lüftung Essigsäure und aus Milchsäure Milchsäure erzeugen.

Als eine Wirkung der Zersetzung von Nährmaterial muß die manchmal bedeutende Erwärmung faulender Massen angesehen werden. Sehr charakteristisch ist das Leuchten von Fleisch und Fischen, wenn diese von gewissen Leuchtbakterien (z. B. Bac. phosphorescens) besiedelt sind. Alle Leuchtbakterien bedürfen Pepton und Sauerstoff, um leuchten zu können. Aber auch bestimmte Kohlehydrate werden beim Leuchten verbraucht. Photobacterium phosphorescens nimmt Maltose auf und leuchtet. Unter Umständen läßt sich auf diesem Wege, auf bakteriologischem Wege, „Diastase“ erkennen, wenn sich Maltose aus Stärke

abspaltet. Die Bakterien scheinen selbst zu leuchten; vielleicht werden auch sogenannte Phosphoreszenten — leuchtende Produkte — ausgeschieden. In Flohkrebsen kommt ein leuchtendes Bakterium vor, welches pathogen ist. Das Opfer leuchtet in grünem Lichte, das 10 m weit sichtbar ist und mit dem Tode des Krebses erlischt.

Die in Flüssigkeiten vorhandenen Mikroorganismen vermögen gegenseitig ihren Lebensablauf zu beeinflussen. Wenn in einem für Spaltpilze günstigen Nährboden viel Hefepilze ausgesät werden, so kann die Entwicklung der Spaltpilze ganz unterdrückt werden (Nägeli). Diese Beeinflussung geschieht in manchen Fällen durch Stoffwechselprodukte, welche der fremden Art schädlich sind (Antagonismus). Auf einem Nährboden, auf welchem *Bac. fluorescens putidus* gewachsen ist, gedeihen weder Typhus- noch Pneumoniebazillen, noch der *Staphylococcus aureus*. Im Gegensatz zu solchem Antagonismus gibt es aber Keime, die stets in Gemeinschaft gefunden werden (Symbiose). *Beggiatoa* gedeiht nur dort üppig, wo Schwefelwasserstoff erzeugende Bakterien vorhanden sind. Manchmal macht die eine Bakterienart den Nährboden für eine nachfolgende brauchbar (Metabiose). Dies ist bei den Milchsäurebazillen der Fall: die Milchsäurebildner zerlegen den Zucker in Milchsäure, diese wird dann von Buttersäurebazillen angegriffen.

### c) *Energieumsatz (Kraftwechsel).*

In den letzten Jahren ist von seiten des Verfassers die Ernährung der Spaltpilze einer näheren Untersuchung unterzogen worden.

Bei den Spaltpilzen haben wir zunächst daran festzuhalten, daß ihre Ernährungsvorgänge häufig aus zwei verschiedenen Prozessen sich zusammensetzen: 1. dem Wachstum, d. h. der Vermehrung der Anzahl der Individuen, und 2. dem eigentlichen Stoffwechsel (Kraftwechsel). Der letztere ist weitaus der bedeutungsvollere Vorgang, von dem Größe des Verbrauches an Nahrungsmaterial abhängt.

Wenn zwei oder mehrere Bakteriensorten in ihrem Stoffwechsel verglichen werden sollen, muß man stets die Ernte bestimmen. Dies ist fast nie geschehen, daher haben auch Angaben über Säurebildung, Alkalibildung, Schwefelwasserstoffbildung, wie sie so oft gemacht werden, gar keinen Wert zur Charakteristik spezifischer Eigentümlichkeiten, die sich auf Quantitätsverhältnisse stützen müssen.

Bakterien vermögen, auch wenn sie kein Wachstum zeigen, noch mehr oder weniger lange Zeit Stoffe zu zersetzen. Der Bakterienstoffwechsel zeigt wahrscheinlich außerordentlich viele Verschiedenheiten, verschiedene Gruppen werden bestimmte Arten des Stoffzerfalles herbeiführen.

Bis jetzt fehlt es an allen Grundlagen, um auch nur eine oberflächliche Gruppierung der Bakterien nach dem Stoffwechsel zu versuchen.

In den meisten Fällen, in denen untersucht wurde, hat man nur Bruchstücke ihres Stoffwechsels kennen gelernt.

Da die Bakterien sich als Lebewesen zum großen Teile so erhalten, daß sie im Dunkeln gedeihen, also keine Lichtenergie von außen nötig haben, so gelten für sie auch die biologischen Gesetze, auf die wir sonst stoßen: mit dem Bakterienleben ist Wärmeentwicklung verbunden.

Die Feststellung dieser Wärme gibt einen Ausdruck für den Energieumsatz, der im Stoffwechsel eintritt, ohne daß wir den letzteren in seinen Details zu kennen brauchen, wenn schon dies für weitere Fragen erwünscht wäre.

Auf dieser Basis des energetischen Studiums, die ich zuerst angewendet habe, wird es möglich sein, einiges über die Lebensvorgänge bei Bakterien auszusagen.

Soweit bis jetzt durch den Verfasser Bakterien untersucht sind, zeigen sie alle Wärmebildung, die sich mittels geeigneter Kalorimeter direkt messen läßt. Impft man eine Nährlösung, so beginnt nach einer gewissen Zeit die Wärme sich zu erhöhen, steigt in den nächsten Tagen zu einem Maximum an und fällt langsam wieder ab, weil die Nahrungsstoffe für das Wachstum und den Stoffwechsel aufgebraucht sind.

Die Menge der von den Bakterien entwickelten Wärme ist verschieden, je nach der Spezies. Wenn man den N-Gehalt der Bakterien als Vergleichsmaß nimmt, so trifft auf 1 N im Tag in *kgcal.*:

bei Diphtheriebazillen . . .	60·6
Typhus . . . . .	42·8
Cholera . . . . .	42·7
Bact. coli . . . . .	18·1
Proteus vulg. . . . .	19·4
Pyocyanus . . . . .	15·6

Die Bakterien sind in ihrer energetischen Umsetzungs-kraft allen tierischen Zellen weit überlegen. Die Größe des Energieumsatzes ist bei den Thermophilen trotz hoher Temperatur ihres Optimums nicht größer als bei anderen Spezies mit niedrigerem Optimum. Bei jeder Bakterie ist die Größe des Energieumsatzes innerhalb bestimmter Grenzen mit der Temperatur vereinbar.

Ein Teil der durch Bakterien entwickelten Wärme entsteht manchmal aus fermentativen Vorgängen oder anderen Umsetzungen. Wenn Bakterien z. B. Säuren produzieren, die allmählich den Nährboden neutralisieren oder ihn selbst sauer machen, so entsteht dabei Wärme, wenn Gase, wie z. B. CO<sub>2</sub>, in einer Flüssigkeit gelöst bleiben, entwickelt sich Wärme.

Bei der Alkoholgärung durch die Hefe entsteht nur so viel Wärme, als aus der Zuckerspaltung abgeleitet werden kann (siehe oben); bei anderen Gärungen scheint aber ein solches Verhältnis nicht zu bestehen. Bei der Milchsäuregärung entstammt nur rund  $\frac{4}{10}$  der erzeugten Wärme aus solchen Prozessen, die mit der Veränderung des Milchzuckers zusammenhängen.

Die Veränderung der Konzentration einer Nährlösung zeigt folgende Konsequenzen für das Wachstum und den Energieumsatz:

Mit abnehmender Konzentration verlangsamt sich das Wachstum, die maximalen Ernten (Wachstum) sinken rascher, wie die Konzentration abnimmt; bei Verdünnung auf das Doppelte sinkt die Bakterienmenge auf mehr als  $\frac{1}{2}$ , bei Verdünnung auf das Vierfache auf weit mehr als  $\frac{1}{4}$  u. s. w.

Stärkere Verdünnungen eines Nährbodens durch nicht nährrende Flüssigkeiten kommen also einer „Desinfektion“ nahe.

Die Konzentration der Nährlösung hat auch, abgesehen vom Wachstum, einen Einfluß auf den Energieverbrauch der Bakterienzellen selbst. Diese Rückwirkung ist aber keineswegs sehr erheblich. Somit liegt der Hauptwert der Konzentration in ihrem Einflusse auf das Wachstum.

#### d) Stoffwechsel.

Neben dem Kraftwechsel wäre es erwünscht, die Stoffwechsellage des Lebens der Bakterien zu kennen; diese Forderung kann man nur recht unvollkommen erfüllen.

Die Erkenntnis des Stoffwechsels kann übrigens auch diagnostische Dienste tun.

Die morphologische Beobachtung der durch Bakterien in Nährlösungen und Nährböden gesetzten Veränderungen genügt zur Erkenntnis der Biologie der Bakterien nicht, es müssen die Veränderungen der Substrate näher mit chemischen Methoden studiert werden.

Nahrungsstoffe. Die Bakterien nehmen sehr verschiedenartige Nahrungsstoffe auf.

a) N-haltige. Hiezu gehören Eiweißstoffe, aber nicht alle Eiweißstoffe sind leicht für die Bakterien angreifbar, ferner Pepton und Leim. Auch einfach zusammengesetzte Körper fungieren als Nahrungsstoffe, wie Amidosäuren und Säureamide, Ammoniaksalze, die N-haltigen Extraktivstoffe der tierischen Organe. Unverwendbar sind: Pyridin, pikrinsaure Salze, Nitrobenzoesäure, Amidobenzoesäure, Kreatin. Es gibt Bakterien, welche den elementaren Stickstoff zum Aufbaue organischer Stoffe verwenden. Das Element Schwefel kann nach meinen Untersuchungen auch aus schwefelhaltigen organischen Körpern entnommen werden, in seltenen Fällen scheint die Reduktion von Sulfaten eine Quelle des Schwefels zu sein.

b) N-freie Nahrungsstoffe sind teils Säuren, Weinsäure, Apfelsäure, Milchsäure, Propionsäure, Alkohole, wie der Äthylalkohol und das Glycerin, Fettsäuren, Kohlehydrate.

Das Bedürfnis an anorganischen Stoffen ist zurzeit nicht näher bekannt. Diese Nährstoffe können sich gegenseitig oft innerhalb gewisser Grenzen austauschen.

Neben den zerstörenden Wirkungen, welche die Bakterien äußern, kommen in manchen Fällen ergiebige Synthesen vor. Synthese des Eiweißes findet man vielfach z. B. in Zuckerlösungen, welche Asparaginsäure, Ammoniak oder ähnliche Substanzen enthalten, auch bei weinsaurem Ammoniak. Winogradski hat in *Nitromonas* eine Bakterienart kennen gelernt, welche nur Ammoniak als Nährstoff bedarf und daraus mit Hilfe von Kohlensäure organische Substanzen aufbaut. Das Ammoniak wird zu Nitrit; nach Löw soll dabei naszierender Wasserstoff mit Kohlensäure Formaldehyd bilden, der dann nach dieser Hypothese durch Ammoniakmoleküle das Eiweiß aufbaut.

Synthesen von kohlenstoffhaltigem, stickstofffreiem Material kommen mehrfach zur Beobachtung, wie z. B. jene des Fettes aus Kohlehydraten oder jene der Kohlehydrate aus anorganischem Material, wie sie bei *Nitromonas*arten bestehen muß.

Zersetzungen von Stoffen. Die Zersetzungen verlaufen sehr ungleich, je nach der Anwesenheit oder Abwesenheit des Sauerstoffes. Die kompletteste Zerlegung, die sich an jene durch die höheren Organismen erzeugten anlehnt, erfolgt bei Sauerstoffgegenwart. Aber nicht in allen Fällen verbürgt die Gegenwart von Sauerstoff allein die komplette Zerlegung.

Bei Sauerstoffabschluß werden kompliziertere Teilstücke der Zerlegung gewonnen. Unter den gasförmigen Produkten tritt neben Kohlensäure, Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoff, Schwefelwasserstoff, Merkaptan auf und riechende, aus den Flüssigkeiten verdampfende Körper (Skatol).

Man hat früher viele Studien über die Zerlegung eiweißartiger Stoffe durch Gemische von Mikroben gemacht, die leider schwer deutbar sind; man fand bei der Eiweißzerlegung Körper der Fettreihe und aromatischen Reihe. Amide der Fettsäuren, Ammoniak, Ameisensäure, Oxalsäure, Essigsäure, Milchsäure, Bernsteinsäure, Buttersäure, Kaprin- und Kaprylsäure, Alkohol, Trimethylamin, Leuzin, Tyrosin, Phenol, Kresol, Parakresol, Hydroparakumarsäure, Indol, Skatol, außerdem Pto-  
maine (siehe später).

Eiweißzersetzung. Nach den von Nencki mit Reinkulturen und bei Sauerstoffabschluß angestellten Versuchen spaltet sich Eiweiß in drei aromatische Gruppen: 1. die Phenylamidopropionsäure, 2. das Tyrosin, 3. die Skatolamidoessigsäure. Aus diesen primären Produkten entstehen durch Reduktion oder Oxydation sekundäre Spaltungen, Aus der Phenylamidopropionsäure, Phenylessigsäure und Benzoesäure, aus dem Tyrosin, Parakresol, Paraoxybenzoesäure und Phenol, aus der Skatole-amidoessigsäure, Skatol und Indol. Die Spaltungsprodukte verschiedener Reinkulturen müssen erst noch weiter verfolgt werden.

Unter den Gasen, Kohlensäure, Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Merkaptan, ist namentlich letzteres bemerkenswert und wurde bei der Eiweißzersetzung durch Bakterien zuerst von Nencki gefunden. Die Methylmerkaptangruppe  $\text{HC}_3 \cdot \text{SH}$  ist offenbar in sehr verschiedenartigen Eiweißstoffen und ähnlichen Körpern präformiert vorhanden (Nencki, Rubner) und läßt sich in manchen Fällen durch Wärme abspalten (Rubner). Der Schwefelwasserstoff rührt vermutlich im allgemeinen nicht allein von der Reduktion von Sulfaten durch naszierenden Wasserstoff her (siehe oben).

Leuzin löst sich in 27 Teilen kaltem Wasser, leichter in heißem, wenig in Alkohol, unrein dagegen leichter. Kristallisiert in Knollen und Kugeln. In Alkalien und Säuren leicht löslich. Scherer's Probe: Man dampft auf dem Porzellantiegeldeckel mit Salpetersäure ab und befeuchtet mit Natronlauge, wobei sich ein öliger Tropfen bildet.

Tyrosin, farblose, feine Nadeln, schwer in kaltem, besser in heißem Wasser löslich, unlöslich in Alkohol und Äther, löslich in Alkalien, wird durch Essigsäure gefällt. Auf dem Tiegeldeckel mit Salpetersäure abgedampft, erhält man einen gelben Fleck, der mit Natron rot wird (Scherer). Erwärmt man Tyrosin mit ein paar Tropfen konzentrierter Schwefelsäure, verdünnt, neutralisiert mit kohlensaurem Kalk und filtriert, so gibt das Filtrat mit Eisenchlorid violette Farbe (Piria).

Indol, schwer löslich in Wasser, leicht in Äther, Benzol, Alkohol, gibt, mit einer Säure und etwas Kalinitrit versetzt, Rotfärbung (Nitrosoindol), mit Nitroprussidnatrium bis zur Gelbfärbung, dann mit Natron versetzt, tief violette Färbung, mit Eisessig angesäuert, azurblaue Farbe (Legal).

Skatol, stechender Geruch, schwer löslich in Wasser, leicht in Äther, Alkohol, Benzol, Chloroform, gibt mit Salpetersäure und Nitrit nur weißliche Trübung, in konzentrierter Salzsäure löst es sich mit violetter Farbe.

Phenol färbt sich mit Eisenchlorid tiefblau, mit Millons Reagens rot. Bromwasser gibt Tribromphenol.

Parakresol, schwerer löslich wie Phenol, im übrigen ähnliche Reaktion wie Phenol, mit Eisenchlorid graublau.

Skatolkarbonsäure, wenig in Wasser, gut in Alkohol und Äther löslich, mit Salpetersäure und Nitrit kirschrot, mit Salzsäure und nachherigem Zusatz von Chlorkalklösung purpurrot.

Methylmerkaptan weist man außer durch den Geruch mittels Einleiten in Isatinschwefelsäure nach, letztere wird grün oder man fangt in 3% Cyanquecksilber auf, zerlegt mit verdünnter Salzsäure den Niederschlag und treibt die Gase in verdünnte Bleilösung. Erzeugt gelbroten, kristallinischen Niederschlag.

Umsetzungen von Kohlehydraten. Eine der bekanntesten Umsetzungen eines Kohlehydrats ist die Milchsäuregärung. Boutron und Fremy haben sie zuerst als eine besondere Art der Gärung erkannt. Die Fähigkeit der Milchsäurebildung aus Kohlehydraten ist weit verbreitet. Bei der Milchsäuerung entsteht häufig optisch inaktive Gärungsmilchsäure; es kann auch optisch aktive Milchsäure gebildet werden (Günther und Thierfelder). Man kennt jetzt viele Gärungen, bei welchen optisch aktive Milchsäuren entstehen. Auch viele pathogene Keime sind Milchsäurebildner, z. B. der Typhus abdominalis, alle bis jetzt bekannten Vibrionen bilden Milchsäuren, teils inaktive, teils r- oder l-Milchsäuren (Kuprianow, Gosio). Die Cholera asiatica verschiedenster Herkunft bildet l-Milchsäure. Nicht alle Zuckerarten können in die Milchsäuregärung übergehen.

Die Milchsäuregärung durch Bakterien spielt in der Technik eine wichtige Rolle; so dienen sie dazu, die Hefe der Maische in den Brauereien rein zu erhalten, indem sie andere Bakterien schädigen und im Wachstum hemmen; das Zickendwerden der Weine ist durch Milchsäurebakterien bedingt. Die Weine werden trüb und dunkel, ebenso bedingen milchsäureerzeugende Bakterien das Umschlagen des Bieres. In anderen Fällen wieder gehört der Milchsäureerreger gerade notwendig dazu, um den eigenartigen Geschmack zu erzielen, z. B. beim Weißbier, Lambik und dem Ginger-Beer. Bemerkenswert ist weiter die Zellulosegärung durch anaerobe Keime hervorgerufen; die Zellulose zerfällt glatt unter Gasbildung, z. B.  $C_6H_{10}O_5 + H_2O = (C_6H_{12}O_6) = 3 CO_2 + 3 CH_4$ . Es gibt aber auch andere Arten der Spaltung.

Umsetzungen von Säuren. Die Buttersäuregärung  $C_4H_8O_2 = 2 (C_3H_6O_6) = C_6H_8O_2 + 2 CO_2 + 2 H_2$  kann mindestens von drei verschiedenen wohlbekannten Arten erzeugt werden (Gruber). Nach einem ähnlichen Schema kann Äpfel-, Wein- und Zitronensäure Buttersäure bilden. Die Umwandlung des Alkohols in Essigsäure  $C_2H_6O_2 + O_2 = H_2O = C_2H_4O_2$  können mindestens zwei Spaltpilze: *Bacterium aceti* und *Pastorianum* besorgen (Hansen). Eiweiß und Kohlehydrate ersetzen sich als Nahrungsstoffe bei manchen Pilzen.

Die Kohlehydratzersetzung durch Spaltpilze läßt sich am besten zeigen, wenn man als Nährboden außer Zucker und Aschebestandteilen nur asparaginsäures Ammoniak zufügt. Neben den Milchsäuren finden sich fast überall noch flüchtige Säuren, manchmal auch Alkohole.

Die Milchsäuren werden aus den Bakterienkulturen wie folgt dargestellt: Man entfernt unter Zusatz von Oxalsäure oder Phosphorsäure durch Destillation die flüchtigen Säuren, schüttelt dann mit Äther aus, verdunstet letzteren, nimmt mit Wasser auf und kocht mit kohlenurem Zink, filtriert, reinigt mit Tierkohle und dampft zur Kristallisation ein.

Gärungsmilchsäure ist optisch inaktiv, enthält 18·18% Kristallwasser, 27·27% Zinkoxyd; die aktiven Milchsäuren haben 11·9% Kristallwasser, 29·03% Zinkoxyd und eine spezifische Drehung ( $\alpha$ ),  $D = + 7·65$ .

Auch Bernsteinsäure findet sich in manchen Fällen. Bernsteinsäure kristallisiert in Nadeln, ist in Wasser leicht, schwerer in Alkohol und Äther löslich, sublimiert bei trockenem Erhitzen und liefert Bernsteinsäureanhydrid; mit neutralem Bleiazetat erwärmt, wird Bleisuccinat ausgeschieden. Auch die Fette erliegen einer Zerstörung. Zunächst werden sie in umfangreichem Maße gespalten, dann aber auch aufgezehrt, wenn Sauerstoff zutreten kann. Neben Bakterien kommen bei geringem Wassergehalt des Substrats Schimmelpilze in Betracht. Neben Fett müßten noch andere Nahrungsstoffe vorhanden sein (Rubner).

Einige bemerkenswerte eigenartige Stoffwechselfvorgänge bei Bakterien sind folgende:

Die Denitrifikation. Der *Bacillus denitrificans* vermag aus salpetriger Säure Stickgas frei zu machen; auch NO soll gelegentlich entstehen. Dieser Spaltpilz lebt gern in Symbiose mit *Bacterium coli* (eventuell dem Typhusbazillus), welche aus Nitraten die Nitrite ihm vorbereiten. Sauerstoffgegenwart ist erforderlich.

In den Leguminosenwurzeln kommen namentlich auf nährstoffarmem Boden kleine Wurzelknollen zur Ausbildung, welche Bakterien (*Bacillus radicola*) enthalten. Diese letzteren vermögen den atmosphärischen Stickstoff zu verarbeiten und unterstützen so die Eiweißbildung der Leguminosen.

*Crenothrix* und *Cladothrix* oxydieren Eisenoxydul zu Oxydsalzen und lagern die letzteren oft in dem Mehrfachen des Eigengewichtes in den Scheiden ab.

Die *Beggiatoen* zerlegen Schwefelwasserstoff nach der Gleichung  $\text{SH}_2 + \text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{S}$ . Der Schwefel lagert sich im Zellinnern ab und kann nachträglich durch Oxydation in  $\text{SO}_4\text{H}_2$  übergehen.

Die Nitrobakterien, die kleinste Bakterienspezies, greifen kein Ammoniak an, sondern verwandeln salpetrige Säure in Salpetersäure  $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{O}_2 = \text{N}_2\text{O}_5$ .

Die Nitrosobakterien oxydieren nur Ammoniak zu salpetriger Säure  $(\text{NH}_4)_2 + 3 \text{O}_2 = \text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .

Beide assimilieren Kohlenstoff aus Kohlensäure, wachsen auf völlig nacktem Gestein, z. B. auch auf dem Faulhorn. Auf 30 Teile N-Umsatz wird 1 Teil Kohlenstoff angesetzt.

Die Aufnahme der Nahrungsstoffe geschieht bei den Bakterien auf osmotischem Wege; es wäre aber denkbar, daß auch außerhalb der Zelle liegende Nahrungsstoffe durch eine Fernwirkung des Protoplasmas, welche Nägeli wahrscheinlich zu machen gesucht hat, angegriffen werden. Manche Zersetzungen werden durch Fermente, die bereits genannt sind, eingeleitet. Bewegliche Bakterien streben solchen Stoffen zu, welche ihrer Ernährung förderlich sind, und entfernen sich aus dem Gebiete schädlicher Substanzen (chemotaktische Wirkungen).

Ein ähnlicher Vorgang ist das Schwärmen mancher sauerstoffbedürftiger Mikroben nach der Oberfläche von Flüssigkeiten, um sich reichlich mit Sauerstoff zu versorgen; viele Vibrionen, darunter auch jene der *Cholera asiatica* verhalten sich in dieser Weise.

Schleimbildung findet sich oft durch Bakterien hervorgerufen. In Zuckerfabriken bildet im Zuckersaft *Leuconostoc mesenterioides* durch eine Art Verquellung der Zellmembran große Schleimmassen, die

Natur des Schleimes steht nicht ganz sicher. Schleimige Milch entsteht durch verschiedene Bakterienspezies, das Zähwerden des Weines ist ein ähnlicher Vorgang, dabei soll Gummi, Mannit und Kohlensäure aus Zucker gebildet werden, Ähnliches findet sich bei Bier.

Der Stoffwechsel der Bakterien ist nicht immer der gleiche. Manche derselben können ebensowohl durch den Abbau des Eiweißes, der Peptone, leben, wie auch durch weniger komplexe Verbindungen wie die Milchsäure ernährt werden und diese in Buttersäure verwandeln. Man stellt sich vor, diese ungleichen Arten der Zerlegung seien auf bestimmte, lokalisiert gedachte Eigentümlichkeiten in der Zelle zurückzuführen, weil man durch schädliche Einflüsse die eine Art des Stoffwechsels ganz vernichten kann, während die andere voll erhalten bleibt. In vielen untersuchten Fällen hält sich die Eiweißzersetzung länger als alle anderen Gäreigenschaften. Löw nimmt in der Zelle besondere Eiweißgruppen an, die er spezielle Protoplasten nennt und welche die Gärungen einleiten sollen; diese überliefern die Spaltungsprodukte (und doch wohl auch Energie) dem Zytoplasma, welches die Synthese vollzieht und auch dann noch das Leben zu unterhalten vermag, wenn die speziellen Protoplasten geschädigt sind.

### e) *Wachstum und natürliche Hemmungseinrichtungen.*

Die Spaltpilze vermehren sich durch Eintreiben einer Teilungswand und Abtrennung der Hälften als neue Individuen. Dieser Prozeß verläuft bei manchen Arten sehr rasch, ist bisweilen schon in 20 Minuten vollendet. Würde die Spaltung gleichmäßig mit dieser Geschwindigkeit 24 Stunden andauern, so würden, von einem Individuum ausgehend, 4700 Trillionen entstehen können. Da 30 Billionen Spaltpilze im trockenen Zustand nach Nägeli erst 1 g wiegen, so wären in obigen 4700 Trillionen nicht weniger als 150.000 kg trockenes Nährmaterial aufgespeichert.

Es ist selbstverständlich, daß einer solchen ungeheuren Vermehrungsfähigkeit gegenüber auch eine Reihe von hemmenden Einflüssen in der Natur bestehen, um die Überflutung mit Bakterien auszuschließen. Schon der Umstand, daß eine Reihe von Lebensbedingungen: Wärme, Feuchtigkeit, Nahrungsstoff, Mangel an Konkurrenz gegeben sein müssen, um das Optimum der Lebensenergie zu erreichen, ist als ein Hindernis ihrer Vermehrung zu betrachten; unter den zahllosen möglichen Kombinationen, welche eintreten können, werden die günstigsten Bedingungen nur einen kleinen Bruchteil ausmachen.

Aber auch dort, wo sich die Spaltpilze wirklich reger vermehren, werden, noch ehe das Nahrungsmaterial durch sie aufgebraucht ist, der weiteren Verbreitung Hindernisse bereitet. Die schrankenlose Vermehrung der Spaltpilze wird durch ihre Stoffwechselprodukte gehemmt; gerade wie bei höheren Organismen die Produkte des eigenen Stoffwechsels dem Leben schädlich sind und ausgeschieden werden müssen, so sehen wir allenthalben die Spaltpilze ihre Wirkung und Fortpflanzung einstellen, wenn sich eine gewisse Menge von Stoffwechsel- oder Gärprodukten angesammelt hat. Bekanntlich stellt die Hefe, wenn sich etwa 14% Alkohol gebildet hat, ihre Tätigkeit ein; die Harnstoffgärung durch *Mikrococcus ureae* hört auf, wenn 13% kohlen-saures Ammoniak sich gebildet haben, die Milchsäurebakterien scheinen mehr freie Milchsäure als 0.8% nicht zu ertragen.

Die Zahl der Hemmungseinflüsse muß nach dem Dargelegten eine außerordentlich große genannt werden. Wir wissen, daß die durch Hemmung bedingte zeitweilige Latenz des Lebens von vielen niederen

tierischen Organismen, von den Samen höherer Pflanzen und so auch von vielen Spaltpilzen ohne Nachteil etragen wird. Der Latenz folgt unter günstigen Verhältnissen wieder das üppigste Wachstum.

Die Temperatur des Bodens steigt in manchen Fällen so hoch, daß das Leben der Bakterien vernichtet wird; der rapide oder oftmalige Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit schwächt und tötet, endlich aber stellt die Einwirkung des Sonnenlichtes ein bakterienfeindliches Element von größter Wichtigkeit dar.

Die natürlichen Hemmungsbedingungen würden unzweifelhaft auf das allergewaltigste bakterienvernichtend eingreifen, wenn nicht ein Teil der Spaltpilze in der endogenen Sporenbildung ein Mittel besäße, den Schäden zu begegnen. Diese Sporen widerstehen in hohem Maße den Einflüssen der Austrocknung, ferner sehr gut auch hohen Temperaturen.

Die vegetativen Zellen sterben, von den früher schon angegebenen Ausnahmefällen bei Thermophilen abgesehen, im Durchschnitt bei normalem Feuchtigkeitsgehalte 10—30 Minuten bei einer etwa während Erhitzung auf 50—70° ab, gerade so wie andere Pflanzenzellen auch. Trocknen die vegetativen Formen vorher aus, so halten sie weit höhere Temperaturen aus. Die endogenen Sporen ertragen vielfach ein langdauerndes Erwärmen in Flüssigkeiten auf 100°, ja bis zu 130°; doch kommt es auch auf die Art der Flüssigkeit an, in welcher die Sporen sich befinden. Eine Sporenart, welche in Gelatine 110° ertrug, starb in Milch erst bei 120° ab (Ducleaux); in trockenem Zustand sind auch die Sporen weit resistenter als im feuchten Zustand.

Erniedrigung der Temperatur unter 0° ertragen die meisten Spaltpilze ohne Schaden; in manchen Fällen hat man selbst Temperaturen von — 130° ohne Nachteil einwirken sehen. Höchst auffällig ist der Einfluß längerer Besonnung auf die Spaltpilze; Pilze, welche in Flüssigkeiten im Dunkeln länger als ein Jahr lebten, wurden im Sonnenlicht in 14—40 Tagen getötet. Neuere Versuche ergeben noch viel schnellere Wirksamkeit des Sonnenlichtes. Keime, welche eingetrocknet 5—6 Monate lebensfähig bleiben, sterben im Sonnenlichte in ein paar Tagen (Ducleaux). Die äußerst verderblichen Milzbrandkeime verlieren durch die Besonnung ihre Virulenz, werden unschädlich und sterben ab. Der Wirkung der Sonne können auch die Sporen nicht widerstehen; für einige Fälle wird angegeben, daß die vegetativen Formen gegen Licht widerstandsfähiger sein sollen als die endogenen Sporen.

### Beziehungen der Spaltpilze zum Gesunden und ihre Rolle in der Natur.

Die Spaltpilze sind in Luft, Wasser, Boden, Nahrungsmitteln, auf Pflanzen und Tieren gefunden worden. Im Kreislaufe der Stoffe erfüllen sie eine wichtige Aufgabe. Die chlorophyllführenden Pflanzen bauen organische Stoffe der verschiedensten Zusammensetzung auf, die Tiere zerstören die Pflanzen, indem sie von ihnen die Nahrung beziehen, aber sie lösen dieselbe keineswegs wieder zu einer brauchbaren Pflanzennahrung auf, wie ein stetiger Kreislauf der Stoffe verlangte. Bei dem Übergewichte der Pflanzen gegenüber den zersetzenden Prozessen würden sich die Pflanzenleichen gewaltig anhäufen und

der Atmosphäre Nahrungsstoffe wie die Kohlensäure dauernd entzogen werden. Die Mikroben unterziehen sich der wichtigen Aufgabe einer Zerstörung des Tier- und Pflanzenleibes und der von den Tieren unvollständig ausgenutzten Nahrung. Der Kohlenstoff kehrt als Kohlensäure zur Atmosphäre zurück, der Stickstoff als Ammoniak oder in Nitrat oder Nitrit oder Stickgas verwandelt (siehe oben unter Selbstreinigung des Bodens und Selbstreinigung des Wassers).

Als Gärungserreger spielen sie mitunter eine technisch wichtige Rolle wie bei der Buttersäure und Milchsäuregärung, bei der Hargärung und bei der Bereitung mancher Biersorten, freilich ebenso oft stellen sie unwillkommene Gäste dar, wie bei der rasch eintretenden Fäulnis wahrer Nahrungsmittel, der Zersetzung der Milch u. s. w.

Die Ubiquität der Spaltpilze bringt es mit sich, daß unser Körper reichlich Bakterien enthält; Keime können durch die Atmung, durch die Nahrung auf normalen Wegen in den Menschen gelangen, in anderen Fällen durch Einreibung in die Haut und durch Verletzungen der Haut. Regelmäßig finden sich Bakterien in dem Mundschleim der normalen Menschen, wie z. B. die *Spirochaete buccalis*, Kokken, Komma vibriionen, *Leptothrix*; *Leptothrix* und die Kokken findet man übrigens auch in den kariösen Zähnen, so daß für diese also auch eine pathogene Wirkung in Betracht kommen könnte. Im Magen trifft man häufig auf die *Sarcina ventriculi*; reichlich sind die Bakterien im Darne. Sie zersetzen dort Eiweißstoffe und Kohlehydrate und schicken ihre Zersetzungsprodukte durch unseren Körper hindurch. Nicht alle Arten von Mikroben wachsen wegen der eigenartigen Bedingungen dortselbst. Eine wertvolle Beigabe stellen für den Menschendarm die Bakterien entschieden nicht dar.

Die Bakterien des Darmes sind abhängig von der Nahrung. Bei Fleischkost überwiegen Faulniskeime, die  $\text{SH}_2$ , Merkaptan, Indigo gebende Substanz u. s. w. abspalten; bei ausschließlicher Brotkost herrscht, wie ich zuerst gesehen habe, nur die Buttersäuregärung vor. Der größte Teil der im Darm enthaltenen Bakterien läßt sich nicht mehr auf unserem Nährboden züchten. Nach den im Laboratorium des Verfassers ausgeführten Untersuchungen Lissauers betragen die Bakterien bei animalischer Kost 4·3% des Kotes, bei vegetabilischer Kost 10·5% und bei gemischter 8·7%. (Siehe auch Klein, Arch. f. Hyg., B. 45.)

Bei dieser Durchsuchung des normalen Organismus mit Mikroben liegt die Frage nahe, ob nicht auch innerhalb der normalen Gewebe etwa harmlose Parasiten zu finden seien. Durch viele Versuche von Meißner, Zahn, Hauser u. a. ist dargetan, daß im normalen Blute und den Geweben Mikroben nicht zu finden sind; doch sind in neuester Zeit in gesunden Lymphdrüsen pathogene Keime, z. B. Tuberkelbazillen, mit Sicherheit nachgewiesen worden.

Das im allgemeinen als Regel anzunehmende Freibleiben des Blutes und der Gewebe von Mikroben konnte in erster Linie bedingt sein durch eine Undurchdringlichkeit der gesunden und unverletzten Epidermis und des Epithels der Schleimhäute. In der Tat sprechen ja vielerlei Beobachtungen zu Gunsten dieser Anschauung. Aber offenbar behütet

vielfach noch eine zweite Schutzeinrichtung uns vor dem Einnisten der Spaltpilze in den Geweben. Schon vor vielen Jahren hatte man dargetan, daß selbst nach Einspritzungen gewaltiger Mengen fauligen Materials die Keime außerordentlich rasch aus dem Blute verschwinden (Gscheidlen). Die Versuche sind in den letzten Jahren mit Reinkulturen wiederholt worden, ohne ein anderes Ergebnis zu zeigen. Die Bakterien werden bei Einspritzungen ins Blut in der Regel nicht etwa durch den Darm oder die Nieren glattweg nach außen befördert, sondern manchmal erst in Milz, Leber, Niere, Knochenmark festgehalten, oft sehr lange, bis zu 78 Tagen, schließlich aber gehen sie alle zu Grunde (Wyssokowitsch).

An der Tötung der Bakterien beteiligen sich nur in manchen Fällen die weißen Blutkörperchen, indem sie die Keime aufnehmen und zerstören (Phagozytose); die wichtigste Wirkung entfalten das Blut und andere Gewebsflüssigkeiten (Nuttall, Fodor, Buchner). Selbst das blutkörperchenfreie Serum wirkt in gleicher Weise hemmend.

In neuester Zeit hat man auch besondere Depots für Infektionserreger im Körper gefunden. Forster und seine Schüler haben bewiesen, daß die Gallenblase jahre-, wohl auch jahrzehntelang Typhusbazillen beherbergen könne. Auch in der Blase halten sich die letzteren monatelang.

Literatur: Rubner M., Über Spaltung und Zersetzung von Fetten und Fettsäuren im Boden und in Nährflüssigkeiten. Arch. für Hyg. Bd. 38, 00, 67. — Rubner M., ibid. Die Wanderungen des Schwefels im Stoffwechsel der Bakterien. 16, 93, 78. — Rubner, ibid. Beziehungen zwischen Bakterienwachstum und Konzentration der Nahrung. Arch. f. Hyg. LVII, 1906. — Energieumsatz im Leben einiger Spaltpilze. Ibidem.

## Siebentes Kapitel.

### Pathogene Wirkungen der Spaltpilze.

#### Entstehen des Parasitismus.

Als Parasiten sind die Spaltpilze ungemein weit verbreitet, nicht nur bei einigen Pflanzen, sondern auch bei niederen Tieren, ferner bei Kaltblütern und besonders bei den Warmblütern und dem Menschen begegnet man ihnen häufig. Sie finden also in der Natur ungemein oft Gelegenheit zum Parasitismus, falls sie zu diesem befähigt sind. Im Gange der natürlichen Entwicklung müssen sich die Parasiten aus saprophytischen Formen entwickelt haben.

Bei den tierischen Parasiten ist der Zusammenhang zwischen parasitischen und saprophytischen Formen vielfach schwierig klarzulegen, weil bei dem tierischen Parasitismus die Organisationsänderung parasitierender Arten recht mannigfaltige Gestalt annimmt. Der Parasitismus der Spaltpilze dagegen ändert an der Wuchsform meist nicht das geringste, sondern beschränkt sich fast durchwegs auf eine gewisse Modifikation der physiologischen Eigenschaften; im ganzen zeigt der Parasitismus sogar keine weitere Eigentümlichkeit, als daß er eben ein Wachstum auf einem spezifisch gearteten „Nähr-

boden“, dem des Wirtes, darstellt. Der Parasitismus ist also in vielen Fällen ein latenter, nur weil es an einem geeigneten Wirt fehlt; die Entstehung „pathogener Arten“ reduziert sich dann nur auf den Akt der Übertragung saprophytisch wuchernder Spaltpilze auf den Menschen oder ein Tier.

Diese Gewöhnung an den tierischen Organismen führen uns manche Spaltpilze noch heute vor. Eignet sich ein Tier als „Nährboden“, so akklimatisiert sich der Spaltpilz an diesen und zeigt als markantestes Merkmal dieser Umwandlung eine Steigerung der Virulenz, die ihn befähigt, leichter wieder beim Austreten aus dem Organismus zu parasitischem Wachstum zu gelangen.

Es gibt aber auch zahlreiche Mikroben, welche das Vermögen, saprophytisch zu wachsen, völlig verloren haben und ausschließlich unter natürlichen Verhältnissen als obligate Parasiten fungieren. Ermöglicht werden diese Umwandlungen durch die unten zu besprechende Eigenschaft der Variabilität der Spaltpilze.

Die Angewöhnung an den lebenden Organismen ist eine so hochgradige, daß die obligaten Parasiten oft jeder Kunst bakterieller Züchtung ganz widerstehen oder doch bald auf den besten künstlichen Nährböden die Lebenskraft einbüßen. Gonokokken verlieren bald ihr Wachstumsvermögen, Rekurrensspirillen sind bis jetzt überhaupt nicht züchtbar gewesen. In anderen Fällen kann man aber auch bei obligaten Parasiten auf künstlichem Nährmaterial gute Vermehrung erzielen, z. B. bei Tuberkelbazillen. Bisweilen schwächt der Parasitismus das spätere Fortkommen als Saprophyten; die Meningokokken gewöhnen sich — aus dem kranken Körper übertragen — erst allmählich an den künstlichen Nährboden.

Der Parasitismus pflegt nach Gattung und Rasse der Tiere, mit welchen ein Parasit in Berührung tritt, sich verschieden zu gestalten; so entsteht Gattungs- und Rassenimmunität. Der Rauschbrand tötet Meerschweinchen, Kaninchen aber nicht; der *Bacillus septicaemiae haemorrhagicae* Hausmäuse, aber nicht Feldmäuse; Hühner sind immun gegen den Rotlauf der Schweine. Beispiele einer Rassenimmunität ist die relative Unempfänglichkeit der Indier für Fieber und Cholera im Vergleiche mit den eingewanderten Europäern. Die verschiedene Empfänglichkeit verschiedener Tiere und des Menschen gegen einzelne Spaltpilze erinnert an das Verhalten der Tiere gegen Gifte überhaupt. Atropin und Belladonna wirken nicht auf den Pflanzenfresser, kräftig auf den Fleischfresser. Koffein erzeugt bei *Rana temporaria* Muskelstarre, bei *esculenta* Reflextetanus. Gegen Opiumdosen, welche die Menschen töten, sind Tauben, Hühner, Enten immun.

### Invasion und Infektion.

Spaltpilze, welche als Krankheitserreger fungieren können, auch solche, welche von Haus aus echte Parasiten sind, werden bei dem Menschen nicht selten gefunden, auch ohne daß der Mensch Krankheitssymptome aufweist. Befindet sich der Mensch in diesem Zustand, als einfacher Träger eines Infektionsstoffes, so kann man nach der Anschauung des Verfassers von einer Invasion von Parasiten sprechen. Solche Invasionen kommen oft bei sehr gefährlichen Krankheitserregern

vor. Z. B. hat man Tuberkelbazillen im Munde Gesunder gefunden, ferner Diphtheriebazillen, recht häufig stößt man auf Pneumoniokokken im Munde und in den Atemwegen, ferner auf Staphylokokken und Streptokokken auf der äußeren Haut und den Schleimhäuten, so wie in den weiblichen Genitalien, auf Gonokokken ebendasselbst, ja das *Bacterium coli* und der *Bacillus fluorescens liquefaciens* sind fast stets Begleiter der Menschen.

Die Invasion beschränkt sich nicht einmal immer auf die Haut und Schleimhaut. Man hat neuerdings erwiesen, daß manchmal auch vollkommen gesunde Lymphdrüsen Tuberkelbazillen, Streptokokken u. dgl. einschließen.

Unter Pilgern in Ägypten hat man eine ganze Reihe von Individuen gefunden, welche im Darm Choleraerkrankungen enthielten, ohne daß sie selbst oder ihre Umgebung choleraerkrankt wurden. Man hat ferner nachgewiesen, daß Personen jahrelang mit Typhusbazillen, die dann in der Gallenblase enthalten sind, ohne jegliche Krankheitszeichen leben.

In manchen Fällen läßt zweifellos die Schleimhaut der Nahrungswege und des Atemapparats die Keime nicht hindurch.

Es ist auch wohl kaum im geringsten zu bezweifeln, daß gelegentlich die pathogenen Bakterien alle trennenden Schranken durchbrechen und in den Kreislauf gelangen. In solchen Fällen verfügt, wie namentlich durch die Untersuchungen H. Buchners und seiner Schule nachgewiesen worden ist, der Körper über seine Schutzvorrichtung, welche die Tötung der Bakterien herbeiführt, über die Alexine. Daneben können auch Bakterien durch direkte Aufnahme in die Leiber der weißen Blutkörperchen durch die von Metschnikoff zuerst beschriebene Phagozytose zu Grunde gehen. In manchen Fällen enthält das Blut bestimmte Stoffe, Lysine, welche im stande sind, die Bakterien zu zerstören (siehe später).

Auch das Überstehen einer Krankheit kann durch die Immunität (siehe dort) den nötigen Schutz dem Körper verleihen.

Versagen alle Schutzmittel, so treten krankhafte Veränderungen ein, der Körper befindet sich dann im Zustand der Infektion: Invasion und Infektion können zeitlich sich sehr nahe liegen oder sich decken, aber recht häufig ist die Zeit zwischen Invasion und Infektion eine ganz variable, oder es bleibt nur bei der Invasion ohne eine nachfolgende Infektion.

Über den Zeitpunkt der Infektion bestimmen also unter Umständen weitere Begleiterscheinungen, z. B. eine Verletzung der äußeren Haut oder der Schleimhaut, ferner bestimmte Entzündungserscheinungen im Rachen, in den Luftwegen, eine Reizung des Peritoneums, eine Störung in der Darmfunktion (Abklemmung, bei Invasion von *Bacterium coli*), eine Geburt und Verletzungen hiedurch, eine Erkältung bei Pneumonie; ein Daniederliegen der Ernährung und Blutbildung, eine Verringerung der Alexinwirkung, Stauungen von Sekreten (bei Tonsillen, Tränennasenkanal, Nase, Rachen); eine bestimmte Beschaffenheit des Körpers, kurzum Dinge, die unter dem weiten Sammelnamen Disposition zusammengefaßt werden (siehe dort).

Man hat solche Erkrankungen, bei welchen eine Gelegenheitsursache zur Erkrankung den Anstoß gibt und der Krankheitserreger

schon vorher im Körper war, auch Autoinfektionen genannt; eine solche Gruppe von Erkrankungen ist aber nicht scharf zu umgrenzen. Jeder Fall, in welchem sich der Zeitpunkt der Invasion nicht mit der Infektion deckt, kann als solche Autoinfektion bezeichnet werden.

In manchen Fällen können auch Autointoxikationen zu stande kommen, wenn z. B. das in dem Darm erzeugte Gift in den Organismus eindringt und die Erkrankung erzeugt. Hieher könnten gerechnet werden Störungen im Darmkanal und Bildungen giftiger Produkte.

Abgesehen von den bereits erwähnten Umständen kann eine Erkrankung selbst eine erneute Disposition zu weiterer Ansteckung liefern. Die kranken Gewebe bieten dem Eindringen von Bakterien, welche für das gesunde Gewebe ganz und gar unbedenklich gewesen wären, günstige Verhältnisse. So kommt es zu sogenannter Sekundärinfektion.

Die Eigentümlichkeit einer Bakterienspezies, Krankheitserscheinungen hervorzurufen, nennt man Pathogenität. Diejenigen Bakterien, welche unter natürlichen Bedingungen den Menschen zu befallen und krank zu machen vermögen, nennt man virulent. Giftigkeit ist die Eigenschaft, mehr oder minder reichliche Giftstoffe (Toxine) zu erzeugen; die Giftigkeit kann bedeutend, die Virulenz aber gleichzeitig gering sein und umgekehrt.

### Pathogene Wirkung.

Die bedeutungsvollste Eigenschaft mancher Bakterien besteht in ihrer pathogenen Wirkung. Es wurden an pathogenen Mikroben isoliert von Koch der Tuberkelbazillus, von Schütz und Löffler der Rotzbazillus, von Hansen und Neißer der Leprabazillus, von Neißer der Gonokokkus, von Koch die Vibrionen der Cholera asiatica, von Fehleisen der Erysipelokokkus, von Nicolaier der Tetanusbazillus, von Pasteur und Roux der Bazillus des Schweinerotlaufs und die Stäbchen der Hühnercholera, von Eberth der Typhusbazillus, von Löffler der Diphtheriebazillus, von Weichselbaum die Pneumokokken, von Ogston, Passet, Rosenbach die Eiterstaphylokokken, von Pfeiffer der Influenzabazillus, von Yersin und Kitasato der Pestbazillus.

Die Krankheitserreger erzeugen nicht immer dieselbe Wirkung, weil sie nicht immer im Vollbesitze ihrer pathogenen Eigenschaften sind, aber auch das letztere vorausgesetzt, wird das Krankheitsbild von mannigfachen Umständen beeinflusst.

Die Krankheitserscheinungen, welche durch einen Infektionserreger hervorgerufen werden, sind bei verschiedenen empfänglichen Tieren oft ganz verschiedene.

Der *Bacillus septicaemiae haemorrhagicae* erzeugt die Septikämie der Kaninchen, bei dem Rind und Wild die milzbrandartige Rinder- bzw. Wildseuche, bei den Kälbern eine septische Pleuropneumonie, beim Schwein die Schweineseuche mit entzündlichen Hautaffektionen ähnlich dem Rotlauf, beim Huhn die Hühnercholera, bei der sich der Prozeß auf den Darm konzentriert.

Die Art des Eindringens ist oft bestimmend für die Schwere der Infektion. Rauschbrand, ins Blut gespritzt, wirkt rasch verderblich, bei Rindern in die Schweifspitze verimpft, erzeugt er eine

unbedenkliche leichte Erkrankung. Der Weichselbaumsche Pneumoniokokkus erzeugt, subkutan injiziert, keine Reaktion an der Einstichstelle, nachfolgend Septikämie; in die Trachea gespritzt Pneumonie und Pleuritis.

Die pathogene Wirkung zeigt sich nicht immer an der Eingangspforte des Pilzes; die Impfstelle des Tetanus zeigt bisweilen nicht die geringsten Veränderungen. Der Biß eines Hundes kann längst vernarbt sein, wenn das Zentralnervensystem von dem Infektionserreger befallen ist.

Die Bakterien, die wir bei der Tuberkulose in der Lunge finden, brauchen nicht durch Einatmung dorthin gelangt zu sein, Tuberkelbazillen gehen durch den Darm hindurch, ohne Läsionen zu hinterlassen.

Bakterien in der Trachea und Bronchien brauchen nicht auf Luftinfektionen zurückgeführt werden, sondern können mit Speichel aspiriert werden und von Getränken und Speisen herrühren. Bakterien in Magen und Mund können sogar aufsteigend aus dem Darm eingewandert sein (Uffenheimer).

Die Krankheitssymptome, welche durch den Krankheitserreger hervorgerufen werden, bestehen:

a) In dem Reiz an der Eingangspforte, d. h. in Entzündungsprozessen mit serösen Exudaten, eitrigen Katarrhen, hämorrhagischen Exudaten, nekrotisierenden und proliferierenden Entzündungen, Hämorrhagien. Ursache dieser Vorgänge ist der Bakterienleib im lebenden Zustand oder auch das absterbende Material oder endlich die Bakterienproteine. Der Reiz an der Eintrittspforte kann oft minimal sein wie bei Tetanus.

b) Der Infektion folgt in der Regel das Fieber. Centanni hat fiebererregende Stoffe dargestellt; sie sollen bei verschiedenen Bakterien dieselben sein und werden Pyrotoxin benannt. Letzteres scheint kein Eiweiß oder Ptomain. Es macht für sich injiziert Schwellung der Lymphdrüsen, Diarrhöen und Fieber, wirkt also ähnlich wie Tuberkulin oder Mallein.

c) Die pathogenen Bakterien haben neben den beiden vorgenannten Wirkungen die Fähigkeit, spezifische Symptome zu erzeugen.

Dabei sind zweierlei Dinge streng auseinanderzuhalten.

1. Der Infektionserreger kann sich im Körper und in den Säften verbreiten, oder

2. er lokalisiert sein Wachstum an einer Stelle und schickt seine Giftstoffe in das Innere des Körpers.

Bei mancherlei Krankheiten finden sich Spaltpilze im Blute oder in den Säften oder in den Organen abgelagert. So können die Keime, z. B. sich in wichtigen Organen niederlassen und diese allmählich zerstören; die Tuberkelbazillen wandern oft von Organ zu Organ. Indem Gefäße ergriffen werden, kommt es zu Blutungen durch Wucherungen in den Gefäßen, z. B. bei endokarditischen Prozessen zur Ablösung von Teilchen, Fortführung derselben durch den Blutstrom und zu Thrombosen. Auftretende Geschwüre bei Rotz führen zu allmählicher Konsumtion durch Säfteverlust, Druck auf die Gefäße erzeugt Störungen der Zirkulation u. s. w.

Zu diesen mechanisch gut verständlichen Wirkungen treten mitunter noch spezifische Giftwirkungen hinzu. Man beobachtet oft

nur eine geringfügige Wucherung der Keime, wie bei Tetanus, bei der Diphtherie, aber dabei gewaltige Wirkungen auf den Organismus, welche auf der Einverleibung von Giftstoffen beruht. Diese Giftwirkung kombiniert sich manchmal mit den Krankheitserscheinungen, die durch die Wucherung der Pilze an sich erregt werden.

Das Eindringen pathogener Keime in das Blut und die Organe ist aber zum Zustandekommen der Krankheit gar nicht einmal notwendig. Die Choleravibrionen sind niemals als regelmäßiger Befund in den Organen gesehen worden, sondern ihre Brutstätte bleibt im ganzen Verlaufe der Krankheit der Darm. Ähnlich verhält es sich mit den Diphtheriebazillen, die trotz lokaler Auflagerung auf die Schleimhaut eine tödliche Krankheit erzeugen. Unter diesen Verhältnissen schiebt also der pathogene Spaltpilz nur seine giftigen Stoffwechselprodukte durch den Körper hindurch.

Drängt sich bei den Erkrankungen der letzteren Art die Notwendigkeit der Annahme einer Giftwirkung auch in erster Linie auf, so beruhen aber doch auch die Wirkungen solcher Bakterien, die in das Innere des Körpers vordringen, auf Giftwirkungen. Durch die Untersuchungen der Neuzeit hat man die Möglichkeit gewonnen, derartige Bakteriengifte durch Reinkulturen außerhalb des Körpers herzustellen, sie von den lebenden Bakterien zu trennen, in mehr oder minder reinem Zustand abzusecheiden und in ihrer Wirkung zu studieren.

Die Gewinnung solcher Toxine aus Bakterien ist erst allmählich gelungen. Die Annahme, einen Teil der Krankheitssymptome als eine Giftwirkung aufzufassen, ist schon eine recht weit zurückliegende; aber eben erst die Neuzeit konnte mit dem allmählichen Fortschritte der chemischen Kenntnisse und durch die Möglichkeit der Massenreinkulturengewinnung der hier interessierenden Frage näher treten.

Man hat angenommen, daß solch giftige Körper basischer Natur seien und sich namentlich bei der natürlichen Faulnis studieren ließen. Diese Stoffe (Ptomaine) geben aber wegen ihrer immerhin nicht sehr starken Giftwirkung keine Erklärung für den Symptomenkomplex der parasitären Krankheiten, wenn sie auch mitunter, in zersetzten Nahrungsmitteln und in größeren Dosen aufgenommen, ein akutes Vergiftungsbild zu erzeugen vermögen.

Einen besser zum Ziel führenden Weg schlug man später dadurch ein, daß man den Gedanken fallen ließ, als müßten alle Bakteriengifte alkaloidartige und kristallisierende Körper sein. Die Möglichkeit, auf dem Wege der Reinkulturen starke Gifte zu erhalten, ergab sich durch den Umstand, daß auch durch Hitze sterilisierte oder durch Tonfiltration von lebenden Bakterien befreite Flüssigkeiten in kleinsten Dosen krankmachend wirken.

Die Anregung, die Gifte unter den nicht kristallisierenden Verbindungen zu suchen, rührt von Panum her. Er hat 1859 den Gedanken angeregt, daß Giftwirkungen von Faulnisgemengen nicht unter den kristallisierbaren Verbindungen, sondern unter den Eiweißstoffen zu finden sein möchten. 1874 teilte er dann weitere Ergebnisse mit, indem er auf ein von den Eiweißsubstanzen nicht trennbares Gift in bakterienhaltigen Flüssigkeiten hinwies. Da man in der ersten Zeit der Entwicklung der Bakteriologie in erster Linie das schädliche Prinzip in

den Bakterien selbst erblickte, so kam die Lehre von den „Giften“ etwas in Mißkredit. 1885 hat Mosso aus dem Serum der Mureniden einen giftigen Eiweißstoff (Ichthyotoxicum) dargestellt. Auch das Schlangen- und Spinnengift ist eiweißartiger Natur. Kobert und Stillmark haben in dem Rhizin eine sehr giftige eiweißartige Verbindung (Phytalbumose) gewonnen; ähnlich wirken Abrin, Phallin etc. Roux und Yersin schlossen aus ihren Versuchen (1888), daß das Diphtheriegift den hydrolytischen Fermenten nahe stehen müsse. Aus den Kulturen vieler pathogener Bakterien erhält man nach Beseitigung der Bakterien und Fällen mit Alkohol, eiweißartige Niederschläge, welche giftig sind. Man nennt sie meist kurzweg Toxalbumine. Sicherlich ist es aber ziemlich übereilt, an die Eiweißnatur aller derartigen, bisher hergestellten Körper zu glauben, auch liegt überhaupt kein Grund vor anzunehmen, daß alle solche Gifte einer gleichartigen Gruppe organischer Körper angehören müßten. Eine gelungene Reindarstellung solcher Körper ist bis jetzt nicht zu verzeichnen. Daher ist es besser, kurzweg von Toxinen zu sprechen. Die Giftstoffe sind offenbar teilweise leicht zersetzlich. Ihre Wirksamkeit, nach der Giftigkeit bakterienfreier Nährflüssigkeiten beurteilt, ist eine enorme; 1  $cm^3$  eines Filtrats einer Bouillonkultur von Tetanus enthielt 0.025 g organische Trockensubstanz im ganzen und reichte hin, um 1000 Meerschweinchen zu töten (Vaillard und Vincent).

Für das Tetanusgift scheint durch Brieger erwiesen, daß es kein Eiweißkörper ist. Von diesem Gifte würden etwa 0.2 mg genügen, um einen Erwachsenen zu töten (vorausgesetzt, daß bei Menschen dieselbe Empfänglichkeit für das Gift besteht wie bei den Mäusen). Somit ist das Tetanusgift mehrere hundertmal wirksamer als Strychnin.

Sehr kräftig toxische Wirkungen haben auch gewisse Fermente. Nach Roussy gibt 0.5 mg Invertin per Kilogr. Körpersubstanz bei Einspritzung ins Blut starke Temperaturerhöhung, ebenso Pepsin, Diastase, Emulsin, Myrosin (Hildebrandt).

Die wesentlichsten Symptome der Bakterienkrankheiten sind also als Giftwirkungen aufzufassen.

Man ist aber nur berechtigt, von wahren Intoxikationskrankheiten zu reden, wenn nur mittels der Toxine oder anderer ähnlicher Körper die Erkrankung ausgelöst worden ist, ohne daß die Bakterien selbst im lebenden Zustand den Organismus bewohnt haben.

Solche Möglichkeiten sind durchaus nachgewiesen; denn die Giftstoffe, wie solche in den Bakterien vorkommen, können in der Tat unter Umständen einen langsamen Verlauf der Krankheit bedingen, welcher durchaus dem Krankheitsverlaufe der bakteriellen Infektion gleich sein kann. Außerdem kann zwischen Intoxikation und Ausbruch der Krankheitserscheinungen längere Zeit liegen und die Symptome brauchen bei Intoxikationen durchaus nicht rasch und stürmisch abzulaufen. Für den von einer solchen Intoxikation Befallenen wäre der Krankheitsverlauf ebenso bedenklich wie die Infektion mit dem Krankheitserreger. Wahre Intoxikationen spielen unter den Erkrankungen durch verdorbene Nahrungsmittel gelegentlich eine Rolle, sogar als Massenerkrankungen. Diese Art von Krankheiten ist aber nicht vom Kranken auf Gesunde weiter zu verbreiten.

### Mischinfektionen.

Unter dem Ausdrucke Mischinfektionen werden verschiedenartige Erscheinungen zusammengefaßt. Zunächst hat man Anhaltspunkte dafür,

daß manchen Bakterien durch Begleiter, mit welchen sie unter natürlichen Umständen zusammentreffen, die Infektion überhaupt nur ermöglicht oder doch erleichtert wird. Malignes Ödem haftet schwer in Reinkultur, aber leicht, wenn *Proteus vulgaris* mit verimpft wird; die Mischinfektion von Diphtherie und Streptokokken ist gefährlicher als die einfache Diphtherieinfektion. Sporen von Tetanusreinkulturen infizieren so gut wie nicht, aber sehr leicht, wenn noch andere Bakterien gleichzeitig mit eingespritzt werden. Der Bazillus des malignen Ödems und der *Bacillus prodigiosus* wirken, jeder für sich injiziert, wenig auf das Befinden des Meerschweinchens ein; beide zusammen injiziert, führen rasch den Tod herbei (Roger). Ähnliches wird für *Bacillus prodigiosus* und *Mikrococcus violaceus* angegeben (Massa).

In Tumoren bei Rauschbrand findet man neben dem Rauschbrandbazillus einen Mikrokokkus, ersterer bildet aus Zucker  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  normale Buttersäure, Essigsäure und Milchsäure, der Mikrokokkus Paramilchsäure. Die Mischungen beider Keime wirken weit kräftiger als die getrennten Organismen und es entsteht ein neues Produkt — Butylalkohol (Nencki).

In sehr vielen Fällen sind aber die Krankheiten der Menschen und der Tiere nicht reine Bilder der Infektion mit nur einer Bakterienart, wenn auch die Ansteckung nur von einer pathogenen Spezies ausging. Wandern in bereits erkrankte Organe noch andere Mikroorganismen ein, so spricht man von Sekundärinfektionen. Bei sekundären Infektionen sind auch viele für normale Gewebe oft ganz indifferente Bakterienarten beteiligt; manchmal aber auch pathogene Keime von bedeutsamer Wirkung. So kann bei Typhus abdominalis neben dem Typhusbazillus eine Infektion mit Staphylokokken, Streptokokken und Pneumokokken vorhanden sein; die Tuberkulose, speziell die der Lunge, bleibt meist nur kurz unkompliziert, sehr häufig kommen neben dem Tuberkelbazillus Streptokokken vor, wodurch namentlich das sogenannte „hektische“ Fieber erzeugt wird. Die Geschwüre im Darm Typhöser sind nicht allein durch den Typhusbazillus hervorgerufen, sondern durch anderweitige Infektionen mitbedingt.

### Labilität der Bakterien im allgemeinen und die Labilität der Virulenz.

Bei den höheren Pflanzen findet sich die Eigenschaft des Variierens in sehr ausgedehntem Maße, ohne daß die Eigentümlichkeiten der Varietät dauernd vererbt werden können. Bei den niederen Pflanzen ist aber die Vererbung erworbener Eigenschaften keine Seltenheit. Hansen hat durch besondere Auswahl aus einer Hefespezies drei Varietäten gezogen, deren Eigentümlichkeiten viele Generationen hindurch sich erhielten. Es war die morphologische Erscheinung der Zellen eine andere geworden, die eine Varietät bildet sehr leicht, die andere gar keine Askosporen. Letztere gelangte auch nach einem Jahre nicht wieder zur Fähigkeit der Askosporenbildung. Durch Überwärmung der Hefe kann ihr Vermögen, Alkohol zu bilden, reduziert werden, ohne daß die übrigen Eigenschaften der Zelle Schaden leiden.

In hervorragendem Maße findet man bei den Spaltpilzen die Labilität ihrer Eigenschaften.

Die Labilität zeigt sich in manchen Fällen in morphologischen Änderungen; die Krümmung der Kommavibrien, die Neigung zur Schraubenbildung variiert; Fermentbildung geht manchmal spontan verloren, z. B. bei den Kommavibrien verliert sich allmählich ihr Vermögen, die Gelatine zu verflüssigen, die Milchsäurebazillen verlieren ihr Vermögen der Milchsäuerung, der *Staphylococcus aureus* büßt unter Umständen die Pigmentbildung ein, der Milzbrand die Fähigkeit der Sporenbildung, *Bacterium coli* verliert nach dem Erwärmen auf bestimmte Temperatur das Vermögen, Indol zu bilden, die Kommavibrien zeigen nach langem Aufenthalte im Wasser nicht mehr die Nitrosoindolreaktion. Keime, welche in der Natur nur bei niederen Temperaturen gewachsen sind, gewöhnen sich allmählich an die Bruttemperatur. Manchmal lassen sich den Bakterien nur eine, manchmal mehrere Eigenschaften durch gewisse Einflüsse entziehen.

Fitz hat durch Erwärmen dem *Bacillus butyricus* die Fähigkeit genommen, Buttersäure zu bilden, dagegen behielt er alle anderen Eigenschaften bei. Nach Hüppe läßt sich dem *Bacterium coli commune* seine Eigenschaft nehmen, Zucker zu vergären, den Rauschbrandbakterien, welche auch Buttersäure liefern, kann man diese Funktion nehmen. Desgleichen kann man die Wirkung der Verflüssigung der Gelatine bei manchen Keimen mindern und erhöhen. Der *Bacillus pyocyaneus* 5 Minuten auf 75° erwärmt, bildet nur mehr fluoreszierendes Pigment, auf Bouillon kein blaues Pigment wie normal, die pathogene Wirkung behält der Keim aber bei (Gessard). Eine ähnliche Eigentümlichkeit der Veränderung der Wirkung kennt man bei dem Trypsin, einem isolierbaren Ferment; es peptonisiert Leim und Fibrin. Durch gewisse Temperaturen verliert es die Fähigkeit, Fibrin zu lösen, behält aber die Leimpeptonisierung bei.

Eine solche Entziehung gewisser Lebensfunktionen kann aber durch viele Generationen von Spaltpilzen bestehen bleiben, d. h. vererbt werden. Laurent hat einem roten Farbstoff bildenden Keim diese Eigenschaft durch Besonnung genommen; in der 32. Generation war die Farbstoffbildung noch nicht wiedergekehrt.

Von höchstem Interesse ist, daß auch die spezifische Virulenz mancher Spaltpilze zu den labilen Eigenschaften gehört. Bei künstlicher Kultur verlieren die Streptokokken des Erysipels bald die Fähigkeit, Erysipel zu erregen, die Diphtheriebazillen, die Vibrien der Cholera asiatica nehmen bei längerer Kultur an Virulenz ab, ebenso die Keime der Hühnercholera, die Gonokokken, die Pneumoniekokken und Pestbazillen.

Sehr häufig vermag man die Virulenz durch Kultivieren bei hoher Temperatur abzuschwächen, so z. B. bei dem Milzbrand, wobei die in jedem Abschwächungsstadium sich entwickelnden Sporen den Grad der Abschwächung, den die Bazillen erlangt haben, festhalten. Manchmal wird die Abschwächung durch Zusatz von desinfizierenden Stoffen und bisweilen auch durch Verimpfung auf Tiere (bei Schweinerotlauf durch Verimpfung von Kaninchen zu Kaninchen) oder durch Einwirkung des Sonnenlichtes (bei Milzbrand), endlich durch langsames Austrocknen (bei Hundswut), durch Anhäufung von Stoffwechselprodukten oder Berührung mit Luft erreicht.

Weniger eingehend erweisen sich unsere Kenntnisse über die Zunahme der Virulenz, sie nimmt bei einigen Krankheitskeimen zu, wenn dieselben von Tier zu Tier verimpft werden. Die Milzbrandkeime sollen ihre künstlich abgeschwächte Virulenz erhöhen, wenn man sie sukzessive von jüngeren auf ältere Meerschweinchen verimpft, der Schweinerotlauf wird virulenter bei Verimpfung von Taube zu Taube,

das Hundswutgift nimmt zu bei Impfung von Kaninchen zu Kaninchen, die Keime der Schweinepest durch Verimpfung von Kaninchen zu Kaninchen. Der Kommabazillus wird virulenter bei Verimpfung von Meerschweinchen zu Meerschweinchen.

Wie eine solche Abschwächung und Erhöhung der Virulenz zustande kommt, kann noch nicht vollkommen erklärt werden. Man hat zwar gemeint, in jeder natürlich vorkommenden Spaltpilzkultur fänden sich neben virulenten auch weniger virulente Organismen und durch gewisse Eingriffe würden die virulenten getötet, die weniger virulenten blieben unverseht oder umgekehrt. Nach dieser Hypothese läßt sich aber nicht verstehen, wie aus einmal „abgeschwächten“ Kulturen wieder virulente werden sollten, denn abgeschwächte Kulturen wären ja solche, bei denen die virulenten Keime alle vernichtet sind; außerdem steht die Hypothese mit anderweitigen botanischen Erfahrungen nicht im Einklang.

Bei der Abschwächung, wie Erhöhung der Virulenz handelt es sich um gewisse Änderungen der Protoplasmaeigenschaften; es lassen sich sogar sukzessive den Spaltpilzen Gärwirkung, dann Infektiosität entziehen und trotzdem erhalten sie sich am Leben. Die Rauschbrandbakterien verlieren am leichtesten das Vermögen, Zucker in Buttersäure umzuwandeln, dann erst ihre Virulenz. Die Fähigkeit, Eiweiß zu zerlegen, behalten sie aber noch bei, wenn sie ihre Virulenz und Buttersäure-Gärfähigkeit verloren haben.

Die Labilität der Virulenz macht den Wechsel von parasitären Krankheiten in historischer Zeit erklärlich. Wenn schon im einzelnen, vielleicht wegen der Unsicherheit der ärztlichen Beobachtungen früherer Zeit, die Angaben über herrschende Epidemien nicht immer die genauesten sein mögen, so steht doch so viel fest, daß es einen gewissen Wechsel solcher Krankheiten gibt. Auch die verschiedene Bösartigkeit oder Milde mancher Epidemien könnte allenfalls in schwankender Virulenz des Krankheitserregers ihre Erklärung finden.

Die Kenntnisse über den Wechsel der Virulenz der Spaltpilze sind leider noch immer sehr dürftige und erst nach ihrer besseren Begründung wird ein klareres Verständnis der Verbreitungsweise des Entstehens von Epidemien eintreten können. Aber es steht sicher, daß ausnahmslos bei allen bakteriellen Krankheitserregern Schwankungen der Virulenz vorkommen.

Die Labilität der Bakterieneigenschaften hat dazu geführt, daß manche Forscher zu der Anschauung, es seien viele unserer heutigen Spezies künstliche Abtrennungen, sich bekennen und viele dieser Spezies als Varietäten zu einer größeren Gruppe vereinigen. In diese Gruppen werden saprophytische und parasitierende beziehungsweise pathogene Varietäten vereinigt. Diese geschieht z. B. von der Lyoner Schule für die typhusähnlichen Keime und den Typhuskeim (Gruppe des *Bacterium coli*). Sie nehmen bezüglich der Ätiologie des Typhus darum an, daß der Typhusbazillus nichts anderes als ein etwas variiertes *Bacterium coli* sei. Man kann also die Krankheit unter geeigneten Bedingungen überall akquirieren, wo *Bacterium coli* vorkommt. Ähnlich faßt Sanarelli eine große Anzahl von Vibrionen zur Cholera-Gruppe zusammen; diese Vibrionen sind weit verbreitet in Trinkwasser, Kanalwasser und zunächst

unschädlich, gewinnen aber zu gewissen Zeiten pathogene Eigenschaften und erzeugen dann die Cholera. Sanarelli ist der Meinung, künstlich diese Umwandlungen aus den Vibrionen ausführen zu können. Die beiden obengenannten Hypothesen bedürften erst des näheren und eingehenden Beweises.

### Immunität und die künstliche Erzeugung derselben.

Trotz der Aufnahme von Krankheitserregern und der innigsten Berührung mit ansteckenden Kranken bleiben viele Menschen gesund. Wir nennen diesen Zustand Immunität, im Gegensatze zu dem Zustand gesteigerter Empfänglichkeit, der Disposition. Die Immunität kann dauernd oder vorübergehend vorhanden sein, von Geburt an bestehen oder später erworben sein.

Eine beim Menschen vielfach vorkommende Immunität ist dadurch charakterisiert, daß Individuen nach Überstehung gewisser Krankheiten, wie Pocken, Scharlach, Masern, Typhus, Cholera, von derselben Krankheit längere Zeit nicht befallen werden, wenn sie sich auch unter den günstigsten Umständen der Ansteckung preisgeben.

Nicht immer hinterläßt die Genesung die Immunität; die Tuberkulose, Erysipelas, die Gonorrhöe, Streptokokkenerkrankungen machen sogar den Organismus noch empfänglicher für die gleiche Schädlichkeit, als Gesunde sind, die noch nicht infiziert worden waren.

Die gelegentlich beobachtete angeborene Immunität ist nachweislich in manchen Fällen auf intrauterin überstandene Krankheiten zurückzuführen.

In der erworbenen Immunität erweist sich also das Überstehen einer Krankheit als etwas Nützlichendes, und dieser Nutzen springt um so mehr in die Augen, wenn die überstandene Krankheit eine sogenannte leichte Form derselben war; denn auch diese bietet gerade so sicheren Schutz vor weiterer Erkrankung wie eine schwere Form. Eine schwere Blatternkrankheit wie eine leichte Abortivform, haben hinsichtlich des Impfschutzes die gleiche Bedeutung.

Immunität nach überstandener Infektion findet sich nicht allein bei den durch pflanzliche Parasiten erregten Krankheiten, sondern, wie schon erwähnt, auch bei den durch tierische Parasiten erregten (Malaria, Trypanosomainfektionen etc.), sie findet sich weiter nicht nur bei den Warmblütern und Kaltblütern, sondern bei allen Tieren hinab bis zu den einzelligen Wesen, auch bei den Pflanzen.

Die Immunität ist eine Reaktion des lebenden Organismus auf einen Reiz, den der Parasit auf seinen Wirt ausübt hat.

Solange die Pflanzen, Tiere und Menschen bestehen, sind sie von ihren unsichtbaren Krankheitserregern heimgesucht worden, aber alle Seuchen sind vergangen. Auch ohne das Zutun der Menschen haben sie ein freilich manchmal mit bedeutenden Opfern verbundenes Ende gefunden. Auch bei neuauftretenden würde es sich ähnlich verhalten. Gerade stark ansteckenden Seuchen wird durch die sich weiter ausdehnende Immunität bei dem Genesenen der Boden entzogen, auf dem sie sich weiter fortpflanzen könnten.

Die absichtliche Infektion mit einem Krankheitsstoffe zum Zwecke der Erzeugung einer leichten, vor weiterer Ansteckung schützenden Krankheit ist eine jedenfalls seit den ältesten historischen Zeiten geübte Schutzmethode. Noch heutzutage impfen in Indien die Brahminen nach althergebrachter Methode das Blatterngift ein.

Der Schutz vor Krankheiten durch Einimpfung mittels Krankheitsgift ist eine uralte Erkenntnis der Volksmedizin. Diese mehr oder minder unklaren Vorstellungen hatten einen berechtigten, wahren Kern; auch die beste allgemeine Impfmethode, die Jennersche Schutzpockenimpfung, ist aus solchen rein empirischen Beobachtungen herausgewachsen.

Schutzimpfungen gegen die Lungenseuche der Rinder sind schon bei Naturvölkern anzutreffen, in den Kulturländern wurden sie seit Mitte des 18. Jahrhunderts geübt.

Seitdem man aber die Krankheitserreger isolieren und für sich darstellen konnte, dachte man auch daran, sie als Impfstoffe zu verwenden. Die ersten grundlegenden Arbeiten rühren von Pasteur und seinen Mitarbeitern her.

Der Weg, auf welchem man die Schutzimpfungen ausgeführt hat, ist ein sehr verschiedener.

Zuerst wurden, wenn man von der Schutzpockenimpfung zunächst absieht, Impfungen angestellt mittels abgeschwächter Krankheitserreger. Die erste derartige Schutzimpfung führte Pasteur im Jahre 1880 bei der Hühnercholera aus.

Einen wichtigen Fortschritt machte die Immunisierung durch Kulturflüssigkeiten, welche von den lebenden Krankheitserregern befreit worden waren.

Toussaint hat wohl zuerst diesen Gedanken ausgesprochen. Den ersten gelungenen Versuch berichtete 1885 Salomon und Smith mit den Erregern der Wildschweinseuche. Sie injizierten die durch Erhitzen auf 58—60° von lebenden Bakterien befreiten Kulturflüssigkeiten den Tieren. 1888 immunisierte Pasteur beim Milzbrand, Roux und Chamberland bei malignem Ödem und Rauschbrand mittels gelöster Stoffe.

Man nennt die vorstehend geschilderten beiden Impfungsweisen heutzutage aktive Immunisierung oder nach Behring isopathische Immunisierung.

Die erste Methode hat den Nachteil, daß die Virulenz der abgeschwächten Kulturen nicht immer sicher zu regulieren ist, beide Methoden erzeugen eine wirkliche Erkrankung, es können Entzündung, Fieber, sowie weitere spezifische Symptome sich ausbilden. Vielfach kommen, wie z. B. bei der Milzbrandimmunisierung, auch Todesfälle vor (0.25% Verlust an Tieren).

Die Art, wie der Impfschutz zu stande kommt, ist eine höchst ungleiche. Bei manchen Impfungen genügt ein einmaliges Einbringen des Impfstoffes in den Körper, um eine langdauernde Immunität zu erzeugen; in anderen Fällen muß dagegen mit schwachem Impfstoff angefangen und zu stärkeren „Vakzins“ übergegangen werden, ehe eine Immunität erreicht wird.

Die Immunität kann eine kurzdauernde, rasch vorübergehende oder auch eine solche sein, die sich auf ein Dezennium und darüber erstreckt. Der Impfschutz gilt auch bisweilen nur für eine bestimmte

Applikationsart des Krankheitsstoffes, z. B. für die Infektion von der Haut aus, indes die Ansteckungsfähigkeit vom Darmkanal aus erhalten sein kann.

Die Schutzimpfungsmethoden haben in der Neuzeit wesentliche Fortschritte erzielt. Behring hat 1890 gefunden, daß mittels des Blutserums immunisierter Tiere die Immunität ohne schädliche Nebenwirkung auf andere Tiere übertragen werden könne (passive oder antitoxische Immunisierung). Das von Behring und Wernicke bei Diphtherie angewandte Prinzip wurde dann auf den Tetanus übertragen. Ähnliche Untersuchungen liegen für kruppöse Pneumonie, für den Schweinerotlauf, Cholera, Pest, Streptokokkenerkrankungen vor; es sind solche Sera teils zu Schutzimpfungen, teils zu Studienzwecken angewandt worden.

Am besten bekannt ist durch die Arbeiten von Behring und Wernicke die Diphtherie. Das Serum kann ganz enorme Steigerung, der Immunisierungskraft erfahren, so daß minimale Quantitäten zur Immunisierung ausreichend sind. Das Blut von Tieren mit natürlicher Immunität ist für solche Versuche unbrauchbar und wirkungslos.

Die Immunisierung vollzieht sich auch auf natürlichem Wege, indem die Milch immunisierter Tiere die Immunisierung (bei dem Tetanus wenigstens) auf den Säugling überträgt (Ehrlich). Auch durch den Genuß des Fleisches immunisierter Tiere kann bei Diphtherie ein Impfschutz erreicht werden (Wernicke).

Die aktiven Immunisierungsmethoden sind recht verschieden, indem sowohl die Injektion abgeschwächter Kulturen als die Injektion von Giften (Toxinen) zur künstlichen Immunität führen kann.

An Dauer der Wirkung steht diese Art von Immunität wesentlich der passiven Immunisierung voran. Wird mittels Serum die Schutzkraft übertragen, so nimmt bei weiteren Überimpfungen die Wirksamkeit in demselben Maße ab, wie das Serum im Blut des geimpften Tieres verdünnt wird. Eine Vermehrung des Impfstoffes, etwa durch Reaktion der Gewebe findet nicht statt. Ausgeschieden werden die wirksamen Stoffe auch mit der Milch, vielleicht auf anderen Wegen, oder sie werden als Nahrungsmaterial verbraucht.

Die Versuche hinsichtlich der Durchführung haben an einer großen Anzahl von Krankheiten günstige Ergebnisse zu verzeichnen gehabt.

Literatur: Nuttall, Experimente über die bakterienfeindlichen Einflüsse des tierischen Körpers. Zeitsch. für Hyg. Bd. IV, 353. — Behring, Über Immunisierung und Heilung von Versuchstieren bei Tetanus. *ibid.* XII, 45. — Behring und Wernicke, Über Immunisierung und Heilung von Versuchstieren bei der Diphtherie. *ibid.* XII, 10. — Oppenheimer, Toxine und Antitoxine, 1904. — Jacoby, Immunität und Disposition und ihre experimentellen Grundlagen, 1906. — Metschnikoff, L'immunité dans les maladies infectieuses, 1901.

### A. Krankheiten, bei welchen der Erreger bis jetzt nicht aufgefunden ist.

1. Die Pockenschutzimpfung mittels humanisierter oder animaler Lymphe (siehe später).

2. Tollwutschutzimpfung durch Herstellung der Impfstoffe aus Gehirn und Rückenmark von Tieren und verschiedene Abstufung der Wirkung solcher Extrakte zum Zwecke subkutaner Einverleibung.

Bei Tierseuchen. 3. Die Schafpockenimpfung, seit dem 18. Jahrhundert im Gebrauch, ähnlich wie die vor der Kuhpockenimpfung ausgeführte Variolöisierung

angewendet. Gesunde Herden dürfen meist nicht geimpft werden; nur dann tritt Impfung ein, wenn eine Epidemie im Entstehen ist.

4. Die Rinderpestimpfung nach Kolle und Turner. Spontan geheilte Rinder erhalten Blut von schwer krankem Vieh eingespritzt und das Serum dieser Rinder wird zur Immunisierung benützt.

## B. Krankheiten, deren Erreger bekannt ist.

Menschenseuchen. 1. Schutzimpfung gegen Typhus nach Wright. Aktive Immunisierung, durch sterilisierte Peptonbouillonkulturen. Die subkutanen Einspritzungen erzeugen Mattigkeit, Appetitlosigkeit, selbst Kollaps, lokale Schwellung, Schmerzhaftigkeit. Der Wert der Impfung ist noch nicht sicher zu beurteilen.

2. Schutzimpfung gegen Pest. Durch das Lustigsche Pestheilserum, aus Kultur in Peptonbouillon, wird die immunisierende Substanz hergeseilt, den Pferden wiederholt injiziert und bei genügend fortgeschrittener Immunität das Serum für Behandlungszwecke abgegeben. Die auch verwendete Haffkinesische Lymphe besteht aus einer Flüssigkeit (Pepton-Albuminbouillon), in welcher Pestbakterien gewachsen und dann bei 65° abgetötet worden sind; also liegt eine aktive Immunisierung vor.

Die Erfolge der Impfungen sind noch nicht sicher zu übersehen.

3. Die Schutzimpfung gegen Tetanus nach Behring. Pferde werden mit der Tetanusgift enthaltenden sterilisierten Kultur allmählich hochgradig immunisiert, das Serum der Pferde zu Heilzwecken benützt. Sichere Erfolge nicht erwiesen.

4. Die Schutz- und Heilimpfung bei Diphtherie nach Behring. Behandlung von Pferden mit Diphtheriegift bis zu hochgradiger Immunität; das Serum dieser Tiere dient zu Heilzwecken. Die Verwendung des Diphtherieserums hat zweifelloso Erfolge aufzuweisen.

Bei Tierkrankheiten. 1. Die Milzbrandimpfung durch aktive Immunisierung mittels abgeschwächter Kulturen.

Die Milzbrandschutzimpfung beruht auf Angaben von Toussaint, der Milzbrandblut 10 Minuten auf 55° erhitzte oder es mit Zusatz von 1% Karbolsäure stehen ließ und fand, daß damit geimpfte Tiere gegen Injektion von virulentem Milzbrandblut immun geworden waren. Pasteur fand, daß man den Milzbrandbazillen die Virulenz durch längeres Kultivieren bei hoher Temperatur nehmen kann und daß solche abgeschwächte Kulturen als Impfstoff verwertbar sind. Bei Kulturen von 42·1° muß die Kultur mehrere Wochen fortgeführt werden, ehe eine genügende Abschwächung der Virulenz erreicht ist, bei 43° geschieht dies innerhalb weniger Tage. Die abgeschwächten Bazillen behalten jahrelang, bei gewöhnlicher Temperatur fortgezüchtet, die verminderte Virulenz bei. Die von den abgeschwächten Stäbchen stammenden Sporen wachsen späterhin wieder zu abgeschwächten Bazillen aus.

Die Impfstoffe werden auf die Tiere übertragen (Schafe, Rinder) und meist eine mehrmalige Sitzung angewendet, ehe der Impfstoff haftet. Die Milzbrandschutzimpfung wird auch durch die Stoffwechselprodukte der Bazillen ermöglicht (Chamberland und Roux).

Anwendung von Serum hat bis jetzt keinen Anklang gefunden.

2. Die Rauschbrandimpfung. Arloing, Cornevin und Thomas haben im Jahre 1880 angegeben, daß die wässerigen Extrakte rauschbrandkranker Muskeln, filtriert in die Vene eingespritzt, eine leichte Erkrankung hervorrufen, die gegen schwere Erkrankung schützt. Später zeigten sie eine noch einfachere Methode der Schutzimpfung. Den Tieren werden Injektionen mit Impfstoff an dem Schweife gemacht. Von dort dringt der Impfstoff langsam ein und wahrscheinlich werden die Keime durch die niedere Temperatur des Schweißes an dem massenhaften Wachstum gehindert. Erwärmt man den Schweiß durch Umhüllung mit schlechten Wärmeleitern, so werden die Impferscheinungen bedrohlicher. Auch die Rauschbrandimpfung kann man ohne Bakterien, durch Anwendung der gelösten Stoffwechselprodukte derselben, zu stande bringen (Chamberland und Roux).

Die Anwendung einer Serumimpfung hat sich auch hier bisher nicht bewährt.

3. Die Rotlaufimpfung. Die für Schweinerotlauf anzuwendende Schutzimpfung teilte Pasteur im Jahre 1883 mit. Die Giftigkeit der Bazillen des Schweinerotlaufes nimmt ab, wenn man dieselben von Kaninchen zu Kaninchen überimpft, und diese abgeschwächten Kulturen können als Impfstoff für Schweine Verwendung finden.

Die Methode ist aber verlassen und ein Verfahren in Gebrauch, das eine Modifikation einer von Lorenz angegebenen Methode vorstellt: Einspritzung eines Immun-

serums und abgeschwächter Kulturen, der 10—12 Tage später eine zweite Einspritzung von Kulturen folgt.

4. **Lungenseucheimpfung.** Die von Nocard und Roux entdeckten Keime sind die kleinsten Lebewesen, welche vorkommen; sie ziehen ungehindert durch Tonfilter hindurch. Die Immunisierung wird durch Einspritzung von Kulturen in die Haut des Schwanzes herbeigeführt. Die Versuche mit Serum hatten bislang keinen Erfolg.

Außerdem sind noch für eine Reihe von Erkrankungen solche Versuche zur Schutz- und Heilimpfung gemacht, aber noch nicht genügend in ihrer praktischen Bedeutung geklärt.

### **Eigenschaften des Blutes und der Säfte. Theorie der Immunität.**

Das normale Blut eines Tieres ist in der Lage, künstlich eingebrachte Bakterien zu vernichten. (Bakterizide Wirkung, Nutall, H. Buchner.) Es bestehen bei verschiedenen Tieren und den verschiedenen Spezies mannigfache Unterschiede. Beim Erwärmen auf 55° verschwindet die bakterizide Kraft.

Die hier wirksamen Stoffe nennt man Alexine. Mat hat angegeben, daß die letzteren aus den weißen Blutkörperchen stammen.

Es sind Abwehrkörper gegen die verschiedenartigsten Bakterienpezies; aber man kann die natürliche Immunität durch sie nicht erklären. Dagegen meint Metschnikoff, was freilich nicht ganz unbestritten ist, daß die Phagozytose für das Zustandekommen dieser Immunität hervorragende Bedeutung besitze.

Durch chemotaktische Einwirkungen angezogen, nehmen die weißen Blutkörperchen eingedrungene Bakterien auf und töten und verdauen sie. Die mehrkernigen Zellen werden als Mikrophagen, die einkernigen Leukozyten als Makrophagen bezeichnet. Zu den letzteren gehören viele Endothelzellen, die Pulpazellen des Milz- und Knochenmarks, Bindegewebs- und Nervenzellen.

Von Metschnikoff u. a. wird die Phagozytose auch als der Weg angesehen, der zu erworbener Immunität führt; durch die krankmachenden Einflüsse wird die Kraft der Phagozytose vermehrt, auch die Immunisierung auf künstlichem Wege sollte ähnlich wirken.

Die Injektionen aller möglichen Bakterienkulturen als auch die Injektion einfacher Chemikalien erhöhen mehr oder minder dauernd die Immunität. Vermutlich hat man es dabei mit einer Leukozytenwirkung zu tun.

Es ist aber heute noch nicht vollkommen zu übersehen, ob quantitativ die Phagozytose völlig zureichend sei, alle Vorkommnisse auch der erworbenen Immunität zu erklären; aber es steht fest, daß sie einen wichtigen Platz in der Immunisierung des Körpers einnimmt.

Außer der mehr allgemein und ohne spezifische krankmachende Einflüsse gegebenen Alexinwirkung und der Phagozytose kommt noch das Entstehen einer spezifischen Immunität in Betracht.

Nach einer künstlichen oder natürlichen Immunisierung enthält das Blut keine Giftstoffe mehr, sondern als wirksame Substanz das spezifische für jede Krankheit besondere Antitoxin. Dieses ist ein Reaktionsprodukt des Körpers gegenüber dem schädlichen Gifte (Toxin). Das letztere wird bei seiner Wirkung auf das lebende Gewebe verbraucht, zum Teil auch anderweitig ausgeschieden. Das Antitoxin bindet das Toxin zu einer lockeren, durch höhere Temperaturgrade zerleglichen Verbindung. Der Organismus bildet weit mehr Antitoxin, als zur

Bindung des Toxins notwendig ist — vorausgesetzt, daß er die Giftwirkung übersteht. Der Überschuß an Antitoxin hält sich lange im Blute, kann durch wiederholte Einspritzungen von Toxin weiter gesteigert werden. So erlangt dann das Serum einen oft lange Zeit nachhaltenden Reichtum an Antitoxin, das den Hauptbestandteil der „Heilsera“ ausmacht.

Vergleicht man die Immunität der letzteren Art, so ist sie eine antitoxische, wie die früher beschriebene, auf bakterizide Eigenschaften zurückführend, eine antibakterielle war. Beide sind nicht immer gleichzeitig vorhanden; so ist der Mensch z. B. wenig empfindlich für den Pyocyaneus, aber sehr empfindlich für das künstlich eingespritzte Gift der Pyocyaneuskulturen. Das Schaf ist widerstandsfähig gegen Tuberkelbazillen, reagiert aber aufs empfindlichste auf Einspritzung von Tuberkulin.

In Analogie mit diesen Wirkungen der Bakteriengiftstoffe stehen die Erfahrungen, die man auch mit Einspritzungen von Giften nicht bakterieller Natur gemacht hat. Tiere gewöhnen sich an Rizin, ihr Serum enthält dann „Antikörper“, welche durch ihre Übertragung auf andere Tiere diese sofort vor einer Vergiftung schützen.

Der tierische Organismus reagiert auf Ferment-einspritzungen in analoger Weise durch Bildung solcher Körper, welche die Wirkung der Fermente aufheben.

So hat Hildebrand auf die Einspritzung von Emulsin ein Serum mit der Eigenschaft die Emulsinwirkung aufzuheben, erhalten, genannt Anti-Emulsin, analog gibt es ein Anti-Trypsin, -Diastase, -Lab im Serum entsprechend vorbehandelter Tiere.

Der Körper vermag also durch geeignete Stoffe solche Substanzen, die in seinen Säften im Übermaße auftreten oder mit der Gesundheit unvereinbar sind, zu binden und unschädlich zu machen.

Die chemische Natur dieser zahllosen „Anti“-Stoffe ist zurzeit nicht bekannt; neben solchen, welche auf mehrere fremde Substanzen einwirken, kommen streng spezifische vor.

Das Blutserum immunisierter Tiere enthält neben den „Antitoxinen“, wie Gruber und Durham gefunden haben, auch noch Stoffe, welche in der Lage sind, Bakterien verschiedener Herkunft auszufällen, Agglutinine. Diese Wirkung wird aber bei sehr starken Verdünnungen zu einer, wie man jetzt meint, spezifischen, indem durch sie nur jene Spezies, welche zur Immunisierung beziehungsweise zur Injektion benützt wurde, agglutiniert wird.

Die Agglutination hat eine große praktische Bedeutung, weil sie leicht zu zeigen ist und eine handliche Methode darstellt. Sie hat mit der Antitoxinwirkung nichts zu schaffen und bildet sich zeitlich ganz anders aus als die immunisierenden Substanzen des Blutserums.

Die Agglutinine sind sehr widerstandsfähige Substanzen, sie ertragen über 60°, ehe sie wirkungslos werden. Die Agglutination hat man bis jetzt bei einer größeren Anzahl von Bakterien nachgewiesen, bei Typhus, Cholera, Tuberkulose, Pneumonie, Rekurrens, Pest, bei den Koliarten, Proteus, Pseudotypus u. s. w.

Agglutinine im Serum entstehen aber auch ohne Bakterienanwesenheit beim Einspritzen von eiweißhaltigen Lösungen. Tschir-

jstovitsch hat 1899 gezeigt, daß Aalserum, einem Kaninchen eingespritzt, das Serum des letzteren so verändert, daß es jetzt mit normalem Aalserum einen Niederschlag gibt. Bordet zeigte das Analoge bei Einspritzung von Kuhmilch. Diese Beobachtungen haben eine Flut ähnlicher Experimente hervorgerufen.

Das Serum kann aber umgekehrt wie bei Eiweißinspritzungen bei Gelatineeinfuhr nach Delezenne eine lösende Eigenschaft annehmen und die Erstarrung der Gelatine hindern.

Man verwendet dieses Verfahren zum Nachweis bestimmter Eiweiße und somit Blutarten, ebenso für die Zwecke der Nahrungsmittelanalyse, z. B. zur Erkennung von Pferdefleisch u. s. w. auch für forense Zwecke. Doch ist der Wert dieses biologischen Blutnachweises viel übertrieben worden.

Ein dritter Körper, der im Blute immunisierter Tiere gefunden worden ist, sind die weniger wärmebeständigen Lysine. Sie vermögen die Bakterien aufzulösen, wie man dies bei Pest-, Typhus-, Choleraserum etc. gesehen hat.

Aber auch diese Eigenschaft der Körper besteht nicht gegenüber den Bakterien allein. Spritzt man Blut einem Tiere ein, so entsteht eine Veränderung des Serums, welche bedingt, daß dieses das Blutkörperchen des angewendeten Blutes aufzulösen vermag (Hämolyse).

Wird das Serum auf 55° erwärmt, so verliert sich die Wirkung, kehrt aber wieder, wenn man ganz normales Blutserum zusetzt.

Analoge Experimente kann man mit Einführung von Sperma ausführen.

Das Serum nimmt also durch zahlreiche Eingriffe besondere Eigenschaften an, die wirksame Veränderung wird aber unzweifelhaft im wesentlichen durch die Zellen der Organe erzeugt, die die Reaktionsprodukte auf den sie treffenden Reiz an das Blut abgeben.

Erklärungsversuche können heutzutage kaum mehr als der Ausdruck einer Hypothese sein; und es kann deshalb hier nicht der Ort sein, auf solche näher einzugehen.

Bezüglich der Ernährung der Bakterien hat Löw die Anschauung ausgesprochen, daß die eigentlichen Lebensprozesse im „Cytoplasma“ vor sich gehen, daneben bestehen die für spezifische Gärung bestimmten „Protoplasten“.

Ein weiterer Ausbau einer solchen gewissermaßen räumlichen Auffassung des lebenden Protoplasmas liegt der Hypothese Ehrlichs zu Grunde.

Das Protoplasma hat „Seitenketten“ mit bestimmten Rezeptoren als Fortsätze, welche nur zur Aufnahme für den Bakteriengiftstoff dienen.

Das zirkulierende Gift besteht aus zwei Teilen, dem Teile, der an den Rezeptor paßt (haptophorer Teil) und den Giftteil (Toxophore-Gruppe).

Die Zellen fangen durch die Rezeptoren, die wie Magnete den einen Pol — das Toxin — anziehen, die Toxine ab.

Dieser Reiz erzeugt aber eine Mehrbildung von Rezeptoren (Seitenketten), die spontan abgestoßen werden und freischwimmend die Antitoxine darstellen.

Zur Erklärung der Agglutinationswirkung werden Rezeptoren zweiter Ordnung angenommen, welche wie die vorigen sind sie Anziehung der zu agglutinierenden Substanz an das lebende Protoplasma dienen. Dieser Rezeptor hat aber einen Seitenzweig — das agglutinierende Ferment.

Kommt agglutinationsfähiges Material in den Blutkreislauf, so wird die Bildung der Rezeptoren zweiter Ordnung angeregt, die überschüssigen werden abgestoßen und sind daher dann im entnommenen Serum zu finden.

Für die Lysine müssen Rezeptoren dritter Ordnung, die wieder anders gebaut sind, angenommen werden. Wie die vorigen sind sie zweigliedrig. Das eine Glied nimmt den aufzulösenden Körper an (1. haptophore Gruppe), das andere Glied trägt das Ferment (Komplement genannt) in lockerer Bindung, nicht fest verbunden, wie das Agglutinin angenommen wurde. Die Fermente (Komplemente = Alexine Buchners) sind im Blute vorhanden; die Rezeptoren (Ambozeptoren genannt) entstehen auch im Übermaße

bei Einführung geeigneter reizender Substanzen in den Kreislauf. Sie fangen sowohl 1. die zu lösende Substanz ab, als 2. das Ferment, worauf die Auflösung sich vollzieht, die überschüssigen Ambozeptoren nehmen das Ferment in Beschlag und können bei ihrem Verlassen des Körpers mit dem Serum durch ihre eine noch freie haptophore Gruppe Material zur Lösung binden.

### Die Disposition.

Unter Disposition verstehen wir die Geneigtheit des Körpers, die Krankheitsstoffe wirksam zur Entwicklung kommen zu lassen.

Die Disposition spielt in der Verbreitung der Krankheiten eine wichtige Rolle. Wir haben oben schon auseinandergesetzt, daß im Menschen die Krankheitserreger häufig zu finden sind, ohne daß es zum Ausbruch irgend einer Erkrankung kommt, auch in solchen Fällen nicht, in denen eine Immunität durch Überstehen der Krankheit nicht eingetreten ist.

Für manche Fälle ist es ohne weiteres verständlich, warum es nicht zu einer Erkrankung kommt; die Erreger der Wundinfektionskrankheiten können natürlich nur dann infizieren, wenn geeignete kleinere Läsionen der äußeren Haut vorhanden sind. Vom Magendarmkanal aus können nur solche Krankheitserreger schaden, die den für kräftige Desinfektion eingerichteten Magen passieren.

In anderen Fällen gehören zum Zustandekommen der Infektion bestimmte Eigenschaften der Schleimhaut, so ist dies bei Soor der Fall; ein gesundes Kind ist nicht zu infizieren, nur ein schwächliches mit katarrhalischer Affektion der Schleimhaut. Ähnlich kann es sich bei Diphtherie verhalten. Zum Zustandekommen der Lungenzündung gehört zunächst eine Störung der normalen Beschaffenheit der Schleimhaut der Lunge durch Erkältungen, eine Hyperämie. Die Ansteckung mit Tuberkelbazillen erfolgt besonders leicht bei durch Staubinhalation geschädigten Schleimhäuten.

Die Disposition hängt häufig mit dem Alter zusammen; dies erklärt sich in manchen Krankheiten aus der ungleichen Durchgangsfähigkeit der Luft- und Darmwege für Bakterien. In der Jugend besteht erhöhte Durchlässigkeit für die Mikroorganismen, die Eingangspforte läßt keine Läsion erkennen.

Wir müssen aber auch annehmen, daß mit dem Altern der Zellen überhaupt ihre Widerstandskraft gegenüber krankmachenden Einflüssen geringer wird. Im alternden Organismus fehlt es auch häufig wegen beginnender oder ausgebildeter Arteriosklerose an Blut, einem wichtigen Regulationsmittel der Zellernährung.

Der jugendliche Organismus ist zwar der Einwanderung der Bakterien mehr ausgesetzt als der ältere, aber die Lebenskraft der Zelle, ihre Umsetzung, Kraft- und Stoffwechsel, ihre Wachstums- und Regenerationskraft ist auch sehr groß, während die gealterten Organe und Zellen als geschwächt gelten können. Die geringe Heilkraft der Wunden alter Leute ist den Chirurgen genügend bekannt.

In Parallele zum Alter kann man, was die Disposition anlangt, Stoffwechselanomalien stellen. Bekannt ist die Eigentümlichkeit, daß Diabetiker leicht an Wundinfektionskrankheiten, wohl auch an Tuberkulose zu Grunde gehen. Häufig geht dem Diabetes voraus, eine Überernährung,

selbst Fettsucht. Erst im Stadium des körperlichen Verfalles zeigt sich die höhere Empfänglichkeit für die genannten bakteriellen Erkrankungen.

Das häufige Erkranken der Schnapstrinker an Infektionskrankheiten könnte auch wohl auf eine Änderung des ganzen Stoffwechsels beruhen, vielleicht aber ist sie nur eine Folge des schlechten Ernährungszustands überhaupt.

Experimentell hat Ficker in meinem Laboratorium zuerst erwiesen, daß Nahrungsentziehung zu einem Übertritte von Bakterien aus dem Darne in das Blut Anlaß gibt, eine Erscheinung, welche durch normale Fütterung wieder rückgängig wird.

Der Hunger bedingt eine Veränderung aller Körperzellen, sie verlieren an Gewicht bis zur Hälfte. Auch Darm und Lunge nehmen daran Teil. Man versteht daher wohl, daß eine derartige Änderung ihrer Beschaffenheit die Konkurrenz mit den Bakterien herabsetzt und die Einwanderung ins Blut sich vollziehen kann.

Was der Hunger plötzlich macht, kann partielle Inanition, ungenügende Ernährung, langsam herbeiführen, also kann ein schlechter Ernährungszustand eine stetige Disposition für den Durchtritt von Infektionserregern durch den Darm erzeugen. Wir gelangen damit zu einem sehr wichtigen allgemeinen Prinzip der „Disposition“. Unregelmäßigkeit der Ernährung, Eiweißmangel können bei längerer Einwirkung nachteilige Folgen herbeiführen. Man versteht daher, daß auch manche schwere Krankheiten, welche eine starke Erniedrigung des Ernährungszustands eines Menschen herbeiführen. (Scharlach, Typhus etc.) eine bisher ruhende Tuberkuloseinvasion mobil machen können.

Der Ernährungszustand ist also von wesentlicher Bedeutung.

Man kann aber auch durch schwere und erschöpfende Arbeit, dadurch daß man das Blut nach den Muskeln zwingt, die übrige Ernährung so weit danieder liegen lassen, daß dieser Umstand genügt, die Durchgängigkeit des Darmes für Keime herbeizuführen (Ficker).

Das ist also eine „Gelegenheitsursache“ von hoher Bedeutung. Der Soldat im Felde, der häufig neben mangelnder Verpflegung große Marschleistungen bieten muß, hat damit auch eine erhöhte Disposition, sie sich trotz aller sonstigen hygienischen Maßnahmen durch den Ausbruch bestimmter Armeeseuchen verrät.

Man glaubt auch erwiesen zu haben, daß nach Abkühlungen des Körpers, bei welchen auch die Kerntemperatur sinkt, Erkrankungen z. B. an Pneumonie eintreten.

Die Disposition kann manchmal auch durch die Art der Blutzufuhr bedingt werden, so gilt arterielle Hyperämie als etwas, was das Bakterienwachstum begünstigt, venöse Hyperämie als ein Hemmnis dafür. Eine derartige Disposition erstreckt sich dann auf ein engbegrenztes Gebiet im Körper.

Die Lunge kann durch unzureichendes Leben in ihren oberen Partien für die Phthise disponiert werden, wenn aus Mangel an richtiger Atmung, durch fortgesetzten Stubenaufenthalt, die erste Rippe vorzeitig ihre Beweglichkeit einbüßt, eine Art Stenose erzeugt, den Spitzen der Lunge die Lüftung erschwert und die Bronchienweite beengt.

Verdauungsstörungen erleichtern die Erkrankungen an Cholera und Ruhr.

Insofern wir durch Vererbung den Verfahren nicht nur in unserem Äußeren, an Veranlagung, sondern auch in Gewohnheiten selbst bis in die feinsten Details des Lebens hinein und in den physiologischen Funktionen gleichen, ist es natürlich daß auch im hohen Maße die Disposition vererbbar ist.

## Achtes Kapitel.

### Betrachtung hygienisch wichtiger Spaltpilzarten.

#### I. Kugelformen.

##### a) Pathogen für den Menschen.

*Staphylococcus pyogenes aureus*<sup>1)</sup> ist der beim Menschen häufigste Eiterpilz, erzeugt eiterige zirkumskripte Phlegmonen, akute Abszesse, Empyeme, Furunkel, Karbunkel, akute Osteomyelitis, pyämische Metastasen, ulzeröse Endokarditis, Konjunktivitis. Den *Staphylococcus pyogenes aureus* hat man im Haushaltungsspülwasser, im Erdboden und Staub, namentlich chirurgischer Operationssäle, aufgefunden. Man hat ihn auch in normalem Mundspeichel, Pharynxschleim, in mit Kot beschmutzten Windeln, auf der menschlichen Haut und unter den Fingernägeln beobachtet. Beim Einreiben auf die unverletzte Haut dringen die Kokken durch die Ausführungsgänge der Hautdrüsen ein. Auf Gelatineplatten bildet er anfangs weiße, dann hellbräunliche kreisrunde Kolonien, die aber erst nach Durchbruch und bei Berührung mit der Luft schön gelb werden (Lipoxanthin); unter Öl bleiben sie weiß.

In Stiechkultur breite Verflüssigung, nach einigen Tagen intensive Gelbfärbung, auf Kartoffeln gelb, später goldgelb. Die Milch gerinnt durch den *Staphylokokkus* unter Milch- und Buttersäurebildung. Dauerformen sind nicht bekannt, aber die Kokken sind trotzdem sehr widerstandsfähig; Eintrocknen schadet nicht, auch Erhitzen auf 90° durch eine Viertelstunde tötet nicht alle Keime. Bei Mäusen, Kaninchen, Meerschweinchen hat Impfung subkutan keinen Erfolg. Größere Mengen erregen Eiterung und durch allgemeine Infektion den Tod. Auch Tiere lassen sich mit dem Eiterkokkus infizieren. Die Virulenz ist, wenn der Eiterkokkus direkt vom Menschen entnommen ist, meist kräftig, nimmt jedoch bald ab, kann aber durch Tierpassage wieder gesteigert werden. Werden andere Bakterien oder Stoffwechselprodukte mit verimpft, so steigert sich die Virulenz.

Der *Staphylokokkus* färbt sich nach Gram. Als Begleiter des *Staphylococcus aureus* sind zu nennen: *Staphylococcus pyogenes albus*, *citreus* (bei 10% der Fälle), *tenuis* (bei 10% der Fälle), vermutlich Varietäten vom Eiterkokkus.

*Streptococcus pyogenes* findet sich bei zahlreichen Fällen der Eiterung (50—60%), namentlich bei Eiterungen, welche die Lymphbahnen betreffen und die Tendenz flächenhafter Ausbreitung besitzen; die Gewebszerstörung ist weniger ausgesprochen als dort, wo der *Staphylococcus pyogenes aureus* überwiegt. Der *Streptococcus pyogenes* ist ferner bei der Erzeugung von Erysipel, Lymphangitis, Pyämie und

<sup>1)</sup> *Micrococcus pyogenes*. Lehmann.

Septikämie, Puerperalfieber beteiligt; ferner ruft er auch Nephritis, Gelenkrheumatismus hervor und ist ein häufiger Begleiter von Diphtherie, Scharlach und Phthise. In Bouillonkulturen will man zwei Streptokokkenarten unterscheiden, den *Streptococcus longus* und *brevis*; doch findet diese Anschauung wenig Anhänger.

Man war früher der Ansicht, daß eine diesem Streptokokkus äußerst nahestehende Spezies, *Streptococcus Erysipelatos* (Fehleisen), der Erreger des Rotlaufes sei. Die Fähigkeit, Erysipel zu erregen, wurde durch Impfungen mittels Reinkulturen an dem Menschen über allen Zweifeln erhoben. Es hat sich mehr und mehr die Tatsache herausgestellt, daß die beiden Spezies identisch sind und nur durch verschiedene Grade der Virulenz die Eitererregung oder die Erzeugung von Erysipel veranlassen. Die Virulenz wird durch künstliche Kultur rasch abgeschwächt.

Streptokokken sind außerhalb des Körpers in faulenden Massen weit verbreitet, so daß man es wahrscheinlich mit fakultativen Parasiten zu tun hat. Erysipelkokken hat man in der Luft chirurgischer Krankenzimmer und eines Sektionssaales nachgewiesen. Bei gesunden Personen hat man vollvirulente Streptokokken in der Mundhöhle, Nasenhöhle, Vagina, Cervix uteri nicht selten aufgefunden.

Der Streptokokkus wächst zum Teil auch als Diplokokkus; auf Platten bildet er kleine, schwach gelbliche, nicht verflüssigende Kolonien. Im Stiche zarter Belag, weißliche Kolonie. Bei weißen Mäusen und Kaninchen subkutan verschiedener Erfolg je nach der Virulenz. Gramfärbung positiv.

*Streptococcus lanceolatus* seu *pneumoniae*. Nach den vorliegenden Beobachtungen kann nur der von A. Fränkel und Weichselbaum näher studierte Kokkus ernstlich als spezifischer Krankheitserreger in Frage kommen. Diese kapseltragenden Kökken sind meist als Diplokokken, aber auch als Streptokokken zu 30 Individuen vereinigt, finden sich in der Lunge, im Auswurf nahezu in allen untersuchten Fällen.

Sie werden nach Gram nicht entfärbt. Auf Gelatine wachsen sie kaum, da ihr Temperaturoptimum bei 35–37° liegt und das Minimum bei 22–24°. Sie wachsen auf Agar-Agar oder Blutserum, aber immerhin nicht üppig. In Strichkulturen haben sie grauweißliche Farbe, gelatinöse Konsistenz. Über 39·5° wachsen sie nur mehr in Bouillon, sie sterben bei 42·5° bereits ab. Gegen sauren Nährboden sind sie äußerst empfindlich. In den Organen bilden sie Kapseln.

Sie verlieren rasch ihre Virulenz, wenn man sie in üblicher Weise auf künstlichen Nährboden züchtet; nur wenn sie recht oft von Röhren zu Röhren überimpft werden, erhalten sie sich virulent. Subkutan injiziert, rufen sie bei Kaninchen, Mäusen, Meerschweinchen Septikämie hervor, ohne Reaktion an der Einstichstelle. Pneumonie oder Pleuritis entwickelt sich nach Injektion von weniger virulentem Material, oder wenn man virulentes Material in die Lunge spritzt. Haben die Tiere einmal die Krankheit überstanden, so sind sie schutzgeimpft (Foa). Der letzte Effekt wird auch durch Injektion sehr abgeschwächter Kulturen erreicht (Emmerich).

Der Pneumokokkus findet sich im Speichel gesunder Menschen sehr häufig, ferner in der Nase und deren Nebenhöhlen, ja er hat die Fähigkeit wohl, auf allen Schleimhäuten zu wachsen.

Der Pneumokokkus ist ein häufiger Erreger lokaler Entzündungen, die zur Eiterbildung führen können. Das wichtigste Krankheitsbild, das er erzeugt, ist die fibrinöse Pneumonie. — Außer der kruppösen Pneumonie findet man den Pneumokokkus in der Hälfte aller Bronchopneumonien nach Masern und Diphtherie, häufig ist ihr Vorkommen

neben Tuberkulose. Von der erkrankten Lunge wandert der Pneumokokkus vielfach weiter nach den Meningen und zur Pleura. Die Endokarditis kann durch ihn hervorgerufen werden, auch Gelenkentzündungen. Fast jedes Organ kann von ihm befallen werden. Am häufigsten sind allerdings Lungen und Bronchien die Stellen seiner Lokalisation (86% der Fälle). Der Pneumokokkus zeigt je nach dem Fundorte mancherlei morphologische Differenzen, Verlust der Kapsel, Anordnung in Streptokokkenform; die Virulenz ist stark schwankend.

*Micrococcus meningitis intracellularis* ist in den letzten Jahren als Erreger der Genickstarre mehr und mehr anerkannt worden, nachdem Weichselbaum schon 1887 diese Vermutung als eine sehr wahrscheinliche ausgesprochen hatte.

Die Kokken sind im Gehirn und Rückenmark und in der Lumbalflüssigkeit, in den Leukozyten eingeschlossen, aber nicht so reichlich wie die Gonokokken. Gohn hat ihn im Sekret des Nasenrachenraumes nachgewiesen. Findet sich nach Lenhartz im kreisenden Blute.

Er wächst gut auf Blut und Blutserum, auf anderen Böden nur nach einiger Akkommodation.

*Micrococcus gonorrhoeae*. Die Tripperkokkus wurde 1879 zuerst von Neisser aufgefunden, die Kokken haben Biskuit- oder Semmelform. Sie liegen bisweilen bis zu hundert in einer Eiterzelle; aber nie in deren Kernen. Am reichlichsten trifft man die Kokken während des Eiterstadiums.

Die Züchtung ist schwierig, gelingt aber auch auf Blutserumgelatine (Leistikow und Löffler), auf Blutserum (Krause und Bumm) bei 32°, es entwickelt sich ein graugelber Belag; man muß aber möglichst reinen Eiter verimpfen und in nicht zu kleinen Mengen. Nach einigen Generationen sterben die Keime ab. Auch auf Blutserum-Agar wächst er und hält sich lange virulent (Wertheim). Die Tripperkokken sind außerordentlich leicht und durch die schwächsten Desinfizientien zu töten (Karbolsäure 0.25%, Sublimat 1 : 10.000). Man hat Reinkulturen mit Erfolg auf die Urethra des Weibes verimpft (Bumm).

Die Gonokokken finden sich bei allen auf Tripperinfektion zurückzuführenden Erkrankungen der Urethra, Konjunktiva, Blase, Cervix uteri, ferner bei Erkrankungen der Uterusanhänge und der Gelenke (Tripperrheumatismus), ferner bei der im Anschlusse an Tripper auftretenden Endokarditis maligna. Die Gonokokken halten sich auch nach der Heilung von Gonorrhöe ungemein lange, bisweilen jahrelang im Körper, und zwar in infektionstüchtigem Zustand; sie können — für den Träger selbst lange ungefährlich — späterhin ihn selbst und durch Infektion andere Personen gefährden. Die Gonorrhöekokken werden auch bei Infektionen der Konjunktiva bei Neugeborenen gefunden (Blepharoblennorrhöe).

*Micrococcus katarrhalis* findet sich häufig mit anderen Bakterien gemeinsam, mit Pneumoniekokken, Staphylokokken, Streptokokken, Influenzabazillen; er liegt intrazellulär, ist gramnegativ und wächst aerob. Im Schleime der Nase und des Rachens findet er sich häufig, ohne daß pathologische Veränderungen vorliegen. Er wächst auf Serumagar.

Die ägyptischen Augenerkrankungen haben nach Kartulis verschiedene Ursachen; bei den akuten Blennorrhöen ist der Gonorrhöekokkus der Krankheitserreger, bei einer Form der akuten Konjunktivitis, die gutartig verläuft, scheint dagegen ein Bazillus (ähnlich jenem der Mäuseseptikämie) zu vegetieren. Bei der chronischen Bindehautentzündung, die häufig als Folge der vorhergenannten Keime hinterbleibt und das

Trachom ausbildet, hat Kartulis im Einklang mit Koch und im Gegensatz zu Sattler und Michel keine Mikroorganismen gefunden.

Mikrokokken sind noch auf Grund mikroskopischer Befunde als Krankheitsursache angesprochen worden, für Variola, Vaccine, Pseudoleukämie, Diphtherie, Keuchhusten, Cerebrospinalmeningitis, Gelbfieber, Scarlatina, Masern, Syphilis. Bei der großen Verbreitung der Eiterkokken oder parasitierender, nicht pathogener Arten haben diese mikroskopischen Befunde wenig Bedeutung.

### b) Pathogen für Tiere.

Auch bei Tieren hat man eine Reihe pathogener Kokken kennen gelernt. Im menschlichen Sputum findet sich *Mikrokokkus tetragenus*, je vier Kokken in einer Schleimhülle vereinigt. Auf Gelatine erzeugt er kreisrunde Kolonien, zitronengelb mit gezacktem Rande, unter Verflüssigung. Weiße Mäuse sterben leicht nach der Injektion, graue Mäuse, Hunde und Kaninchen sind immun.

*Streptococcus bombycis* ist der Erzeuger der Schlafsucht der Seidenraupe, einer tödlichen Krankheit.

### c) Saprophyten.

Eine große Menge von Kokken leben ausschließlich saprophytisch, von diesen sind zu nennen:

*Micrococcus agilis* erwähnenswert, da er Geißeln besitzt.

*Micrococcus ureae*, der Harnstoff in kohlenstoffsaures Ammoniak vergärt, auf Gelatine weiße, nicht verflüssigende Kolonien bildend und *Micrococcus ureae liquefaciens* mit gleicher Gärwirkung, aber auf Gelatine gelblichbraun wachsend und diese verflüssigend. Sehr verbreitet, aber noch nicht näher getrennt, sind die Kokken bei sehr vielen Fäulnisvorgängen.

Manche Kokken zeichnen sich durch Farbstoffbildung aus, z. B. *Micrococcus luteus*, *chlorinus*, *cyaneus*, *violaceus*, *aurantiacus*.

Hier anschließend wäre zu erwähnen:

*Sarcina lutea* auf Gelatine, Agar-Agar, Kartoffeln als „Sarzine“ wachsend und *Sarcina ventriculi*, die häufig im Erbrochenen beobachtet wird, gleichfalls gelb, aber auf den genannten Nährboden nur als *Mikrokokkus* wachsend, auf Heuinfus mit Zucker jedoch in *Sarcineform* (Falkenheim).

## II. Stäbchenformen.

### a) Pathogen für den Menschen.

*Bacillus anthracis*. Im Jahre 1849 entdeckte Pollender in dem Blute milzbrandkranker Rinder Stäbchen, die er für Pflanzen hielt, 1857 hat Brauell gleichfalls diese Stäbchen im Blute von Schafen, Pferden, Menschen gesehen, die an Anthrax gestorben waren, indes sie in normalem Blute fehlten. Er hielt sie für eine Alge, Davaine erklärte sie 1863 für Bakterien; Pasteur und Joubert haben die Giftwirkung dieser Bakterien, die sie in künstlichen Nährflüssigkeiten züchteten, erwiesen. Die ganze Entwicklungsreihe des Milzbrandbazillus hat dann R. Koch näher dargelegt.

Der Milzbrandbazillus wird gebildet von zylindrischen Stäbchen, die gelenkartigen Enden sind durch zu starke Erwärmung entstandene Kunstprodukte, manchmal von einer Hülle umgeben ohne Eigenbewegung. Die Bazillen wachsen bei 36° zu langen, oft 100gliedrigen Fäden. Die Zellen werden von Kapseln umgeben. Sporenbildung findet nur zwischen 18 und 34° statt bei reichlichem Sauerstoffzutritt außerhalb des Tierkörpers; im Tierkörper bilden sich keine Sporen. Es gibt aber auch Rassen, welche überhaupt keine Sporen bilden.

Die Milzbrandbazillen wachsen auf Platten als runde, dunkle, grünschwarze Kolonien, unregelmäßig, mit welligen, haarartigen Ausläufern; späterhin mit hellgrauer Farbe, die Gelatine schwach verflüssigend. Im Stich zeigen sich von dem zentralen Stichkanal rechtwinklig abgehende feine Äste. Denkt man sich das Gläschen umge-

kehrt, so erinnert das Wachstum sehr an eine Tanne. Auf Kartoffeln bilden sich grauweiße Auflagerungen. Der Milzbrandbazillus ist ein wenig anspruchsvoller Saprophyt, wächst auch auf allen möglichen Pflanzenteilen, alkalischem Harn, Heninfus, Fleischinfus. Es ist ein Aerobe. Vegetative Formen wachsen zwischen 12 und 45°. Der Milzbrandbazillus färbt sich nach Gram.

Empfänglich für Milzbrand sind Mäuse, Kaninchen, Igel, Schafe, Hammel, Pferde, Sperlinge, der Mensch. Die Erkrankungsform ist örtlich der Karbunkel, weitaus die häufigste Erkrankungsart beim Menschen oder, seltener ist der Inhalationsmilzbrand, eine unter dem Bilde einer Allgemeinerkrankung rasch verlaufende Septikämie, sehr selten ist Darmmilzbrand. Die Bazillen findet man in der stark geschwollenen Milz, in den Kapillargefäßen von Lunge, Leber, Darm, wenige in den großen Gefäßen. Immun sind algierische Hammel, weiße Ratten, ausgewachsene Hunde, Raubvögel, Dohlen, Stare, ferner Frösche.

Der Milzbrand gehört zu den im Boden fortkommenden Keimen; gewisse Weiden gelten als Ansteckungsquelle. Andere direkte Ansteckungen mit Futter u. dgl. kommen vor, spielen aber keine große Rolle.

Nahe verwandt mit dem vorstehenden Krankheitserreger ist der Rauschbrandbazillus (*Bacillus Chauvoei*). Er hat lebhaftere Eigenbewegung durch Geißeln, färbt sich nach Gram, hat endständige Sporen und die meisten Kulturmerkmale mit dem Tetanusbazillus gemein. Der Mensch scheint für Rauschbrand immun. Unter Rauschbrand versteht man eine bei dem Rinde weit verbreitete, früher mit dem Milzbrand identifizierte, diesem ähnlich verlaufende Seuche.

Die Keime sind nur in anaerober Kultur zu erhalten. Mikroskopisch zeigen sie sich als kleine, ziemlich lebhaft bewegliche Stäbchen. Sie bilden im Tierkörper Sporen. In Blutserumkulturen findet man spiralig gedrehte, haarzopfartige Gebilde, welche nach Löffler aus abgerissenen Geißeln bestehen dürften. Die Bazillen wachsen am besten bei 36—38°, aber auch bei 16—18° unter Gelatineverflüssigung. Auf Kartoffeln wachsen sie ähnlich wie die Typhusbazillen. Sporentragende Bazillen haben keulenartiges Aussehen. Die Bazillen färben sich nicht nach Gram. Fälle von Rauschbrand beim Menschen sind nicht sicher bekannt.

*Bacillus oedematis maligni*. Die Bazillen des malignen Ödems sind im Erdboden Schmutzwasser, Heustaub weit verbreitete Saprophyten. Sie sind von Koch 1881 entdeckt und näher beschrieben worden. Man trifft die Ödembazillen auch in faulen Flüssigkeiten oder in Leichen von Meerschweinchen, wenn man diese einige Zeit bei hoher Temperatur liegen läßt. In letzterem Falle dürften sie offenbar vom Darmkanal aus einwandern, also zu den regelmäßigen Bewohnern mancher Tiere gehören.

Unter den Tieren hat das Pferd am häufigsten an spontanem malignem Ödem zu leiden. Beim Menschen wurden die Fälle der Infektion, welche vor Einführung der Listerischen Wundbehandlung nicht selten waren, als „progressives gangränöses Emphysem“ bezeichnet. Trotz mancher Ähnlichkeit mit den Milzbrandkeimen, mit denen sie früher vielfach verwechselt worden sein mögen, zeigen sie diesen gegenüber doch durchgreifende Unterschiede. Zwar wachsen sie wie Milzbrand zu Fäden aus. Sie leben in großer Menge im Blute und zeigen nicht selten etwas Beweglichkeit.

Im lebenden Körper tritt keine Sporenbildung, ein wohl aber, wenn die Leiche einige Zeit bei Blutwärme (37—38°) gehalten wird. Sporulation tritt nur in den Stäbchen, nicht in den Fäden, wie bei den Milzbrandbazillen, auf. Die Stäbchen bauchen sich dabei stark auf. Die Bakterien färben sich nach Gram nicht. Die Ödembazillen sind Anaeroben, sie wachsen auf Platten gar nicht, nur in Stickskulturen, wenn die Nadel

mit dem Impfstoffe gut eingestochen wird. Charakteristisch die starke  $\text{SH}_2$ -Entwicklung, während Milzbrand keinen  $\text{SH}_2$  bildet (Rubner). Die Impfung auf Tiere gelingt subkutan, mit nicht zu wenig Material; viele Tiere sind empfänglich. Injektion direkt ins Blut verläuft reaktionslos. Die Infektion haftet leicht, wenn andere Bakterien mitverimpft werden, z. B. *Proteus vulgaris* oder *Bacterium prodigiosum*.

*Bacillus tetani*. Der Mensch wie auch alle Haustiere können an Tetanus erkranken. Neben dem Wundtetanus kommt noch in Betracht der Tetanus neonatorum (Infektion vom Nabel aus), der Tetanus puerperalis (Uterusinfektion) und der rheumatische Tetanus, eine von den Bronchien und der Trachea ausgehende Infektion. Der Trismus und Tetanus, der Wundstarrkrampf, pflegt, wie man weiß, von geringfügigen Verletzungen auszugehen, so daß man vielfach „eine Infektion“ als Ursache der Krankheit angesehen hat. Durch Verimpfung hatte man den Starrkrampf von Tier zu Tier übertragen. Nicolaier hat Bazillen in der Boden- und Gartenerde in weiter Verbreitung nachgewiesen, welche bei Tieren den typischen Starrkrampf erregten, und nach allen Ergebnissen sich sichergestellt, daß der menschliche Starrkrampf in seinen verschiedenen Formen durch diese Keime erregt wird. Der Tetanusbazillus kommt auch in Heustaub, im Fehlboden von Wohnungen, im Kote von Pferden und Rindern vor. Reinkulturen aus Tetanuseiter erhält man zumeist, wenn man die Bakteriengemische einige Tage  $\frac{1}{2}$ —1 Stunde auf  $80^\circ$  erhitzt und dann das anaerobe Kulturverfahren anschließt; doch können sich die Bazillen an aerobes Leben gewöhnen.

Die Bazillen sind feine Stäbchen, welche an ihrem einen Ende prominierende Sporen bilden und dadurch in Stecknadelform erscheinen. Beweglichkeit trotz Geißeln gering. Die Sporen sterben bei  $100^\circ$  im Dampf in 15 Minuten ab. Bei Infektionen mit unreinen Kulturen entsteht an der Infektionsstelle Eiterung, der Eiter enthält sporentragende Bakterien. Bei Reinkulturimpfung findet sich kein Eiter. Die Bazillen sollen dann an der Infektionsstelle trotz vollzogener Erkrankung nicht nachzuweisen sein. Der Färbung sind die Bazillen leicht zugänglich, sie färben sich nach Gram. Weniger gut gelingt die Kultur. Sie sind Anaeroben und wachsen im Blutserum, auch auf Traubenzucker-Agar, auf Traubenzuckergelatine (Kitasato) bei Bruttemperatur in einer H-Atmosphäre (auch auf Gelatine) mit dichtem Zentrum und Strahlenkranz. Die Gelatine verflüssigt unter Gasentwicklung. Der Tetanusbazillus wächst am besten bei  $36$ — $38^\circ$ , unter  $14^\circ$  nicht mehr. In Kulturen entstehen stark toxisch wirkende Körper durch die Tetanusbazillen. Beste Methode des Nachweises bleibt die Tierimpfung. Sehr empfänglich sind Meerschweinchen, auch das Pferd.

*Bacterium typhi*. Der Typhusbazillus wurde von Klebs, Eberth, Koch und Gaffky als charakteristische Krankheitsursache erkannt. Man findet ihn vor allem im Blute, im Darmkanal, in den Peyerschen Plaques, ferner in den Lymphdrüsen, der Leber, der Milz, den Nieren; auch im Rückenmark und den Roseolen trifft man ihn an. Dnn Typhusbazillus hat man bis jetzt in einigen Fällen im Wasser gefunden, auch im Boden, dort wo eine Beschmutzung mit Dejektionen nicht auszuschließen war, aber auch in Bodenproben, Leichenteilen und Dejektionen unter solchen Umständen, welche Verdacht auf Typhus nicht hatten aufkommen lassen.

Außer in den einzelnen Organen findet man ihn in der Blutbahn sehr häufig. Die Typhusbazillen sind kleine, kurze, plumpe Stäbchen, ein Drittel so lang wie ein rotes Blutkörperchen, in jungen Kulturen ringsherum von Geißeln umgeben; zuweilen vereinigen sich mehrere Einzelglieder zu kurzen oder langen Fäden. Die Typhusbazillen haben im Jugendzustand lebhafte Eigenbewegung; in Kulturen bei hoher Temperatur bilden sich an den Enden der Stäbchen kleine Polkörperchen, die man früher als Sporen erklärt hat, eine Anschauung, die nun definitiv als irrtümlich zurückgewiesen worden ist. Außerdem findet man kleine Vakuolen (Buchner). Der Bazillus färbt sich nicht nach Gram.

Die Typhusbazillen färben sich, in Geweben verteilt, schlecht und müssen die Schnitte 12—24 Stunden in den wässrigen Anilinfarbstoffen liegen bleiben, wenn genügende Färbung erreicht sein soll.

Auf Gelatineplatten bilden die Typhusbazillen kleine, runde, an der Oberfläche hautartig sich ausbreitende weißgraue Kolonien. Im Stich zeigt sich demselben entlang eine grauweiße Wucherung und von der Einstichstelle selbst ausgehend ein grauweißes unregelmäßig begrenztes Oberflächenwachstum. Die Gelatine wird nicht verflüssigt. Auf Agar-Agar wuchert der Bazillus als grauer Belag, ähnlich auf Blutserum.

Der Typhusbazillus hat in der Gruppe von Bakterien, zu welchen *Bacterium coli* gerechnet wird, ungemein viele Doppelgänger, die oft nur schwer als verschiedene Organismen zu erkennen sind. Zur Differentialdiagnose können folgende Merkmale dienen:

Ziemlich charakteristisch ist die Kartoffelkultur. Mit bloßem Auge betrachtet, scheinen die Bakterien gar nicht zu wachsen, nur nimmt die Kartoffel einen eigentümlich fettigen Glanz an; impft man aber von der Kartoffel ab, so sieht man, daß der Bazillus in raschem Flächenwachstum die ganze Kartoffel überwuchert hat. Auf manchen Kartoffelsorten ist dieses Wachstum geändert, indem schmierige Überzüge mit scharf hervortretenden Rändern sich ausbilden. Auch auf pflanzlichen Dekokten und Milch gedeihen die Typhusbazillen; sie gehören zu den fakultativen Anaeroben. Die Typhusbazillen geben auf Zusatz von Kaliumnitrit und Schwefelsäure keine Indolreaktion, sie bilden reichlich Schwefelwasserstoff. Wenn man Typhusbazillen in Bouillon, die mit 2% Milch- oder Traubenzucker und etwas kohlensaurem Kalk versetzt ist, aussät, so bildet sich kein Gas, während das verwandte und schwer vom Typhusbazillus zu unterscheidende *Bacterium coli* reichlich Gas erzeugt.

Glauht man sich auf Grund der angegebenen Kulturmerkmale berechtigt zur Annahme, daß *Bacterium typhi* vorliegt, so stellt man noch die Serumprobe an. Serum von Tieren, welche mit Typhuskulturen immunisiert worden sind, übt noch in stärkster Verdünnung auf frische Typhuskulturen einen schädlichen Einfluß; sie verändern sich, verkleben (Agglutination), bilden Flöckchen, setzen sich zu Boden. Diese von Gruber und Durham empfohlene Probe gibt zurzeit die zuverlässigste Prüfung.

An Stelle der Agglutination von lebenden Typhusbakterien läßt sich, wenn das Serum agglutinierende Eigenschaften hat zweckmäßig das Fickersche Diagnostikum, das aus einer feinen Emulsion abgetöteter Typhuskultur besteht, verwenden.

Auf Tiere übertragen, töten die Typhuskulturen; dies ist aber eine Intoxikationserscheinung. Die Typhuskeime selbst wachsen in Tieren nicht.

Die Typhusbazillen finden sich am häufigsten nach der Ansteckung im Blute kreisend und sind aus diesem zuerst am besten darzustellen (Kayser).

In den Ausleerungen des Kranken im Harn wie Kot und im Sputum sind Typhusbazillen enthalten. Sie finden sich vor dem neunten Krankheitstage nie und überhaupt nur selten und spärlich. Am meisten finden sie sich nach Abstoßung eines Schorfes im Darme; im Harn können reichlich die Bazillen ausgeschieden werden.

Wie Forster und seine Schüler nachgewiesen haben, enthält die Gallenblase manchmal auch bei Gesunden reichlich Typhusbazillen. Diese Typhusträger sind für die Verbreitung der Krankheit von großer Bedeutung.

Die Typhusbazillen ertragen die Austrocknung bis zu drei Monaten, werden aber schon durch Erhitzen auf 60° getötet.

Inwieweit die beim menschlichen Typhus abdominalis auftretenden Erscheinungen als direkte Bakterienwirkung oder als Wirkung eines ausgeschiedenen Toxins anzusehen ist, läßt sich mit Bestimmtheit nicht entscheiden.

Paratyphus. In neuerer Zeit ist man mehrfach mit typhösen Erkrankungen, die klinisch vom Abdominaltyphus schwer zu trennen sind, bekannt geworden als deren Erreger zwei sich nahe stehende Stäbchen erkannt wurden, Schottmüller und Kurth haben die ersten Angaben hierüber gemacht. Ein Hauptmittel der Diagnostik ist die Agglutination geworden; aber sie entscheidet nicht allein. Die Paratyphuserkrankungen

treten auch epidemienweise auf, sind aber, wie es scheint, weniger letal. Typus A steht dem Typhus, Typus B dem *Bact. coli* näher und letzterer dürfte mit dem bei Fleischvergiftungen vorkommenden *Bact. enteritidis* und dem Mäusetyphusbazillns identisch sein. Die Paratyphusbazillen werden mit Harn, Kot, Galle ausgeschieden.

Paratyphus A wächst auf Kartoffel wie Typhus, B wie *Bacterium coli*, Gasbildung mit Milchzucker bei A gering (Typhus gar nicht), bei B starke Gasentwicklung.

*Bacterium tuberculosis*.<sup>1)</sup> Die Ursache der Tuberkulose der Menschen und Perlsucht der Tiere ist der von Koch entdeckte Bazillus. Die neuerdings aufgeworfene Frage, ob Perlsucht und Menschentuberkulose verschiedene Krankheitserreger als Ursache hätten, ist zurzeit nicht spruchreif.

Die Tuberkelbazillen erscheinen als äußerst feine Stäbchen; sie sind bewegungslos. Sie enthalten häufig irrtümlich als Sporen bezeichnete Kügelchen, die über den Rand des Bazillus hervorragen. In der Mitte käsiger Herde trifft man neben Detritus fast nur die Kügelchen. Die Bazillen liegen dort, wo der Prozeß noch im Fortschreiten begriffen ist, häufig reichlich in Riesenzellen eingelagert. Mit wässrigen Anilinfarbstoffen färben sich die Tuberkelbazillen schlecht oder doch nur nach sehr langer Zeit, man verwendet besser stark alkalische oder Anilinwasserlösungen.

Die Bazillen gedeihen gut auf Blutserum bei 37°, doch wächst die Kultur immerhin langsam aus (14 Tage), besser wachsen sie auf Glycerinserum und Glycerinbouillon; sie werden aber leicht durch andere Saprophyten überwuchert. Reinkulturen lassen sich 3—4 Jahre angeblich ohne Abnahme der Virulenz fortführen. Bei Gegenwart von Licht sterben sie rasch ab. Auf Kartoffeln wächst der Bazillus gut wie auch auf einer großen Zahl anderer pflanzlicher Nährboden (Sander, E. Hoffmann).

Zur Züchtung aus Sputum wäscht man letzteres nach Koch mit sterilem Wasser und streicht dann ein Partikelchen der Sputumflocke auf Glycerinagar aus. Auf flüssigem Nährboden (Glycerinbouillon, mit Glycerin versetztem Kartoffelsaft) bilden sie üppige Decken, die namentlich das Bestreben haben, zentimeterhoch an den Glaswänden sich emporzuschieben.

In feuchtem Zustand und trotz Konkurrenz mit anderen Bakterien hält sich manches Material bis sechs Wochen infektionstüchtig, getrocknetes Material bis zu neun Monaten.

Zur Darstellung von Deckglaspräparaten von dem Sputum kann man sich des Verfahrens von Günther bedienen. Das mit einer Spur Sputum beschickte trockene Deckglas wird in der Flamme fixiert und in einer Anilinfuchsinlösung bis zum Auftreten von Blasen erhitzt und dann eine Minute zugewartet. Das Deckglas eine Minute in 3% salzsaurem Alkohol gewaschen, in Wasser abgespült und mit verdünnter Methyleneblaulösung nachgefärbt. Die Tuberkelbazillen sind dann rot, andere den Farbstoff aufnehmende Substanzen schwach blau gefärbt.

Subkutan injiziert sterben Meerschweinchen und Feldmäuse sicher an Tuberkulose, weiße Mäuse sind immun; Injektionen in die Bauchhöhle töten auch die weißen Mäuse, ferner Ratten und Hunde. Veneninjektion bringt eine rasche Allgemeininfektion zu stande; auch durch Inhalation ist Infektion experimentell erreichbar. Die Tuberkelbazillen, welche früher als unveränderlich in ihrer Virulenz hingestellt wurden, gelten heutzutage für ebenso labil wie andere Keime.

Die Tuberkelbazillen finden in der Außenwelt kaum geeignete Wachstumsbedingungen; in Milch und Butter sind so oft sehr reichlich enthalten. Auch in Staub von Sälen, welche mit Phthisikern belegt sind.

Der Nachweis gelingt zumeist nur durch die intraperitoneale Impfung von Meer-schweinchen.

Die von Koch urgierete Trennung der Tuberkelbazillen in einen Typus humanus und Typus bovinus hat keinen allgemeinen Beifall gefunden. Man erkennt zwar an, daß die vom Menschen auf ein Rind

<sup>1)</sup> *Mycobacterium tuberculosis*. Lehmann.

übertragenen Tuberkelbazillen in der Regel schwerer angehen als die von Rind zu Rind übertragenen.

Man hält aber dafür, daß diese Unterschiede die Aufstellung verschiedener Spezies nicht rechtfertigen, sondern nur Varianten einer Art sind, die durch Akkommodation an den jeweiligen Wirt etwas verändert werden.

Der bloße Nachweis „säurefester“ Bazillen ist nicht mehr genügend als Beweis für das Vorhandensein von Tuberkelbazillen, da mehrfach solche Pseudotuberkelbazillen in- und außerhalb des Tierkörpers gefunden worden sind, so im Kuhkot, in der Milch, Butter, Gras u. s. w. — Diese Pseudotuberkelbazillen finden sich auch unter Umständen im Auswurfe von Lungenkranken.

*Bacterium mallei*. Löffler und Schütz haben 1882 zuerst die Rotzbazillen in den Knoten, welche an den erkrankten Stellen bei den Pferden sich finden, nachgewiesen, gezüchtet und durch Impfungen den pathogenen Charakter ihrer Kulturen klargelegt. Fast gleichzeitig gewannen Bouchard, Capitan und Charrin aus dem Abszeß eines Rotzkranken den Keim in Bouillonkultur, mit welcher positive Impfversuche gelangen.

Der Rotzbazillus ist ein kleines schlankes Stäbchen, den Tuberkelbazillen ähnlich, bewegungslos, anscheinend quer zum Längsmesser schraffiert; wächst nur zwischen 22 und 43° mit einem Optimum bei 37—38°.

Charakteristisch verhält sich sein Wachstum bei 35° auf Kartoffeln; es bildet sich zuerst eine honiggelbe Auflagerung, die späterhin bräunlich wird. Nur die Kommbazillen und der *Bacillus pyocyaneus* können annähernd ähnlich wachsen; der mikroskopische Entscheid läßt sich aber dann leicht erbringen durch die Beobachtung der Form der gewachsenen Stäbchen.

Sporenhaltige Differenzierungen hat man beobachtet; da aber diese „sporenhaltigen“ Rotzbazillen wie andere auch schon bei 55° getötet werden, müssen die für Sporen gehaltenen hellen Stellen wohl eine andere Bedeutung haben. Gute Nährboden sind Pferdeblutserum, Milchagar, Glycerinagar. Feldmäuse, Meerschweinchen, Esel, Pferde, junge Hunde erkranken leicht an Rotz. Auch auf den Menschen wird er nicht selten übertragen (siehe später). Der Rotzbazillus erträgt viele Monate ohne Schaden die Austrocknung.

*Bacterium leprae*.<sup>1)</sup> Die Lepra gehörte in früheren Jahrhunderten zu den weitverbreitetsten Krankheiten; sie ist jetzt auf wenige Distrikte eingengt. Einigermaßen häufig trifft man sie noch in den russischen Ostseeprovinzen. Die Krankheit endet nach langem Siechtum stets mit dem Tode; sie ist lokalisiert in der Haut, greift aber auf die Schleimhäute der Nase, des Mundes und des Kehlkopfes über. Die Knötchen und Knoten, welche den ganzen Körper bisweilen übersäen, entstellen den Menschen in entsetzlicher Weise, zumal sie sich recht häufig in häßliche, tieffressende Geschwüre umwandeln.

Als Ursache der Krankheit ist ein von Armand, Hansen und Neisser zuerst beobachteter Bazillus anzusehen. Er ist klein wie jener der Tuberkulose. Die Leprabazillen lassen sich auf Blutserum und Glycerinagar nur kümmerlich kultivieren; Bordoni-Uffreduzzi 1887 hat sie auf Peptonglycerin-Blutserum bei Bruttemperatur gezüchtet. Sie wachsen zu langen, keulenförmig geschwollenen Bazillen aus. Sporenbildung ist unbekannt. Von den Tuberkelbazillen lassen sie sich durch Färbung unterscheiden (Baumgarten), indem man mit verdünnter alkoholischer Fuchsinlösung behandelt (6—7 Minuten), eine Viertelminute in saurem Alkohol entfärbt und mit Methyleneblau nachfärbt. Die Leprabazillen zeigen sich rot auf blauem Grunde; Tuberkelbazillen entfärben sich dabei.

<sup>1)</sup> *Mycobacterium leprae*. Lehmann.

*Bacterium diphtheriae*.<sup>1)</sup> Der Krankheitskeim ist der von Löffler 1884 eingehend durch Kulturmethoden charakterisierte, sogenannte Diphtheriebazillus. Er wird nach bisher umfangreichen, von verschiedenen Beobachtern vorliegenden Untersuchungen fast immer bei Diphtherie gefunden.

Der Bazillus besteht aus kleinen, unbeweglichen Stäbchen von auffallend wechselnder Form, gerade oder leicht gebogen, öfter zu zweien aneinander hängend, häufig mit kolbig verdickten Enden, sich mit Farbstoffen ungleichmäßig färbend. Die Polenden färben sich leichter wie die Mitte und enthalten oft Körner, die die Anilinfarbstoffe äußerst gering in Beschlag nehmen. Sporen bildet der Bazillus nicht und geht durch Erwärmen auf etwa 60° zu Grunde. Er färbt sich nach Gram und wächst zwischen 18—40°.

Ähnlich den Diphtheriebazillen verhalten sich die sogenannten Xerosebazillen und der Trachombazillus. Diphtheriebazillen hat man auch vielfach bei gutartigen Erkrankungen, z. B. Angina, oder Nasenerkrankungen gefunden, sowie bei völlig Gesunden, bei Rekonvaleszenten monatelang nach der Erkrankung.

Die Diphtheriebazillen wachsen auf Gelatine, ferner auf Agar und Glycerinagar, und zwar scheinen sie sich an diese Nährboden rasch zu akklimatisieren, indem von Impfung zu Impfung das Wachstum zunimmt, endlich auf Blutserum und in Bouillon. Auf den festen Nährboden gedeihen sie als grauweiße schleimige Rasen, in Bouillon als Trübungen oder Niederschläge. Sauerstoff begünstigt das Wachstum.

Diphtheriebazillen, den Meerschweinchen subkutan einverleibt, töten diese Tiere, zumeist ohne in deren Organismus zu wuchern; zieht sich die Erkrankung des Tieres längere Zeit hin, dann treten auch die für Diphtherie charakteristischen Lähmungen auf. Auf der Konjunktiva erzeugen sie dicke Pseudomembranen, im Pharynx der Tauben kruppähnliche Beläge. Auf die Trachea von Kaninchen und Meerschweinchen verimpft, entwickelt sich ein der menschlichen Diphtherie analoger Prozeß mit nachfolgenden Extremitätenlähmungen, die allerdings oft erst sehr spät sich ausbilden.

Die Diphtheriebazillen sind in ihrem Impferfolge außerordentlich verschieden durch die spontan eintretende Änderung der Virulenz. Die von verschiedenen „Fällen“ gewonnenen Kulturen haben eine verschiedene Giftigkeit. Diese Virulenz ändert sich aber bei der Kultur auf künstlichen Nährböden.

Die Diphtheriebazillen erzeugen einen Giftstoff, der sich von den Bakterien trennen läßt, wie Roux und Yersin zuerst gezeigt haben. Er läßt sich durch Alkoholfällung oder durch Filtration durch Tonzellen abcheiden. Roux und Yersin halten den Giftstoff für ein Enzym; er wird in Lösungen zerlegt gegen 60°, in trockenem Zustand verträgt er bis 70°, 20 Minuten langes Erhitzen auf 100° macht ihn unwirksam. Diese Toxine sind keine Eiweißkörper.

Das Gift erzeugt an der Einstichstelle bei subkutaner Applikation Nekrose und Geschwürbildung. Große Giftmengen töten die Tiere ohne charakteristische Symptome; kleine Mengen töten erst nach langer Zeit unter Lähmungen. Giftwirkungen und Tod treten unter Umständen erst nach Wochen und Monaten auf.

Meerschweinchen, Hunde Pferde lassen sich mit Diphtheriebazillen bei subkutaner Injektion infizieren, machen eine typische Erkrankung durch und erweisen sich bei dem Überstehen der Krankheit schutzgeimpft (Behring und Wernicke). Das Serum solcher Tiere anderen injiziert, verleiht diesen ohne jedwede Reaktion vollen Impfschutz und

<sup>1)</sup> *Corynebacterium diphtheriae*. Lehmann.

ist im stande, bei vorhergegangener Infektion mit Diphtheriebazillen das Tier vor dem Tode zu schützen (Behring und Wernicke).

Die Pseudodiphtheriebazillen scheinen die abgeschwächten Formen der echten Diphtheriebazillen zu sein.

Bakterium der Influenza findet sich in den Luftwegen und in dem Auswurfe der Erkrankten (Pfeiffer), auch im Blute (Canon). Es ist ein kleines, dünnes, bewegungsloses Stäbchen, das sich ungleich, und zwar an den Polen besser als in der Mitte, farbt. Es wächst nicht unter 26—27°, am besten bei 42° auf einer mit Blut (Taubenblut) überstrichenen Agarfläche in Form kleiner, wasserheller, kleinster Kolonien (Pfeiffer). Die Differenzierung ist wegen der beschränkten Kulturverhältnisse nicht leicht.

*Bacterium coli commune* zuerst aus dem Dickdarminhalt isoliert (Emmmerich), kommt nicht nur bei dem Menschen, sondern auch bei vielen Tieren vor, wie Mäusen, Ratten, Kaninchen u. s. w.

Es sind kurze, plumpe Stäbchen mit Eigenbewegung. Jede Zelle trägt 1—3 Geißeln. In Gelatineplatten auf der Oberfläche häutchenartige, oft unregelmäßig gestaltete, weißlich graue, irisierende, meist ausgebreitete Kolonien. Die in der Tiefe liegenden Kolonien zeigen beschränktes Wachstum. Die Kolonie ist typhusähnlich. In Gelatinestichkultur bildet sich ein Häutchen und Entwicklung dem Impfstiche entlang. Die Gelatine verflüssigt nicht. Auf Agar grauer Belag. Auf den Kartoffeln bildet sich leicht gelber bis orangebrauner Belag; sind die Kartoffeln stark sauer, so wächst *Bacterium coli* wie der Typhusbazillus. Milch wird unter Sauerung zur Gerinnung gebracht. Traubenzuckerbouillon und Milchzuckerbouillon werden unter Gasbildung vergoren; dieselbe ist reichlicher, wenn man die entstehenden Säuren mittels kohlen-sauren Kalkes bindet. Pepton wird unter Bildung von Indol zersetzt; es gibt daher eine Kultur in Peptonlösung bei Zusatz von Säure und Nitrit die Nitrosoindolreaktion. Bei fünf Minuten langem Erwärmen auf 59° stirbt *Bacterium coli* ab.

Die Virulenz des *Bacterium coli* für Tiere ist erheblichen Schwankungen unterworfen. Während man früher vom *Bacterium coli* gar keine Pathogenität gelten lassen wollte, zeigen die Erfahrungen der letzten Jahre, daß dieser weitest in der Außenwelt und im Menschen anzutreffende Organismus wichtige Krankheiten verursacht oder an ihrem Verlaufe beteiligt ist. Zirkulationsstörungen in der Darmwand begünstigen das Vordringen in den Körper; ferner wurde *Bacterium coli* bei Epidemien infektiöser Enteritis, Cholera nostras, diffuser oder zirkumskripter Peritonitis, puerperalen Infektionen gefunden. Seltener trifft man *Bacterium coli* bei Bronchopneumonien, Pleuritis, Strumitis, putrider Bronchitis. Es ist zweifellos, daß *Bacterium coli* als primärer Krankheitserreger fungiert.

*Bacterium dysenteriae* wurde 1898 zuerst von Shiga in Japan aufgefunden. Bei deutschen Ruhrvorkommissionen hat W. Kruse die Shigaschen Bazillen zuerst gesehen. Flexner hat auf Manila gleichfalls einen ähnlichen wenn nicht identischen Krankheitserreger gefunden.

Der Bazillus ist plump, kurz, zeigt manchmal mehrere Exemplare zu Fäden vereinigt, aerob, ohne Geißel, mit lebhafter Molekularbewegung (?). Auf Gelatine weinblattartig wachsend bei amphoterer Reaktion, bildet kein Indol aus Pepton, kein Gas auf Traubenzuckernährböden. Die Serodiagnose ist wesentlich zur Differenzierung.

*Bacterium enteritidis*, von Gärtner 1888 bei einer Fleischvergiftung gefunden. Bisher des öfteren wieder aufgefunden. Kolonien auf Gelatineplatten, *Bact. coli* ähnlich grob, gekörnt, bildet kein Indol. Traubenzucker unter Gasbildung vergoren. Pathogen für Mäuse und Meerschweinchen. Auch sterilisierte Kulturen wirken stark giftig (siehe auch Paratyphus).

Zur Differenzierung beider Keime empfehlen sich folgende Eigenschaften:

Die Beweglichkeit ist beim Typhusbazillus größer als bei *Bacterium coli*; das Wachstum auf Gelatine bei letzterem weit lebhafter, die Kartoffelkultur zeigt

in der Regel bei *Bacterium coli* dicke, gut sichtbare Beläge; Glykosegärung unter Gasbildung zeigt *Bacterium coli*, der Typhus nicht; der Typhusbazillus hat viele Geißeln, *Bacterium coli* deren nur wenige, die Indolbildung fehlt bei dem Typhusbazillus. Ferner ist die Agglutinationsmethode zur Trennung heranzuziehen.

*Bacterium pestis*. Der Pestbazillus zeigt nach der Angabe von Yersin, Kitasato und Wilm folgende Verhältnisse. Er ist ein kurzes Stäbchen mit abgerundeten Enden. Der Bazillus ist unbeweglich, färbt sich mit allen basischen Anilinfarben, jedoch nicht nach der Gramschen Methode. Sporenbildung wurde nicht gesehen. In einfach gefärbten Ausstrichpräparaten von Organen und von Blut zeigten sich die Endpole des Bazillus viel stärker gefärbt als die Mitte. Bisweilen erscheint der Bazillus von einem hellen kapselähnlichen Hofe umgeben.

Der Bazillus wächst auf künstlichen Nährböden sowohl bei Blut- als auch bei Zimmertemperatur. Das Temperaturoptimum ist 37° C. Unter 25° C macht sich eine Abnahme der Wachstumsgeschwindigkeit bemerkbar. Auf Gelatineplatten wächst der Bazillus, ohne Verflüssigung nach 48 Stunden zu kleinen, runden, grauweißen Kolonien aus, die später dunkler granuliert erscheinen und bisweilen eingekerbte Ränder zeigen. Auf Agarplatten wächst der Bazillus innerhalb von 24 Stunden zu kleinen runden grauweißen Kolonien bis zur Größe eines Stecknadelkopfes aus. Das Wachstum der Bazillen erinnert an Streptokokken. Der günstigste Nährboden für den Pestbazillus ist eine 2%ige alkalische Peptonlösung, der 1% Gelatine zugesetzt ist.

Am empfänglichsten für die Impfung zeigten sich Ratten und Hausmäuse, dann weiße Mäuse, Meerschweine, Kaninchen, Schweine, Affen und Hühner. Unempfindlich erwiesen sich Tauben. Die Virulenz ist sehr schwankend und verliert sich bald auf künstlichen Nährböden.

Nachden mikroskopischen und bakteriologischen Untersuchungen muß man die Pest somit als eine Krankheit ansehen, bei der im Blute, in den Organen, im Speichel, Urin und Koth der Erkrankten oder Verstorbenen der spezifische Krankheitserreger aufzufinden ist.

An der Leiche läßt sich die Pest stets leicht durch den Nachweis der Bazillen in der Milz, den Bubonen oder den übrigen krankhaft veränderten Drüsen mikroskopisch oder mittels der Züchtungsmethoden nach 24–28 Stunden feststellen. Die Pest läßt sich, zumal bei schweren, rapid verlaufenden Fällen durch die mikroskopische Untersuchung des Blutes erkennen. Erzielt die Blutuntersuchung negative Resultate, so untersucht man den Urin. Das Blut von angestochenen Bubonen oder sonstigen Drüsen-schwellungen ergibt stets, sowohl mikroskopisch als auch kulturell, die Anwesenheit des Bazillus. Mit den angegebenen Untersuchungen läßt sich fast stets die Diagnose der Pest stellen, sei es, daß es sich um schwere, zweifellose Pestfälle mit oder ohne Bubonen, sei es, daß es sich um leichtere Fälle handelt.

Aus dem Erbrochenen, aus dem Kote und dem Speichel läßt sich der Pestbazillus sehr häufig züchten, dadurch, daß man Plattenkulturen anlegt und dann Anreicherungen in der alkalischen Pepton-Gelatinelösung vornimmt. Der Buboneneiter zeigt mikroskopisch und kulturell auf Platten meist Pestbazillen in spärlichen Mengen, daneben bisweilen *Bacterium coli* und meist Staphylokokken.

*Bacterium pyocyaneum* färbt den Eiter blaugrün; es ist in der Umgebung der Menschen weit verbreitet und der letztere selbst häufig Träger desselben, die Pathogenität sehr schwach.

Die schlanken beweglichen Stäbchen tragen eine Polgeißel. Sie bilden keine Sporen, entfärben sich nach Gram, leben aerob, verflüssigen die Gelatine und bilden auf letzterer gelbliche Kolonien mit radiärer Streifung. Auf Kartoffel wächst *Pyocyaneus* mit rotbrauner Farbe. Außer einem fluoreszierenden gelblichen Farbstoffe kommt das mit Chloroform leicht auszuschüttelnde *Pyocyanin* vor. Unter natürlichen Verhältnissen kommen mancherlei Varietäten vor, speziell Änderungen der Farbstoffproduktion sind häufig. *Pyocyaneus* findet sich oft epidemienweise auf den Wunden in Krankenhäusern. Tiere werden durch subkutane Injektion getötet.

Beim Menschen findet sich *Pyocyaneus* bei Eiterungen der Paukenhöhle, bei Bronchopneumonie, die Nebenhöhlen der Nase und die Meningen können infiziert werden.

Man ist geneigt, *Bacterium fluorescens liquefaciens*, das in Wasser, Milch u. s. w. überall zu finden ist, als eine Varietät des *Pyocyaneus* zu halten.

Bazillen sind außer bei den bisher genannten Krankheiten noch vielfach bei anderen menschlichen Krankheitsformen beobachtet worden, ohne daß die spezifische Wirksamkeit hätte erwiesen werden können, so z. B. hat man bei Syphilis, Keuchhusten, beim Rhinosklerom, der Beri-Berikrankheit u. s. w. in den Organen Bazillen gesehen.

### b) Pathogen für Tiere.

Von exquisiten Tierkrankheiten seien die folgenden, da dieselben durch die später zu besprechenden Schutzimpfungen allgemeines Interesse haben, genannt:

*Bacterium septicaemiae haemorrhagicae*. Weit verbreitet findet sich dieser Bazillus als Krankheitserreger im Tierreiche; er wurde zuerst von Koch gelegentlich der Überimpfung faulenden Fleischinfuses auf Kaninchen erhalten und als „Mikrokokkus der Kaninchenseptikämie“ bezeichnet. Es scheint dieser Keim als Ursache der Rinderseuche (Kitt), der septischen Pleuropneumonie der Kälber, der Wildseuche (Kitt), der Schweineseuche (Schütz und Löffler) und Hühnercholera (Perroncito) angesehen werden zu müssen.

Hühner werden durch diese Keime infiziert, plötzlich kraftlos und soporös, unter schleimig diarrhöischen Entleerungen erfolgt der Tod. Der Verlauf der Krankheit ist bei anderen Tieren, welche befallen werden, ein äußerst different; bei den Schweinen z. B. tritt die Seuche teils als entzündliche Hautaffektion, ähnlich dem Rotlauf, teils als Lungenerkrankung, teils als dysenterieartige Darmerkrankung auf. Bei dem Rinde, Rot- und Schwarzwild wurden diese Seuchen früher mit Milzbrand häufig verwechselt.

Die Bakterien, die sich fast ausschließlich im Blute finden, sind sehr kleine, an den Enden abgerundete Stäbchen, die sich meist nur an den Polen färben, während die Mitte farblos bleibt; bisweilen reihen sich mehrere Keime hintereinander zu kurzen Fädchen.

In Gelatineplattenkulturen entstehen nichtverflüssigende, granuliert, gelbweiße Tröpfchen, im Stich wachsen sie oberflächlich, wenig in der Tiefe, auf Kartoffeln bei 30° als grauweiße, wenig prominente Kolonien. Die Impfung gibt bei Hühnern, Tauben, Sperlingen, Fasanen, Mäusen, Kaninchen sicheren Erfolg, bei Meerschweinchen, Schafen, Pferden keine Wirkung. Durch Fütterung erkranken Mäuse, Hühner, Kaninchen. Sporenbildung ist unbekannt; die Keime scheinen durch Eintrocknen im allgemeinen leicht zu sterben. Feucht sollen sie in manchen Fällen selbst 100° kurze Zeit ertragen. Kälte schadet ihnen. In faulem Material, wie Blut, scheinen die Keime häufig vorzukommen; sie wurden im Speichel gesunder wie kranker Menschen gefunden. Die Keime gehen in die Eier cholera-kranker Hühner über (Marchiafava und Celli).

Die Identität der obengenannten Krankheitsformen ergibt sich, wie aus den Kulturen des Keimes, so aus den Impfversuchen. Kaninchen sterben an „Kaninchenseptikämie“, wenn man auf sie von cholera-kranken Hühnern, seuchekranken Schweinen und Rindern überimpft, und Tauben sterben an Cholera, wenn ihnen Impfmateriel von septikämischen Kaninchen, seuchekranken Rindern oder von Wild oder Schweinen übertragen wird.

*Bacterium murisepticum*. Durch Verimpfen von faulem Material auf Mäuse hat Koch einen Bazillus erhalten, der in dem Blute der Tiere wuchernd, diese durch septikämische Folgezustände tötet. Identisch mit diesem Keime scheint der Erreger einer unter den Schweinen als Seuche weit verbreiteten, meist tödlichen Krankheit, nämlich des Schweinerotlaufes zu sein (Löffler, Schütz, Lydtin u. a.).

Die Schweine erkranken plötzlich, verlieren die Freßlust und entleeren blutig diarrhöische Stühle, Brust und Hals bedecken sich mit roten Flecken; unter Lähmungserscheinungen der hinteren Extremitäten und Fieber tritt der Tod ein. Die Infektion erfolgt, wie aus Fütterungsversuchen wahrscheinlich wird, meist von Darmkanal aus, indem die Schweine entweder Darmabgänge von anderen aufnehmen oder infizierte Mäuse verzehren oder Maden, die auf Rotlaufkadavern sich angesiedelt haben. Die Haut der Schweine ist an den erkrankten Stellen gerötet und diese Rötung zieht sich tief in die Kutis herein; das Bauchfell zeigt sich mit Ecchymosen, der Darm mit Geschwüren bedeckt. Die Bazillen sind kleine, bewegliche, leicht färbare, im Blute sich aufhaltende Stäbchen. Sie vermehren sich dort auch noch einige Zeit nach dem Tode des Tieres. Dauerformen kennt man nicht, auch verliert der Rotlaufstoff durch Eintrocknung alsbald seine Virulenz (Kitt).

In Gelatineplattenkulturen bilden sich weißlichgraue, tiefliegende Netze oder wurzelartige Kolonien, im Stiche demselben entlang feines, wurzelartiges Wachstum, das man mit einer „Glaserbürste“ vergleichen kann. Die Gelatine wird fast nicht verflüssigt. Auf Kartoffeln und pflanzlichen Substanzen wachsen die Keime nicht.

Die Krankheit befällt kein anderes Haustier als das Schwein; selbst gegen die Impfung von Reinkulturen sind die größeren Haustiere immun. Das Überstehen der Krankheit schützt Mäuse und Schweine vor weiterer Infektion.

Als besondere Varietät der Menschentuberkelbazillen werden von manchem jene der Hühnertuberkulose angesehen (Rivolta, Mafucci).

Morphologisch sind die betreffenden Bazillen sehr ähnlich jenen der Menschentuberkulose; wachsen auf Blutserum, Agar, Bouillon mit und ohne Glycerin oder Zuckersatz. Auf Kartoffeln ist bis jetzt ihre Kultur nicht gelungen. Sie ertragen, wie das nach der höheren Blutwärme der Hühner begreiflich ist, höhere Temperaturen bei der Kultur besser wie die anderen Tuberkelbazillen. Auf festem Nährboden bilden sie wachstumsähnliche Kolonien. Im allgemeinen sind die Keime der Hühnertuberkulose etwas widerstandsfähiger als die der Menschentuberkulose. Vögel sind bei Impfungen mit letzterer unempfindlich, Meerschweinchen refraktär gegen die Vögeltuberkulose.

### c) Saprophyten.

Unter den Bazillen finden sich auch eine Reihe von Keimen, welche unschädlich sind, aber durch ihr biologisches Verhalten Interesse erwecken.

*Bacterium prodigiosum* wächst auf allen möglichen Substraten bei Zimmertemperatur unter Bildung eines blutroten Farbstoffes. *Bacterium luteum* und *janthinum* produzieren gelben oder veilchengleichen Farbstoff, *Bacillus cyanogenes* färbt die Milch blau bei saurer Reaktion der Milch, graubraun bei neutraler Reaktion.

Auch eine Reihe gärungserregender Keime kommen zur Beobachtung.

Essigsäuregärung erregen: *Bacterium aceti*, *Bacterium Pastorianum* und *Bacterium Petus*. Der Alkohol geht bei reichlichem Luftzutritt in Essigsäure über, letztere kann dann zu CO<sub>2</sub> und Wasser verbrannt werden.

Buttersäuregärung verursachen Klostridiumarten, deren es mindestens drei gibt; sie bilden Sporen und schwellen dabei zu Spindel-, auch Keulenform an. Sie entwickeln sich am kräftigsten bei 40°, wandeln Milchsäure in Buttersäure um und tragen zum Reifen des Käses bei. Es sind fakultative Anaeroben.

Milchsäurebakterien, d. h. Milchzucker in Milchsäure umwandelnde, gibt es mehrere. Verlieren bei künstlicher Kultur ihre Säuerungsvermögen.

Eine sehr wichtige Umwandlung organischer Materie ist die Fäulnis, an der sich verschiedene Keime, die schon oben erwähnten Kokken, aber auch Bakterien und Bazillen beteiligen, z. B. *Bacillus pyrogenes foetidus*, *putrificus coli*, saprogenes, phosphoreacens, *Proteus mirabilis*, *vulgaris*, *Zenckeri* und eine Reihe noch wenig bekannter Anaeroben. Bei der spontanen Fäulnis findet man zumeist *Proteus vulgaris*.

Nicht selten begegnet man auch Keimen, von denen weder pathogene noch charakteristische saprophytische Wirkungen bekannt sind. Hiezu wären zu zählen:

*Bacillus subtilis*, der Heubazillus, ein aerober, dem Milzbrand ähnlicher Spaltpilz; die Sporen treiben die Zellwand nach außen. Er verflüssigt die Gelatine rasch und zeigt unter Umständen lebhaft, durch eine Geißel vermittelte Schwärmbewegung.

*Bacillus mesentericus vulgaris*, der Kartoffelbazillus, überzieht schlecht sterilisierte Kartoffeln mit einer gekrümmten Haut.

*Bacillus mycoides*, ein bei Untersuchungen von Erdboden häufig entgegnetretender, wurzelartig auf Gelatine wachsender Keim.

### III. Schraubenformen.

*Spirochaete Obermeieri*. Bei dem Rückfallfieber wurden von Obermeier Spirillen gefunden, welche nach dem konstanten und ausschließlichen Vorkommen bei dieser Krankheit, bei der massenhaften Entwicklung im Blute zur Zeit des Fieberanfalles und nach der Tatsache, daß nie bei anderen Krankheitsformen oder bei Gesunden solche Spirillen im Blute gefunden werden, als die eigentlichen Krankheitserreger angesehen werden müssen.

Sie finden sich im Blute frei in lebhaftester und kräftiger Bewegung, so daß sie sich gelegentlich mit ihren Enden sogar in die Substanz der roten Blutkörperchen einzubohren vermögen. Bewegungsorgane sind Geißeln (Koch).

Eine Züchtung der Spirillen gelang bis jetzt niemandem, wenn schon man sie einige Zeit in Blut oder Kochsalzlösung überlebend erhalten kann. Sporen oder ähnliche Dauerformen fehlen ganz. In Sekrete und Exkrete hat man sie nie übertreten sehen. Kernfarbstoffe werden nicht angenommen; um sie sichtbar zu machen, bringt man das am Deckglase gut angetrocknete Blut 10 Sekunden in 5%ige Essigsäure, sodann in Anilinwasser-Gentianaviolett. Man hat mit Rekurrensblut erfolgreiche Übertragungen vom Menschen auf Affen ausgeführt. Es wird aber in Frage gestellt, ob diese Formen überhaupt zu den Bakterien zu rechnen sind und ob sie nicht viel mehr zu den Protozoen gehören (siehe oben unter tierische Parasiten).

*Vibrio cholerae asiaticae*. Von Koch im Jahre 1883 entdeckt und von allen anderen Beobachtern bei Cholera gefunden. Man hat früher angenommen, daß das Auftreten dieses *Vibrio* den Krankheitserscheinungen parallel gehe. Namentlich die Beobachtungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß dies nicht der Fall ist. In vielen schweren Fällen von Cholera findet man oft nur spärlich Vibrionen, in leichten Fällen dann wieder Reinkulturen. Die Dejektionen eines Cholera-kranken enthalten nicht jeden Tag konstant die Vibrionen, sondern wechselnd. Die Vibrionen kommen bei den leichten Choleringen und bei den einfachen Diarrhöen zur Cholerazeit vor; man fand sie auch bei völlig dauernd gesund Gebliebenen in dem festen geformten Kote während der Epidemien (siehe auch unter Cholera).

Die Cholera-vibrionen liegen in der Wandung des Dünndarmes, in den schlauchförmigen Drüsen zwischen Epithel und Basalmembran. Häufig trifft man sie in der Nähe der von einem geröteten Saume umgebenen Peyerschen Plaques. Man hat die Vibrionen dort zu suchen, wo das Epithel noch gut erhalten ist. In den inneren Organen lokalisieren sie sich selten; etlichemal traf man sie im Gallengang, in der Gallenblase und der Leber.

Die Vibrionen sind kleine, in Komma- oder S-Form oder als Spirillen und Spirochäten auftretende Gebilde mit lebhafter Eigenbewegung. In den Dejektionen findet man sie oft gruppen- oder nesterweise vereinigt. Neben den Cholera-vibrionen trifft man wohl auch feine Spirochäten, welche aber bis jetzt nicht isoliert werden konnten. In kräftiger Entwicklung färben sie sich mit den Anilinfarben leicht; degenerierende Keime und solche, die Keulenform zeigen, färben sich schlecht. Sie bilden mitunter kleine, oft perlschnurartig aufgereihte Kügelchen, welche als Arthrosporen ausgesprochen wurden. Ihre Eigenschaften sprechen aber nicht für sporenhähnliche Gebilde.

Wichtig ist das Aussehen der Kolonien auf Gelatineplatten; man hält die üblichen Platinokulturen bei 22°; charakteristische Kolonien sieht man nur dort, wo die Vibrionen isoliert und in kleiner Zahl wachsen. Die Cholera-kolonie zeigt sich nach 24—48 Stunden immer bröckelig, meist glashell, seltener gelbgefärbt, nicht glattbegrenzt. Sie sieht wie Glaspulver und grob granuliert aus. Später tritt Verflüssigung ein. Stark alkalische Reaktion ist meist förderlich für das Wachstum.

Stichkultur zeigt bei sehr frischen Kulturen eine starke, fast strumpffartige Verflüssigung, in anderen Fällen, namentlich bei Fortführung der Kultur in den Laboratorien nimmt die Verflüssigungsfähigkeit erheblich ab.

Auf Kartoffel wächst das *Vibrio* bei 34—35° als braune oder gelbe Auflagerung. Unter 16° ist auf allen Nährboden das Wachstum kümmerlich. Kultiviert man Cholera in einer Lösung von 1% Kochsalz und 1% Pepton, hält bei Bruttemperatur (sogenannte Vorkultur), so bildet sich zumeist ein freilich manchmal sehr schwaches Hautchen,

weil die Vibrionen wegen ihres Sauerstoffbedürfnisses nach oben gehen, und die Flüssigkeit gibt nach dem Ansäuern eine rote Farbe.

Schottelius hat zuerst auf die Vorteile dieser Kulturmethode für die Auffindung kleiner Mengen von Vibrionen hingewiesen, Gruber und später Dunbar haben die Methode modifiziert. Pöhl hat zuerst die Rotreaktion entdeckt; die Reaktion geht auch vielfach unter dem Namen der Bujwidschen Reaktion. Sie tritt nur mit bestimmten Peptonsorten ein und ist auf das gleichzeitige Entstehen von Indol und Nitrit zurückzuführen. Stehen diese Stoffe in richtigem Verhältnisse zu einander, so erhält man beim Ansäuern mit Mineralsäure oder Wein- oder Oxalsäure Nitrosoindol.

Milch wird durch manche Choleravibrionen zur Gerinnung gebracht, durch andere wieder nicht. Das Wachstum auf Agar hat nichts Charakteristisches. Die Vibrionen wachsen in glykosehaltigen Lösungen und bilden Links-Milchsäure (Kuprianow, Gosio).

Wenn man Meerschweinchen Vibrionenkulturen in den Magen spritzt, so sterben sie (Koch); aber nicht an einer Infektion, sondern an einer Intoxikation. Bei intraperitonealer Einspritzung gehen die Tiere an einer Infektion zu Grunde, doch haben die Krankheitserscheinungen nichts für Cholera Charakteristisches, sondern eine ähnliche Erkrankung kann man mit beliebigen anderen Kulturen hervorrufen. Mehrfache Impfungen machen die Tiere immun gegen die intraperitoneale Cholerainfektion, aber nicht gegen die Vergiftung vom Darne aus. Das Blut hat immunisierende Eigenschaften, welche auf andere Tiere mit dem Serum zu übertragen sind.

In sehr dünnen Schichten und bei absoluter Trockenheit der Luft (z. B. im Exsikkator über Schwefelsäure) sterben die Vibrionen in 2—24 Stunden; mit dickeren Schichten organischer Stoffe langsam trocknend halten sie sich monatelang infektiös-tüchtig. Niedere Temperaturen bis  $-10^{\circ}$  schaden den Keimen nicht; 10 Minuten langes Erwärmen auf  $60^{\circ}$  tötet sie sicher.

Sauerstoffentziehung vermögen sie bis zu einem gewissen Grade zu vertragen; anaerob gezüchtet, sollen sie virulenter werden, verlieren dabei aber das Vermögen, Gelatine zu verflüssigen. Sehr empfindlich scheinen sie gegen Säuren. Ihre Virulenz ist erheblichen Schwankungen unterworfen, sie ist am größten bei frisch aus dem Stuhle gewonnenen Kulturen, fällt dann auf künstlichen Nährboden ab, kann aber beim Durchwandern durch den Körper des Meerschweinchens sich wieder steigern.

Die Kommabazillen erzeugen toxisch wirkende Körper. Sie sind Saprophyten, vermehren sich auf feuchter Wäsche, in Schweiß, auf feuchter Erde, gekochten Eiern, Mohrrüben, Brot, Hülsenfrüchten. Auf vielerlei Substraten erhalten sie sich längere Zeit, z. B. in Kot, frischem Gemüse, Fruchtsäften, Zuckerwasser, Kaffee. Rasches Verschwinden beobachtete man auf sauren Früchten, Gemüsen, in Bier, Wein und Wasser.

Diese Beobachtungen sind meist an vorher sterilisierten Nahrungsmitteln gemacht; die Kommabazillen ertragen aber auch die Konkurrenz manch anderer Keime, wie z. B. der Keime der Faulnis. In nicht sterilem, kühlem Trinkwasser gehen sie meist in 24 Stunden zu Grunde, halten sich aber ausnahmsweise auch lange.

*Vibrio Finkler-Prior* wurde bei Cholera nostras-Fällen beobachtet, ohne spezifisch zu sein. Die Kommaformen sind im allgemeinen etwas dicker als die der Cholera asiatica; auf Gelatine wachsen sie rascher und stärker verflüssigend, auf Kartoffeln schon bei gewöhnlicher Temperatur. In Milch kultiviert, machen sie dieselbe gerinnen.

*Vibrio Deneke*, aus Käse isoliert, gleicht auf Gelatine in Wuchsform sehr der Cholera asiatica, bringt aber Milch zum Gerinnen und wächst gar nicht auf Kartoffeln, gibt die Rotreaktion später als Cholera.

*Vibrio Metschnikoff*. Bei Tauben gefunden, kleine, gekrümmte Stäbchen, wenig vom Kochschen *Vibrio* verschieden, ist lebhaft beweglich und besitzt einen langen Geißelfaden, der aber nur nach der Färbung wahrzunehmen ist. Verflüssigt Gelatine; in Platten und Stäckkultur nicht leicht vom Kochschen *Vibrio* zu trennen. Auf Kartoffeln nur bei Blutttemperatur als bräunlicher Belag wachsend. Gibt in Peptonlösung Indolreaktion. Sehr virulent für Meerschweinchen und besonders bei subkutaner Verimpfung für Tauben, bei denen er sich reichlich im Blute findet.

Seit dem Jahre 1891 sind sie aber mit einer sehr großen Anzahl choleraähnlicher Vibrionen bekannt geworden, welche man zumeist aus Wasser isoliert hat. *Vibrio aquatilis*, von Günther aus dem Stralauer Wasser isoliert, gibt keine Rotreaktion, ist

nicht pathogen; *Vibrio berolinensis*, tierpathogen, gibt Rotreaktion, wächst auf Gelatine schlecht, in Form kreisrunder Tröpfchen (Neisser); *Vibrio danubicus* von Heider, choleraähnlich, Rotreaktion, tierpathogen, Plattenkultur von echter Cholera abweichend. In den Fluß- und Kanalläufen von Paris und Umgegend hat Sanarelli eine Reihe nur wenig von Cholera differenter Keime isoliert; Dunbar gelang der Nachweis choleraähnlicher Vibrionen in vielen Flußläufen Deutschlands, im Trinkwasser Hamburgs. Sie unterscheiden sich zum Teil von den übrigen Vibrionen durch ihre Phosphoreszenz, Wernicke fand im Havelwasser zur Zeit einer Choleraepidemie mehrere Spezies von Vibrionen, welche von echter Cholera different sind. Die Differenzierung solcher außerhalb des menschlichen Körpers gefundener Vibrionen begegnet oft den allergrößten Schwierigkeiten, da wir nicht wissen, welche Eigenschaften echter Choleramikroben beim Aufenthalte in der Außenwelt und saprophytischem Wachstum konstant oder variabel sind.

**Nachweis der Choleravibrionen.** Man wählt aus dem Reisswasserstuhle eines der Flöckchen aus und macht davon zunächst ein Deckglaspräparat; von dem Stuhle werden gleichzeitig Gelatineplattenkulturen in mehreren Verdünnungen angelegt. Die Platten (oder Schälchen) bei 22° oder bei Anwendung einer 25<sup>0</sup>/<sub>10</sub>igen Gelatine bei 28° belassen. Zu gleicher Zeit impft man „Peptonröhrchen“, 1<sup>0</sup>/<sub>10</sub> Pepton und 1<sup>0</sup>/<sub>10</sub> Kochsalz enthaltend, mit je einer Öse, läßt im Brutschranke und prüft von Zeit zu Zeit mikroskopisch, ob Vibrionen obenauf zur Entwicklung kommen. In diesem Falle hat man sofort nochmals Gelatineplatten anzulegen. Die Peptonkulturen können bei Vibrionenbefund angesäuert und die Rotreaktion beobachtet werden; beweisend für Cholera ist die Rotreaktion nicht. Am sichersten erhält man mittels des Gelatineverfahrens ein beweisendes Resultat. Der Tierversuch allein gibt keine zuverlässigen Anhaltspunkte. Die Agarkultur hat wenig Charakteristisches; sie bietet nur den Vorteil raschen Wachstums.

Aus Wasser erhält man die Vibrionen auch bei Anwesenheit nur einzelner Individuen, wenn man einer größeren Menge desselben so viel Kochsalz-Peptonlösung (10<sup>0</sup>/<sub>10</sub>) zusetzt, daß ein 1<sup>0</sup>/<sub>10</sub>iges Gemisch entsteht, und bei Brutwärme beläßt (Vorkultur). Bei der großen Ähnlichkeit vieler Spezies mit Cholera asiatica ist vorläufig der Entscheid mittels Agglutination ein unentbehrliches und bequemes Mittel der Diagnose. Man immunisiert Kaninchen mit Cholera und entnimmt ihnen Serum. Fügt man im Reagenzglas zu einer Cholerakultur Serum eines gegen Cholera immunisierten Tieres, so erfolgt Agglutination. Einfacher wird die Probe im hangenden Tropfen ausgeführt, doch bietet das makroskopische Verfahren mehr Sicherheit gegen Täuschungen.

Die vielfach sich ähnlichen Vibrionen haben Sanarelli zu der Hypothese veranlaßt, daß in den Gewässern Vibrionen vorhanden seien, welche unter Umständen, indem sie sich ändern und Virulenz gewinnen, zu echten Cholerakeimen werden. Die Cholera könnte sonach auch „autochthon“ entstehen (siehe später unter Cholera).

### Pilze mit wechselndem Formenkreise (pleomorphe Spaltpilze).

Diese Organismen nehmen eine Mittelstellung zwischen Bakterien und Fadenpilzen ein, zeigen dichotome Verzweigung und bilden ein Mycel, Fruchthyphen und rundliche Sporen; nur sind die Fäden des Mycels sehr fein und können in kokken-, stäbchen- und spirillenartige Produkte zerfallen. Kolbige Anschwellungen an den Enden, wie sie häufig auftreten, faßt man als Degenerationserscheinungen auf.

*Aktinomyces* (Strahlenpilz).<sup>1)</sup> Von Bollinger wurde zuerst als die Ursache einer bei Rindern weitverbreiteten Erkrankung, bei welcher Geschwülste an Kiefer, Zunge, Schlund, Magen u. s. w. auftreten, ein Pilz gefunden, der Strahlenpilz, *Aktinomyces*, genannt wurde. Israel hat dann beim Menschen bei verschiedenartigen Wucherungen denselben Pilz gefunden. In den Geschwülsten und Abszessen finden sich kleine, oft schwefelgelbe Körnchen von Talgkonsistenz, die aus hyphenartig verzweigten Fäden bestehen und sich strahlig um ein Zentrum ordnen. An der Peripherie finden sich keulenartige Anschwellungen, im Zentrum werden häufig kokkenähnliche Körnchen getroffen.

*Aktinomyces* kann durch Kultur auf Blutserum und Agar bei 33—37° zur Entwicklung gebracht werden; er wächst dabei in strahliger Anordnung. Die keulenartigen Verdickungen sind Degenerationserscheinungen. Der Pilz wächst in Fadenform mit Querteilungen, die nach der Spitze zu immer kürzer werden und endlich in kokkenähnliche Gebilde zerfallen (Boström).

Beim Menschen trifft man *Aktinomyces*wucherungen in der Mund- und Rachenhöhle, in den Lungen, dem Intestinaltraktus, im Ösophagus, seltener in der äußeren Haut.

Auffallend häufig hat man in den *Aktinomyces*wucherungen Grannen von Getreidearten gefunden, so daß also auf eine Übertragung der Krankheit durch vegetabilische Substrate geschlossen werden darf. Trotz der zahlreichen Untersuchungen ist die Frage der Zugehörigkeit des *Aktinomyces* zu den Spaltpilzen als eine offene zu betrachten. Einen ähnlichen, für Kaninchen pathogenen Pilz hat Gruber als *Mikromyces Hofmanni* beschrieben.

Zu erwähnen wäre noch *Streptothrix madurae*. Der Madurafuß ist eine in Indien vorkommende Erkrankung, welche in Ulzerationen der Haut besteht. Der Pilz kommt in feinen verästelten Fäden vor, ohne kolbige Anschwellungen, wächst auf verschiedenen künstlichen Nährböden. Auch bei Tieren hat man Krankheiten, welche auf *Streptothrix* zurückgeführt werden müssen, beobachtet; beim Schweine eine Degeneration der Muskelsubstanz (*Aktinomyces musculorum suis*), bei Rindern Knotenbildung in den Extremitäten und dem Unterleib (*Streptothrix farcinica*).

Von saprophytisch lebenden pleomorphen Arten wären zu nennen:

*Crenothrix Kühniana*, weit verbreitet in Wasserleitungen und Drainröhren, besteht aus langen Fäden, die festsitzen, zarte Scheiden besitzen, in welchen zylindrische Zellen sich befinden, welche nach der Spitze des Fadens zu oft in kleine Körnchen zerfallen und mehrere Generationen hindurch als Kokken mit Zooglya-Umhüllung vegetieren, dann sich wieder in Fäden umwandeln (Zopf). *Crenothrix* lagert Eisen auf sich ab und kommt oft in solchen Mengen vor, daß das Wasser ungenießbar wird.

*Cladotrix dichotoma* trifft man namentlich in schmutzigen Fabrikwässern als grauweiße, flutende Flocken, welche am Ufer festsitzen. Sie besitzt auch Scheidenbildung, aber außerdem dichotome Verzweigung der Fäden. Sie lagert Eisen ab und bildet ockerfarbene Schlammassen, die *Leptothrix ochracea* benannt werden. Sie vermehrt sich durch Abstoßung kleiner Stücke oder durch Ausstoßung von Kokken, welche wieder zu Fäden auswachsen. Manchmal nehmen die Fäden auch Schraubenform an und vermehren sich dann durch Abtrennung einzelner Teile. Vorkommen der dichotomen Verzweigung wird sonst bei Spaltpilzen selten beobachtet.

*Beggiatoa* endlich ist eine dritte, häufig im Wasser sich findende pleomorphe Art, welche in ihre Entwicklung der vorherbenannten *Cladotrix* ähnlich sich verhält, indem sowohl Stäbchen als Kokken und Spirillen auftreten. Die Spirillenform wird als *Ophidomonas* beschrieben. Die *Beggiatoen* lagern Schwefelkörnchen im Plasma ab. Manche *Beggiatoen* haben rosarote Farbstoffe in sich eingeschlossen.

Der Pleomorphismus der vorstehenden Arten im allgemeinen und ihre Zugehörigkeit zu den Spaltpilzen im speziellen wird von manchen Autoren in Frage gestellt.

<sup>1)</sup> *Oospora bovis*. Lehmann.

Literatur: Zopf, Die Pilze, 1890. — De Bary, Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze etc., Leipzig 1884. — Derselbe, Vorlesungen über Bakterien, Leipzig, 1885. — Flügge, Mikroorganismen, Leipzig, 1896. — Baumgarten, Lehrbuch der pathologischen Mykologie, Braunschweig 1890. — Fränkel und Pfeiffer, Atlas der Bakterienkunde, Berlin 1893. — Eisenberg, Bakteriologische Diagnostik, Hamburg und Leipzig 1886. — Escherich, Die Darmbakterien der Säuglinge, Stuttgart 1886. — Winogradsky, Morphologie und Biologie der Bakterien, Leipzig 1888. — Bütschli, Bau der Bakterien und verwandter Organismen, Leipzig 1890. — Lehmann, Bakteriologische Diagnostik, München 1899. — Hüppe, Bakteriologie, Wiesbaden 1896.

**Z BIBLIOTEKI**  
**c. k. kursu naukowego гуманстычэскаго**  
**W KRAKOWIE.**

Zwölfter Abschnitt.

**Die epidemische Verbreitung  
von Krankheiten und die Mittel zur Abwehr  
parasitärer Krankheiten.**

Erstes Kapitel.

**Art der Verbreitung parasitärer Krankheiten.**

**Einteilung der Volkskrankheiten.**

Von den parasitären Krankheiten haben jene, welche einen großen Bruchteil der Bevölkerung befallen, die Volkskrankheiten oder Seuchen im engeren Sinne des Wortes, hervorragende Bedeutung. Nicht nur wird durch diese Krankheiten ein erheblicher Teil der Nation erwerbsunfähig gemacht oder stirbt vorzeitig, auch die finanziellen Opfer für Krankenpflege, Invaliditätsentschädigungen können ganz abnorme Belastungen darstellen. Die Krankheiten mit unvollkommener Heilung erzeugen Sieche und Halbkranke, die für ihr weiteres Leben aufhören, nutzbringende Glieder im Staate zu sein. Also ganz abgesehen von dem idealen Streben wahrer Humanität, welche ihre Aufgabe: in der Verhütung der Krankheiten sehen muß, erwächst durch die Volkskrankheiten ein hoher materieller Schaden.

Die Volkskrankheiten haben sich zum Teil so eingenistet, daß ganz regelmäßig mit Todesfällen von bestimmten Krankheiten gerechnet werden muß — endemische Krankheiten — in anderen Fällen kommt es nur zeitweise zu Massenerkrankungen — epidemisches Auftreten — in seltenen Fällen flutet eine solche Krankheit sogar über ganze Länder und Kontinente fort — pandemische Ausbreitung.

Materiell betrachtet, fordern die endemischen Krankheiten die meisten Opfer, aber von weit mächtigerem psychischen Eindrücke sind die großen Epidemien. Durch die Massenerkrankungen, welche in kurzen Zeiten erfolgen, kann sehr bald die Gefahr für die staatliche Verwaltung und der Schaden im internationalen Handelsverkehre bedrohliche Dimensionen annehmen.

Die Seuchenlehre hat die natürliche Verbreitung der Krankheiten darzulegen; da wir von vielen Krankheiten die Krankheitserreger kennen und in ihren biologischen Eigenschaften zu studieren in der Lage sind, lassen sich die Möglichkeiten der Verbreitung bestimmter Krankheiten gewissermaßen theoretisch ableiten. Aber diese Kenntnis allein genügt nicht zur Bekämpfung der Volkskrankheiten. Mit Rücksicht auf diese muß festgestellt werden, wie unter natürlichen Verhältnissen die Krankheiten verbreitet werden. Wenn es auch gelungen ist, bereits in manchen Fällen die Parasiten auf ihrem Angriffswege auf die Menschen aufzufinden, so ist doch die wissenschaftliche Begründung der Seuchenlehre im ganzen recht mangelhaft und unvollständig und statt Wissen der Hypothese der breiteste Spielraum gelassen.

Die Volkskrankheiten in ein bestimmtes „System“ einzuordnen, ist bei dem gegenwärtigen Stande des Wissens ungemein schwierig; da oft in kürzester Frist wichtige Tatsachen bekannt werden, welche eine Änderung des „Systems“ erfordern. Am ehesten läßt sich ein solches Schema auf die Eigentümlichkeiten des parasitischen Lebens begründen. Man kann trennen in Krankheiten, hervorgerufen durch obligate, und Krankheiten durch fakultative Parasiten, d. h. parasitierende Saprophyten; aber auch bei einer derartigen Trennung bleiben manche Zweifel.

1. Die obligaten Parasiten sind die Reproduzenten des Krankheitsstoffes, den sie durch ihr Wachstum vermehren.

a) Obligate Menschenparasiten. Bei diesen kann die Krankheit dadurch erworben werden, daß die Krankheitskeime an irgend einer Stelle den Körper verlassen und ein Gesunder diese an geeigneter Stelle aufnimmt. Manchmal ist zur Infektion ein längeres Zusammenleben mit dem Kranken erforderlich, z. B. bei Lepra, auch wohl bei Tuberkulose, manchmal ein bestimmter Kontakt, wie bei Syphilis und Gonorrhöe. In anderen Fällen haftet die Krankheit leichter und es genügt kurzes Zusammensein, z. B. bei Flecktyphus, Scharlach, Blattern, Masern.

Manchmal bleiben die aus dem Körper ausgeschiedenen Parasiten auch mehr oder minder lange infektionstüchtig, dann können beschmutzte Gegenstände oder, wenn sie die Austrocknung erfahren, auch der Staub oder endlich Insekten, wie z. B. Stubenfliegen, den Weitertransport übernehmen.

Schnell zu Grunde geht der Infektionsstoff bei Syphilis und Gonorrhöe, Lepra, weit haltbarer ist der Infektionsstoff von Flecktyphus und Masern, noch haltbarer der von Tuberkulose, Scharlach und Blattern.

b) Es gibt eine ganze Reihe obligater Parasiten, welche der Mensch mit Tieren gemein hat.

Die Tuberkulose kann von dem Menschen auf das Rind übertragen werden und umgekehrt, namentlich durch den Genuß von Milch und Milchprodukten, die Tuberkulose wieder auf den Menschen. Der Mensch ist empfänglich für den Biß wutkranker Tiere; Hund und Wolf infizieren den Menschen zumeist. Durch andere Ausscheidungsprodukte als den Speichel wird diese Krankheit nicht übertragen.

Eine ungemein wichtige, erst in der Neuzeit mehr erkannte Rolle spielen die Insekten hinsichtlich der Verbreitung der Krankheiten.

Zu nennen ist *Filaria Bancrofti* (siehe oben Seite 841), deren Verbreitung durch bestimmte Moskitos allein möglich ist. Sie saugen Blut und sollen dann das Wasser mit Filarien infizieren. Zwischenträger oder Zwischenwirte scheinen Flöhe und Wanzen für *Febris recurrens* zu sein. Am wichtigsten ist die Rolle der Moskitos bei Malaria, indem diese durch Saugen an Malariakranken sich selbst infizieren und nach gewissen Umwandlungen der Malariaparasiten durch den Stich die Infektion des Menschen vollziehen.

2. Die fakultativen Parasiten zeigen zum Teil wesentlich andere Vermittlungswege.

Die Krankheit kann bei manchen direkt von Mensch zu Mensch übertragen werden durch Aufnehmen des Infektionsstoffes, z. B. bei Milzbrand, Pest, Cholera, Typhus, Diphtherie, aber die anderweitige Übertragung spielt manchmal für das Entstehen von Epidemien eine weit wichtigere Rolle. Diese Krankheitserreger haben die Eigenschaft, sich außerhalb des menschlichen Körpers zu vermehren bzw. halten zu können. Wasser, Boden, Wäsche, Nahrungsmittel kommen dabei in Frage.

Bei einigen der hierher gehörigen Krankheiten treten die Infektionsstoffe aus dem Körper mehr oder minder reichlich aus, z. B. bei Milzbrand, Pest, Cholera, Typhus, Diphtherie, bei anderen, z. B. dem Tetanus, findet ein Austritt von Infektionsstoff so gut wie gar nicht statt. Die Ausscheidung von Krankheitsstoffen kann in den einzelnen Fällen der Erkrankung sehr verschieden sein.

Von dem Gesichtspunkte der Verbreitungsart ausgehend, hat man die Krankheiten auch in kontagiöse, d. h. direkt von Mensch zu Mensch übertragbare, dann in miasmatische, d. h. solche, die durch ein vom Boden ausgehendes Miasma verbreitbare, und endlich in kontagiös-miasmatische, d. h. auf beiden Wegen verbreitbare bezeichnet. Pettenkofer hat an Stelle dieser Bezeichnungen endogene, ektogene und amphigene Krankheiten vorgeschlagen, was das nabeliegende Mißverständnis von Kontagium und Miasma beseitigt. Man hat noch vielfach andere „Klassifizierungen“ der Krankheiten versucht, die aber alle einen gewissen Mangel haben, einerseits, weil die charakteristischen Merkmale der Verbreitung nicht immer getroffen sind, andererseits, weil unsere Kenntnisse in dieser Materie noch nicht so genau sind, daß alle Krankheiten sich auch nur für kurze Zeit in ein paßendes Schema zwingen ließen. Man kann alle Krankheitserreger durch direkte Übertragung auf den Menschen zu Infektionserregern machen; so läßt sich *Rekurrens* und Malaria durch Blut direkt überimpfen, die natürliche Verbreitungsweise dieser Krankheiten ist aber eine ganz andere. Die Tuberkelbazillen, Gonorrhökokken hingegen lassen sich zwar unter sehr günstigen Verhältnissen auf künstlichen Nährboden ziehen, aber saprophytische Keime sind sie doch nicht, denn jene Vermehrungsbedingungen, wie im künstlichen Versuch, finden sie im freien Zustand nicht.

### Die Verbreitungsmöglichkeiten der Seuchen.

Die Art, wie die Seuchen entstehen, ist einer exakten Untersuchung nur unvollkommen unterzogen worden, die bisherigen Resultate der Forschung noch sehr unbefriedigend.

Eine der vielen Unbekannten ist zunächst die Virulenz der Keime, über die wir nur Laboratoriumserfahrungen in ausreichendem Maße besitzen, sowie einige praktische Beobachtungen, welche uns die Wandelbarkeit der Ansteckungskraft wahrscheinlich machen.

Die einzelnen Epidemien weisen unverkennbar durch die ungleiche Mortalität auf eine ungleiche Virulenz, ohne daß wir wüßten, aus welchen Gründen einmal ungefährlichere, ein andermal gefährlichere Keime gebildet werden. Dieser Mangel an positiven Kenntnissen kann nicht da-

durch ersetzt werden, daß man beliebige „Annahmen“ an Stelle naturwissenschaftlicher Begründung unterschiebt.

Ebenso unsicher sind wir häufig über die Eingangspforte, durch welche bei natürlicher Verbreitung die Seuchenstoffe in den Körper kommen; ist doch selbst bei Krankheiten, wie der Tuberkulose, die sehr eingehend studiert ist, die Frage noch ganz in Fluß und eine bestimmte Eingangspforte, etwa als die häufigere, nicht erwiesen.

Es fehlt uns auch weiter an Vorstellungen über die Menge der zur Infektion erforderlichen Mikroorganismen; die am häufigsten für Experimente gewählte künstliche Infektionsweise, die Injektion von Bakterien, kann uns diesen Mangel nicht ersetzen, sie wirkt nur zu leicht irreführend. Vor allem ist diese Frage besonders bedeutungsvoll, aber auch enorm kompliziert, weil bei wechselnder Disposition die Infektionsdosis eine — wenn auch gesetzmäßig — variable sein muß.

Bei manchen Seuchen ist der Infektionsstoff ausscheidbar und kann tatsächlich bei Übertragung die Krankheit hervorrufen. Hiefür bietet die Erfahrung wie das bakteriologische Experiment übereinstimmende Ergebnisse. Man muß sich aber hüten, aus den letzteren allein die „Kontagiosität“ und deren Grade abzuleiten. Hiebei kann stets nur die Übertragungsweise im Leben selbst in Betracht gezogen werden.

In manchen Fällen ist der Kranke selbst eine Hauptgefahr für die Verbreitung, weil er den Infektionsstoff abgibt und dadurch direkt zur Gefahr für die Umgebung wird. Träger von Krankheitskeimen sind auch die Leichterkranken — ambulante Fälle, z. B. bei Cholera, bei Pest, Typhus, Diphtherie u. s. w.

Träger sind weiter die Rekonvaleszenten. Bei Typhus können monatelang nach der Genesung Typhusbazillen, z. B. im Harn, ausgeschieden werden, ähnlich bei Diphtherie, bei Pest sich viele Wochen und länger Keime finden.

Nicht minder wichtig ist bisweilen für die Verbreitung der Krankheit auch der Gesunde, weil bei ihm eine Invasion des Krankheitserregers stattgefunden haben kann (siehe Seite 899). Man findet ungemein häufig auf der Schleimhaut des Mundes und der Nase Pneumokokken, nicht selten ist auch das Vorkommen virulenter Diphtheriebazillen bei gesunden Kindern, Tuberkelbazillen wurden mehrfach im Munde, in den Bronchien, in gesunden Lymphdrüsen beobachtet, Cholerabazillen finden sich auch außerhalb einer Epidemie gelegentlich bei völlig Gesunden mit durchaus normaler Verdauung, ebenso die Pestbazillen; ferner auch Typhusbazillen, letztere über Jahrzehnte. Eitererreger dürften wohl auf allen äußeren Bedeckungen anzutreffen sein. Trotzdem können die Träger solcher Infektionsstoffe dauernd gesund bleiben; für die Verbreitung von Epidemien können sie freilich sehr gefährlich sein. Es kann fraglich sein, wer die meiste Gefahr bietet, der Schwerkranke oder der Infektionsstoffträger; wir können es zurzeit nicht sicher entscheiden. Immerhin ist zu erwägen, daß vom quantitativen Standpunkte letztere, weil sie mit den Menschen beliebig verkehren und jahrelang Infektionsstoff produzieren, doch bedeutungsvoller werden können als die Kranken, zumal letztere doch fast immer etwas dem allgemeinen Verkehre ferngehalten werden.

Übertragbar können die Krankheiten sein durch direkten Kontakt, zwischen Mensch und Mensch, oder durch ein Mittelglied,

welches den Infektionsstoff kurz beherbergt und im unveränderten Zustand weitergibt. Auch die Luft kann dabei als Träger fungieren (Tuberkulose, Scharlach, Blattern). Ferner kann durch ein Lebewesen (Insekten) die direkte Übertragung oder eine Übertragung erfolgen, nachdem unter Umständen der Parasit innerhalb seines Wirtes einige Änderungen überstanden hat.

Gefährlich sind alle jene Parasiten, welche durch eine große Virulenz und Kontagiosität ausgezeichnet sind (Flecktyphus, Blattern, akute Exantheme), oder jene, bei welchen der Saprophytismus eine reiche Aussaat gestattet.

Leicht bekämpfbar sind alle Krankheiten, bei denen der Infektionsträger so im Parasitismus fortgeschritten ist, daß nur ein recht inniges Zusammenleben und engster Kontakt die Übertragung ermöglicht (Syphilis, Gonorrhöe, Lepra, Rekurrens, in gewissem Sinne die Tuberkulose).

Die Bekämpfungsmaßregeln richten sich also gegen den Menschen und gegen seine Umgebung. Da die Verbreitungsweise so sehr verschieden, so gibt es auch keine einheitliche Bekämpfungsweise der parasitären Krankheiten.

Der Infektionsstoff kann austreten aus dem Nasenschleim bzw. mit dem Speichel (Cerebrospinalmeningitis, Diphtherie, Pneumonie, Influenza, Typhus, Pest, Tuberkulose), zum Teil auch wenn alle krankhaften Erscheinungen von seiten des Respirationstraktus fehlen. Verbreitungsweise: das Ausspucken, Tröpfchenverstäubung, Sacktücher und die davon berührten Taschen, durch bespichelte Gegenstände (Eß- und Trinkgefäße, Federhalter, Bleistifte, Spielsachen bei Kindern), Kopfkissen, durch den Handkontakt.

Infektionsmöglichkeiten besonderer Art sind die Infektionen von Speisen und Getränken, indem sich direkt und ziemlich frisch die Infektionsstoffe auf sie ablagern, oder der aus Eintrocknetem entwickelte Staub des Bodens, oder aus Kleidern, und beim Ausklopfen, aus Unterwäsche beim Zählen und Ordnen derselben, endlich durch Fliegen, in Bauernhäusern durch Ameisen oder andere Insekten.

Die Ausscheidung von Infektionserregern kann durch offene Wunden aus der Haut vorkommen. (Milzbrandfurunkel, Pestbubonen, Wundinfektionen anderer Art.) Die eitrige Masse hängt dann an Kleidern, Verbandmaterial und kann durch die Verschmierung durch Hände oder Verstäubung weiter gehen, wie vorhin geschildert.

Eine Infektion kann ausgeübt werden, wie Versuche im meinem Laboratorium gezeigt haben, durch das Pissoir. Beim Harnlassen wird entweder beim Auffallen des Harnes auf den Boden oder auch ohne dieses reichlich Material der Luft übermittelt und schlägt sich auch an den Wänden, Türen, die berührt werden, nieder. Glatte Türgriffe sind so gut wie infektionsstofffrei (ausgeschieden wird bei fast  $\frac{1}{4}$  der Typhösen der Infektionsstoff im Harn, ähnlich bei Paratyphus — bei anderen Krankheiten selten). Es ist zu beachten, daß von hier durch den Luftstrom (wohl selten) Material verschleppt werden kann; wichtiger ist die durch Insekten, speziell wenn Nahrungsstoffe getroffen werden können.

Noch wichtiger ist die Ausscheidung mit dem Kote. Typhus, Paratyphus, Cholera, Dysenterie (eventuell Tuberkulose) treten hier reichlich aus.

Die Klosette geben verschiedene Infektionsmöglichkeiten, zunächst durch die grobe Unreinlichkeit und Verschmierung des Kotes an Wände und Türen, die sich auch da noch findet, wo das freie Auge nichts entdeckt. Hier liegt die Infektion der Hände klar vor Augen; auch die Hände selbst beschmutzen die meisten nicht reinlich erzogenen Menschen jedesmal beim Defäkationsakt. Die Reinigung der Hände ist nothwendig, wo sie unterlassen wird, besteht eine in den Folgen unberechenbare Ausbreitungsgefahr. Offene Klosette sind wegen der rückläufigen Luftströmung und Fliegen im Sommer eine bedeutsame Infektionsquelle, durch erstere auch für die Lungenwege.

Jeder Akt der Defakation reichert die Luft des Klosettraumes mit Keimen an, besonders stark nach diarrhöischen Stühlen, bei hoher Temperatur mehr als bei Kälte. Wasserklosette spritzen oft geradezu Stuhlinhalt in die Luft. Nicht nur in letzterer finden sich dann Keime, sondern auch als feinsten Überzug an verschiedenen Stellen des Raumes.

Seltenerer Infektionsmöglichkeiten sind die Müllmassen, wenn sie frei lagern oder stauben; wohl auch Grund und Boden kleiner beschmutzter Höfe.

Die Nahrungsmittel können uns, wenn sie roh und mit Erdtheilchen ins Haus gebracht werden, aus gedüngten Äckern, Tetanuskeime mitbringen (z. B. Erdbeeren), auch wohl Typhuskeime; Wasser und Milch können auf irgend einem Umwege infiziert sein.

Nahrungsmittel können aber auch erst im Handel, am häufigsten beim Lagern in zugleich bewohnten Lokalen infiziert werden.

Infektionsmöglichkeit bietet wohl auch der Straßenschmutz, namentlich dort, wo eine Ausbreitung von menschlichem Kot keine Seltenheit ist. Die Sitten einer Bevölkerung spielen hier wesentlich mit. Der Schmutz gelangt als Staub oder mit dem Schuhwerk eingeschleppt in alle Räume.

### **Individuelle Einflüsse, welche die Krankheitsverbreitung hemmen.**

Die parasitären Krankheiten würden sich auch, wenn die Krankheitsstoffe beliebig verschleppt werden können, nicht ins Ungemessene vermehren können, denn die Invasion von Krankheitserregern führt nicht immer zur Infektion, sondern der Erfolg der Invasion hängt ganz von dem Menschen ab, welchen sie betroffen hat, von der Disposition im allgemeinen. So machen alle Krankheiten Perioden der Vermehrung und des Hinschwindens durch. Die Epidemien erlöschen von selbst, längst ehe alle Personen eines Ortes von der Krankheit befallen worden sind. Hiefür können verschiedenartige Umstände als Ursachen angeführt werden.

Manchmal treten bei einem Kranken überhaupt nur wenige Krankheitserreger aus, das kann bei Typhus, Cholera und Pest ausnahmsweise der Fall sein; oder die Krankheitserreger sind nicht sehr widerstandsfähig und gehen manchmal durch Eintrocknung oder das Sonnenlicht zu Grunde (Typhus, Cholera, Pest), noch ehe sie mit einer Person in Berührung kommen. Tuberkelbazillen werden nicht immer in infektionstüchtigem Zustand ausgeschieden. Milzbrandbazillen treten aus dem Körper nur in vegetativer Form, nicht als Sporen aus. Soweit bakterielle Krankheitsstoffe in Betracht kommen, ist der Umstand von

Wichtigkeit, daß Dauerformen überhaupt so gut wie nicht in den Ausscheidungen in Betracht kommen.

Bei manchen Krankheiten kann der Krankheitserreger nicht aus dem Körper herauskommen (Malaria, Rekurrens), es sei denn, daß blut-saugende Insekten ihn herausholen. Der Kranke kann also nur die Krankheit dorthin verschleppen, wo sich die betreffenden Insekten finden. Fehlen diese, so erlischt die Krankheit.

Wer seine Haut gut pflegen kann, wird von der Einwanderung der Staphylokokken und Streptokokken wenig zu leiden haben; harte Arbeit und Schrunden der Haut begünstigen die Infektion.

Die Verschleppung von Bakterien, welche septikämische Veränderung erzeugen, wird bei gesunden Frauen unbedenklich, bei Wöchnerinnen aber lebensgefährlich sein.

Menschen, welche kein Wasser trinken, werden durch Keime, die mit dem Wasser verbreitet werden, weniger gefährdet als andere. Metzger, Pferdehändler, Abdecker sind durch Milzbrand und Rotz mehr gefährdet als andere (Berufsdisposition). Die Verdauungsstörungen und Diarrhöen begünstigen die Erkrankung an Cholera; vernünftige Diät hemmt also die Cholera.

Manche Menschen haben ein Blut, das reich an Alexinen ist, andere ein alexinarmes.

Ein wichtiges Moment, warum manchmal die Invasion nicht zur Infektion führt, liegt in der spezifischen Immunität des Menschen; nach überstandener Krankheit hält sie oft jahrelang an. Eine langdauernde Immunität bildet sich bei Variola, Scharlach, Masern, Typhus aus, freilich fehlt anderen Erkrankungsformen diese Eigentümlichkeit ganz, so bei Milzbrand, Rekurrens, Erysipel, Malaria, Gonorrhöe.

Die sich verbreitenden Keime müssen behufs Infektion die richtige Eingangspforte in den Körper finden und in ausreichender Menge eintreten. Solange z. B. die Eiterkokken der unverletzten Haut aufliegen, schaden sie nicht, solange die Ödembazillen oder jene des Tetanus nicht tief in die Haut bei Verletzungen eingepflegt werden, schaden sie nicht, und ebenso verhält es sich bei Diphtherie und anderen die Schleimbaut befallenden Parasiten, wie z. B. den Pneumoniekokken.

Die aus dem Körper austretenden Keime werden durch eine Reihe zum Teil schon benannter Hemmungseinrichtungen beseitigt. Sie können ins Wasser gelangen und dabei zerstört werden oder in dem Boden die richtigen Ernährungsverhältnisse nicht finden, der Konkurrenz, Besonnung und anderen ungünstigen Verhältnissen unterliegen. Auch in dem kranken Organismus selbst werden Keime vernichtet, dann folgt die Genesung. Die mit den Leichen dem Boden übergebenen Keime gehen erfahrungsgemäß zu Grunde.

So stehen also den drohenden Gefahren unserer Gesundheit durch die biologischen Eigentümlichkeiten unserer parasitären Feinde selbst regulierende und krankheitverhütende Kräfte gegenüber.

Vor allem bringt aber verständige Reinlichkeit am Leibe wie im Hause, Sorge für gute Ernährung und körperliche Pflege eine große Gewähr gegen das Befallenwerden durch Seuchen. Daher sind Reinlichkeit und hygienische Bildung, wie auch Wohlstand Faktoren, die für die Bekämpfung der Seuchen nicht unterschätzt werden dürfen, auch oft die einzigen Schutzmittel für den Arzt.

## Epidemiologie.

Die Verbreitungsarten von parasitären Krankheiten erscheinen ungemein vielfältig und variabel, so daß die Ausdehnung zu einer Epidemie geradezu als Spiel des Zufalls gelten kann. Wie aber das kasuistische und statistische Studium der Seuchen lehrt, zeigen sich gewisse Eigenarten der Epidemien und anscheinend bestimmte Gesetze der Verbreitungsweise. Dieser epidemiologische Typus ist bei manchen Krankheiten sehr ausgesprochen, in anderen tritt er wenig hervor.

Die Epidemiologie hat die Aufgabe, das Entstehen und den Verlauf der Ausbreitung einer parasitären Krankheit in der Bevölkerung gesetzmäßig festzustellen und zu erklären. Also diejenigen Bedingungen unter den verschiedenen Möglichkeiten festzustellen, welche tatsächlich zu Massenerkrankungen führen. Die Basis der epidemiologischen Forschung muß die Beschreibung des Verlaufes einer Epidemie geben.

Die Epidemiebeschreibung hat zunächst das Auftreten der ersten Infektionen festzustellen, die Ausbreitung der Seuche und ihren Abschluß numerisch zu bestimmen, die Verteilung auf Häuser, Straßen und durch Erhebung der weiteren Umstände der Bedingungen der Verbreitung aufzuzusehen.

Unsere heutigen Kenntnisse sind aber in dieser Hinsicht zumeist mehr als mangelhaft. Für die sicherste Methode hält man die Konstatierung der Todesfälle, aber sie ist ungenügend, da nicht nur die schwersten Fälle, die zum Tode führen, maßgebend für die Verbreitung einer Epidemie sind. Die Anzeigepflicht der Erkrankungen hilft hier nur wenig, um das Material zu verbessern; es entgehen viele Fälle der Anzeigepflicht und weiter kann die klinische Diagnose keineswegs immer das Richtige treffen. Eine bakteriologische Diagnose im großen Stil ist oft kaum durchzuführen.

Die Epidemiebeschreibung, welche sich auf die „Kranken“ allein stützt, ist aber auch wieder unvollkommen, weil die leichteren und ambulanten Fälle nicht berücksichtigt sind, deren Zahl mitunter, wie bei Cholera z. B., sehr erheblich ist, ferner weil die Zahl der Infektionsträger bei Rekonvaleszenten und völlig Immunen überhaupt nicht festzustellen ist.

Somit geben die Epidemiebeschreibungen nur ein sehr annäherndes, vielfach recht ungenaues, auch vielleicht unwahres Bild der tatsächlichen Verhältnisse.

Selbst die zahllosen für Typhus abdominalis gesammelten ätiologischen Darlegungen sind heute nach vielen Richtungen kaum mehr von irgend welcher Bedeutung.

Kommen neben dem Menschen noch andere Möglichkeiten und Übertragungen vor, Wasser, Nahrungsmittel, Boden, Effekten, so könnte meist nur der bakteriologische Nachweis den sicheren Nachweis über den Infektionsweg bieten, versagt aber wegen der Schwierigkeit der Diagnose und wegen der zeitlichen Verspätung, mit der die Diagnose ausgeführt werden kann, in den allermeisten Fällen.

Die Epidemiebeschreibungen sollen das Material für die weitere Forschung ergeben. Diese kann zunächst in ihrer Betrachtung auf die bekannte Eigenschaft der Krankheitserreger rekurrieren.

Die epidemiologische Forschung kann die Kenntnisse über die Lebenseigenschaften der Krankheitserreger nicht entbehren, da durch diese für die Deutung statistischer Ergebnisse oft ein wichtiger Fingerzeig gegeben sein kann. Wenn sicher zu erweisen ist, daß ein Krankheitserreger durch Trockenheit zu Grunde geht, kann eine Verbreitung der Krankheit durch Staub nicht eintreten, und wenn kasuistische Beobachtungen auf eine solche Infektion hindeuten sollten, würde nach einer anderen Erklärungsweise gesucht werden müssen. Leider sind unsere Kenntnisse hinsichtlich des biologischen Verhaltens der meisten Krankheitserreger in der Außenwelt und in der Umgebung des Menschen, ja sogar der Nachweis über das Vorkommen außerhalb des Kranken, noch sehr unvollständig; speziell die Frage der Virulenzschwankung unter natürlichen Bedingungen, die Zunahme der Virulenz bei vorher abgeschwächten Formen, welche das Rätsel für die Zunahme der Gefährlichkeit der Epidemien in sich schließen, liegt noch in den Anfängen.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß die Verschiedenheit in der Heftigkeit der Epidemien einer verschiedenartigen Virulenz als Ursache zuzuschreiben sein wird. Dadurch kann aber auch der „Charakter“ der Epidemien ein anderer werden und die „kontagiöse“ Übertragung mehr hervortreten als bei abgeschwächter Virulenz.

Die Verbreitung der Krankheiten und ihre Ausdehnung zur Epidemie hängt übrigens in keinem Falle nur von dem Krankheitserreger allein ab, sondern zum mindesten noch von der persönlichen Disposition des Menschen, auf welche der Keim trifft. Welches von den beiden Momenten die Verbreitung des Keimes durch den Krankheitsträger oder die Wirkung der menschlichen Disposition das Bild einer Epidemie beherrscht, hängt vielfach von der Art des Krankheitskeimes ab. Ist dieser, wie bei den Blattern, ein sehr kräftig wirkender Infektionsstoff und die persönliche Disposition so gut wie allgemein, dann erkennt man leicht den kontagiösen Charakter der Seuche.

Aber es gibt auch zahlreiche Krankheiten, deren Keime ungemein weit verbreitet sind und auch durch Kontakt u. dgl. weiter wandern, ohne aber allemal Krankheitserscheinungen auszulösen. Die Keime der Wundinfektionskrankheiten findet man überall auf der äußeren Haut, die Pneumokokken nicht minder häufig auf den Schleimhäuten, nicht selten die Diphtheriebazillen auch bei Gesunden. In diesen Fällen bestimmt die Einzelkrankung oder auch die Massenerkrankung das Entstehen einer Disposition, welche in dem letzteren Falle ganz offenkundig in dem Entstehen von entzündlichen Veränderungen der Schleimhaut beruhen, wie solche durch Erkältungen eingeleitet werden. Es ist unrichtig, aber wohl begreiflich, daß unter solchen Umständen das disponierende Moment — die Erkältung — geradezu als die nähere Krankheitsursache angesehen wird.

Also sowohl Verbreitung der Krankheitserreger als auch die Verbreitung der Disposition können Veranlassung für das Entstehen von Epidemien werden. Eine sorgfältig kritische Beurteilung der Epidemiebeobachtungen hat dann ein-

gehend die Momente zu würdigen, welche für die Verbreitung maßgebend gewesen sind.

Änderungen der Disposition können auch in großem Umfange zur Ausdehnung der Seuchen Anlaß geben.

Unter besonders günstigen Verhältnissen läßt sich auch ein bestimmtes Moment für die Krankheitsausdehnung auffinden, z. B. eine Infektion von Wasser, von Nahrungsmitteln.

Im übrigen lassen sich auch die statistischen Methoden zur Anwendung bringen, wiefern man über größere Zahlen verfügt.

Disposition fällt in der Regel die Epidemiologie im weiteren Sinne als die „persönliche Disposition“ auf; namentlich mit Hilfe der statistischen Forschung hat man sich aber mit einer Reihe solcher disponierender Momente allgemeiner Natur bekannt gemacht.

Häufig spricht man von zeitlicher Disposition, weil bei Gruppierung der Krankheitsfälle auf Wochen oder Monate oder auch Jahre eine ungleichmäßige Häufung gefunden wird. In vielen Fällen zeigt sich ein derartiger typischer Verlauf, z. B. bei Cholera, bei Typhus, bei Tuberkulose, bei Malaria, bei der Cholera infantum, bei den entzündlichen Lungenerkrankungen, bei Blattern. Die Wirkung dieser zeitlichen Disposition ist aber im Einzelfalle eine sehr verschiedene.

Die zeitliche Disposition kann eine klimatologische Wirkung von Wärme, Kälte, Feuchtigkeit sein und den Parasiten in seinen Lebenseigenschaften außerhalb des menschlichen Organismus beeinflussen (Cholera, Gelbfieber, Cholera infantum), oder dieselben klimatologischen Faktoren wirken auf den Menschen und ändern seine Disposition (Erkaltung bei Tuberkulose und entzündlichen Lungenkrankheiten), oder sie wirken auf die Vermehrung oder Minderung der Zwischenwirte oder Zwischenträger (Moskito bei Malaria und Filaria Bancrofti). Die zeitliche Disposition bei Blattern liegt in dem durch die Kälte bedingten Zusammendrängen der Menschen in den Wohnungen; endlich kann ein zeitlicher Einfluß sich äußern in der Begünstigung des Wachstums solcher Keime, welche den Menschen durch Störung der Verdauung zu Krankheiten disponieren können. Die zeitliche Disposition ist also nichts Einheitliches.

Vielfach hat man auch den Gang von Epidemien mit dem Gange einzelner meteorologischer Faktoren verglichen, so mit der Temperatur der Luftfeuchtigkeit, der Heiterkeit der Tage (Sonnenscheinstunden), den Regenmengen. Die Vergleiche sind vielfach recht unzweckmäßig angestellt; denn es hat nur dann einen Sinn, von Einflüssen dieser Art zu reden, wenn man wirklich weiß, daß Kälte, Wärme, Feuchtigkeit u. s. w. auch auf den Menschen haben wirken können. Der Wirkung der Kälte entziehen sich die meisten Menschen, indem sie sich warm kleiden oder zu Hause bleiben. Trotzdem ist der Temperatureinfluß bei einigen Krankheiten, z. B. Tuberkulose und Ruhr, unverkennbar. Aber nicht nur auf den Menschen, sondern auch auf die anderen Momente der Krankheitsverbreitung, die oben erwähnt worden sind, können diese meteorologischen Faktoren Einfluß geübt haben.

Vergleiche über den Einfluß der Wohlhabenheit lassen bei manchen Epidemien unzweifelhaft Unterschiede in der Mortalität wahrnehmen; zweifelhaft dagegen bleibt die Deutung im Einzelfalle. Die Wohlhabenheit kann die Güte der Ernährung, die Dichte des Wohnens, die Art der Krankenpflege u. s. w. bestimmen.

Auffallend ist oft eine bestimmte örtliche Verteilung von Krankheiten wahrzunehmen; manche Ortschaften werden von mancher Seuche gar nicht heimgesucht — immune Orte. In den Städten verteilt sich die Mortalität ungleich, nach der Höhendifferenz, den Bodenverhältnissen, der Wohnungsdichte, nach der Art der Kanalisation, nach der Wasserversorgung.

Die Schwierigkeiten, welche sich daher der kritischen Betrachtung epidemiologischer Verhältnisse entgegenstellen, werden von den meisten Autoren nicht im entferntesten gewürdigt und viele der hier einschlägigen Arbeiten sind meist nichts weiter als „plausible“ Erzählungen des Verlaufes einer Epidemie, mit denen der Förderung des Wissens wenig gedient ist. Auf einzelne Schwierigkeiten mag im nachstehenden verwiesen werden.

Am leichtesten gelingt meist der Nachweis der Verschleppbarkeit, wenn es sich um fremde, im Lande nie endemische Krankheiten handelt. Diese treten inmitten einer undurchseuchten Bevölkerung mit scharf trennbarem Krankheitsbilde auf (z. B. bei Gelbfieber und Cholera).

Weit schwieriger ist die Erkenntnis der Kontagiosität einer Krankheit; zwei innerhalb eines gewissen Zeitraumes auftretende Krankheitsfälle, deren Träger in näherer Berührung zu einander standen, brauchen noch durchaus nicht Ursache und Wirkung zu repräsentieren. Der Entscheid, ob das Aufeinanderfolgen von Krankheiten als kontagiöse Vermittlung zu deuten ist, beruht nicht auf der Kraft der Überzeugung der direkten Beobachtung, als vielmehr auf der aus anderen Tatsachen, z. B. der Verschleppbarkeit begründeten Anschauung. Sie ist also kein originärer Beweis und unsicher, wenn es sich etwa um epidemische Krankheitsformen handelt.

Auch den Fall angenommen, daß mit besonderer Häufigkeit der Einschleppung eines bestimmten Krankheitsfalles ein gleicher in Bälde folgt, kann der Beweis einer streng kontagiösen, durch direkte Berührung von Kranken zu Kranken übertragenen Krankheit nicht erbracht werden, weil die Übertragung in gleicher Weise durch Effekten oder ambulante Kranke u. s. w. vermittelt werden kann.

Ganz unzuverlässig wird die kasuistische Beobachtung dort, wo es sich um einheimische oder gar schon in Ausdehnung begriffene Seuchen handelt.

Wesentlich kompliziert wird das Auffinden irgend eines Abhängigkeitsverhältnisses von Ursache und Wirkung: 1. Durch die Verschiedenheit des Inkubationsstadiums von Krankheiten, 2. durch den Umstand, daß von leichten Krankheitsfällen schwere und von schweren umgekehrt leichte abstammen, und daß leichte und schwere Fälle nicht immer gleiche Inkubationszeiten besitzen, und 3. endlich durch den Umstand, daß manche Krankheiten schon während des Inkubationsstadiums anstecken. Es kann daher unter Umständen gerade zu einer scheinbaren Umkehr von Wirkung und Ursache kommen, wenn von einem leichten Fall im Prodromalstadium schon eine Infektion eingeleitet und diese bei dem angesteckten Individuum zu rapider Erkrankung führt. Wie will man bei Typhus z. B. mit Sicherheit klarlegen, was während der möglichen Zeit der Infektion, die zwischen 1—28 Tagen der Erkrankung vorangeht, an krankmachenden Einflüssen eingewirkt habe, und wie sollte man beweisen, daß eine solche gedachte Krankheitsursache die wirksame war?

Die Festsetzung epidemiologischer Gesetze darf nie den quantitativen Gesichtspunkt außer Auge lassen; nicht auf den einzelnen Fall, sondern die Häufigkeit derartiger Fälle von Übertragung von Krankheiten kommt es an. Niemand wird sich, wenn die direkte Übertragung einer Krankheit vom Kranken auf den Gesunden als Ausnahme betrachtet wird, von dem Verkehre mit dem Kranken und seiner Pflege abhalten lassen, ebensowenig wie gelegentliche Eisenbahnunfälle eine Veranlassung zur Beseitigung der Eisenbahnen abgeben, oder für den einzelnen ein Grund sein können, auf dieses Beförderungsmittel zu verzichten.

Auf festerer Basis als die kasuistischen stehen die statistischen Erhebungen, welche sich auf ein größeres Material erstrecken und die Hauptzüge des Epidemieganges erkennen lassen. Die Verbesserung der Mortalitätsstatistik hebt die Sicherung dieses Teiles der epidemiologischen Forschung. Wichtig wäre für viele Fälle aber die Morbiditätsstatistik. Das Verhältnis von Morbidität zur Mortalität ist in manchen Epidemien recht schwankend.

Der Nachweis über den günstigen Einfluß mancher zur Bekämpfung der Epidemien dienenden Maßnahmen wird gleichfalls auf statistischem Wege erbracht und gibt in eindeutiger Weise eine Kontrolle, ob man sich bei den aus epidemiologischen Gründen abgeleiteten Heilmitteln auf richtigem Wege befindet.

Es ist einer ganz besonderen Beachtung zu unterziehen, daß neben Momenten, welche die Übertragung einer Krankheit von dem Kranken und dessen Effekten auf einen Gesunden erzeugen, noch andere Gründe und Modifikationen bei der epidemischen Ausbreitung wirksam und ausschlaggebend sein können. Die Einzelninfektion und jene der Epidemien haben nicht durchwegs gleiche Ursachen aufzuweisen. Beide Übertragungsmodi — die Einzelninfektion und epidemische Infektion — können während einer Epidemie vereint vorliegen.

Am schlimmsten verhält es sich hinsichtlich des Nachweises bestimmter Infektionsträger und des Modus einer Infektion, wie der Trinkwasserinfektion, der Infektion durch Nahrungsmittel u. s. w. Meist führt man für sie das gruppenweise Erkrankten von Menschen als einen Beweis an; die Gruppenerkrankungen sind meist Erkrankungen von Personen, die in einem Hause wohnen. Meist beziehen solche Leute also auch die Nahrungsmittel aus derselben Quelle. Aber sie wohnen auch auf demselben Boden und teilen die sanitären Verhältnisse der Umgebung. Die Beweiskraft solcher Erkrankungen für eine bestimmte Infektionsquelle ist daher nicht selten eine sehr trügerische. Die ganze kasuistische Methode liefert für diese Frage nur unter aller sorgsamster Auswahl und Überlegung verwertbare Resultate.

Die Beurteilung über die Beziehung zwischen Krankheitsursache und Erkrankung wird durch das lange Inkubationsstadium der meisten Krankheiten höchst willkürlich und dadurch zweifelhaft, daß die zur Infektion führenden Handlungen im Alltagsleben vollführt werden, also keine auffälligen sind.

	Minimum	Maximum	Mittel
Masern . . .	7	21	14
Scharlach . . weniger als einen Tag		14	4
Pocken . . .	7	21	13
Erysipelas . .	2	14	5
Typhus . . .	1 (angeblich)	28	21
Handswut . .	mehrere Wochen	mehrere Monate	

## Zweites Kapitel.

# Ärztliche Beaufsichtigung und Bekämpfung der Seuchen.

## Überwachung der verschleppbaren Seuchen im endemischen Gebiete.

Wir wissen, daß eine Reihe von Seuchen verschleppbar sind. Die bekannteste dieser Seuchen ist die Cholera, doch ist auch das gelbe Fieber bisweilen nach Portugal und Spanien verschleppt worden und es seit Anfang des vorigen Jahrhunderts aus Europa verschwundene Bubonepest macht gelegentlich Vorstöße, ihr altes Gebiet wieder zu erobern. Nun hat man beobachtet, wie mit großer Regelmäßigkeit der Tendenz der Wanderung der Seuchen eine Exazerbation in den endemischen Gebieten vorhergeht. Am besten bekannt ist es für die Cholera. Man muß es für eine zweckmäßige Einrichtung bezeichnen, wenn diese Seuchen an den Hauptzentren ihrer endemischen Verbreitung durch erfahrene Ärzte überwacht werden, um so jederzeit wahrheitsgemäß über den Stand der Krankheit unterrichtet zu sein. Eine derartige internationale Überwachung und objektive Berichterstattung wird geeignet sein, vor dem Hervorbrechen einer Seuche aus ihrem endemischen Gebiet rechtzeitig zu warnen.

## Anzeigepflicht der Ärzte.

Wenn die öffentliche Sanitätspflege irgend Wirksames zur Bekämpfung von Epidemien zu leisten vermag, so beruht dieses vorzugsweise darauf, daß die Maßregeln rechtzeitig ergriffen werden. Es liegt in der Natur der Sache, diese Maßregeln da-



durch zur Durchführung zu bringen, daß man die Ärzte verpflichtet, Fälle ansteckender oder der Kontagiosität verdächtiger Krankheiten bei Strafe zur Anzeige an die Sanitätsbehörde zu bringen. Es ist nicht erforderlich, die Anzeige auf alle Formen ansteckender und verbreitbarer Krankheiten auszudehnen. Man darf aber nicht dem einzelnen die Entscheidung darüber überlassen, ob im gegebenen Falle die Anzeige notwendig sei oder nicht; es muß vielmehr durch gesetzliche Vorschriften bestimmt ausgesprochen werden, in welchen Fällen angezeigt werden muß.

Freilich läßt sich nicht verkennen, daß es große Schwierigkeiten macht, für die Anfangsfälle einer Epidemie eine über jeden Zweifel erhabene Diagnose zu stellen. Namentlich ist der behandelnde Arzt nicht immer in der Lage, aus den Krankheitssymptomen allein mit Bestimmtheit zu erklären, ob man es in einem gegebenen Falle mit dem Anfange einer Epidemie zu tun hat. Die Inkonstanz der Krankheitserscheinungen verschuldet das und hat von jeher die Ärzte zu der Vorsicht gedrängt, die Diagnose einer ansteckenden Krankheit erst aus dem gleichzeitigen Vorkommen mehrerer Fälle abzuleiten. Haben aber schon mehrere Einzelfälle die Form klassischer Krankheitsbilder angenommen, dann ist bereits die Epidemie auf einer gewissen Höhe angelangt.

Auch die Ergebnisse einer Sektion, so wertvoll sie unter Umständen tatsächlich sein können, lassen sich nicht immer zur Beantwortung der Frage verwenden, ob ein erster Fall dieser oder jener ansteckenden Krankheit vorliegt. Es ist bekannt, daß bei intensivem Ablaufe mancher parasitärer Krankheiten gar keine charakteristischen anatomischen Veränderungen nachweisbar sind.

In allen wichtigen Fällen wird daher, wie z. B. bei Cholera, die bakteriologische Untersuchung genügenden Aufschluß geben und herangezogen werden müssen. Doch gibt auch sie keineswegs momentan eine Antwort, sondern vielfach erst nach Anwendung der immerhin zeitraubenden Kulturmethoden und ein negativer Befund berechtigt nicht, den Krankheitsfall als keine Cholera u. s. w. zu bezeichnen.

Bei Hoffnung der Verhütung einer Epidemie durch Feststellung des ersten Falles darf man überhaupt nicht zu hoch spannen, da einerseits Einschleppungen von Krankheiten durch Gesunde vorkommen oder durch Gegenstände, ein Umstaud, der sich völlig unserer Beobachtung entzieht und andererseits bei manchen Krankheitsformen schon während des Inkubationsstadiums die Weiterverbreitung möglich ist.

Die vielfach gehörte Behauptung, daß man den Ausbruch einer Epidemie durch Feststellung und Isolierung des „ersten Falles“ verhütet habe, beruht oft auf Selbsttäuschung; es ist ja bekannt, daß eingeschleppte Krankheitsfälle kontagiöser wie verbreitbarer Krankheiten glücklicherweise ganz ohne weitere Folgen bleiben.

Die Feststellung des Auftretens einer zu epidemischer Verbreitung neigenden Krankheit hat trotzdem ihre hohe Bedeutung, da uns dieselbe auf den nunmehr eindringenden Feind aufmerksam macht und zur Rüstung der Abwehrmaßregeln das Signal gibt.

Man empfiehlt bei Ausbruch einer Epidemie die Einsetzung von Epidemiekommissionen, zusammengesetzt aus Ärzten und Gemeindegliedern. Die Hauptaufgabe einer solchen ist, dafür zu sorgen, daß den Erkrankten die nötige Hilfe und Pflege verschafft werde, sie hat Ärzte in genügender Zahl herbeizuziehen, sie hat für Errichtung von Spitälern, für eine entsprechende Anzahl verlässlicher Wärter und die nötige Menge medizinischer Hilfsmittel, als Medikamente, Verbandzeug u. s. w. zu sorgen.

Durch Fassung und Verbreitung populär gehaltener, kurzer Schriften hat sie für die Aufklärung des Publikums über die Bedeutung der Epidemie, die Ursache des Erkrankens und dasjenige diätetische Verfahren, welches einigen Schutz gewähren kann, zu sorgen; endlich alle Kurpfuschereien aufs Energischste zu unterdrücken.

Wenn zahlreiche Todesfälle vorkommen, kann es ratsam sein, um eine Verdrüsterung der Gemüter zu verhüten, das Sterbegeläute zu beschränken und nur wenige feierliche Leichenbestattungen zu erlauben; ein vollkommenes Verbot dieser Gebräuche würde das Publikum aber nur noch mehr alarmieren.

## Die Isolierung der Kranken und ärztliche Überwachung.

Eine bei Bedrohung durch Epidemien vorgeschlagene Maßregel ist die Isolierung der ersten Fälle. Der Maßregel liegt der Gedanke zu Grunde, daß man durch Beseitigung des ersten Kranken und Abschließung von der Außenwelt eine Epidemie verhüten kann. Es ist nicht zu bezweifeln, daß manche Cholera- oder Typhusepidemie u. s. w. verhütet worden wäre, wenn man den Importeur des Keimes gefaßt

und vollkommen vor jeder weiteren Berührung mit Menschen bewahrt hätte. Aber in der Praxis des täglichen Lebens gestaltet sich die Sache doch etwas anders, als dabei vorausgesetzt wird.

Zunächst hat der Erkrankte bereits sein Inkubationsstadium hinter sich und kann während desselben den Krankheitsstoff bereits verbreitet haben. Oder der Kranke hat den Krankheitskeim überhaupt nicht eingeschleppt, sondern durch leblose importierte Gegenstände und Waren bezogen, oder endlich der Krankheitsstoff wurde durch unbekannt gesunde gebliebene Personen verbreitet.

In allen diesen Fällen kann die Isolierung des Kranken ohne allen Erfolg behufs Verhütung einer Epidemie sein. Auch ist zu bedenken, daß die Isolierung von Kranken keine leichte und in der Familienbehandlung gar nicht durchführbare Maßregel ist; und daß eine zwangsweise Isolierung nach allgemeinen Isolierkrankenhäusern in erster Linie eine Verheimlichung der Krankheit zur Folge haben wird. Dadurch entstehen neue Gefahren. Außerdem führt die Unterbringung von Kranken in den zu Epidemienzeiten überfüllten Krankenhäusern wegen mangelnder Pflege zu den allergrößten Mißständen. Zwecklos ist die Isolierung, wenn es sich um Krankheiten handelt, deren Erreger ohnedies auch bei Gesunden weit verbreitet sind; so werden bei Diphtherie von vielen die strengen Isolierungsmaßregeln für obsolet erachtet.

Man kann manche der behördlicherseits vorgeschriebenen „Isolierungen“ nur etwa dadurch rechtfertigen, daß man annimmt, beim Kranken sei quantitativ der Ausscheidungsstoff bedeutender als bei abortiven Fällen, was aber kaum allgemein zutrifft.

Selbstverständlich muß man in den Fällen, in welchen die Maßregel Erfolg versprechen kann, davon Gebrauch machen; nur darf man nicht den Glauben hegen, daß man unter allen Umständen einen Erfolg erzielen werde. Es ist notwendig, gesetzlich die Fälle festzulegen, unter welchen Umständen die Isolierung der Erkrankten eintreten muß. Bisweilen wird es aber notwendig werden, auch die Gesunden, mit denen ein Erkrankter in Berührung war, einer ärztlichen Überwachung zu unterziehen. Die ärztliche Überwachung solcher Personen, welche aus einem infizierten Gebiete in ein völlig gesundes Gebiet zureisen, kann wertvoll sein; sie besteht darin, daß die betreffenden Personen ihre etwaige Erkrankung sofort der Aufsichtsbehörde zu melden haben.

---

### Drittes Kapitel.

## Quarantänen.

### Beschränkung des Verkehrs.

Eine absolute Aufhebung des Verkehrs zwischen den infizierten und der zu schützenden Gegend wäre unter Umständen ein Mittel zur Abhaltung der weiteren Ausbreitung von Epidemien, vorausgesetzt, daß sich diese Verkehrsaufhebung nicht bloß auf Personen, sondern auch auf Sachen bezieht, da, wie wir annehmen müssen, auch Effekten Träger der Ansteckungsgifte sein können.

Die Durchführung solcher Maßregeln ist nur dann möglich, wenn der zu schützende Distrikt vollkommen unabhängig von dem Verkehre mit den infizierten Nachbargegenden ist, oder wenn es sich daher in der Tat nur um kleine, insular gelegene Distrikte handelt, die überhaupt in keinem weiteren lebhaften internationalen Verkehre mit den Nachbarländern stehen, die also eine solche Beschränkung wohl ertragen können. Da aber die absolute Aufhebung des Verkehrs nur in den wenigsten Fällen zur Ausführung gelangen kann, so begnügt man sich damit, an der durch Militärkordons abgesperrten Grenze bestimmte Punkte zu bezeichnen, an welchen man den Eintritt in das zu schützende Gebiet gestattete. Man errichtete sogenannte Quarantänen, d. h. Institute, in welchen die aus der infizierten Gegend eintretenden Individuen so lange Zeit verweilen, bis man sich überzeugt hat, daß sie gesund sind, daß also ihr Eintritt in die zu schützende Gegend der Bevölkerung derselben keine Gefahr bringt.

Die Quarantäneeinrichtung stammt aus der Mitte des 14. Jahrhunderts, aus der Zeit, als die unter dem Namen des schwarzen Todes bekannte schwere Pestseuche sich von Asien her über Europa verbreitete. Gegen die Zweckmäßigkeit des Land-Quarantäne-

systems sprechen mehrere Momente: zunächst die vollkommene Wirkungslosigkeit einer solchen.

Es ist erwiesen, daß in unzähligen Fällen der Kordon durchbrochen und die Quarantäne also umgegangen wurde, und zwar lehrt die Erfahrung, daß selbst bei den günstigsten Verhältnissen die Durchbrechung des Kordons nicht zu verhüten ist. Weiter ist zu beachten, daß viele Infektionskrankheiten nicht bloß durch erkrankte Individuen, sondern durch Reiseeffekten oder Stoffe verschleppt werden. Dazu kommt, daß wir über die Inkubationsdauer der einzelnen Seuche vielfach nur sehr unbestimmte, über die Dauer der Latenz des Krankheitsgiftes nur unvollständig Kenntnis besitzen, daher nicht im stande sind, darüber mit Sicherheit zu urteilen, wie lange die Quarantäne des einzelnen Individuums dauern, wie lange die Quarantäne überhaupt aufrecht erhalten werden soll. Ebenso nutzlos ist das Quarantänehalten lebloser Effekten ohne Desinfektion.

Der Wert der Quarantäne erscheint auch deshalb in einem zweifelhaften Lichte, weil solche Quarantäneanstalten, wie dies wiederholt geschehen ist, Mittelpunkte der Krankheitsverbreitung werden können. Die Anhäufung von Individuen in den Quarantänen, die Aufstellung von großen Truppenmassen an den Grenzen behufs Bildung der Grenzkordons können wohl nicht als etwas Unbedenkliches angesehen werden.

Weit leichter und mit Erfolg lassen sich aus selbstverständlichen Gründen die Quarantänemaßregeln bei Schiffen durchführen. Es ist aber fraglich, ob deshalb die Seequarantänen beizubehalten sind. Da, wie erörtert wurde, die Landsperrre meist undurchführbar oder unzureichend ist, so wird hiedurch oft eine etwa angeordnete Seesperre doch illusorisch. Von bedeutendem Nutzen kann sich die Seequarantäne dort erweisen, wo die Einschleppung nur auf dem Seewege möglich ist.

Grenzsperren zu Lande mit Quarantäneanlagen müssen dagegen als undurchführbar und trügerisch, daher als wertlos verworfen werden.

Zu den Maßregeln, betreffs Behinderung des Verkehres, gehört auch das Verbot der Abhaltung der Märkte und Volksfeste an Orten, wo Seuchen herrschen. Eine solche Anordnung kann unter Umständen von Nutzen sein und ist jedenfalls eine begründete Vorsichtsmaßregel, da bei Zusammenströmen großer Menschenmassen die Gefahr einer Verschleppung des Krankheitsgiftes wenigstens mit Bezug auf eine Reihe ansteckender Krankheiten erheblich gesteigert wird.

Weiter erscheint es notwendig, gesetzlich anzuordnen, daß vom Schulbesuche Personen aus Cholera-, Pocken-, Scharlach-, Masern-, Diphtheritishäusern für die Dauer der Übertragbarkeit ausgeschlossen bleiben. In manchen Fällen wird es nötig sein, die Schulen ganz zu schließen.

Die Evakuierung wird in manchen Fällen bei epidemischer Krankheit angewendet; sehr häufig bei den Truppen. In Indien wechseln die Soldaten den Lagerplatz, wenn Cholera sich zeigt. Bei uns pflegt man Garnisonen, die von Typhus heimgesucht sind, im Sommer wenigstens, ein Lager beziehen zu lassen. Man hat auch keinerlei Bedenken gehegt, im Jahre 1870 und 1871 die Typhuskranken nach der Heimat zu evakuieren.

Leider wirkt die bei drohenden Epidemien panikartige Flucht im höchsten Grade demoralisierend und darf nicht unterstützt werden.

---

## Viertes Kapitel.

### Die Desinfektion.

#### Physikalisch wirkende Desinfektionsmittel.

Da der Kranke in manchen Fällen den Infektionsstoff in großen Mengen produziert und ihn an Gegenstände seiner nächsten Umgebung überträgt, so hat man die Aufgabe zur Verhütung der weiteren Aussaat krankmachender Stoffe, durch geeignete Verfahren, die etwa vorhandenen Krankheitserreger zu töten und zu vernichten.

Diese Verfahren beruhen teils auf der Einwirkung rein physikalischer, teils auf der Einwirkung chemischer Einflüsse.

Unter den physikalischen, zur Tötung der Parasiten anwendbaren Methoden nimmt die Anwendung hoher Temperaturen die wichtigste Stellung ein. Wir haben schon oben bei Besprechung der Spaltpilze gezeigt, wie ungleich die Resistenz gegen Wärme sowohl bei den vegetativen Formen ist, als auch, wie insbesondere die (endogenen) Sporen Fortpflanzungsmittel von höchster Widerstandskraft darstellen.

Im allgemeinen spielt die Verbreitungsweise durch endogene Sporen bei den menschlichen parasitären Krankheiten so gut wie keine Rolle; von den wichtigen Erkrankungen sind nur Milzbrand und Tetanus zu nennen, als Keime, welche endogene Sporen bilden. Die Ausscheidungen von Milzbrandkranken enthalten keine Sporen, doch können sich solche in der Außenwelt bilden. Der Tetanuskranke liefert selten Ausscheidungsprodukte, welche der Desinfektion unterzogen werden müssen.

Die wesentliche Aufgabe der Desinfektion für praktische Zwecke ist im allgemeinen die Vernichtung der Krankheitskeime ohne Schädigung der zu desinfizierenden Objekte.

Die Desinfektion kann vorgenommen werden durch Kochen in Wasser, wobei nach einer halben Stunde alle Krankheitskeime, auch die resistantesten Sporen vernichtet werden; Aufkochen tötet die Tuberkelbazillen, die Cholera-, Typhus- und Diphtheriebazillen. Das Auskochen mit Soda, wie es namentlich für Waschzwecke durchgeführt wird, verstärkt die Desinfektion. Doch muß vom Verfasser besonders betont werden, daß beim Desinfizieren durch Kochen die Schaumbildung vermieden werden muß, oder man muß die Gefäße bedecken, damit der Schaum die gleiche Temperatur mit der darunter liegenden Flüssigkeit erreicht.

Leicht anwendbar und äußerst wirksam ist die Desinfektion durch Wasserdampf. Manche Sporen sind ungemein widerstandsfähig, namentlich die Sporen einiger im Erdboden vorkommender saprophytischer Arten können Dampf von 100° mehr als 6 Stunden widerstehen und Dampf von 140° immerhin noch 1 Minute. Von den pathogenen Arten hält man die Keime des Tetanus, des Rauschbrandes und des malignen Ödems für die resistantesten; abgesehen von Fällen, in denen man schon bei 80—90° Schwächungen der Lebensenergie dieser Parasiten hat eintreten sehen, nimmt man auf Grund von Versuchen an, daß sie ungespanntem Dampfe von 100° höchstens 15 Minuten standhalten. Milzbrandsporen ertragen 100° selten länger als 2—3 Minuten. Ungespannter Dampf von 100° genügt in 15—30 Minuten, gespannter Dampf von 110 bis 125° in 5—10 Minuten zur Abtötung aller bekannten Lebewesen.

Die Desinfektion durch Dampf kann in verschiedener Weise angewandt werden. Meist wird „ungespannter“ Dampf benützt, derselbe besitzt je nach der Höhenlage eines Ortes verschiedene Temperatur. Wird der Dampf im geschlossenen Röhrensystem erzeugt, so entsteht der gespannte Dampf (siehe unter Dampfheizung).

Läßt man irgend einen Dampf durch eine Röhre streichen, welche auf eine die Dampf Temperatur übersteigende Wärme gebracht ist, so heißt man dies überhitzten Dampf.

Der ungespannte wie der gespannte Dampf sind „gesättigt“, der überhitzte Dampf ist dagegen ungesättigt, d. h. er kann noch Wasserdampf aufnehmen und austrocknend wirken.

Die gesättigten und ungesättigten Dämpfe können die mannigfachsten Temperaturen besitzen, über und unter  $100^{\circ}$ , je nach dem vorhandenen Drucke.

Die Wirkungen der Dämpfe sind bis jetzt immer nur mit Rücksicht auf die Aufgaben der praktischen Desinfektion geprüft worden, d. h. mit Rücksicht auf die Möglichkeit, in kurzer Zeit eine Desinfektion zu vollenden. Auch die nachfolgende Darstellung nimmt, weil üblich, nur hierauf Bezug.

Nach den Untersuchungen des Verfassers steht folgendes fest:

Der Dampf von  $100^{\circ}$  wirkt um so rascher tödend, je gesättigter derselbe ist; gesättigte Dämpfe unter  $100^{\circ}$  nehmen namentlich von  $90^{\circ}$  rasch an Wirksamkeit ab. Gespannte gesättigte Dämpfe über  $100^{\circ}$  sind von größerer Wirksamkeit. Durch Überhitzung wird der Dampf „relativ trockener“ und es sinkt von etwa  $120^{\circ}$  ab die Wirksamkeit, trotz weiteren Steigens der Temperatur.

Dampf-Luftgemische, welche gegen 20% Luft enthalten, sind bereits beträchtlich unwirksamer als gesättigter, reiner Dampf.

Die der Tötung unterliegenden Sporen nehmen annähernd gleiche Mengen hygroskopischen Wassers auf; eine Benetzung mit fühlbarem, tropfbarflüssigem Wasser ist zur Tötung nicht notwendig.

Die Ursache der Tötung der Sporen oder anderer Vegetationszustände der Bakterien liegt in Koagulationserscheinungen des Eiweißes, welche ohne äußerlich sichtbare Veränderungen verlaufen. Hygroskopisches Wasser reicht zur Koagulation hin.

Schimmelpilzsporen enthalten sehr wenig Asche, was auch die Koagulationsmöglichkeit begünstigt, außerdem nur hygroskopisches Wasser. Kommen sie in trockene Hitze, so verdunstet rasch das Wasser und die Sporen erlangen den höchsten Grad der Widerstandskraft gegen Wärme. Ähnlich dürfte es sich auch bei Bakteriensporen verhalten.

Der Wasserdampf erzeugt aber auch chemische Einwirkungen; er spaltet Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und Ammoniak aus den Bakterien ab. Ähnliche Spaltungen kommen ohne Wasserdampf in trockener Hitze erst bei  $160$ — $170^{\circ}$  zu stande.

Sind die Bakterien und andere Parasiten in Kleidern, Teppichen u. s. w. eingeschlossen, so muß bei der Desinfektion in Betracht gezogen werden, wie die trockene oder feuchte Wärme in diese Objekte eintritt. Denn die Desinfektion der Krankheitserreger kann natürlich erst beginnen, wenn sie die geeignete Temperatur erreicht haben.

Werden poröse, lufthaltige Objekte von Dampf umflossen, so fällt gewissermaßen die Luft aus den Hohlräumen heraus, weil sie schwerer ist als Dampf. Aber diese einmalige Füllung der Hohlräume mit Dampf genügt nicht zur üblichen Erwärmung auf  $100^{\circ}$  oder darüber. Sind die Objekte gar nicht hygroskopisch oder doch bereits ganz mit Wasserdampf gesättigt, ehe sie in den Dampf kommen, so kondensiert sich so lange Dampf zu Wasser, bis diese Kondensationswärme des Dampfes hinreicht, das Objekt auf Dampftemperatur zu bringen. Die Menge des kondensierten Wassers macht bei Kleidern, Decken u. s. w. noch kaum

$\frac{1}{13}$ — $\frac{1}{18}$  der minimalsten Wasserkapazität aus (siehe unter Kleidung). Von einer Füllung der kleinsten Porenräume mit Wasser kann daher gar keine Rede sein.

Sind die Objekte nicht vollkommen hygroskopisch mit Wasser gesättigt in den Dampf gekommen, so ziehen sie im Dampfe gerade so wie in Luft Wasserdampf an, nur noch schneller als unter gewöhnlichen Umständen. Dabei wird mehr Wärme frei als bei einfacher Kondensation von Dampf an kühlen Objekten. Durch die hygroskopische Anziehung wird weit mehr Wasserdampf gebunden, als zur Erwärmung der Objekte auf Dampftemperatur notwendig ist. Bei ganz trockenen Objekten füllen sich die Hohlräume 60—200mal mit Dampf, ehe volle Sättigung erreicht ist. Dabei kann die Temperatur der Objekte 40—50° höher steigen als die Dampftemperatur. An solchen Stellen ist dann „überhitzter Dampf“ vorhanden.

Von größter Wichtigkeit ist für die Desinfektion, daß der Dampf überall Wege findet, in denen er sich bewegen kann, dann kann die Erwärmung leicht und ohne jegliche Ablagerung tropfbarflüssigen Wassers eintreten. An Stellen, wo die Luft nicht hat entweichen können, z. B. an Hohlräumen, die unten geschlossen sind, dringt kein Dampf ein, weil die Luftmoleküle dem Vordringen der Dampfmoleküle ein Hindernis bereiten, und unreiner Dampf verzögert die Wirkung, weil bei Anwesenheit von Luft die Schnelligkeit hygroskopischer Wasserbindung herabgesetzt ist. Nicht für Dampf permeable Teile werden an ihrer Oberfläche stark durchnäßt.

Alle Objekte, welche keine für den Dampf wegsamen Kapillaren besitzen, werden nur auf dem Wege der Wärmeleitung erhitzt. Das Vordringen der Wärme ist ein sehr langsames.

Bei einer Kugel von 25 cm aus Wollflanell findet man bei einer Anfangstemperatur von 20°, erst nach 80 Stunden, bei dichter Baumwolle erst in 123 Stunden in der Mitte 100°, wenn diese Kugeln luftdicht nach außen geschlossen sind.

Die Wärme, welche in diese Objekte vordringt, ist die auf Bakterien schlecht wirkende „trockene“ Wärme.

Beide Gründe verbieten also die Anwendung der trockenen Hitze zur Desinfektion umfangreicher Objekte. Trockene Hitze kann nur angewendet werden, wenn es sich um eine Oberflächendesinfektion handelt und wenn die Temperatur von 150 bis 160° ohne Zersetzung der Objekte ertragen wird.

Der strömende Dampf, dem man früher allerlei besondere Wirkungen zugeschrieben hatte, hat nur den Zweck, unter Umständen die Luft aus den Desinfektionsapparaten zu verdrängen, also die Zeit abzukürzen, welche zur Füllung der Apparate mit reinem Dampf notwendig ist. Für das Eindringen in die Kapillaren ist die Bewegung des Dampfes ohne Belang.

Auch die Verbrennung organischer Substanzen ist schließlich ein Mittel zur Tötung der Keime, aber streng genommen keine Desinfektion der betreffenden Objekte, da diese ja mit vernichtet werden.

Die Kälte ist, nach allen Erfahrungen zu urteilen, kein allgemeines Desinfizien, wohl aber ein die Entwicklung hemmendes Mittel. Ohne praktische Verwertung ist bis jetzt die Anwendung hohen Druckes geblieben. Die desinfizierende Wirkung des Sonnenlichtes steht ganz zweifellos fest, doch wird das Licht als spezielles Desinfektionsmittel bis jetzt kaum benützt.

Die Prüfung der Desinfektionskraft wird so ausgeführt, daß man meist Milzbrandsporen, eventuell Reinkulturen anderer Keime den betreffenden Einflüssen aussetzt und nach dem Ablaufe des Experiments die Objekte in Nährgelatine oder besser in Nahrbouillon bringt. Bleibt das Wachstum aus, so ist die Desinfektion gelungen. Eine Fehlerquelle für die Vergleichen der Ergebnisse verschiedener Beobachtungen liegt darin, daß Milzbrandsporen verschiedener Herkunft eine in weiten Grenzen schwankende Widerstandskraft gegen die Desinfektion durch Hitze besitzen.

Bei Ausführung der Desinfektion muß man auch sicher sein, daß die anzuwendenden Temperaturen die Objekte ganz durchdrungen haben. Dies kann nur erreicht werden durch Einlegung von Signalthermometern in das Innere der zu desinfizierenden Decken oder Kleider. Im Gebrauche erweisen sich am dauerhaftesten die Pyrometer. Sie bestehen aus einer Messingzwinde, deren Branchen mittels einer 90° (oder 110°) schmelzenden Legierung auseinander gehalten werden; die Branchen sind durch Kupferdrähte mit einer elektrischen Klingel verbunden. Wird im Innern des Kleiderballens die Temperatur 100° erreicht, so schmilzt die Legierung. Die beiden Branchen berühren sich und die Schelle ertönt. Von diesem Zeitpunkte ab erhält man dann die Temperatur noch so lange in gleicher Höhe, bis man bei dem angewendeten Objekte die Desinfektion erwarten kann.

Literatur: Cramer E., Die Ursache der Resistenz der Sporen gegen trockene Hitze. Archiv. für Hyg. Bd. 13, 91, 71. — Rubner, Eindringen der Wärme in feste Objekte etc. A. f. Hyg. 1905, LV. — Untersuchung über die Erwärmung poröser Objekte durch gesättigte Wasserdämpfe bei erniedrigter Siedetemperatur. Ibid. 1906, LVI. — Wissenschaftliche Grundlagen einer Desinfektion durch vereinigte Wirkung gesättigter Wasserdämpfe und flüchtiger Desinfektionsmittel bei künstlich erniedrigtem Luftdruck. Ibid.

### Die Desinfektion mittels Chemikalien.

Von chemisch wirkenden Körpern gibt es eine große Menge, die man gelegentlich zur Desinfektion empfohlen hat, und jeder Krankheits-träger könnte auf eine besondere Desinfektionslehre Anspruch erheben.

Die Zahl der allgemeinen in der Praxis anwendbaren Desinfektionsmittel ist aber sehr beschränkt.

Zur Feststellung der Desinfektionswirkung geht man nach dem Vorgange von Koch von Reinkulturen aus. Die Widerstandskraft der Spaltpilze ist gegen chemische Desinfektionsmittel ebenso, wie früher für die Wärmeinwirkung mitgeteilt wurde, sehr verschieden, je nachdem es sich um sporenfrees oder endogene Sporen führendes Material handelt. In den meisten Fällen der Desinfektionspraxis handelt es sich um die Tötung von Keimen, welche keine Sporen bilden, so z. B. bei den Keimen der Wundinfektion (Staphylokokken, Streptokokken), bei Typhus, bei Cholera, bei Diphtherie u. s. w. Die letzteren Kulturen werden als Emulsionen der Einwirkung der Desinfizientien ausgesetzt, nach gewisser Zeit ein Tröpfchen davon weggenommen und auf das Vorhandensein lebender Bakterien geprüft. Dazu benützte man früher nach Kochs Vorgang die Aussaat auf Nährgelatine, besser ist aber die Kultur in Bouillon. In neuerer Zeit wird angegeben, daß manchmal der Impfversuch mit Kulturen, welche Desinfizientien ausgesetzt waren, positives Resultat gibt, wenn die Kulturverfahren negatives Ergebnis erzielen (Geppert).

Die Gewinnung absoluter Werte über die Desinfektionswirkung verschiedener Desinfektionsmittel setzt voraus, daß die Organismen, welche man als Maßstab benützt, eine gleiche Widerstandskraft besitzen. Man hat vielfach, um an Sporen die Stärke eines Desinfektionsmittels zu prüfen, Milzbrandsporen angewendet. Es hat sich aber eine erhebliche Verschiedenheit der Widerstandskraft bei Sporen verschiedener Herkunft herausgestellt. Auch bei anderen Keimen kann eine solche Differenz der Resistenz in Frage kommen. Bei Übertragungen von desinfiziertem Material in Kulturflüssigkeiten muß sorgfältig auf die Entfernung des anhängenden Desinfektionsmaterials geachtet werden, da das letztere selbst in kleinen Qualitäten die Entwicklung von Spalt-pilzen hemmen kann.

#### a) Gelöste Desinfektionsmittel.

Die verwendeten chemischen Desinfektionsmittel sind von sehr verschiedener Dignität. Auf sporenhaltige Milzbrandbazillen wirken nach Monaten noch nicht ein: Absoluter Alkohol, Chloroform, Salizyl-

säure, Thymol, Ammoniak, Borax und Kaliseife; unvollständig wirken ein: Äther (nach 30 Tagen), 1<sup>0</sup>/<sub>10</sub>ige Schwefelsäure (nach 10 Tagen), 1<sup>0</sup>/<sub>10</sub>ige arsenige Säure (10 Tage), 2<sup>0</sup>/<sub>10</sub>iges Chinin (1 Tag), 5<sup>0</sup>/<sub>10</sub>iges Eisenchlorid (6 Tage); rasch wirken: Chlorwasser, Bromwasser, Sublimat, Karbolsäure.

Die Desinfektionsmittel sollen stets in wässerigen, nie in alkoholischen Lösungen verwendet werden; auch ölige Gemische vermeide man. Nur wässrige Lösungen wirken energisch.

Das Sublimat ist unter den Desinfektionsmitteln eines der wirksamsten, wenn schon man dasselbe in den letzten Jahren entschieden sehr überschätzt hat. Man hat gemeint, eine Lösung von 1 : 1000 sei binnen wenigen (10) Minuten im stande, die widerstandsfähigsten Sporen zu töten (Koch). Doch scheint die zur vollen Desinfektion nötige Zeit vermutlich nach Stunden zu zählen (Nissen, Geppert).

Es wirkt noch in großen Verdünnungen von 1 : 300.000 entwicklungshemmend, wenn auch keine völlige Desinfektion erreicht wird. Unanwendbar sind Sublimatlösungen in eiweiß-, pepton-, muzinhaltigen Flüssigkeiten, weil dabei in Wasser unlösliche, für die Desinfektion wertlose Quecksilberverbindungen sich ausscheiden. Tuberkulöse Sputa, Fäkalien werden nur schwierig durch Sublimat desinfiziert. Ein Zusatz von 0·5<sup>0</sup>/<sub>10</sub> Weinsäure oder Salzsäure oder Kochsalz erhöht in diesen Fällen aber die Wirksamkeit sehr.

Anderer Metallsalze stehen dem Sublimat an Kraft der Einwirkung weit nach, so das salpetersaure Silber, Eisenchlorid, Kupfersulfat oder Eisenvitriol.

Chlorkalk besteht aus Kalziumchlorid, Ätzkalk und unterchlorigsaurem Kalk: Er spaltet schon durch Berührung mit der Luftkohlensäure Chlor ab und außerdem Salzsäure, welche letztere wiederum weiter zersetzend einwirkt. 1—2<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Chlorkalkzusatz töten vegetative Formen in wenigen Minuten und ebenso schnell manche endogene Sporen. Ist viel organische Substanz neben Bakterien vorhanden, so ist unter Umständen die zehnfache Chlorkalkmenge, d. h. bis 1<sup>0</sup>/<sub>10</sub>, erforderlich.

Eine kräftige Wirkung zeigen verschiedene aus dem Steinkohlenteer hergestellte Verbindungen.

Am häufigsten Verwendung findet Karbolsäure in 3—5<sup>0</sup>/<sub>10</sub> wässriger Lösung. Für sporenfrees Material kann sie, wie Koch zuerst gezeigt hat, als ein sehr gutes Desinfektionsmittel gelten. Bereits 3<sup>0</sup>/<sub>10</sub>ige Karbolsäure tötet Milzbrandbazillen, Rotzbazillen, Strophokokken und pathogene Staphylokokken, Typhusbazillen, Diphtheriebazillen in acht Sekunden ohne Ausnahme. Milzbrandsporen mittels Karbolsäure zu töten gelingt in praktisch verwertbarer Weise nicht. Selbst bei Anwendung konzentrierter wässriger Lösungen (7<sup>0</sup>/<sub>10</sub>) erhalten sie sich über 38 Tage lebenskräftig. Entwicklungshemmend wirkt die Karbolsäure schon in Verdünnungen von 1 : 313—850.

Wirksamer wie die Karbolsäure ist die Phenolsulfosäure, wie sie durch Mischen gleicher Gewichtsteile reiner Karbolsäure mit Schwefelsäure in der Kälte entsteht. Das Aseptol (Orthophenolsulfosäure) zeigt trotz hoher Desinfektionskraft vollkommene Löslichkeit im Wasser und keinerlei Ätzwirkung (Hüppe). Wenn Milzbrandsporen durch 5<sup>0</sup>/<sub>10</sub>ige Karbolsäure erst in 40 Tagen geschädigt werden, tötet 4<sup>0</sup>/<sub>10</sub>ige Phenolschwefelsäure schon in einem Tage (C. Frankel). Die Wirkungen der Paraphenolsulfosäure steht der Orthoverbindung wesentlich nach.

Von kräftiger Einwirkung erscheint auch das Kresol, ohne daß für die Sulfoverbindungen eine Steigerung sich erkennen ließe. Kreolin schädigt sporenfrees Material mehr als Karbolsäure. Kresole lassen sich in Seifen lösen, sie kommen in dieser Verbindung als Lysol in den Handel. Die Lysollösungen sind bei gleichem Gehalte der Karbolsäure überlegen. Auch die Lösung von Kresolen in Orthooxykarbon- oder Orthooxysulfonsäuren (Solveol) oder in Natron (Solutol) sind kräftige Desinfektionsmittel. Saprol ist rohe Karbolsäure mit einem Öl vermischt, es soll zur Desinfektion von Gruben dienen. Die Wirkung ist aber nicht immer sicher.

Kalkmilch (20<sup>0</sup>/<sub>10</sub>ige) eignet sich zur Desinfektion von Typhus- und Choleraentleerungen, indem bereits in wenigen Stunden ein Gehalt von 0·07<sup>0</sup>/<sub>10</sub> Ätzkalk Typhusbazillen und eine solche von 0·024<sup>0</sup>/<sub>10</sub> Cholera Bazillen tötet (Liborius).

Die Mineralsäuren, Salzsäure, Schwefelsäure, töten sporenfrees Material wie Eiterkokken, Milzbrand-, Typhus-, Cholera Bazillen im 1<sup>0</sup>/<sub>10</sub>igen Lösungen in 5—10 Minuten.

Keinen Erfolg verspricht die Anwendung der Borsäure; Kaliumpermanganat tötet vegetative Formen in 0·5<sup>0</sup>/<sub>10</sub>igen Lösungen in 5 Minuten, Salizylsäure in 0·1<sup>0</sup>/<sub>10</sub>igen Lösungen in derselben Zeit.

Die Desinfektion durch Chemikalien kann man als eine Vergiftung der Parasiten auffassen. Bei derartigen Eingriffen werden chemische Reaktionen zwischen den Leibesbestandteilen der Parasiten und dem Desinfizien eingeleitet, über deren Ablauf zurzeit nichts Näheres bekannt ist.

Bei vielen chemischen Verbindungen sind deren Wirkungen von dem Verdünnungsgrade mit abhängig. Viele gelöste Körper befinden sich in Dissoziation, d. h. in teilweiser Zersetzung in die Ionen gespalten. Die freien Ionen begünstigen die „Umsetzungen“. In einer wässrigen Kochsalzlösung befinden sich sowohl Chlornatriummoleküle als auch freie Natrium- und Chlorionen.

Unter Berücksichtigung dieser für chemische Vorgänge wichtigen Umstände hat man in neuerer Zeit auch methodisch die Desinfektionsmittel verglichen. (Scheurlen, Krönig, Paul.) Man geht bei Vergleichen von Mengen aus, welche die gleiche Anzahl von Molekülen enthalten.

Die Desinfektionswirkung von Metallsalzen hängt nicht allein vom Metall, sondern von der Art des Salzes und dem Lösungsmittel ab. Ist Metall mit einem kompliziert zusammengesetzten Ion verbunden, so ist der Desinfektionswert gering. Im übrigen hat das Metallion eine spezifische Wirkung, die aber zugleich kompliziert wird durch das mit dem Metall verbundene Anion, und in gewissem Grade noch von dem nicht dissoziierten Anteile.

Im speziellen ist zu erwähnen: Die Halogenverbindungen des Quecksilbers sind in ihrer Wirkung deutlich abhängig vom Dissoziationsgrade. Die Desinfektionswirkung wässriger Merkurichloridlösungen wird durch Zusatz von Halogenverbindungen der Metalle und von Salzsäure herabgesetzt. Die Desinfektionswirkung wässriger Lösungen von Merkurinitrat, Merkursulfat und Merkuriazetat wird durch mäßigen Zusatz von Natriumchlorid wesentlich gesteigert.

Die Säuren desinfizieren im allgemeinen im Verhältnisse ihres elektrolytischen Dissoziationsgrades, d. h. entsprechend der Konzentration der in der Lösung enthaltenen Wasserstoffionen. Den Anionen bzw. den nicht dissoziierten Molekeln der Flußsäure, Salpetersäure und Trichloressigsäure kommt eine spezifische Wirkung zu. Diese letztere tritt mit steigender Verdünnung gegenüber der Giftwirkung der Wasserstoffionen zurück.

Die Basen Kalium-, Natrium-, Lithium-, Ammoniumhydroxyd desinfizieren im Verhältnisse ihres Dissoziationsgrades, d. h. entsprechend der Konzentration der in der Lösung enthaltenen Hydroxylionen. Die Desinfektionswirkung der Halogene Chlor, Brom, Jod nimmt entsprechend ihrem sonstigen chemischen Verhalten mit steigendem Atomgewichte ab.

Die Oxydationsmittel: Salpetersäure, Dichromsäure, Chlorsäure und Übermangansäure, wirken entsprechend ihrer Stellung in der für Oxydationsmittel auf Grund ihres elektrischen Verhaltens aufgestellten Reihe. Das Chlor paßt sich dieser Reihenfolge nicht an, sondern übt eine sehr starke spezifische Wirkung aus.

Die Desinfektionswirkung verschiedener Oxydationsmittel wird durch Zusatz von Halogenwasserstoffsäuren (z. B. Kaliumpermanganat mit Salzsäure) bedeutend gesteigert. Phenollösungen desinfizieren durch Zusatz von Salzen besser.

Die Desinfektionswirkung wässriger Lösungen von Silbernitrat und Merkurichlorid wird durch Zusatz von bestimmten Mengen von Äthylalkohol, Methylalkohol und Azeton wesentlich gesteigert.

Die Desinfektionswirkung wässriger Lösungen von Phenol und Formaldehyd nimmt mit jedem Zusatze von Äthylalkohol und Methylalkohol ab.

In Bouillon, Gelatine, Körperflüssigkeiten u. s. w. oder in wässrigen Lösungen, denen derartige Flüssigkeiten zugesetzt sind, ist die desinfizierende Wirkung der Metallsalze im allgemeinen geringer als in rein wässrigen Lösungen. Die Abnahme der Desinfektionswirkung beruht auf einer Verminderung der Konzentration der Metallionen in der Lösung. Aus der bakterientötenden Kraft eines Stoffes einen Rückschluß auf seine entwicklungshemmende Wirkung zu ziehen ist unzulässig. Die Giftwirkung der Metallsalze auf lebende Pflanzenzellen steht in gewisser Beziehung zum elektrolytischen Dissoziationsgrade.

Interessante Giftwirkungen, die man als oligodynamische Wirkungen bezeichnet, hat Nägeli an einer Alge Spirogyra beobachtet, welche im Hinblick auf einige Wirkungen fester Metalle auf Bakterien von Wert sind. Innerhalb der Zellmembran liegt der farblose Plasmaschlauch, er wird aber nur sichtbar, wenn er sich von der Zellwand abhebt. An den Plasmaschlauch grenzen spiralförmige Chlorophyllbänder. Treten gewisse ungemein geringfügige Giftwirkungen auf, so lösen sich die Chlorophyllbänder vom Plasmaschlauche ab und ballen sich zusammen. Eine Kupfermünze, in Wasser gelegt, wirkt noch oligodynamisch, obschon sich nur 1 Teil Kupfer in 77 Millionen

Teilen Wasser auflöst, 1 Teil Kupferchlorid in 1000 Millionen Teilen Wasser wirkt noch störend. Auch auf Bakterien äußern die Kupferverbindungen ähnliche schädliche Einflüsse.

Von den reinen Metallen können bakterienschädigende Wirkungen bei Silber, Quecksilber und Kupfer ausgehen; sie sind bedingt durch spurweise Lösung dieser Substanzen (Ficker).

Hat man mittels der Desinfektion rasch die Krankheitsträger abzutöten, so gibt es nur sehr wenig Mittel, welche dieser Aufgabe gewachsen sind. Fast alle leichter anwendbaren sind so gut wie unwirksam auf endogene Sporen. Nach vielen Stunden und Tagen kann die Desinfektion noch immer unvollständig sein. Sieht man aber vom Tetanus, Milzbrand, Rauschbrand, malignen Ödem ab, so kommen für die Desinfektion nur leicht zu tötende vegetative Formen der Infektionserreger in Betracht. Daher reichen auch selbst zur kurzdauernden Handedesinfektion die Karbolsäure, Lysol, Sublimat, ja selbst der absolute und hochprozentige Alkohol hin, um Keimfreiheit zu erzielen.

Bis zu einem gewissen Grade haben wir auch die Seifen als Desinfektionsmittel aufzufassen; zwar sind sie keine sehr kräftigen Mittel, aber immerhin beachtenswert, da sie ja tagtäglich bei der körperlichen Reinigung verwendet werden. Ihre Wirksamkeit hängt von der Konzentration der Lösung ab, welche wieder ihrerseits durch die Wärme gesteigert wird. 5%ige Lösungen vermögen weniger widerstandsfähige Keime wie Choleravibrien in wenigen (1—5) Minuten zu töten. Die Wirkung ist eine der Seife selbst zukommende und hängt von dem Alkaligehalte der Seife und ihrer Lösung nicht ab. Harzseifen zeigen wenig Wirkung. Aber man beachte, daß die Seife durch hartes Wasser leicht leidet und daß sie in Wäschestücke nur durch energische Behandlung in die Tiefe gebracht werden kann (Serafini). Die in hoher Konzentration leicht lösliche Schmierseife hat vor den harten Seifen unbedingt große Vorteile bei praktischer Anwendung insofern voraus, als sie in der Regel viel freies Alkali enthält.

### b) Gasförmige Desinfektionsmittel.

Die gasförmigen Desinfektionsmittel zerstören die Spaltpilze zumeist nur, wenn die zu desinfizierenden Objekte mit Wasser benetzt sind oder sich mit Wasserdampf gesättigt haben, dann aber wirken einige derselben außerordentlich energisch ein.

Eines der kräftigsten, selbst dem Sublimat überlegenem Desinfektionsmittel ist das Chlor. Am besten läßt es sich anwenden, wenn erst Chlorkalk und dann eine Säure zugesetzt wird. In dieser Form läßt sich also Chlor auch „in Lösung“ verwenden. Als Gas angewendet, empfiehlt es sich wegen der Gefahr für den Menschen und seiner zerstörenden Wirkung auf Möbel u. dgl. nicht. Auch Brom sollte gleichfalls vermieden werden. Sublimatraucherungen haben keine Bedeutung, desgleichen Karbolraucherungen.

Am ausgedehntesten kann noch schweflige Säure, die durch Verbrennen von Schwefel hergestellt wird, Anwendung finden; in Wohnräumen wird man wegen der Ventilation der Räume nie mehr als auf die Ansammlung von etwa 10 Volumprozent schwefliger Säure rechnen können. Für Objekte, in welche die Säure tief eindringen muß, um die zu desinfizierenden Teile zu treffen, eignet sie sich gar nicht; die vegetativen Formen gehen zu Grunde, auf sporenhaltiges Material ist der Erfolg kein ganz sicherer, auch wenn die Einwirkung einen Tag anhält.

Formalin (40% Formaldehyd) wirkt in wässriger Lösung gut desinfizierend (Stahl, Hauser, Aronsohn u. a.), aber auch die Formaldehydverdampfung wirkt tödend auf Mikroben. In Kleiderbündel eingebrachte Milzbrandsporen sterben in 24 Stunden, Choleravibrien in kurzer Zeit. Formaldehyd geht durch Kondensation zum Teil in Paraformaldehyd  $C_3H_6O_3$  über. Mit Ammoniak geht Formaldehyd in Hexamethylen-tetramin über  $(CH_2)_6N_4$ ; diese Verbindung ist geruchlos. Formaldehyd scheidet aus ammoniakalischen Silbersalzen beim Erwärmen einen Metallspiegel aus. Chlorsäure Salze werden glatt in Chloride reduziert. Desgleichen Übermangansäure, rotes Blutlaugensalz. Durch schweflige Säure entfärbte Fuchsinlösung wird durch Formaldehyd wieder rot.

Der Formaldehyd wird heutzutage viel zur Zimmerdesinfektion oder zur Desinfektion solcher Objekte, die durch Dampf, Wasser und Chemikalien leicht beschädigt werden, angewendet. Benützt wurden früher mit Methylalkohol gespeiste Lampen; sie geben aber sehr wenig konzentrierten und sehr unreinen Formaldehyd. Am besten verwendet man entweder die „Formalinlösungen“, welche 40% Formaldehyd enthalten, oder festen Paraldehyd.

Die von Trillat empfohlene Entwicklung des Formaldehyds aus Formalin, welches mit Chlorcalcium im Autoklaven erhitzt wird, ist wenig mehr in Gebrauch.

Am einfachsten entwickelt man Formaldehyd aus verdünnten Lösungen durch Erhitzung — das verdunstende Wasser wirkt desinfektionsbegünstigend — oder nach den Angaben des Verfassers durch einfaches Abdampfen von mäßig verdünntem Formalin und Erhitzung des sich späterhin im Gefaße abscheidenden Paraldehyds. Schering hat einen Apparat angegeben, in welchem die durch einen mit Paraldehydpastillen gefüllten Drahtbehälter streichenden Verbrennungsgase von Spiritus die Erzeugung von Formaldehydgas einleiten. Billiger sind die vorerwähnten Methoden.

Nach 4—5 Stunden langer Einwirkung des Formaldehyds muß man entweder Ammoniakgas in den Raum einleiten durch Erwärmen einer wasserigen Lösung, oder man erhitzt Hirschhornsalz in einem Gefaße über einer Spirituslampe (Rubner).

Formaldehyddämpfe reizen die Schleimhaut der Nase und der Augen auf das allerheftigste; bei sehr langer Einwirkung können wohl außer Katarrhen auch bedenkliche Erscheinungen auftreten. Wenn nicht mehr als 2—3 g Formaldehyd per 1 m<sup>3</sup> Luftraum entwickelt werden, nehmen Tiere, welche dauernd während der Desinfektion im Raume bleiben, keinen ernstlichen Schaden. In der Praxis der Desinfektion muß aber unbedingt, um die Räume bald wieder benützen zu können, mittels Ammoniak die Beseitigung des überschüssigen Formaldehyds erzeugt werden.

Nach den Versuchen des Verfassers und Peerenboom verläuft die Formaldehyddesinfektion in folgender Weise:

Der Formaldehyd wird gasförmig entwickelt, hält sich aber gar nicht lange in der Luft, sondern wird zum allergrößten Teile von den kühlen Wänden, Decke, Boden und allen im Raume befindlichen Gegenständen kondensiert. Die Formaldehyddesinfektion gehört also, streng genommen, gar nicht zu den Gasdesinfektionen. Außer der Kondensation besteht bei verschiedenen Stoffen auch eine direkte Absorption für Formaldehyd, z. B. nimmt Wolle viel, Leinen weniger davon auf.

In der Luft des Zimmers kann nach der Desinfektion oft nur  $\frac{1}{50}$  des verdampften Formaldehyds aufgefunden werden. Der Formaldehyd zieht Wasserdampf aus der Luft an, weil er hygroskopisch ist, und nur dann, wenn die relative Feuchtigkeit hoch genug ist, um diese Anziehung zu ermöglichen, desinfiziert er; trocken hat er keine Wirkung.

Die Temperatur soll in den Räumen nicht unter 10° betragen, höhere Temperaturgrade sind förderlich, insoweit sie nicht die relative Feuchtigkeit zu sehr herabsetzen (Wolpert und Mayer).

Dagegen ist nicht notwendig, die Gegenstände vor der Desinfektion künstlich zu benetzen, im Gegenteile viel Wasser kann durch Verdünnung des Formaldehyds schaden.

Der Formaldehyd dringt sehr schlecht in Poren ein, einerseits weil sein spezifisches Gewicht ähnlich dem der Luft, und andererseits, weil er beim Vordringen in Hohlräume schnell kondensiert und in den äußeren Schichten abgelagert wird.

Die Objekte müssen also für das Formaldehyd leicht zugänglich sein; er desinfiziert wesentlich nur die Oberfläche. Je mehr Gegenstände in einem Raume sich finden, um so mehr hat man Formaldehyd zu verwenden. Im Durchschnitte läßt sich mit 2, eventuell 3 g Formaldehyd per 1 m<sup>3</sup> Rnum eine Desinfektion erzielen.

### c) Kombination gasförmiger Desinfektionsmittel mit Wasserdämpfen.

Läßt man Wasserdampf unter negativem Drucke aus einem Kessel sich entwickeln, so erhalten wir, wenn das Wasser kocht, gesättigte Dämpfe, die unter 100° liegen, und einen lebhaften Dampfstrom. Schon bei 92° nimmt die Wirksamkeit solcher Dämpfe ziemlich ab, dagegen kann man selbst bei 50—60° noch, wie Verfasser zuerst bewiesen hat, rasche Desinfektion von Sporen erzielen, wenn man dem Dampfe bestimmte Quantitäten von Karbolsäure oder Formaldehyd oder Thymol beimengt. Diese kombinierte Desinfektion ist für alle Zwecke zu gebrauchen, wo sonst die Desinfektion mit hochtemperierten Dämpfen üblich war, ja noch im weiteren Umfange, weil sie empfindliche Objekte schon und unbeschädigt läßt.

### Spezielle Desinfektionslehre.

Die einzelnen, zur Desinfektion verwendbaren Mittel haben wir angegeben, doch kann man keineswegs für jeden Zweck ein beliebiges Verfahren auswählen, sondern dieses richtet sich nach der Natur der zu desinfizierenden Gegenstände.

Die von dem Kranken ausgehenden *Absonderungen*, wie Sputum, Eiter, Harn, Fäzes, werden in jenen Fällen, in welchen nachweislich Infektionsstoffe durch sie ausgeschieden werden, in Geschirrne gesammelt. Sie werden dann mit 5%iger Karbolsäure oder saurer Sublimatlösung zu gleichem Volum versetzt und 6—24 Stunden stehen gelassen. Dann können sie unbedenklich weggegossen werden. Sputa können mit Soda gekocht oder in Sagespänen aufgefangen und verbrannt werden. Bei Typhus- und Choleraejektionen genügt Zusatz von Kalkmilch bis zu ganz stark alkalischer Reaktion. Auch andere Zusätze, wie Chlorkalk und Salzsäure, sind verwendbar.

Eß- und Trinkgeschirre können mit Sodalösung gewaschen und dann ausgekocht werden.

Kleider, Bettstücke, Decken u. s. w. können in geeigneten Desinfektionsapparaten durch Wasserdampf steril gemacht werden, wenn sie weder Blut noch Eiter enthalten.

Leib- und Bettwäsche wird in ein nasses Tuch eingeschlagen, zur Waschküche gebracht und durch eine Stunde währendes Kochen sterilisiert. Kot, Blut, Schleim müssen vor dem Erhitzen entfernt werden. Man legt dann die Wäsche in 30%ige Karbolsäure oder Lysol oder bei 50° in 3%ige Schmierseife. Sehr schwierig ist die Desinfektion von Polstermöbeln, welche geleimte oder mit Furnituren versehene Gestelle

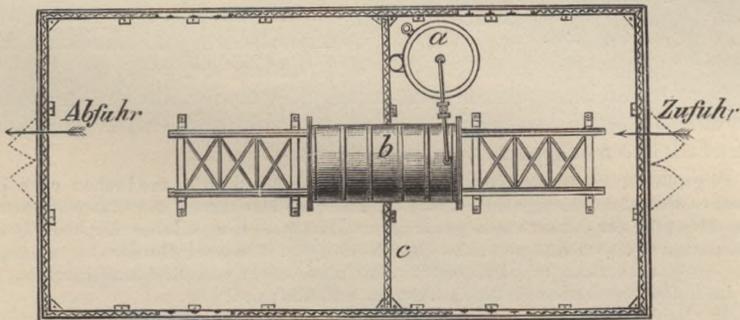


Fig. 293.

besitzen, Schuhwerk und Büchern. Eine Desinfektion mit strömendem Wasserdampfe ist nicht durchführbar. Zumeist begnügte man sich mit der Lüftung solcher Objekte, mit dem Exponieren im Freien, der Bescheinung durch die Sonne. Neuester Zeit hat man in dem Formalin (Formaldehyd) ein zur Desinfektion obengenannter Objekte äußerst brauchbares Mittel gefunden; dieselben werden in dem zu desinfizierenden Zimmer untergebracht. Nach der Desinfektion hat man die Gegenstände immer zu lüften, oder man setzt sie Ammoniakdampf aus, der momentan den Geruch vernichtet.

Man sollte es sich zur Regel machen, alle wertlosen Gegenstände durch Verbrennung zu vernichten; der Transport von Inhalt der Matratzen u. s. w. sollte nur in benetzten Tüchern vorgenommen werden.

Für die Wohnungsdesinfektion stehen zwei Wege offen. Dort, wo es sich um mit Öl gestrichene Wände handelt, kann man dieselben mit Sublimat und danach mit kohlen saurem Natron oder mit Kalkmilch oder 5%iger Karbollösung bestreichen und danach abwaschen lassen, desgleichen den Fußboden; jedenfalls muß aber sorgfältig mit Wasser nachgewaschen werden. Einfacher ist die Formaldehyddesinfektion. Doch sind alle direkt der Beschmutzung ausgesetzten Stellen an den Wänden oder der Boden unter Umständen trotz Formaldesinfektion noch mit einem gelösten Desinfiziens zu behandeln.

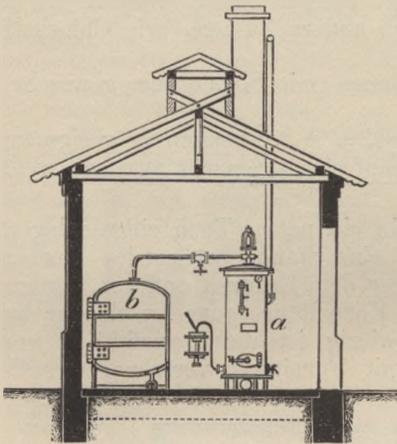


Fig. 294.

Die Desinfektion der Krankenräume ist in manchen Städten organisiert, indem ein besonders geschultes Personal dieselben gegen angemessene Entschädigung ausführt; dadurch wird einerseits ein sicheres Gelingen der Desinfektion und andererseits eine Verschleppung von Krankheiten durch unverständige Leitung der Desinfektion verhütet.

Eine jede größere Gemeinde sollte mit einem tauglichen Desinfektionsapparat, der gegen billige Entschädigung die Desinfektion eingesandter Gegenstände übernimmt, ausgerüstet sein. Kleinere Gemeinden könnten mehrere zusammen einen transportablen Desinfektionsapparat sich anschaffen.

Die Desinfektion durch Wasserdampf, welcher die größte Bedeutung unter den üblichen Desinfektionsverfahren zukommt, wird in besonderen Desinfektionsapparaten ausgeführt.

In größeren Anstalten pflegen in Deutschland die Schimmelchen oder Budenbergschen Desinfektionsapparate verbreitet zu sein. Der erstere arbeitet mit etwas überhitztem Dampfe, der letztere mit gesättigtem Dampfe. Ein solcher Apparat besteht im wesentlichen aus einem Raume *b*, aus Eisenblech (Fig. 293 nach Budenberg), meist groß genug, ein ganzes Bett mit Bettgestell oder eine Serie von Kleidungsstücken, die auf einem in Rollen laufenden Rahmen hängen, aufzunehmen.

Der Desinfektionsapparat ist zweckmäßigerweise mit zwei Türen versehen; die eine ist zum Einlegen der zu desinfizierenden Stoffe, die andere zur Herausnahme der infizierten zu benützen. Der Desinfektionsapparat wird in ein Gebäude so eingebaut, daß er, wie Grundriß (Fig. 293) zeigt, gewissermaßen zwei völlig durch Scheidewand *c* getrennte Teile des Desinfektionshauses, in welchem die Lokalitäten zur Empfangnahme der infizierten sowie der Ausgabe der desinfizierten Wasche u. s. w. gesondert sind, verbindet. Den Aufriß eines Desinfektionshauses einfachster Art zeigt Fig. 294. *b* stellt den Apparat, *a* den Dampfentwickler vor.

Wenn die zu desinfizierenden Gegenstände in den Apparat gebracht und die Türen desselben dampfdicht geschlossen sind, wird bei den Schimmelchen und anderen Apparaten zunächst durch ein Dampfrippenheizrohr die Luft erwärmt. Wollte man sofort Dampf einströmen lassen, so werden manche Objekte bisweilen durchnäßt. Die vorherige trockene Erwärmung beseitigt diesen Übelstand; allerdings bringt sie auch die Gefahr mit sich, daß hygroskopische Objekte dann über die Dampf Temperatur erhitzen. Dabei wirkt „überhitzter“ Dampf auf die Objekte und sie leiden unter der Dampfbehandlung

mehr als in gesättigtem Dampfe. Nach der Vorwärmung strömt der Dampf von oben (Fig. 293 c) ein und man läßt denselben (normal oder mit Überdruck) durch den Apparat gehen. Der Überschuß entweicht mit der abgeblasenen Luft bei d. Die Zeit der nötigen Erwärmung muß entweder ein- für allemal empirisch, oder besser je nach der Schnelligkeit, mit welcher die Wärme ein Objekt durchdringt, was durch ein Signalpyrometer geschehen kann, in jedem Falle besonders festgestellt werden. Von dem Zeitpunkt zu welchem das Signalpyrometer ein Vordringen der Wärme in das innere der Decken etc. anzeigt, läßt man den Dampf noch 15–30 Minuten einwirken. Nach beendigter Desinfektion stellt man den Dampfstrom ab und läßt Luft durch den Apparat treten; in kurzer Zeit sind dann die Kleider vollkommen trocken und werden nun herausgenommen.

Für kleinere Anstalten kommen einfachere Desinfektionsapparate in Anwendung. z. B. der Apparat von Thursfield, kleineres System von Budenberg. Sie werden auch, was für kleinere Gemeinden wichtig ist, transportabel hergestellt und können je nach Bedürfnis von Ort zu Ort verkehren.

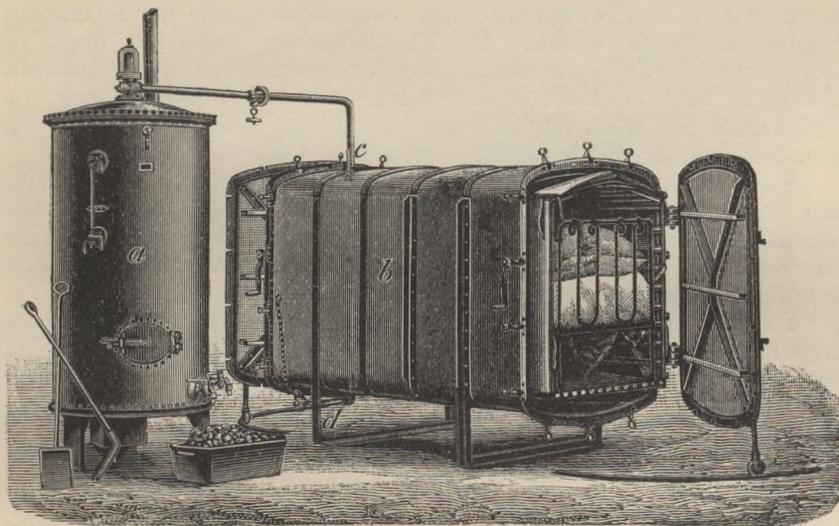


Fig. 295.

Der für bakteriologische Zwecke benützte Dampfkochtopf (siehe Fig. 292) läßt sich, in größeren Dimensionen gebaut, auch zur Desinfektion von Bettwäsche, Matratzen, Leibwäsche anwenden (Göttinger, Desinfektionsapparat). Auf einem mit Wasser gefüllten Untersatz steht ein zylindrischer Oberteil, der durch einen Deckel abgeschlossen wird.

Bequemer ist der Senkingsche Apparat, welcher ähnlich wie der vorgenannte eingerichtet ist. Doch besitzt derselbe in dem zylindrischen Oberteile eine Tür, durch welche das Objekt in den Apparat verbracht werden kann.

Zur Desinfektion in Dampf wird man wesentlich Bettstücke, insoweit sie nicht gewaschen werden können, einbringen, desgleichen auch Kleider.

Lederwaren, Pelzwerke, geleinete Möbel u. s. w. können mit Dampf nicht sterilisiert werden und gehen zu Grunde.

Es ist unbedingt erwünscht, daß nach erfolgter Desinfektion waschbare Objekte gewaschen und den Eigentümern in ordnungsgemäß gereinigtem Zustand zurückgegeben werden.

Literatur: v. Esmarch E., Der Keimgehalt der Wände und ihre Desinfektion, Zeitschr. für Hyg. Bd. II, 491. — Unino und Seiter, Der Formaldehyd, 1901. — Krönig B. und Paul, Die chemischen Grundlagen der Lehre von der Giftwirkung und Desinfektion, Zeitschr. für Hyg. XXV, 1. — Liborius Paul, Einige Untersuchungen über die desinfizierende Wirkung des Kalkes, *ibid.* II, 15.

## Fünftes Kapitel.

## Anderweitige Maßnahmen.

**Bekämpfung der Krankheitsverbreitung durch Tiere.**

Die Bekämpfung der Seuchen braucht sich nicht immer nur gegen die Menschen als Verbreiter der Krankheiten zu richten, sondern sie kann je nach der Natur der parasitären Krankheiten auch an einer anderen Stelle eingreifen, wenn der Krankheitserreger außerhalb der Menschen Bedingungen der Verbreitung findet.

So würde z. B. die Bekämpfung und Unterdrückung der Rinder- und Schweinetuberkulose eine wesentliche Quelle der Krankheits-erregung beseitigen können. Die Fleischbeschau verhindert durch die Vernichtung eines Teiles der tuberkulösen Rinder und ferner durch Ausschluß finnigen und trichinösen Fleisches die Weiterverbreitung von Krankheiten. Es fehlt zurzeit aber an gesetzlichen Mitteln, die von seiten tuberkulöser Milchprodukte drohenden Gefahren abzuwenden.

Die Prophylaxe der durch Insekten ermittelten Krankheiten kann einerseits wie bei Malaria die Verhütung der Insektenstiche zum Ziele haben oder die Unterdrückung der Moskitos, indem z. B. ihre Brut vernichtet wird oder durch Trockenlegungen von Sümpfen ihnen die nötigen Lebensbedingungen entzogen werden.

Da auch Insekten zufällige Träger von Infektionsstoffen sein können, dürfte man billigerweise verlangen, daß die Nahrungsmittel vor direkter Berührung mit Fliegen u. dgl. geschützt seien durch Netze oder anderweitige Mittel (Kühlräume).

Bei der Bubonenpest erkranken auch Tiere, namentlich Ratten und Mäuse, die Möglichkeit der Seuchenverbreitung auf diesem Wege ist nicht zu bestreiten; die Tilgung dieser Tiere kann unter Umständen wesentliche Bedeutung besitzen.

Bei Rekurrens übermittelt das Ungeziefer vermutlich den Infektionserreger. Der Körper- und Wohnungsreinlichkeit kommt daher hoher Wert hinsichtlich der Bekämpfung dieser Krankheit zu.

**Immunisierung.**

Zu den Mitteln der Bekämpfung einer Seuchenverbreitung gehört die Immunisierung. Durch die nach überstandener Krankheit bei manchen derselben bleibende und mehr oder minder lange währende Immunität wird durch die Verhütung zweimaliger oder mehrmaliger Infektionen der Verbreitung von Krankheiten Einhalt getan. Bei manchen Seuchen ist die Hemmung im Verlaufe ganz außerordentlich typisch ausgeprägt, z. B. bei den Blattern. Bei sehr vielen Krankheiten kommen außer den schweren Erkrankungen auch leichte und geradezu abortive Formen vor, welche aber hinsichtlich der Immunisierung denselben Schutz verleihen wie die schweren Formen.

Die Immunisierung zum Zwecke der Seuchenverhütung wird zwangsweise nur bei der Schutzpockenimpfung geübt und verleiht einen im Durchschnitt zehnjährigen Schutz.

Eine künstliche Immunisierung könnte auch bei manchen anderen Krankheiten noch ausgeführt werden; doch kann man für keine der anderen prophylaktischen Impfungen die allgemeine Anwendung zum Zwecke der Seuchenverhütung bis jetzt empfehlen, weil bei allen bis jetzt geprobten Immunisierungsmitteln ein zeitlich sehr beschränkter Schutz geboten wird.

Die Immunisierung kann auf zweifache Weise erreicht werden (siehe Seite. 908): durch die meist mehrfach zu wiederholende, vielfach unter sehr störenden Erscheinungen verlaufende „aktive“ Immunisierung, d. h. die Einverleibung geschwächter Bakterien oder deren Stoffwechselprodukte einerseits, oder durch die von Behring begründete passive Immunisierung, mittels der so gut wie ganz unschädlichen Einspritzung des Serums aktiv immunisierter Tiere.

Praktische Bedeutung kann die Immunisierung bei Diphtherie besitzen, wenn man in Anstalten oder auch Familien das Übergreifen schwerer Diphtherieformen auf andere Personen fürchten muß.

Inwieweit gelegentlich der Ausdehnung anderer Seuchen von einer Anwendung der prophylaktischen Einspritzung immunisierender Sera Gebrauch gemacht werden soll und kann, ist zurzeit noch nicht genügend erklärt.

### Maßregeln der öffentlichen Gesundheitspflege und Hebung der Volksgesundheit.

Wir haben dargetan, wie schwierig es ist, die ersten Fälle einer Epidemie zu erkennen, wie resultatlos häufig die Isolierung des Kranken bleiben kann, wie wenig Sperren und Quarantänen Erfolg versprechen. Auch die Desinfektion kann bei den massenhaften Erkrankungen und der Ungelehrigkeit der großen Volksmenge bei Epidemien nur mit wenig sicherem Erfolge tätig sein. Die Epidemie sollte nun nicht erst bekämpft werden, wenn sie anrückt, sondern bekämpft werden durch prophylaktische Maßnahmen, die man in epidemiefreien Zeiten auszuführen hat. Man baut die Festung nicht, wenn der Feind schon im Anmarsch begriffen ist, sondern während des Friedens.

Zu den allgemeinen Maßregeln gehören die Fürsorge für reines Wasser, Beseitigung der Abfallstoffe, Straßenreinlichkeit, Verbesserung der Wohnungen, namentlich der ärmeren Klassen, Kontrolle der Nahrungs- und Genußmittel.

Wir haben auch für den Typhus gezeigt, wie derselbe auf diesem Wege einer so wirksamen Bekämpfung zugänglich ist, daß man keiner anderen Maßregeln bedarf, um völlige Epidemiefreiheit zu erreichen. Für die Cholera vermutet man auf Grund zahlreicher Tatsachen gleichfalls die Möglichkeit einer Bekämpfung durch allgemeine Maßregeln.

Große Bedeutung scheint für die Verbreitung mancher Krankheiten der Volkswohlstand zu besitzen. Man weiß, wie häufig der Flecktyphus und die Rekurrens gerade dort am besten haften, wo eine ärmliche Bevölkerung mit kümmerlicher Ernährung bei klaglichen Wohnungsverhältnissen angehäuft ist. Ja selbst für den Abdominaltyphus

kann ein Einfluß eines derartigen Moments nicht geleugnet werden. Während der Belagerung von Paris erreichte der Abdominaltyphus, obschon er sonst ziemlich milde aufzutreten pflegte, eine enorme Höhe. Während der Belagerung starben 3475 Personen an Typhus, in dem vorhergehenden Jahre (1869) nur 630.

Die Hebung des Volkswohlstandes, die Besserung der Wohnungsverhältnisse, Fürsorge für gute und billige Nahrungsmittel helfen in ergiebiger Weise zur Bekämpfung des Entstehens von Epidemien.

Die Seuchenbekämpfung kann also in hervorragendem Maße durch die Hebung der allgemeinen Bedingungen gesunden Lebens durchgeführt werden.

In erster Linie wirkt der Seuchenverbreitung entgegen die Erziehung zur Reinlichkeit im weitesten Sinne. Dahin gehört in erster Linie die Körperreinlichkeit, insbesondere die Reinlichkeit der Hände und die Gewöhnung, die Berührung des Mundes und der Speisen durch die beschmutzten Hände zu verhüten, ferner Reinlichkeit der Trink- und Eßgeschirre, Verhütung der Berührung der Nahrungsmittel mit Gegenständen, welche Infektionsstoffe aufnehmen können, ferner die Gewohnheit, im allgemeinen solche Speisen zu bevorzugen, welche einer Kochung oder Erhitzung unterzogen worden sind oder als keimarm gelten können oder den Krankheitserregern keinen günstigen Boden abgeben, Verhütung der Bodenunreinlichkeit, Beseitigung der Gewohnheit, auf den Boden zu spucken, Reinlichkeit in Kleidung und Wasche, Betten, Stuben und Möbeln.

Die Reinlichkeit ist Sache der Erziehung und Bildung; sie wird manchmal auf Schwierigkeiten stoßen, dort, wo, wie in den kleinen Wohnungen in Großstädten, Wassermangel herrscht.

Bei kleinen Kindern muß möglichst bald darauf gedrungen werden, daß sie nicht alle Gegenstände nach dem Munde führen u. dgl.

Für die Kräftigung der Gesundheit kommt außerdem eine zweckmäßige Lebenserhaltung in Betracht. Gleichmaß in geistiger und körperlicher Erholung, zeitweiser Aufenthalt im Freien, Sorge für einfache Kost, Bekämpfung des Alkoholmißbrauches, Körperpflege im Sinne der Stärkung des Hautorganes, Verhütungen von Erkältung u. s. w.

Die kräftige Bekämpfung der Epidemien durch allgemeine Maßnahmen kann nur durch ständige Sanitätskommissionen durchgeführt werden, die permanent die Maßregeln sanitärer Verbesserungen zu leiten haben. In manchen deutschen Städten sind solche Kommissionen aus eigener Initiative der intelligenteren Kommunen entstanden.

Literatur. Koch und Wolffhügel, Mitteilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt. 1881. — Schill und Fischer, *ibidem*, Band II. — Löffler, Richard, Dobrosławin, Bericht des internationalen Hygienekongresses, Wien 1887. — Gärtner, Verhütung der Übertragung und Verbreitung ansteckender Krankheiten, Handbuch der Therapie von Penzoldt und Stinzing, Jena 1894.

## Dreizehnter Abschnitt.

---

# Vorkommen und Verbreitungsweise einiger Volkskrankheiten.

---

## Erstes Kapitel.

### Die akuten Exantheme. Blattern (Variola).

Die Blattern, seit den ältesten historischen Zeiten bekannt, haben ihre Heimat in Indien und Zentralafrika. In chinesischen Schriften wird das Auftreten der Blattern auf 1122—249 v. Chr. verlegt. Seit dem 10. Jahrhundert sind sie der Alten Welt bekannt. Manche der beschriebenen „Pesten“ ist sicher als Variola aufzufassen.

Von dem Zentralpunkte ihres endemischen Gebietes hat dann allmählich eine Verschleppung des Blatterngiftes, dessen Natur auch heute noch völlig unbekannt ist, stattgefunden. In Indien herrschen die Blattern immer noch weit schlimmer als die Cholera; in der Präsidentschaft Bombay und Kalkutta starben von 40,000.000 Einwohnern 1866—1869 140.000 an Blattern.

In Australien waren die Blattern bis 1838 ganz unbekannt; nach dieser Zeit wurden sie von China nach Sidney eingeschleppt; Tasmanien soll noch jetzt frei von Blattern sein. Die Sandwichsinseln wurden 1853 von San Francisco aus angesteckt, und 8% der Bevölkerung starben in einem Jahre. Tonga, die Fidschi- und Samoainseln sind zur Zeit noch frei. In Amerika haben Neger wie Europaer die Seuche allenthalben weit verbreitet.

Die Natur des Infektionsstoffes wird in den Quarnerischen Körperchen von einigen Autoren angenommen, die zu den Protozoen zu rechnen sein dürften (v. Wasielewski). Das von dem Kranken reproduzierte Gift haftet an dem Kranken und den Pocken. Die Sekrete sind nicht ansteckend. Der Kranke kann im Initialstadium und zur Zeit der Abstoßung der Schorfe die Krankheit übertragen. Ärzte und Wärter wurden früher häufig bei Pflege von Blatternkranken ergriffen. Auch Pockenleichen übertragen das Kontagium.

Nach einer Inkubation von 10 bis 13 Tagen beginnt das Initialstadium mit Fieber und dem erythematösen Initialeranthem, am

dritten Tage beginnt das Stadium eruptionis, die Entwicklung roter Stippchen am fünften Tage und erbsengroßer genabelter Bläschen am achten Tage; am neunten Tage beginnt das Stadium suppurationis. Während des Eruptionsstadiums ist Fieberabfall, im Eiterungsstadium erneutes Fieber vorhanden.

Die Blattern sind eine sehr verderbliche Krankheit: Erysipelas, Phlegmone, Decubitus, Psychosen, Meningitis, Lähmungen, Erblindung (6% aller Fälle), Taubheit und Ohrenkrankheiten (98% der Fälle), bei Frauen Abortus, Gebärmutterblutungen führen sie mit sich. Die Mortalität steigt auf 42% und darüber.

In Europa hat die Einführung der Schutzpockenimpfung die Pocken stark zurückgedrängt; von 1,000.000 Menschen starben an Blattern:

	Vor Einführung der Impfung	Nach Einführung der Impfung
In Niederösterreich . . .	2484	340
„ Tirol . . . . .	911	170
„ Brandenburg . . . .	2181	181
„ Berlin . . . . .	3442	176
„ Schlesien . . . . .	5812	198

In manchen Gegenden sind also früher 30mal mehr Leute an Blattern gestorben wie jetzt.

Das Pockengift gehört zu den ansteckendsten und auch die leichteste Pockenform kann bei den Angesteckten eine „schwere Form“ hervorrufen. Der Krankheitsstoff kann auf weite Wegstrecken durch die Luft fortgetragen werden.

Die Pocken treten nahezu unabhängig von klimatischen Einflüssen, in gewissem Wechsel der Zeiten als Epidemien, ja auch als Pandemien auf. Letztere zeichnen sich meist durch den bösartigen Charakter und die Schwere der Fälle aus.

Auf den Winter treffen etwa zwei Drittel aller Epidemien, offenbar weil beim Aufenthalte in den Wohnungen die Ansteckungsmöglichkeit zunimmt. Für den Wechsel der Pockenepidemien mögen folgende Zahlen für Kalkutta nach Macpherson angeführt sein:

Jahr	Todesfälle	Jahr	Todesfälle
1841 . .	56	1848 . .	107
1842 . .	32	1849 . .	1824
1843 . .	335	1850 . .	2840
1844 . .	4430	1851 . .	32
1845 . .	67	1852 . .	59
1846 . .	78	1853 . .	18
1847 . .	33		

Nach einer Pockenepidemie ist ein großer Teil der Bevölkerung „geimpft“; es dauert daher einige Zeit, ehe wieder genügend für das Gift empfängliche Menschen vorhanden sind.

Die Ansteckung Gesunder erfolgt schon durch bloßes Zusammensein mit Pockenkranken. In welcher Weise dabei das Kontagium eingeführt wird, ist nicht bekannt; doch nimmt man für gewöhnlich an, daß das Gift zunächst durch Inspiration, manchmal aber bei verletzter Epidermis auch durch die Haut in den Körper gelangt. Man nimmt an, daß die Pocken vornehmlich in der Zeit ansteckend sind, wo der Eiter in den Pusteln sich zu bilden anfängt.

Das Kontagium haftet auch an den Leichen Pockenkranker und an Dingen, welche mit dem Kranken in Berührung gewesen sind (Wäsche, Kleider, Betten u. s. w.), ferner am Eiter und an den Schorfen des Exanthems.

Man glaubt, daß das Pockengift lange Zeit wirksam sich erhalte. Tatsächlich wurde beobachtet, daß in dem Wohnraume Pockenkranker Ansteckung erfolgt, wenn solche Zimmer auch nach Monaten, ohne gründlich desinfiziert oder gelüftet worden zu sein, bezogen werden. Wäsche von Pockenkranken, wenn sie bei Abschluß von Luft aufbewahrt wird, kann lange Zeit die ihr anhaftenden Krankheitskeime wirksam erhalten.

Bei den akuten Exanthemen tritt nicht selten die Erscheinung auf, daß auch bei Import des Krankheitsgiftes in einer Ortschaft sich die Krankheit nicht immer ausbreitet; dies ist nur manchmal und in derselben Zeit nur in manchen Orten der Fall. Die Erfahrung hat gelehrt, daß zugereiste pockenkranken Personen in manchen Fällen eine sehr bedeutende, in anderen gar keine Ausbreitung der Krankheit bewirken.

Die Disposition für die Pocken ist eine ganz allgemeine. Gemindert wird die Disposition durch eine stattgehabte Pockeninfektion, und zwar für eine längere Zeit.

Daß das Blatterngift impfbar ist, wissen wir schon lange. Die absichtliche Übertragung des Blatternstoffes auf Gesunde soll zum Zwecke der Erzeugung abgeschwächter Pockenformen schon in den ältesten Zeiten in China, Indien und in Ländern des Kaukasus durch Tragen der Kleider von Pockenkranken und durch Inokulation geübt worden sein. In England gab im Anfange des 18. Jahrhunderts Lady Montague, welche ihre Kinder mit echten Menschenpocken hatte impfen lassen, den ersten Anlaß zur Einführung der Inokulation. Man inokulierte Blattern in der Voraussetzung, daß man sich zeitweilig durch das Überstehen der künstlich hervorgerufenen Variola gegen jede weitere zufällige voraussichtlich viel schlimmer verlaufende Ansteckung schützen könne. Die Inokulation wurde meist in der Weise ausgeführt, daß die Epidermis des Inokulierten mit einer Nadel geritzt und der frische oder trockene Inhalt der Pockenbläschen in die angeritzte Stelle eingerieben wurde. Trotz der eminenten Kontagiosität war nicht jede Inokulation erfolgreich, etwa 5% der Inokulationen versagte. In allen übrigen Fällen entwickelte sich nach 3-4 Tagen unter heftigem Fieber die Blatternkrankheit, welche bei spärlich verbreitetem Exanthem zur Abheilung gelangte, bisweilen aber einen tödlichen Ausgang brachte.

Literatur: Curschmann, Die Pocken, Ziemssens Handbuch der speziellen Pathologie und Therapie, II. Band, 1877. — Reißner, Zur Geschichte und Statistik der Menschenblattern, Darmstadt 1888.

## Masern.

Die Masern sind in hohem Grade direkt ansteckend; dies ergibt sich aus dem Umstand, daß die Krankheit, wenn einmal eine Einschleppung von Masern in einem vom Verkehre noch nicht durchseuchten abgeschlossenen Orte erfolgt, mit großer Heftigkeit sich rasch ausbreitet. Die Kontagiosität beweisen auch die direkten Versuche der Impfung, bei welchen durch Übertragung von Blut, Tränen, Nasenschleim und dem flüssigen Inhalte der kleinen Papillen am siebenten bis zehnten Tage die Masern in gewöhnlicher Weise zum Vorscheine kamen. Die Masern werden aber auch ohne unmittelbare Berührung übertragen; es ist denkbar, daß der Ansteckungsstoff auch durch die Luft verbreitet werde, welche denselben wahrscheinlich in Staubform aufnimmt und seinen Transport vermittelt.

Er haftet ferner an den Gegenständen, welche mit dem Kranken in Berührung waren, und kann auch durch Gesunde verschleppt werden.

Die Masern werden zweifellos häufig durch gesunde Personen verbreitet. Panum berichtet mehrere Fälle, in welchen Medizinalpersonen an der Verschleppung beteiligt waren.

Die Ansteckungskraft scheint sicher schon in der Zeit des Prodromalstadiums zu bestehen. Man behauptet, daß die Lebensdauer des Masernkontagiums viel kürzer sei als die des Pockenkontagiums. Je

mehr Leute in einem Hause wohnen, je enger der nachbahrliche Verkehr ist, um so schneller greift die Krankheit um sich. In großen Städten erlöschten die Masern fast nie, sporadische Fälle tauchen konstant auf und so kommt es nach gewissen Zwischenräumen wieder zu einer epidemischen Verbreitung. Von Zeit zu Zeit wandern die Masern über große Länderstrecken in ausgedehnter Verbreitung; die Epidemie wird zur Pandemie.

Auf den Charakter der Masernepidemie üben die Witterungsverhältnisse einen deutlich sichtbaren Einfluß aus. Die kältere Jahreszeit begünstigt den Ausbruch der Masern; im Herbst, in den Winter- und Frühjahrsmonaten sind die Epidemien am häufigsten, im Sommer seltener und gutartiger. Es scheint auch, daß eine katarrhalisch affizierte Respirationsschleimhaut dem Entstehen und den Komplikationen der Folgekrankheiten Vorschub leistet. Die meisten Menschen haben eine Empfänglichkeit zur Aufnahme des Masernkontagiums, die Krankheit wird vorzugsweise schon in der Kindheit, zwischen dem dritten bis siebenten Lebensjahre durchgemacht; in seltenen Fällen wird ein Mensch zweimal von den Masern befallen, Sekundärinfektionen mit Eiterkokken sind nicht sehr häufig.

Die Masernsterblichkeit ist während der ersten sechs Lebensmonate gering, gewinnt im zweiten Lebensjahre ein Maximum und verliert sich allmählich nach dem achten Lebensjahre. Von den Masern Todesfällen treffen  $\frac{4}{10}$  auf das erste Lebensjahr, auf die ersten fünf Jahre 94<sup>0</sup>/<sub>10</sub>.

### Scharlach.

Daß der Scharlach eine kontagiöse Krankheit ist, darüber herrscht allgemeine Übereinstimmung. Die Scharlachmortalität hat in den letzten Jahren seit 1885 erheblich in Deutschland abgenommen; es fällt diese Abminderung also gleichzeitig auf den Rückzug der Diphtherie. Die Isolierungszeit bei Scharlach wird vielfach auf 40 Tage festgesetzt. Die Inkubationszeit wird in neuester Zeit auf 12—14 Tage bemessen.

Wir haben aber bisher über das Wesen des Scharlachgiftes noch keine ausreichende Kenntnis. Sehr auffallend ist, daß die vielen Versuche, Scharlach durch Impfung zu übertragen, erfolglos blieben. Sowohl die Impfung mit dem Blute Scharlachkranker als auch Übertragung von Epidermisschuppen hat nur einzelne Erfolge aufzuweisen, denen zahlreiche Mißerfolge gegenüberstehen.

Man nimmt an, daß der Infektionsstoff von Kranken auf Gesunde übertragen wird, also immer wieder dieselbe Krankheit hervorruft und im erkrankten Organismus sich reproduziert und vervielfältigt. Es scheint, daß die Blüte des Exanthems das fruchtbarste Stadium für die Ansteckung ist und daß sich der ansteckende Stoff hauptsächlich nur in der Nähe des Kranken befindet, daß er wenig flüchtig ist, weshalb bei absoluter Isolierung des Kranken mit strengem Abschlusse und Vermeidung jeder direkten oder indirekten Berührung mit dem Erkrankten weitere Scharlacherkrankungen in derselben Familie und demselben Hause in der Regel vermieden werden.

Das Scharlachkontagium haftet ungemein zah an der infizierten Lokalität. Verfasser ist ein Fall bekannt, in welchem Personen, die ein viele Monate unbenützt gebliebenes Quartier, in welchem vorher

ein Scharlachfall verpflegt worden war, bezogen, an Scharlach erkrankten.

Der Scharlach herrscht fast immer endemisch, doch ist er nicht so häufig und nicht so verbreitet wie Masern und Pocken; es gibt viele Menschen, die nie Scharlach gehabt haben. Der Charakter der Epidemie wechselt sehr. Die Epidemie kann mitunter sehr milde verlaufen, zuweilen wird sie eminent bösartig und die Sterblichkeit ist dann eine große.

Die Scharlachepidemien dauern oft mehrere Monate lang. Das kindliche Alter ist am meisten disponiert (zwischen dem dritten und zehnten Jahre), aber auch Erwachsene bleiben nicht verschont. Säuglinge unter drei Monaten sollen immun sein. Gewöhnlich erlischt die Disposition vollständig, wenn das Individuum einmal Scharlach überstanden hat. Doch kommen mitunter Scharlachrezidive und auch zweimalige Erkrankungen vor, man will sogar dreimalige Erkrankungen beobachtet haben.

Sehr häufig kommen bei Scharlachkranken Streptokokkeninfektionen vor; die Kokken finden sich im Blute, in den Tonsillen, bronchopneumonischen Herden, in den Nieren und Gelenken. Häufig findet sich bei Scharlachkranken ferner eine Kombination mit echter Diphtherie.

Das Scharlachkontagium hält sich ungemein lange in Wohnungen, bisweilen monatelang, bis ein Jahr. Die häufig angenommenen Übertragungen von Scharlach durch Briefe oder auch durch Milch scheinen noch durchaus nicht bewiesen. Scharlach kann sporadisch, epidemisch, ja sogar pandemisch auftreten. Die Schwere der Krankheit wechselt sehr zu verschiedenen Zeiten. Im Herbst und Winter begegnet man mehr Scharlacherkrankungen als sonst. Schulen und Kindergärten gelten als Quellen der Scharlachverbreitung.

Literatur: Gerhard, Lehrbuch der Kinderkrankheiten, 1891. — Henoch, Über Kinderkrankheiten, Berlin 1887. — v. Ziemssen, Sammlung klinischer Vorträge, Leipzig 1890.

## Flecktyphus und Rekurrens.

Der Flecktyphus (Hungertyphus, Kerkerfieber) ist eine eminent kontagiöse Krankheit, welche stets nur durch einen von einem Kranken ausgehenden Infektionsstoff verursacht wird.

Es gibt Gegenden, in denen der Flecktyphus niemals sich gänzlich verliert und sporadische Fälle nahezu immer vorkommen; zeitweise steigert sich die Zahl derselben zu kleinen Epidemien und mitunter erfolgt eine weitere Verbreitung von diesen Herden aus als Epidemie. Oft geschieht die Verschleppung in weite Ferne hin. In großen Städten sind es namentlich die Herbergen, welche der Pöbel besucht, und die Massenquartiere der armen Bevölkerung, in denen sehr häufig die ersten Flecktyphusfälle auftreten.

Eine sehr große Verbreitung hat der Flecktyphus in Irland. Hirsch sagt: „Es ist eine auffallende Tatsache, daß der Typhus dem irischen Auswanderer wie ein Fluch anhängt und ihm überallhin folgt, wohin derselbe seine Schritte lenkt und wohin er allerdings die in der Lebensweise der unteren Volksklassen seiner Heimat begründeten Mißstände mitnimmt.“ Aber auch andere Länder sind als epidemische Herde zu bezeichnen, so Oberschlesien, Polen, Galizien, gewisse Landstriche in Ungarn und im Orient. Der Flecktyphus kann jedoch in allen Ländern auftreten; denn weder das Klima noch die Lage, weder die Bodenbeschaffenheit noch die Witterung scheinen einen Einfluß auf das Entstehen und die Verbreitung dieser Typhusart zu üben.

Das erste Erfordernis zum Auftreten des Typhus in sonst freien Orten ist die Einschleppung der Krankheit, die meist durch zugereiste Personen geschieht, aber eben-

sowohl durch Effekten, die mit Kranken in Berührung waren, erfolgen kann. Die weitere Ausbreitung geschieht um so rascher und sicherer, je mehr die dazu nötigen Bedingungen im menschlichen Verkehre vorhanden sind. In Häusern und Wohnungen, die mit Menschen überfüllt sind, ist beim Ausbruch einer Flecktyphusepidemie die Zahl der Erkrankungen stets die größte, besonders ist dies dann der Fall, wenn gleichzeitig Schmutz und Elend mitspielen. Deswegen sind Hungersnot und Kriege der Ausbreitung des Flecktyphus ungemein günstig und dieser Zusammenhang ist schon seit lange allgemein bekannt, so daß man von Hungertyphus, Kerkertyphus und Kriegstyphus spricht.

Was den Infektionsstoff des Flecktyphus anbelangt, so kann derselbe sowohl von dem Kranken als von allen Gegenständen, mit welchen der Kranke in Berührung kam, ausgehen. Oft genügt ein sehr kurzer Aufenthalt im Krankenzimmer, um Ansteckung zu bewirken. Je geringer der Luftraum für einen Kranken und je schlechter die Ventilation desselben ist, desto eher überträgt er die Krankheit. Werden mehrere Flecktyphuskranke in einem ungenügend großen und wenig gelüfteten Raume untergebracht, so verläuft die Krankheit viel ungünstiger als bei guter Ventilation und geringem Belag der Zimmer.

Von Interesse sind die Erfahrungen, welche man über den Flecktyphus während des russisch-türkischen Krieges machte und über welche Erismann berichtet. In Jassy erkrankten an Flecktyphus 79% aller Hospitalsdiener, 66.7% aller Heildiener und von 8 Ärzten starben 7. Die barmherzigen Schwestern erkrankten ohne Ausnahme. Ähnlich war es in den anderen Spitalern. Von 300 Pflegerinnen, welche zu Beginn des Krieges in diesen von Flecktyphus heimgesuchten Spitalern vorhanden waren, fanden sich nach der Epidemie noch 7 im Dienste, die übrigen 293 waren teils gestorben, teils wegen Krankheit entlassen. In Sistoowo mußte das Pflegepersonal dreimal erneuert werden, in Bela erkrankten von 18 Ärzten 16.

Der Ansteckungsstoff kann auch von Personen ausgehen, welche selbst gar nicht an Flecktyphus leiden, aber sich in Verhältnissen befunden haben, durch welche sie Träger des Krankheitsgiftes geworden sind. Daß mitunter die Kleider den Ansteckungsstoff bergen und verbreiten, dürfte wohl angenommen werden.

Zahlreiche Erfahrungen lassen den Schluß zu, daß der Ansteckungsstoff des Flecktyphus auch an Mauern und Holzwerk, Tapeten, Vorhängen und ähnlichen Dingen haften. Sehr verbreitet ist die Anschauung, daß die Übertragung des Flecktyphuskeimes von Kranken oder infizierten Gegenständen auf Gesunde an eine bedeutende Annäherung gebunden ist.

Eine zweimalige Erkrankung an Flecktyphus kommt vor, ist aber im allgemeinen selten. Die Inkubationsdauer schwankt von 5 bis zu 14 Tagen. Das Wesen des Flecktyphusgiftes ist uns bis jetzt völlig unbekannt.

Im 18. Jahrhundert hat Kutty in seiner „History of diseases of Dublin“ 1770 eine bis dahin nicht näher gekannte Krankheitsform, den Rückfalltyphus, welche seit 1739 endemisch herrschte, geschildert. Die Krankheit ist exquisit ansteckend; an verschiedenen Lokalitäten ließ sich die Verbreitung durch irische Auswanderer bestimmt nachweisen. Das billöse Typhoid scheint eine schwere Krankheitsform der Febris recurrens zu sein.

Die Rekurrens zeigt in ihrem Auftreten eine gewisse Ähnlichkeit mit Flecktyphus. Sie unterscheidet sich aber durch die remittierenden Fieberanfalle. Der erste Fieberanfall dauert in der Regel 5—7 Tage, dann folgt eine Zeit, in der sich der Kranke wohler fühlt, eine Remission, die 4—7 Tage dauert. Nun tritt wieder ein zweiter Anfall auf, der gewöhnlich milder abläuft, wonach die zweite Remission folgt.

Von Irland aus verbreitete sich diese Krankheit in unserem Jahrhundert mehrmals über Schottland und England und wurde auch nach Amerika verschleppt. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts, im Jahre 1868, trat sie in Berlin und Breslau auf. Sie nimmt die Form kleinerer und größerer Epidemien an, kommt jedoch auch nicht selten nur sporadisch vor. Die Rekurrens befallt alle Lebensalter. Die meteorologischen Verhältnisse, das Klima, die Bodenbeschaffenheit scheinen ganz ohne Einfluß auf das Entstehen und auf die Verbreitung dieser Krankheit zu sein.

Wie beim Flecktyphus zeigt sich auch bei der Rekurrens, daß nahe Berührung mit infizierten Individuen am häufigsten die Ansteckung bewirkt; doch sollen auch Gegenstände, welche mit dem Kranken in Berührung waren, dieselbe auf andere Personen übertragen. Im allgemeinen ist die Gefahr der Ansteckung geringer als beim Flecktyphus; auch glaubt man, daß Flöhe und Wanzen diese Krankheit übertragen können.

Das einmalige Überstehen der Rekurrens schützt vor einer zweiten Erkrankung nicht. Als Durchschnitt für die Inkubationsdauer werden 5—6 Tage angegeben, doch sind auch erheblich kürzere und längere Fristen notiert.

Die Rekurrens ist eine Infektionskrankheit, deren Verlauf sich günstiger gestaltet als bei fast allen akuten Infektionskrankheiten. Die Mortalität steigt in einzelnen Epidemien bis zu 7%, für gewöhnlich aber schwankt sie zwischen 2—3%, ist also sehr gering.

Ursache der Krankheit ist das rein parasitisch lebende Spirillum Obermeieri; in den Ausscheidungen findet man den Keim nicht. Es ist daher die Ansteckung bei Rekurrens schwer begreiflich; es sei denn, daß dieselbe etwa von Hautparasiten (Flöhe u. dgl.), welche Rekurrensblut aufnehmen, vermittelt wird. Die Krankheit gedeiht nur dort, wo Schmutz und Unreinlichkeit zur Gewohnheit geworden sind.

Literatur: Virchow, Über Hungertyphus, 1868. — Handbuch der Infektionskrankheiten, aus Ziemssens Handbuch der resp. Pathologie und Therapie.

### Venerische Krankheiten.

Man pflegt venerische Krankheiten jene zu nennen, welche in der Regel durch den Beischlaf übertragen werden, obgleich die Übertragung derselben auch auf andere Weise stattfinden kann; es sind diese Krankheiten: die Blennorrhöen, die ansteckenden Geschwüre (Schanker) und die Syphilis.

Die gewöhnliche Art der Ansteckung durch den Beischlaf bedingt, daß die venerischen Krankheiten ihren Ausgangspunkt meist von den Geschlechtsteilen nehmen, welche durch die Zartheit ihrer Epithelien sowie durch die Häufigkeit von Verletzungen zur Aufnahme von Ansteckungsstoffen geeignet sind.

Der Tripper, weicher Schanker und die Syphilis sind spezifische parasitäre Krankheiten; der harte Schanker ist eine der Erscheinungsformen von Syphilis.

Die Krankheitserreger sind nur von der Gonorrhöe näher bekannt und gezüchtet worden; für den weichen Schanker und die Syphilis kennt man die Krankheitserreger noch nicht mit Sicherheit. Die Gonorrhöe gehört, wie an anderer Stelle auseinandergesetzt wurde, zu den folgeschwersten Krankheiten; sie kann nicht nur bei dem Manne, sondern namentlich bei der Frau schwere und dauernde Nachteile hervorrufen.

Die Empfänglichkeit der einzelnen Individuen für Gonorrhöe ist eine äußerst verschiedene. Der Grund hiefür liegt in der verschiedenen Dicke der Epithelien, in der Weite der Harnröhre, in der Weite der Ausführungsgänge ihrer Follikel. Alle diese Momente können daher als für die Ansteckung durch Trippereiter disponierende angesehen werden. Hiezu kommt noch die Art, den Beischlaf auszuüben, die Wiederholung desselben, die Unterlassung der Reinlichkeit nach dem Beischlaf. Eine abgelaufene Blennorrhöe macht die Schleimhaut gegen das blennorrhöische Kontagium nicht immun, sondern noch mehr disponiert zu einer Infektion.

Nicht alle Individuen sind auch der Gefahr einer Schankerinfektion in gleicher Weise ausgesetzt. Die Dicke der Epithelien, die Konfiguration der Geschlechtsteile, wie ihre Größe, die Länge der Vorhaut, die Straffheit des Bandchens, bei Frauen die Weite des Scheideneinganges sind Momente, welche die Möglichkeit der Infektion sehr begünstigen oder verhindern.

Die Übertragung von Schanker hat uns die Tatsache gelehrt, daß mit der Zahl der eingepfropften Schanker die Empfänglichkeit für das Kontagium abnimmt und endlich

für eine gewisse Zeit ganz erlischt, und zwar ist dies bei den einzelnen Kranken in höchst verschiedenem Grade der Fall.

Auch die einzelnen Stellen des Körpers sind verschieden empfänglich für die Aufnahme des Schankercontagiums. Derselbe Eiter gibt an den Oberschenkeln ein größeres Geschwür als am Oberarme; an diesem ein größeres als an den Seitenteilen der Brust etc. Stellen, wo schon viele Schanker sitzen, sind weniger empfänglich für weitere Infektion als solche, welche zum erstenmal betroffen wurden.

Die Syphilis ist ungemein verbreitet. Am genauesten kennt man sie bei der Armee. Es finden sich pro 1000 Mann berechnet an Syphilisfällen

in Dänemark . . . . .	1874—1885	19.1
„ Deutschland . . . . .	1880—1887	26.3
„ Österreich-Ungarn . . . . .	1870—1885	69.4
„ Frankreich . . . . .	1872—1880	84.7
„ Holland . . . . .	1887—1889	98.3
„ England . . . . .	1888	224.5

Über die Beziehungen der venerischen Krankheiten zur Eheschließung und die Verbreitung bei den Prostituierten siehe früher.

Die Syphilis ist eine contagiöse Krankheit, deren Ansteckungsstoff erst eine Lokalaffectation (Induration) hervorruft, dann aber ein jahrelanges Siechtum bedingt. Dies äußert sich durch Bildung eigentümlicher umschriebener Erkrankungen bestimmter Gewebe und Organe, die in schubweisen Eruptionen auftreten. Die Syphilis ist demnach ein schweres Übel, sie wird zu einer konstitutionellen, zu einer Allgemeinerkrankung. Sie kann alle Teile des Körpers befallen, die Haut und die Schleimhaut, die Muskeln, die Knochen und die inneren Organe, auch die Sinnesorgane.

Die Übertragung des Syphiliskontagiums geschieht meist durch den Geschlechtsverkehr und Syphilis wird ferner von den Eltern auf die Kinder vererbt. Im ersteren Falle beginnt das Leiden mit der erwähnten Lokalaffectation, welche bei der angeborenen Syphilis, wo die Infektion durch Vermittlung des Blutes über den ganzen Körper gleichmäßig stattgefunden hat, natürlich wegfällt. Es sind auch Übertragungen konstatiert, die durch Berührung von Gegenständen (Trinkgefäß, Pfeifen, Löffel u. s. w.), an welchen ansteckendes Syphilissekret haftet, mit geeigneten Körperflächen (Schleimhäuten, verletzten Hautstellen u. s. w.) stattfanden. Die Ansteckung kann auch durch das Stillen veranlaßt werden, und zwar kann sowohl eine kranke Amme ein gesundes Kind, als umgekehrt ein krankes Kind eine gesunde Amme anstecken. Auch die Impfung kann Anlaß zu Syphilis geben.

Die Syphilisätiologie gehört gegenwärtig noch zu den brennendsten Tagesfragen. Schaudinn hat zuerst eine Spirochaete, pallida genannt, in syphilitischen Geweben gesehen, was durch zahlreiche Nachprüfungen bestätigt wurde. J. Sigl glaubt aber andere Protozoenformen bei Syphilis gefunden zu haben; inwiefern die beiden Befunde zusammengehören, oder etwa nur der eine oder der andere das Richtige trifft, mag dahingestellt sein, dürfte aber in der Entscheidung nicht allzu lange mehr auf sich warten lassen.

Die Disposition zur Ansteckung ist eine verschiedene. Im allgemeinen schützt zwar keine Konstitution, keine Nationalität, kein Alter, aber es gibt in der Tat Menschen, welche sich ungestraft lange Zeit hindurch der Infektion aussetzen können. Auch die absichtlich unternommenen Impfungen mit dem Blute Syphilitischer gelingen nicht immer. Wenn Individuen, welche bereits an Syphilis leiden, mit dem ansteckenden Sekret einer syphilitischen Effloreszenz geimpft werden, so bleibt die Impfung jederzeit ohne Erfolg.

Die Schutzimpfung gegen Syphilis, welche besonders Sperino nach dem Vorgang von Anzias Turenne, mittels fortgesetzter Einimpfung indurierter Schanker auch bei Gesunden durchführte, hat sich als durch-

wegs verfehlt erwiesen. Zur Verhütung der venerischen Krankheiten kann nur die energische Überwachung der Prostituierten führen (siehe dort).

Über Blepharoblennorrhöe des Kindes siehe oben unter Hygiene des Kindesalters.

Literatur: Villaret, Handwörterbuch der Medizin (siehe auch unter Prostitution). — Blaschko, Syphilis und Prostitution, Berlin 1893.

### Die Lepra. (Der Aussatz.)

Die Lepra war im Altertum und Mittelalter bei uns weit verbreitet; heutzutage ist sie auf wenige Landstriche eingeschränkt. Über die biologischen Eigenschaften des Leprabazillus haben wir keine näheren Kenntnisse. Die Krankheit entwickelt sich langsam; die Bazillen finden sich in allen möglichen Organen, gelangen nach außen durch die leprösen Geschwüre, dann mit Speichel, Sputum, Nasenschleim und durch Fazes. Ob sie in diesen Fällen noch lebensfähig sind, wissen wir nicht. Die Lepra kann durch Impfung von Person zu Person übertragen werden, und Fälle sicherer Übertragung durch Kontakt sind bekannt. Isolierung der Leprakranken vermindert die Ausbreitung der Seuche.

Aber die Kontagiosität der Lepra ist nach allen Erfahrungen jetzt offenbar eine sehr geringe, so daß die Übertragung selbst zwischen Ehegatten mitunter ausbleibt. Man hält die Lepra tuberosa für kontagiöser als die Lepra anaesthetica. Man hat früher der Vererbung eine wichtige Rolle für die Verbreitung der Krankheit zugeschrieben; doch liegen zwingende Beweise für diesen Übertragungsmodus nicht vor. Durch Impfung mit humanisierter Lymphe sollen allerdings in sehr seltenen Fällen Lepraübertragungen vorgekommen sein. Unter Gegenständen, welche die seltene direkte Übertragung vermitteln, kommt allenfalls die Wäsche Lepröser in Betracht.

Die Eingangspforten des Leprabazillus sind uns nicht sicher bekannt. Die Disposition der Menschen zu Lepra ist offenbar keine erhebliche. Die Lepra ist gegenwärtig auf der Erde noch immer weit verbreitet; aber England, Dänemark, Deutschland sind so gut wie ganz frei von Lepra. Im ganzen sind in Preußen im Kreise Memel etwa 27 Lepröse bekannt. Viel Lepröse finden sich in Spanien (etwa 1000), in Norwegen etwa 300—400; in Rußland findet sich Lepra in sehr vielen Gouvernements. Reich an Lepra ist Japan.

### Die Tuberkulose.

Die Schwindsucht ist unter den Gefahren, die uns täglich von seiten parasitärer Krankheitserreger bedrohen, die größte. Bezüglich des Nachweises der Tuberkulose durch Färbung der Tuberkelbazillen im Sputum ist Vorsicht geboten, da auch andere Bakterien, die den Tuberkelbazillen färberisch ganz nahe stehen, im Auswurf gefunden worden sind. Im Gesamtdurchschnitte sterben mindestens 10—12% aller Menschen an Schwindsucht. Die Tuberkulose ist in verschiedenen Ländern in verschiedener Häufigkeit anzutreffen, auf 10.000 Lebende treffen in Österreich etwa 54, in Deutschland 31, in Italien 24 Todesfälle durch Schwindsucht. Von den Weltstädten hat Moskau die höchste Schwindsuchtsterblichkeit, dann folgt Petersburg,

Wien, Pest, Paris, Neapel, New-York, Warschau, Berlin, Hamburg, Amsterdam, London. Die einzelnen Gebietsteile und Städte eines Landes zeigen gleichfalls erhebliche Unterschiede. In Preußen sterben auf eine Million Lebender berechnet, von der Altersklasse zwischen 15—60 Jahren, im Regierungsbezirke Königsberg nur 1720, im Bezirke Osnabrück aber 4034 Personen an Schwindsucht. Der Osten und Nordosten des Landes ist im allgemeinen arm an Tuberkulose, der Westen und Südwesten dagegen reich an dieser Krankheit.

In den Städten herrscht mehr Tuberkulose als in dem übrigen Lande, doch tritt der Unterschied stark nur in den östlichen Provinzen hervor, während der Westen derartige Differenzen nicht erkennen läßt. Die Tuberkulose ist eben eine Krankheit nicht nur der Städte, sondern namentlich der industriellen Bezirke; wenn die Fabriken, wie im Westen, auch in den kleinen Gemeinden und Dörfern sich eingenistet haben, verschwindet die geringere Tuberkulosemortalität des „Landes“.

Die Tuberkulose geht in den Städten parallel mit der Wohnungsdichtigkeit und wie diese hängt sie in gewissem Grade von der Wohlhabenheit ab. Freilich bleiben die wohlhabenden Klassen nicht frei von Tuberkulose. Im ganzen, kann man sagen, trägt die Tuberkulose den Charakter einer „Stubenkrankheit“, je länger man sich in geschlossenen Räumen aufhält, um so höher die Tuberkulosesterblichkeit. Daher die hohen Sterbeziffern im Gefängnisse und bei manchen Orden. Trennt man aus der Gesamtsterblichkeitsziffer die Todesfälle unter den Erwachsenen ab, dann zeigt sich, daß die Schwindsucht sogar zwei Drittel der Erwachsenen mancher Orte und Bezirke dahinflafft. Nach den Ermittlungen der Ortskrankenkasse zu Crefeld treffen auf 100 Todesfälle:

Bei Weibern . . . . .	57	auf Schwindsucht
„ Fabrikarbeitern . . . . .	68	„ „
„ Färbern . . . . .	64	„ „
„ Appreteuren . . . . .	92	„ „

im Gesamtdurchschnitte sind 62 von 100 Todesfällen durch Schwindsucht erzeugt, d. h. doppelt so viel, als alle anderen Krankheitsfälle und Unglücksfälle zusammen genommen liefern.

Den vollen Einblick in die gewaltige Schädlichkeit der Schwindsucht würde man nur mit Hilfe einer Morbiditätsstatistik erhalten. Wenn schon die Meinungen über die Heilbarkeit der Tuberkulose geteilt sind, so ist doch nicht zu bezweifeln, daß es weit mehr „Tuberkulose“ gibt, als man nach der Totenziffer erwarten sollte; denn gerade unter den Phthisikern sterben viele an anderen Krankheiten, die sie noch zu ihren Leiden hinzu akquirieren, und keineswegs wird jede leichte Form der Phthise als solche erkannt.

Tuberkulös erkranken kann man nur durch Aufnahme des Tuberkelbazillus. Die Saat des Tuberkelbazillus wird reichlichst ausgestreut; nimmt man eine mittlere Krankheitszeit von 5 bis 6 Jahren an, so leben in Deutschland mindestens 800.000—900.000 Schwindsüchtige, welche in beständiger Reproduktion des Giftes, dasselbe nach außen hin abgeben. Ausscheidungswege sind die Lunge und der daraus stammende Auswurf, ferner die Fäkalien bei Darmtuberkulose oder bei Verschlucken der Sputa, seltener der Eiter aus tuberkulösen Geschwüren und der Samen.

Die Gefahr der Verschleppung ist bei dem Tuberkelbazillus eine große, da er durch seine Resistenz sowohl im feuchten wie im trockenen Zustand und in Konkurrenz mit anderen Keimen sich monatelang lebend erhält.

Man hat die Tuberkelkeime durch Untersuchung des Staubes in Krankenzimmern, in welchen Schwindsüchtige lagen oder gelegen hatten, nachgewiesen. Sie fanden sich in einer bei Tieren Infektion erregenden Masse nur dort, wo auf eine sorgfältige Auflesung der Sputa nicht Rücksicht genommen wurde. Die Ausatemluft des Phthisikers enthält meist keine Bazillen, nur bei Hustenstößen, beim Sprechen lösen sie sich von den Wandungen der Luftwege ab. Dieselben halten sich einige Zeit in der Luft schwebend.

Übertragungen von Tuberkulose von erkrankten Menschen auf gesunde hat man öfter beobachtet, z. B. eine durch Anhusten erzeugte Infektion der Hornhaut, Übertragung bei dem Aussaugen der Peniswunde nach der Beschneidung.

Die häufigste Übertragungsweise dürfte jedoch die Inhalation von infiziertem Staube sein, am wenigsten bedenklich ist vielleicht der Straßenstaub, bedenklicher der Wohnungsstaub. In Schulen, Spitälern, im Staub in den Eisenbahnwagen, in den Kissen und Polstern u. s. w. des Bettes (Hotelbetten) kann der Infektionsstoff abgelagert sein.

Für die Übertragung der Tuberkulose besteht aber vielleicht noch in der Perlsucht der Tiere eine bedeutungsvolle Infektionsquelle.

Die Häufigkeit der Tuberkulose beim Rinde hängt vom Geschlechte ab; im Frankfurter Schlachthause waren (1888—1889) 10·2% aller Tiere tuberkulös, und zwar 16·2% aller Kühe, 13·4% der Bullen, 6·3% der Ochsen. Wichtig ist ferner das Alter der Tiere; die Kälber lieferten nur 0·008% geringgradig Tuberkulose. Die größten Verschiedenheiten zeigen sich bei verschiedenen Rassen. Am meisten tuberkulös war das Berliner und das Magdeburger Zuckervieh (Stallvieh mit Schlempefütterung) mit 20%, am seltensten war die Tuberkulose bei dem Holsteiner, Oldenburger, Schweizer, Allgäuer Vieh und der schwäbisch-oberbayrischen Rasse mit etwas über 1% (meist Weidevieh). Unter 2245 Stück tuberkulösen Tieren waren nur in drei Fällen die Muskeln tuberkulös, nur in 11 Fällen das Euter, in 30 Fällen war allgemeine Tuberkulose vorhanden; die übrigen Fälle waren meist Tuberkulose der Lunge und der Adnexe. Die Milchdrüsen sind zwar sehr selten direkt tuberkulös; dagegen hat man aber nachgewiesen, daß bei 55% aller an Tuberkulose leidenden Kühe die Milch Perlsuchtbazillen enthält (Bollinger). Die in dem Laboratorium des Verfassers ausgeführten Untersuchungen wie zahlreiche andere haben in Milch und Butter der Molkereien in einer außerordentlich großen Anzahl von Fällen lebensfähige Bazillen nachgewiesen.

Man hat früher die Tuberkulose für eine ausschließlich vererbare Krankheit gehalten und diese Tatsache in Millionen von Fällen angeblich anamnestisch erhoben, was um so leichter gelingen mußte, als überhaupt in vielen Bezirken zwei Drittel der Erwachsenen an Schwindsucht leiden. In diesem Sinne allein vererbbar ist die Krankheit nicht. Zwar gibt es eine kongenitale Form der Phthise, allein diese führt schon im frühesten Kindesalter zu Krankheitsprozessen, während man früher die Folgen der Vererbung der Schwindsucht erst zu Beginn der zwanziger Jahre sehen wollte.

Die Möglichkeit, Tuberkelbazillen aufzunehmen, ist eine sehr weitverbreitete; aber weder haften sofort die Tuberkelbazillen an jedem Menschen, noch tritt sofort nach erfolgter Infektion eine Erkrankung auf, und ebensowenig führt eine erfolgreiche Infektion auch wirklich zu einer lebensgefährlichen Erkrankung.

Nach den Erfahrungen der Pathologie finden sich sowohl bei Kinderleichen als auch bei den Leichen Erwachsener ungemein häufig tuberkulöse Veränderungen, die Zahlen erreichen bei letzteren bis 90<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Die Anzahl der an Tuberkulose Gestorbenen ist bekanntlich außerordentlich viel geringer. Trotz Aufnahme und Wachstum der Tuberkelbazillen kommt die Krankheit spontan zum Stillstand. Neuerdings hat man auch in den Atemorganen Gesunder, welche sich in mit Phthisikern belegten Räumen zeitweise aufgehalten haben, die Bazillen gefunden, desgleichen mehrfach in den unveränderten Bronchialdrüsen völlig Gesunder. Die Tuberkulose des Kindesalters ist wesentlich die Drüsen- und Gelenktuberkulose, die Tuberkulose des Erwachsenen die Lungenschwindsucht.

Die Tuberkelbazillen müssen durchaus nicht an der Eingangspforte selbst krankhafte Veränderungen hervorrufen. Als solche können die Tonsillen, die Lungen, der Darm gelten, wenn man von der Hauttuberkulose absieht. Drüsen, welche ganz intakt sind, können Tuberkelbazillen enthalten. Die Verschleppung der letzteren durch den Blutstrom aus primären Herden scheint sicherzustehen.

Bei der natürlichen Verbreitungsweise der Tuberkulose erkennt man aber gewisse gesetzmäßige Beeinflussungen der Infektion, eine gewisse Disposition zur Erkrankung.

Eine Dispositionsbedingung ist, wie schon seit längerer Zeit bekannt, das Alter; von 100.000 Lebenden sterben zwischen 5—10 Jahren nur 46, im 60.—70. Jahre aber 930 (ähnlich bei den Tieren). Auch im frühen Kindesalter ist Tuberkulose sehr häufig, hier tritt, wie gesagt, besonders die Gelenk- und die Drüsentuberkulose auf, auch Darmtuberkulose.

Über die zeitliche Disposition zur Tuberkuloseinfektion läßt sich bei ihrem langsamen Verlaufe nichts Genaueres sagen; dagegen ist statistisch leicht und sicher festzustellen, daß der Anstoß zur letzten „Attake“, welche zum Tode führt, in den Wintermonaten erfolgt.

Nach den statistischen Erhebungen bei der deutschen Armee sind dem Ausbruche der Tuberkuloseerkrankung in nahezu der Hälfte der Fälle Erkältungen oder besondere körperliche Anstrengungen vorausgegangen.

Die Tuberkulose wird auffallend oft durch vorhergegangene fieberhafte Erkrankungen, wie z. B. Influenza, Typhus, Lungenentzündung, Masern oder Scharlach eingeleitet.

Sieht man von den beiden ersten Dezennien des Lebens ab, so zeigt die männliche Bevölkerung bis ins höchste Alter hinein eine höhere Tuberkulosemortalität als die weibliche Bevölkerung. Die Erklärung liegt sicherlich nicht in einer besonderen Geschlechtsdisposition, als vielmehr darin, daß der Mann durch seinen Beruf in viel höherem Maße der Infektion wie auch anderweitigen disponierenden Momenten ausgesetzt wird.

Nach den Anschauungen vieler Ärzte findet sich die Disposition zu Tuberkulose (außer der Altersdisposition) gegeben:

1. Bei Leuten, welche viel an Katarrhen leiden; die Katarrhe können auf ererbter Anlage beruhen. Man trifft Neigung zu Spitzenkatarrhen häufig bei Personen mit schmalem, langem Thorax, kleinem Herz, geringem Blutreichtum und geringem Brustumfang. Da

die Körperform vererbt wird, so ist die Vorbedingung der Katarrhe und damit der Phthise in diesem Sinne erblich.

Die Katarrhe können aber auch erworben sein, durch die Berufstätigkeit und den Aufenthalt in Räumen, deren Luft zu Husten reizt.

2. Bei Leuten, welche in drückenden Verhältnissen leben und deren Körperzustand ein ungünstiger ist Als Ursache kann angesehen werden bisweilen eine angeborene Schwäche der Verdauungsorgane, kümmerliche Ernährung (Brot- und Kartoffelkost), abnorme Herabsetzung des Appetits durch zu geringe Pflege des Muskelsystems und andauernder Aufenthalt in der Stube. Die Berufsdisposition ergibt sich aufs evidenteste aus den statistischen Ergebnissen; in Italien treffen im Mittel auf 100 Sterbefälle 13·5 Phthisiker. Von 100 Sterbefällen

bei Gelehrten sind . . . . .	48·4	Fälle	Phthise
„ Krankenwärttern . . . . .	30·8	„	„
„ Färbern, Schustern und Bildhauern . . . . .	22·5	„	„
„ Schiffern und Landleuten . . . . .	8·4	„	„
„ Ärzten und Predigern . . . . .	6·0	„	„
„ Bettlern . . . . .	2·4	„	„

Die allgemeine Bekämpfung der Tuberkulose muß die Disposition verhüten. Zu solchen Maßnahmen gehört in allererster Linie die Pflege des Organs, welches zumeist erkrankt, der Lunge. Es ist durch die Erziehung auf eine normale Ausbildung des Körpers durch körperliche Übungen, Hebung des Muskelbestandes und die Lungenentwicklung zu sorgen. Neben sachgemäßer körperlicher Übung gehört dazu eine geordnete ausreichende Ernährung. Die Muskeltätigkeit fördert namentlich eine Ausbildung auch der oberen Teile der Lunge und hebt die Blutbildung.

Die Lunge soll aber auch tunlichst reine Luft erhalten; sie bedarf derselben wie der Magen der unverfälschten Nahrungsmittel. Es ist auf die Beseitigung von Rauchentwicklung in den Städten hinzuwirken; der Aufenthalt im Freien ist in angemessener Weise zu gewahren, bei Schwächlichen Berufe zu meiden, welche eine angemessene Übung der Lunge dauernd ausschließen. Die Staubgefahren sind im allgemeinen tunlichst zu vermindern.

Alle diese Maßnahmen haben besonders für die heranwachsenden Menschen, die in Ausbildung ihrer Organe begriffen sind, den größten Wert.

Was die Verbreitung der Tuberkelbazillen anlangt, so muß in geschlossenen Räumen das Bodenspucken oder Instuchspucken vermieden werden. Der Kranke soll seine Sputa in eine Schale entleeren, in der sie dann später durch Karbolsäure desinfiziert werden (5%ige Karbolsäure in gleichem Volum den Sputa zuzusetzen und 20 Stunden stehen lassen). Die Wasche muß rein gehalten und sorgfältig gewaschen werden. Nach dem Tode des Patienten hat sorgfältige Desinfektion des Raumes und der Utensilien einzutreten.

Behufs Meidung der Infektion hüte man sich vor Staub; Reinlichkeit der Wohnung ist hier wie auch bei anderen Infektionskrankheiten die beste Prophylaxe. Da auch beim Husten viel Material, das infektiös sein kann, zerstäubt wird, hat man in geeigneter Weise

anzuregen, daß Tuberkulose im Zusammensein mit anderen durch ein Taschentuch oder dergleichen die Verstäubung mindern.

Auch bei allen möglichen öffentlichen Einrichtungen sollte man sorgfältig auf Beseitigung von Staub hinwirken; in den Schulen, den Eisenbahnen u. s. w.

Die Nahrungsmittel, Fleisch, Milch, lassen sich durch ausreichendes Kochen unschädlich machen. Im Käse scheint schon bis zur Zeit des Reifwerdens desselben der Tuberkelbazillus getötet zu werden. Nur beim Genusse der Butter muß man auf die Garantie der Tötung der Tuberkelbazillen verzichten. Kunstbutter kann auch lebende Tuberkelbazillen enthalten (Morgenroth).

Wichtig ist für junge Leute die richtige Wahl des Berufes.

Eine allgemeine Maßregel, welche auf die Verbesserung der Luft und die Verbreitung der Ansteckungsmöglichkeiten Einfluß hätte, ist die Verbesserung der Wohnungen. Diejenigen, welche in den schlechten kleinen Wohnungen ihr Unterkommen finden, sind sehr durch Tuberkulose gefährdet. Die Erkrankungs- und Todesfallstatistik in Hamburg hat bewiesen, daß von den Personen mit einem Einkommen über 2000 Mark rund 15, von jenen mit Einkommen unter 2000 Mark aber 40 an Tuberkulose sterben. Die Hauptzahl der Todesfälle stammt aus den überfüllten Wohnungen; es sind dies einzimmerige und zweizimmerige Wohnungen von meist schlechter Beschaffenheit, lichtleere, feuchte Hofwohnungen u. dgl. In vielen Fällen treffen 5—8 und mehr Personen auf ein Zimmer und es rechnet sich bisweilen nur 4—6 m<sup>3</sup> per Person als Luftraum heraus. Die Wohnungen sind dabei meist hochgradig verschmutzt; es fehlt an Mobilien, 2—4 Personen schlafen in einem Bette.

In vielen Fällen wird in den Räumen auch Hausindustrie getrieben oder ein Kleingewerbe ausgeübt. Die Luft enthält daher auch viel Staub, der zu Lungenerkrankungen Veranlassung gibt. Überfüllte Räume sind immer feucht durch die Atmung, Beleuchtung und allenfalls durch Kochen und Waschen. Dauernder Aufenthalt erzeugt durch die schlechte Tätigkeit der Lunge und durch die Anämie der inneren Organe, wegen Abflusses des Blutes nach der Haut, disponierende Momente für die Erkrankung; die Lunge ist mangelhaft ernährt, der Körper anämisch, die Haut feucht und mit Blut gefüllt und deshalb zu Erkältungen disponiert.

Abhilfe ist möglich, zum Teil durch Unterbringung ansteckender Tuberkulöser in Heilanstalten, Desinfektion der Räume nach Beseitigung der Kranken, eventuell bei Todesfällen Belehrung über die Gefahr der Ansteckung.

Radikale Hilfe bietet nur die Wohnungsreform (siehe unter Gewerbehygiene), Fertigstellung gesunder, billiger, nicht überfüllter Wohnungen und Unterbringung derjenigen Personen, die ohne Hausrat sind, in geeigneten Logierhäusern u. dgl. und die Erfüllung der Forderung, daß jeder Mensch seine eigene Lagerstätte habe.

Sehr bedenklich ist die Tuberkulose im Gewerbebetriebe ausgebreitet (siehe bei Gewerbehygiene). Die Fabrikbeaufsichtigung hat zu sorgen für Verhütung der Staubgefahr, für Beseitigung der jugendlichen Arbeiter aus staubenden Betrieben, Untersuchung und Belehrung solcher Arbeiter, welche phthiseverdächtig sind, Belehrung durch Plakate über die An-

steckungsgefahr durch Tuberkulose, Verbot des Spuckens auf den Boden, sachgemäße Auffanggefäße für das Sputum; als auch dafür, daß die Überfüllung vieler Fabrikräume beseitigt wird.

Die Medizinalbeamten sollen bei der Einrichtung und Überwachung des Betriebes von Fabriken herangezogen werden und bei Aufstellung von Fabrikinspektoren auch ärztlich vorgebildete Elemente berücksichtigt werden.

Literatur: Koch, Mitteilungen aus dem kais. Gesundheitsamt, II. — Cornet, Zeitschrift für Hyg., Bd. V. — Baumgarten, Path. Mykologie. — Würzburg, Mitteilungen aus dem kais. Gesundheitsamt, II. Derselbe, Verbreitung der Lungenschwindsucht, ebendasselbst, 1899. — Schrötter, Die Tuberkulose, Wien 1898. — Mosler, Tuberkulose als Volkskrankheit, Wiesbaden 1899. — Gärtner A., Über die Erblichkeit der Tuberkulose, Zeitschr. für Hyg. Bd. XIII, 110. — v. Behring, Tuberkulose-tilgung, Milchkonservierung und Kälberaufzucht, 1904. — Bartel, Die Infektionswege bei der Fütterungstuberkulose, 1905. — Damman und Müssemeier, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Tuberkulose des Menschen und der Tiere, 1905. — Prausnitz W., Über die Verbreitung der Tuberkulose durch den Personenverkehr auf Eisenbahnen. Arch. für Hyg. Bd. 12, 91, 192.

### Die Diphtherie.

Die Diphtherie ist eine Krankheit, welche jedenfalls in der Neuzeit in hohem Grade durch ihre epidemische und pandemische Verbreitung das Interesse erregt hat; die Diphtherie ist schon seit langer Zeit bekannt. Man nimmt an, daß die Diphtherie zuerst 1557 in Europa, und zwar in Holland aufgetaucht sei. 1565 wird sie in Basel, 1576 in Paris erwähnt (Poincaré). In der Folge verbreitete sie sich in Spanien, auf den Balearen, Sardinien, Malta, Sizilien und Süditalien. 1736 erfolgte ein neuer Einbruch in Frankreich, 3 Jahre später in England, 1755 in Schweden und 1771 erscheint sie in Gebieten der Vereinigten Staaten Nordamerikas, 1816 werden Fälle in Chile und 1860 in Brasilien beobachtet. 1869 erschien sie das erstmal in Persien. Baillou hat 1576 die sogenannten Pseudomembranen entdeckt, Home hat 1765 die Krankheit näher studiert und ihr den Namen Krupp gegeben. In der Mitte dieses Jahrhunderts bestand sie in Frankreich und Rußland; ihr Seuchenzug durch Deutschland begann in den Sechzigerjahren. Sie ist jetzt durch ganz Europa, Asien und Amerika verbreitet. Außerordentlich heftig waren die Epidemien 1879 in Südrußland. Ein Beobachter drückte sich dahin aus, daß durch die Diphtherie die Kinder damals geradezu verschwanden.

Die Diphtherie tritt in großen und kleinen Epidemien auf, die sich oft über mehrere Jahre oder auch Jahrzehnte hinziehen, um dann oft für lange Zeit ganz zu verschwinden. Im Königreich Sachsen kamen auf je 10.000 Einwohner Todesfälle an Diphtherie:

1873—1875	7·7	1891—1895	9·4
1876—1880	10·5	1896	5·6
1881—1885	17·5	1897	4·1
1886—1890	13·5		

Nach einem starken Ansteigen bis zur Periode 1881—1885 fiel seitdem die Diphtheriemortalität kontinuierlich. 1877 starben in Christiania 27 Kinder an Diphtherie, 1883: 52, 1889 aber 343; in Dänemark kamen 1861: 550, 1865 aber 12.886 Todesfälle an dieser Krankheit vor.

Für 10.000 Bewohner starben 1875—1888 an Diphtherie:

in London	3·6	in München	11·2
„ Petersburg	8·5	„ Berlin	13·8
„ Paris	9·1	„ Dresden	14·7

Die Bösartigkeit der Seuche nimmt an manchen Orten entschieden jetzt wieder zu, die Mortalität beträgt bis 62% der Erkrankungen, auch an Ausdehnung wächst sie wieder.

Die Diphtherie befällt vor allem Kinder vom ersten bis zu dem achten oder zehnten Lebensjahre. Wenig gefährdet ist das erste Lebensjahr und tritt sie namentlich im Verhältnis zu den übrigen Erkrankungsfällen sehr zurück. Am häufigsten betrifft sie Kinder im zweiten Lebensjahre. Sie nimmt später und während des schulpflichtigen Alters dann ab. In den jüngsten Lebensjahren sterben mehr Knaben als Mädchen.

Von den im dritten bis fünften Lebensjahr sterbenden Kindern erliegt ein Drittel bis die Hälfte dieser Seuche. Die einzelnen Kreise werden sehr ungleich von Diphtherie befallen; im achtjährigen Mittel starben von 10.000 Lebenden an Diphtherie:

In Heydekrug 72·4, Berlin 14·6, Marburg 10·7 und Montjoie 2·8. In den Städten tritt die Krankheit weniger auf als auf dem Lande. Es starben von 10.000 Lebenden:

	Königsberg	Danzig	Kassel	Breslau
Stadtkreis	16·7	23·4	7·9	6·3
Landkreis	40·2	38·0	12·4	8·3

Das Erkranken von Ärzten gehört zu den Seltenheiten, wenn die groben Infektionen, wie z. B. beim Aussaugen einer Kanüle, abgerechnet werden (Henoeh, Feer). Bei Kindern sind dagegen Spitalinfektionen häufig; auch bei Erwachsenen kann man zweifellose Ansteckungen dieser Art nachweisen.

Indes legt man doch mehrfach Gewicht auf die Möglichkeit einer indirekten Infektion und Verschleppung des Infektionsstoffes auf anderen Wegen; Kinder sind auch für die indirekte Verbreitung von großer Wichtigkeit, weil sie mit Speichel und Auswurf vieles infizieren, was der Erwachsene zu beschmutzen vermeidet. Beobachtungen lassen schließen, daß der Infektionsstoff lange haftet und daß er sich namentlich in Wohnräumen konserviert und beim Wohnungswechsel, wenn neu Empfängliche einziehen, verderblich wird (Feer). Die Disposition spielt, wie berührt, eine wesentliche Rolle; in manchen Familien werden z. B. Kinder mehrmals und ihre nicht isolierten Geschwister trotzdem nicht befallen.

Die Diphtheriebazillen (siehe oben) sind das Zeichen echter Diphtherie und im allgemeinen prognostisch für schwere Erkrankung von Bedeutung. Sie kommen aber nicht ausschließlich bei schweren Erkrankungen vor. Auch bei lakunären Anginen, katarrhalischen Anginen, ja auch auf ganz normaler Schleimhaut hat man sie mehrfach vollvirulent gefunden. Uthoff und Fränkel fanden vollvirulente Diphtheriebazillen bei einem einfachen Augenkatarrh.

Die Keime werden verschleppt durch Kranke (Membranen, Speichel), durch Ausgeheilte, da die Diphtheriebazillen sich länger halten wie die Erkrankung, durch Augenleidende, durch Gesunde, welche Diphtheriebazillen beherbergen, ohne krank zu sein. Ein erheblicher

Prozentsatz der Kinder beherbergt, ohne krank zu sein, vollvirulente Diphtheriebazillen auf der Rachenschleimhaut (Heubner). Die mit Diphtheriebazillen behafteten Menschen mögen manchmal  $\frac{1}{10}$  einer Bevölkerungsgruppe betragen (Behring).

Ein Schutz gegen die Infektion ist für die Kinder schwer zu erreichen. Die Diphtherie kommt in allen Klimaten vor und können allgemeine klimatische Verhältnisse kaum wesentlich von Belang sein.

Für ansteckend wurde die Diphtherie schon von Bretonneau 1869 erklärt, und Örtel hat sich zuerst bemüht, durch Impfungen Übertragungen auf Tiere zu erzielen.

Ein dem Diphtheriebazillus verwandter Keim, der Pseudodiphtheriebazillus, wurde zuerst durch Hofmann-Wellenhof bekannt; er ist ein Diphtheriebazillus, welcher seine Virulenz eingebüßt hat. Er ist weit verbreitet im Munde von gesunden Kindern. Unter welchen Umständen der Pseudodiphtheriebazillus virulent wird, ist unbekannt.

Häufig ist bei Diphtherie eine Sekundärinfektion mit Streptococcus pyogenes, welche zu Bronchopneumonie und Nephritis Veranlassung geben soll. Katarrhalische Affektionen begünstigen die Erkrankung.

Die Ansteckung erfolgt wohl zumeist durch innigen Kontakt, z. B. beim Küssen, oder durch infizierte Spielwaren, durch Eßgeschirr, infizierte Bettwäsche, Sacktücher, weniger leicht durch die Luftübertragung. Bei der weiten Verbreitung der Diphtheriebazillen, auch bei Gesunden und Leichtkranken scheint die Zahl der Erkrankungen immerhin noch gering und ist die Disposition zur Erkrankung offenbar nicht so sehr häufig.

Zum Ausbruch einer schweren Erkrankung, namentlich aber zur Entwicklung von Epidemien gehört offenbar ein noch weniger bekannter Faktor, „die Disposition“.

Man glaubt die Verbreitung der Seuche bekämpfen zu können durch Isolierung der kranken Kinder, Desinfektion der gebrauchten Gegenstände; ferner im allgemeinen dadurch, daß man auf größte Reinlichkeit der Spielsachen sieht und in der Erziehung darauf hinwirkt, daß bei den Kindern der Trieb, alle möglichen Gegenstände in den Mund zu stecken, raschestens unterdrückt wird.

Literatur: Brühl und Zahn, Diphtherie und Croup, Berlin 1889. — Feer, Diphtherie, Basel 1894.

### Die Grippe (Influenza).

Die Grippe tritt häufig epidemisch auf, überzieht aber auch als Pandemie ganze Kontinente; in diesem Jahrhundert hat man 4 solcher Seuchenzüge beobachtet; von 1830 bis 1833, 1836 bis 1837, 1847 bis 1848, 1889 bis 1890. Fast alle sind von Rußland nach dem Westen vorgezogen.

Der Influenzabazillus ist früher bereits beschrieben; er findet sich im Exsudat der Entzündungen des Respirationstraktus, im Gehirne und an den inneren Hirnhäuten. In die Außenwelt gelangt er durch die Sekrete, geht aber durch Austrocknung bald zu Grunde. Die Übertragung erfolgt direkt wohl durch den Husten, den Auswurf, auch durch beschmutzte Wäsche.

Der Influenzakeranke zeigt eine hervorragende Disposition zu Sekundärinfektionen mit *Streptococcus pyogenes* und dem *Diplococcus pneumoniae*. Die Disposition ist eine so gut wie allgemeine; wahrscheinlich steigern aber Katarrhe die Empfänglichkeit für den Influenzabazillus. Immunität durch Überstehen der Krankheit dauert nur kurz.

Die Influenza hat im allgemeinen die Tendenz der pandemischen Ausbreitung; doch beobachtet man auch viele kleine Epidemien. Von meteorologischen Einflüssen scheint sie wenig berührt zu werden. Bei einer Pandemie können in rascher Folge 40—50% der Bevölkerung befallen werden.

Die kleinen Epidemien ziehen sich lange hin und können die einzelnen Glieder einer Familie oft allmählich in mehrtägigen Intervallen erkranken. Die Ursache hierfür kennt man nicht.

Die Influenza ist eine kontagiöse Krankheit; in Großstädten erlischt sie wohl nie ganz. Den Influenzabazillus findet man in manchen Fällen noch lange nach der Krankheit im Körper und im Sputum; bei Tuberkulösen scheint die Influenza einen mehr chronischen Charakter annehmen zu können.

Nach der Ansicht mancher Autoren soll der Influenzabazillus sich abgeschwächt im Sekret der Nebenhöhlen der Nase halten können. Wie er dann zu erhöhter Virulenz gelangt, ist unbekannt.

## Zweites Kapitel.

### Typhus.

Der Abdominaltyphus ist eine in ganz Europa und außerhalb verbreitete Seuche; nur die Tropenzone soll von demselben weniger häufig befallen sein. In Deutschland war derselbe namentlich in den größeren Städten vor mehreren Jahrzehnten recht häufig, ist indes jetzt sehr zurückgegangen. Trotz der häufigen epidemischen Verbreitung der Krankheit hat man pandemische Wanderungen des Typhus nie wahrgenommen.

Als Krankheitserreger bei Typhus abdominalis wird der Eberthsche Typhusbazillus angesehen (siehe oben). Eine Reihe an zufälligen Laboratoriumsinfektionen haben die Pathogenität des reingezüchteten Typhusbazillus über allen Zweifel erhoben.

Die Krankheitskeime werden beim Typhuskranken spärlich abgeschieden; meist erst nach dem 8.—9. Tage findet man sie im Kote, keineswegs in allen Fällen. Im Harn findet auch gelegentlich, manchmal sogar sehr reichlich, die Ausscheidung von Typhusbazillus statt. Auch im Auswurf der Lunge können sie enthalten sein.

Behufs des Studiums von Typhusepidemien erwartete man von der Anwendung der Serumdiagnose wichtige Vorteile. Das Serum solcher Kranker zeigt auf Typhusbazillen agglutinierende Wirkung selten in den ersten Tagen der Erkrankung, meist zu Beginn der zweiten Woche, bisweilen aber erst in den Tagen der Rekonvaleszenz. Außerdem aber kann die Reaktion noch nach Jahren, ja nach einem Jahrzehnt nach überstandem Typhus auftreten. Die Stärke des Agglutinierungsvermögens ist sehr wechselnd. Man sieht die Reaktion als positiv an, wenn sie bei sehr starker Verdünnung

des Serums eintritt. Geringere Verdünnungen beweisen nichts, da auch Normalblutserum Agglutination herbeiführt. Es wird neuerdings auch angegeben, daß trotz nachgewiesener Typhusbazillen das Agglutinationsvermögen des Serums Erkrankter nahezu fehlen kann (Courmont), desgleichen, daß auch manche Typhusstämmen von hochwertigem Serum nicht agglutiniert werden. Die Serumdiagnose kann nach dem Gesagten nur mit Vorsicht verwendet werden.

Die frühesten diagnostischen Resultate gibt eine Blutuntersuchung.

Als Verbreiter des Typhus werden von manchen Autoren nur die Typhuskranken angesehen; auch dies ist unrichtig. Neben schweren Typhen kommen auch ambulante Fälle vor, bei denen die Krankheitserreger ausgeschieden werden, ferner halten sich bei Leuten, welche den Typhus überstanden haben, die Infektionserreger monatelang in den Ausscheidungen. Es gibt auch sogenannte Typhusträger, die jahrelang Typhusbazillen in der Gallenblase beherbergen und zeitweise davon ausscheiden. Die in Behandlung stehenden Personen sind also überhaupt nicht die einzigen Träger des Typhuskontagiums.

Sind die Typhusbazillen in den Ausscheidungen der Kranken, Rekonvaleszenten sowie anscheinend Gesunden vorhanden, dann kann ihre weitere Verbreitung eine sehr vielfältige sein. Sie wandern nach den Gossen, Kanälen, auf die Erdoberfläche; mit den Reinigungswässern aus den Waschküchen gleichfalls nach den Wasserläufen und dort, wo lokale Wasserversorgung besteht, erreichen sie wohl auch die Kesselbrunnen. Mit dem Abwasser gelangen sie nach Flußläufen, mit dem Dünger auf Felder und so eventuell in das Grundwasser und in Quellen.

Im Wasser (namentlich in kühlem) ist ihr Aufenthalt zwar ein länger dauernder als jener der Komnabazillen; sie vermehren sich aber nicht und sterben häufig nach einigen (etwa in sechs) Tagen ab, bezw. sie werden von Infusorien aufgefressen. Auf dem Boden werden sie sicher, und zwar unter Umständen monatelang auch bei Konkurrenz mit den anderen Mikroben, konserviert und können sich bei geeigneten Umständen auch vermehren. Sie sind Saprophyten und wachsen auf allen möglichen Nahrungsmitteln: Kartoffelabfällen, Brot, Fleisch u. dgl., deren Reste der Boden in der Nachbarschaft der Wohnungen genügend oft enthält. Der Fäulnis widerstehen sie monatelang und ebensolang der Austrocknung, obschon sie keine endogenen Sporen bilden. Die Bodentemperaturen erreichen zu den verschiedensten Zeiten des Jahres eine für ihre Entwicklung hinreichende Höhe. Die Temperaturen bleiben bei Trinkwasser meist niedrig. Alles dies zusammengenommen zeigt, daß die Aussaat über die Erdoberfläche weit mehr Wahrscheinlichkeit der Erhaltung und Vermehrung und die unbemerkten Wanderung der Keime als eine andere Art der Verbreitung gewährleistet. Ob den Typhusbazillen nicht etwa eine weitere Ausbreitung als Saprophyten zukommt, ist weder erwiesen noch widerlegt. In neuester Zeit hat namentlich Remlinger (*Annal. de l'institut Pasteur*, 1897) auf die weite Verbreitung von Typhusbazillen in der Natur und unabhängig vom Kranken hingewiesen.

Wenn nun die Verunreinigung des Bodens eingetreten ist, so gibt es mancherlei Wege, die von dort zu den Menschen führen. Der Staub kann Nahrungsmittel infizieren und durch die Atmung der Lunge die Keime zuführen. Von den Nahrungsmitteln können wohl alle gelegentlich

Träger von Typhusbazillen sein, am wichtigsten sind die Fälle, in welchen Nahrungsmittel roh (ungekocht) verzehrt werden, z. B. Milch, Butter; Eier, denn die Eischale ist für Typhusbazillen leicht durchgängig.

Die Möglichkeiten mit Typhuskeimen in Berührung zu kommen, sind sehr mannigfaltige.

Vor allem sind die Wege gegeben, auf denen Harn und Kot Infektionen auslösen können; sie sind oben genauer auseinandergesetzt worden.

Die Hebung der öffentlichen Reinlichkeit hat schon dieserhalb überall die glänzendsten Erfolge gegenüber dem Typhus zu verzeichnen.

Das Studium des Epidemieganges ist gerade bei dem Typhus außerordentlich schwierig, speziell soweit es sich um die unmittelbaren ätiologischen Beziehungen handelt; denn einerseits ist er oft eine epidemische Seuche, für die sich offenbar weit verbreitet die Keime finden, und andererseits hat er ein sehr lange dauerndes Inkubationsstadium, von 21 Tagen im Mittel; d. h. also nach eingetretener Erkrankung, kann die krankmachende Ursache mindestens lange vorher eingewirkt haben. Man erkennt, daß dies jede wissenschaftliche Untersuchung sehr erschwert. Wenn auch in einem gegebenen Falle durch eine einmalige starke Infektion eines Brunnens mit Typhusbazillen eine Ansteckung hervorgerufen worden sein mag, so würde man zur Zeit der Erkrankung des Individuums — und früher sucht man im allgemeinen nicht — dort keine Keime mehr finden. Und wenn man sie findet, dann brauchen sie wiederum nicht zur Zeit der Infektion vorhanden gewesen zu sein.

Hinsichtlich der Übertragung des Typhus von Kranken auf den Gesunden herrscht zwar keine vollkommene Übereinstimmung, aber doch insoweit, als wenigstens niemand den Abdominaltyphus für eine leicht ansteckende Krankheit halten wird.

In der ärztlichen Praxis bemerkt man zwei getrennte Verfahren, nach denen der Typhuskranke als Infektionsträger behandelt wird; in manchen Spitälern wird er streng isoliert, in anderen je nach den freien Betten nach einem beliebigen Saale verlegt.

Was die in neuester Zeit wieder völlig übertriebene Vorstellung von der Kontagiosität des Typhus und die Bedeutung des „Kontaktes“ für das Entstehen von Epidemien anlangt, so sollte man nicht verschweigen, daß trotz freier Behandlung einzelner Typhusfälle Typhusepidemien nicht entstehen müssen.

Die Typhusfälle trifft man namentlich dort, wo derselbe endemisch ist, in den verschiedensten Häusern einer Stadt in Behandlung; die Krankenpfleger bleiben im Verkehre mit ihren Bekannten, ohne daß in der Regel weitere Erkrankungen beobachtet werden. Als Grund dieser mangelnden Weiterverbreitung könnte die mangelnde individuelle Disposition angesehen werden; dies trifft sicher nur in wenigen Fällen zu. Freilich sieht man bei jenen, welche den Typhus überstanden haben, eine in der Regel 5–10 Jahre währende Immunität sich erhalten, wenn schon auch bisweilen nach viel kürzerer Zeit Rezidive beobachtet werden; von einer vollkommenen Durchseuchung einer Bevölkerung als eines die Verbreitung des Typhus hemmenden Moments wird kaum irgendwo gesprochen werden können. Vom Typhus wird nicht jede Altersklasse gleichmäßig befallen; als besonders disponiert gelten Personen zwischen 20–30 Jahren. Möglicherweise spielt bei der Verbreitung die Quantität und Virulenz der ausgeschiedenen Keime eine Rolle; doch fehlt es zurzeit an Kenntnissen hierüber. Die Verbreitung des Typhus zur Epidemie kann man kaum mit diesem Wege der Ausbreitung von Person zu Person durch direkten Kontakt allein in Verbindung bringen.

Sind sonach die Möglichkeiten einer Infektion im Einzelfalle sehr zahlreiche, so sagen diese Beobachtungen doch über die Ansteckungswahrscheinlichkeiten der Häufigkeit nach nichts aus.

Über die Ursachen, welche zu dem Entstehen der jeweilig auftretenden Epidemien Veranlassung geben, hat die nähere epidemiologische Forschung Aufklärung zu verschaffen.

Unter den Ursachen der epidemischen Verbreitung hat von jeher die Frage der Infektion durch Trinkwasser eine wichtige Bedeutung gehabt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß eine Reihe von solchen Epidemien durch Wasser, welches die Infektion vermittelt hat, entstanden sind. Sehr lehrreich sind in dieser Hinsicht die in Gelsenkirchen und Umgebung im Jahre 1901 vorgekommenen Epidemien in mehreren Orten.

Die größte Zahl der hieher gehörigen älteren Beobachtungen über Trinkwasserinfektion haben keinerlei wissenschaftliche Bedeutung. Laßt sich nun in mehreren gut beobachteten Fällen auch der epidemiologische Nachweis der Trinkwasserinfektion zweifellos erbringen, so fehlt es anderseits doch an einem Nachweise des Vorhandenseins der Typhusbazillen im Wasser. Die mehrfach in der Literatur weit verbreiteten Angaben über das häufige Vorkommen von Typhusbazillen im Wasser haben größtenteils gar keinen Wert. Man hat erst in der Neuzeit die Schwierigkeiten der Typhusbazillendiagnose voll erkannt. In einigen Fällen der Wasseruntersuchung ist es aber geglückt, Typhusbazillen aufzufinden.

Die Möglichkeit der Wasserinfektion wird häufig bei schlecht angelegten Kesselbrunnen gegeben sein; aber auch zentrale Filterwerke können versagen, und auch bei Quellenleitungen läßt sich, da das Drainagegebiet nicht immer dauernd vor dem Eindringen von Verunreinigungen geschützt ist, im allgemeinen von tadelloser Wassergewinnung nicht reden. An den großen Epidemien im westfälischen Industriebezirke ist das ungereinigte Flußwasser ätiologisch beteiligt gewesen.

Die zweite Möglichkeit der epidemischen Typhusverbreitung liegt nachgewiesenermaßen in der Infektion der Nahrungsmittel, wenn schon nicht zu leugnen ist, daß die Zahl der überzeugend wirkenden Beobachtungen viel kleiner ist als die Fälle der Wasserinfektion, und ihre Ausdehnung nicht die Bedeutung der letzteren erreicht.

Es gibt aber auch Epidemien, welche sich unter die vorgenannten beiden Modalitäten nicht unterordnen lassen. An der Hand langjähriger Beobachtungen hat vor mehreren Jahrzehnten v. Pettenkofer zuerst überzeugend dargetan, daß Typhusepidemien jahrzehntelang entstehen und vergehen können, ohne daß Wasserinfektion in Frage käme. Beispiele dieser Art sind die Typhusepidemien zu München der Jahre 1850—1870, die zu den umfangreichsten, hartnäckigsten, weil fast jedes Jahr wiederkehrend, gehörten.

Es läßt sich nicht verkennen, daß in manchen Orten, welche solche Epidemien der dritten Art aufwiesen, die öffentliche Reinlichkeit auf einem sehr niedrigen Stande sich befand, sowohl was die Straßen als den Betrieb zahlloser mit starker Verunreinigung einhergehender Gewerbe (Schlachtereien), als die Reinlichkeit im Hause (mangelhafte Klosetteinrichtungen) und des Untergrundes (Kanalisation) betrifft.

Den Beweis dafür, daß diese Momente zusammen genommen hinreichen, eine Epidemie zu begünstigen, kann man darin finden, daß die systematische Entwässerung (Kanalisation), welche ja auf die gesamte Reinigung in und außer dem Hause den größten Einfluß besitzt, diese Epidemien völlig ausgerottet hat.

Ein wichtiger Zentralpunkt der Typhusepidemien, der seinesgleichen kaum fand, war München. In den Fünfzigerjahren war die Sterblichkeits- wie Erkrankungsziffer eine ganz ungeheure; im Jahre 1858 starben nicht weniger als 334 per 100.000 Einwohner an der Seuche. Durch die Verbesserung der Bodenreinheit, Dichtmachen der Senkgruben, Ausdehnung der Kanalisation ist die Stadt allmählich typhusfrei geworden. In den Jahren 1891—1900 starben von 100.000 Einwohnern nur fünf an Typhus, also sechzigmal weniger wie 1858. Ähnliche, nur nicht so gewaltige Unterschiede hat man auch in anderen Städten gesehen. Trotzdem in München auch heutzutage einige Typhusfälle beobachtet werden und diese Kranken im freien Verkehre mit der Familie und ihren Bekannten stehen u. s. w., bleibt jedwede epidemische Verbreitung des Typhus vollkommen aus; ein Beweis, daß die von dem Kranken abgegebenen Krankheitsstoffe allein zur Erzeugung einer Epidemie nicht genügen.

Bei Epidemien des dritten Typus zeigen sich zeitliche Schwankungen im jährlichen Verlaufe. Um zu erfahren, wann im allgemeinen die Infektionen bei einer Epidemie eingetreten sind, deren Todesfälle man kennt, muß man die mittlere Krankheitsdauer sowie das Inkubationsstadium in Rechnung ziehen. Führt man diese Rechnung durch, so findet man für viele solche Epidemien, daß die Infektionen zwischen Juli bis Dezember entstehen.

Im Juli	bis August	in Chemnitz
„ August	„ September	„ Berlin, Breslau, Frankfurt a. M., Kopenhagen
„ September	„ Oktober	„ Leipzig, London, Paris
„ Oktober	„ November	„ Hamburg, Stuttgart
„ Dezember	„ Jänner	„ Prag, München.

Von einem Einflusse der Temperatur kann mithin nicht gesprochen werden. Eine Gleichzeitigkeit zeigen die Typhuserkrankungen mit dem Stande des Grundwassers; letzteres ist, wie früher auseinandergesetzt wurde, im Steigen und Sinken ein Maßstab für das den Boden durchströmende Wasser, also für steigenden und sinkenden Feuchtigkeitsgehalt der über dem Grundwasser liegenden Bodenschicht. Das Grundwasser ist ja keineswegs allein von der Regenmenge abhängig. Die Regelmäßigkeit der Schwankungen von Typhus und Grundwasser ist durch so viele Beobachtungen sichergestellt und zwar für München, Berlin, Prag, Salzburg, daß über die Beziehungen kein Zweifel herrschen kann.

Bei steigendem Grundwasser nimmt die Zahl der Typhusinfektionen ab, bei sinkendem zu (v. Pettenkofer, Buhl). Der nähere Zusammenhang mit der Entwicklung oder Verbreitung des Infektionsstoffes liegt also höchstwahrscheinlich in der Bodenfeuchtigkeit. Erhöhte Trockenheit des Bodens stellt ein für die Entwicklung von Epidemien günstiges Moment dar. Die Schwankungen des Grundwassers sind an sich vollkommen gleichgültig, wenn nicht die Typhusbazillen eingeschleppt worden sind.

Es ist einleuchtend, daß; wenn in der Bodenfeuchtigkeit ein Moment für die Entwicklung von Epidemien erwiesen ist, dieses Moment auch wirksam sein kann, wenn sich an einem engbegrenzten Orte solche Feuchtigkeitschwankungen finden, die sich im Gange des Grundwassers, das ja die Feuchtigkeitsverhältnisse einer großen Bodenstrecke anzeigt, nicht ausprägen.

Man hat den Einfluß der Schwankungen der Bodenfeuchtigkeit auf den Typhus so verwerten wollen, daß man sagte, bei fallendem Grundwasser sei das Gefälle der aus den Senkgruben ausströmenden, mit Typhuskeimen verunreinigten Jauche lebhafter als sonst. Diese Anschauung ist eine durchaus irrig; das, was aus einer Senkgrube durch Undichtigkeiten ausströmt, hängt von der in der Senkgrube stehenden Flüssigkeitssäule, nicht aber von dem tiefer als die Senkgrube liegenden, manchmal bis 20 und 30 Fuß tieferen Grundwasserspiegel ab.

Wenn der Typhus in einer Stadt in sich wiederholenden Epidemien auftritt, erkennt man nicht selten ein typisches Ergriffenwerden bestimmter Häuser sowie das Freibleiben anderer.

Die Maßregeln, welche man gegen die epidemische Ausbreitung des Typhus zu nehmen hat, sind durch zahlreiche Beobachtungen erprobt. In erster Linie steht eine geeignete Fürsorge für öffentliche Reinlichkeit, richtige und zweckmäßige Beseitigung der Abfallstoffe. Mit Durchführung dieser Maßregel ist der Typhus aus manchen Orten geradezu verschwunden.

Die Verbreitung des Typhus fand in früheren Zeiten vielfach von den größeren Städten nach der Umgegend statt; mit der Ausrottung solcher spezifischer Typhusnester hebt sich auch der Gesundheitszustand der Umgegend.

Im Körper des Typhuskranken wird eine Vermehrung des Krankheitsstoffes erzeugt und unter geeigneten Umständen können Kranke den zum Ausbruch einer Epidemie genügenden Infektionsstoff ausscheiden; man wird also bei den ersten eingeschleppten Fällen auf die Desinfektion der Abgänge (Harn, Kot, Sputum) Rücksicht nehmen müssen.

Die Verbesserung der Wasserversorgung bleibt unter allen Umständen eine wichtige sanitäre Maßregel. Auf Dörfern und bei lokaler Wasserversorgung wird man nicht umhin können, der Dichtigkeit der Kesselbrunnen mehr Aufmerksamkeit zu schenken wie bisher.

Literatur: Pettenkofer, Buhl. Port u. a., Zeitschrift f. Biologie, Bd. I, II, IV, VI, VIII, IX. — Liebermeister, Handbuch v. Ziemssen. — Brouardel, La Fièvre typhoïde, 1895. — Corfield, Typhoid fever, London 1902. — Gärtner, Die Quellen in ihren Beziehungen zum Grundwasser und zum Typhus, 1902. — Jaeger H: Zur Kenntnis der Verbreitung des Typhus durch Kontagion und Nutzwasser, Zeitsch. für Hyg. Bd. X, 197.

### Der Paratyphus.

In neuester Zeit sind in mehreren Fällen Erkrankungen, die unter dem Bilde des Abdominaltyphus, in Milzschwellung, Roseola, verliefen, auch in großer Zahl auftraten, näher bakteriologisch untersucht worden, ohne daß echte Typhusbazillen nachzuweisen waren. Die dabei aufgefundenen Keime nehmen eine Mittelstellung zwischen ersterem und dem typischen Bacterium coli ein. Man nennt bis jetzt diese Erkrankungen Paratyphus. Todesfälle sind bis jetzt sehr selten gewesen. Die Krankheit ist gleichzeitig mit dem Auftreten echter Typhusfälle von Kurth beobachtet worden.

Für alle epidemiologischen Betrachtungen hat dieses Vorkommen von zwei klinisch bisher nicht scheidbaren Erkrankungen anscheinend eine große Bedeutung.

### Cholera.

Die Cholera ist eine wahrscheinlich seit den ältesten Zeiten in Indien, und zwar in der Gangesniederung einheimische Seuche.

Die Krankheitserscheinungen sind von verschiedener Schwere. Bei der typischen Cholera treten zunächst unbestimmte Prodromalerscheinungen auf, Schwindel, Ohrensausen, Kalte der Hände und Füße, Herzklopfen, Kollern im Leibe und dann die sogenannte prämonitorische Diarrhöe. Der Choleraanfall, meist nachts beginnend, charakterisiert sich durch Erbrechen und Durchfälle, die eine reiswasserähnliche, graue Farbe haben. Nach wenigen Stühlen verstärkt sich das Ohrensausen; Schluchzen, Muskel-

schmerz und Wadenkrämpfe treten hinzu. Die Stimme wird heiser (Vox choleric), die Harnsekretion sistiert, die Haut wird cyanotisch und trocken, erhobene Falten bleiben stehen. Unter verstärkten Muskelschmerzen, qualendem Durst, Krämpfen, aber ungetrübtem Bewußtsein beginnt die Eigentemperatur zu sinken (Stadium algidum) dann tritt der Tod ein.

Bei der Cholera sind alle Erscheinungen gleich jener der Cholera, doch fehlt das Stadium algidum; die leichteste Form, die Cholera diarrhoe, zeigt Erbrechen und Diarrhoe, keine weiteren Symptome. Die Cholera nostras hat nichts mit echter Cholera zu tun. Die Mortalität betrug bei Cholera in den Epidemien aller Länder im großen und ganzen 60% mit nur sehr geringen Schwankungen.

Die Inkubationszeit beträgt nach Günther 1—17 Tage, im Mittel 6 Tage, nach Gruber 1—15 Tage, im Mittel 5.5 Tage.

Die Cholera ist für Deutschland, wie die übrigen Länder der Welt, die Gangesniederung ausgenommen, eine importierte Seuche, welche nach oftmaliger Einwanderung stets wieder zum Erlöschen kam. Sie tritt aber bei uns, wenn sie eingeschleppt ist, ebenso heftig und verheerend auf wie in ihrer Heimat. Im Mittelpunkt des endemischen Gebietes sterben von 10.000 Lebenden in Kalkutta 25.22, in Noakhally 49.5, in Dinapore 6.0; im Kreise Leobschütz in zwölf Epidemiejahren durchschnittlich 33.4, in Neisse 29.7, in Oberbayern 25.9.

Die Tendenz zum Wandern zeigt die Cholera erst seit Anfang des vorigen Jahrhunderts. Im Frühjahr 1817 trat sie am Brahmaputra auf, durchzog Niederbengalen wie Kalkutta, im März 1818 Hindostan, Dekhan, die östlichen und westlichen Teile Indiens, dann die nördlichen bis gegen das Pandjab.

1818 überschritt sie zum erstenmal ihr Heimatgebiet und griff auf Ceylon über, und nun legte sie im raschen Fluge weite Strecken zurück. 1820 erschien sie in Zanibar, auf den Molukken, Philippinen, in China, 1822 in Nagasaki. Aber auch nördlich drang sie in diesen Jahren weiter. Nachdem sie 1821 an die persische Küste und Bagdad vorgerückt war, verbreitete sie sich 1822 in Vorderasien bis Syrien und 1823 durch Persien auf russisches Gebiet nach Transkaukasien, Tiflis und Baku, von da nach Astrachan an der Wolga, wo sie während des Winters erlosch. Das war die erste Pandemie, die den Zeitraum von 1817 bis 1823 umfaßte.

Die zweite Pandemie 1826—1837 sollte Europa verhängnisvoll werden; 1826 rückte die Seuche in allmählichen Vorstößen nach Lahore, nach Chiwa und erreichte 1829 in Orenburg die europäische Grenze, wo sie 1830 erlosch. Zu gleicher Zeit hatte sie Persien durchzogen und war 1830 an den Ufern der Wolga in Astrachan angelangt und erreichte tief im Innern Rußlands Nowgorod. Nach einer kurzen Pause während des strengen Winters trat sie im Frühjahr 1831 wieder in Rußland auf und kam von da auf mehreren Wegen nach Deutschland von Warschau über Kalisch nach Posen, durch russische Kriegsschiffe nach Danzig, und über die galizische Grenze drang sie in Österreich ein. Die Wanderzüge waren sehr mannigfaltige; sie drang von Hamburg aus 1831 nach England, 1832 von England nach Frankreich und von dort nach Belgien, Luxemburg und die Niederlande vor. Im gleichen Jahre wurde auch Amerika durch irdische Einwanderer in Kanada infiziert. 1833 entwickelte sie sich in Portugal und Spanien, 1834 in Südfrankreich, 1835—1836 in Italien, 1837 brach sie nochmals von Triest aus nach Österreich und nördlich weiterziehend nach Süddeutschland, das bis dahin verschont geblieben war, vor.

Auch die dritte Pandemie 1846—1863 nahm von Indien den Landweg nach Europa und drang durch Rußland in Deutschland ein, wo sie den Süden und Südwesten während des ersten Teiles der Pandemie verschonte. Im Jahre 1850 war allenthalben ein gewisser Stillstand eingetreten und nur kleine Seuchenherde zu verzeichnen, die sich dann mehrten und einen neuen heftigen Ausbruch hervorriefen, der dann auch die bis dahin verschonten Gebiete Deutschlands betraf. Eine vierte Pandemie erstreckte sich auf die Jahre 1863—1875.

Die fünfte pandemische Verbreitung der Cholera beginnt mit dem Jahre 1883. 1883 herrschte in Ägypten eine heftige Epidemie; seit der Eröffnung des Suezkanals (1869) die erste trotz des lebhaften Verkehrs. 1884 erlosch sie in Ägypten. Sie brach aber im Juni in Toulon und Marseille aus, befiel bald darauf Spanien (August und September) und kehrte 1885 in Spanien wieder (94.000 Tote). England hatte eine Reihe eingeschleppter Fälle, blieb jedoch im übrigen frei. In Italien dauerte

die Cholera 1886 fort. Italien hatte sich von Anfang an durch strenge Absperrungsmaßregeln und Truppenkordons schützen wollen, jedoch ganz ohne Erfolg. In Oesterreich bezw. Ungarn herrschte die Cholera im Juni 1886 bis Ende Jänner 1887. Von Fiume aus wurden Kroatien, dann die Flußtäler der Raab, Donau, Theiß ergriffen, dann Nordungarn. April 1887 berichtete man von Pest über choleraverdächtige Fälle.

1888 häuften sich die Cholerafälle in Indien über die regelmäßige Zahl hinaus, besonders in Bombay und Madras, in Singapore war eine heftige isolierte, die Stadt freilassende Gefängnisepidemie. Auch Benares ward ergriffen. In Europa herrschte keine Cholera, wohl aber größere Epidemien in Südamerika, Niederländisch-Indien, auf den Philippinen, in China. Auch 1889 war in Indien ein sehr ergiebiges Cholerajahr; die Cholera dehnte sich im August nach Mesopotamien, Persien, Bagdad aus. Europa blieb frei.

1890 hebt die Cholera im Mai in Mesopotamien wieder an, nachdem sie im Jänner erloschen war; im Juli folgt ein großer Ausbruch in Mekka (2,8% Sterblichkeit der Bevölkerung).

Im Mai tritt sie gleichzeitig in Spanien und im Jänner plötzlich auch in Japan auf. Die spanische Epidemie (5473 Tote) hält sich Juli, August, September und ist am Oktober im Erlöschen. Sie begann in Rugat ohne bekannte Einschleppung. 1891 hielt sich die Cholera in Persien. Im Sommer 1892 beginnt ein neuer Vorstoß nach Baku, Tifis, Astrachan, im Juli von hier, dann Wolga aufwärts über Saratow, Kasan, und nach dem Westen, nach Petersburg, Moskau.

Im Frühjahr 1892 (April) war im Zuchthause Nanterre eine heftige Choleraepidemie entstanden; woher sie eingeschleppt wurde ist völlig unbekannt. Im übrigen Frankreich, Deutschland, Italien gab es damals keine Cholera. Sie beschränkte sich auf einige Orte in der Umgebung von Paris, auf einige Fälle in Paris (Juli), zur Epidemie in letzter Stadt kam es nicht. Mitte August wurde Havre ergriffen. Am 20. August kamen Fälle in Altona und Hamburg vor, eine sichere Quelle der Einschleppung hat sich nicht finden lassen; Havre oder Einschleppung durch russische Provenienzen waren das Nachstliegende. In Hamburg nahm die Seuche bald große Dimensionen an: am 30. August war die Zahl der Erkrankungen auf 1081 und die Todesfälle auf 484 gestiegen, dann fiel die Zahl derselben bis 24. Oktober weiter ab.

Von Hamburg aus waren die Krankheitsfälle weiter verschleppt worden: nach Schleswig-Holstein, Mecklenburg. Es mögen aber wohl auch besondere Einschleppungen von außerhalb Deutschland für manche Vorkommnisse in Frage kommen. Einzelne Fälle kamen an der Unterelbevor, ferner in Bremen und im Wesergebiete, in Berlin, Stettin.

Die Cholera dehnte sich in Frankreich, Belgien, den Niederlanden aus, und von hier kamen wohl auch die Infektionen im Rheingebiete zu stande. Auch im Weichselgebiet kamen Einschleppungen vor. In Hamburg entstand im Winter vom 5. Dezember 1892 bis 3. März 1893 eine kleine Nachepidemie mit 65 Erkrankungen, ähnlich in Altona. Im Jahre 1893 hatte Hamburg in der Zeit vom 15. August bis 16. November eine kleine Epidemie mit 202 Fallen, Altona 14 Fälle.

Die Cholera wird durch den Verkehr verschleppt, und zwar durch den Transport des Cholera vibrio; sie entsteht nicht autochthon.

Diesen allgemein anerkannten Satz suchen neuere Beobachtungen Sanarellis umzustossen, indem er darauf hinweist, daß man in den Gewässern häufig choleraähnliche Vibriolen trafe, und diese ließen sich künstlich ineinander überführen, oder sie erlangen in der freien Natur eine Änderung ihrer Eigenschaften, werden pathogen. Dadurch kann dann die Cholera verbreitet werden. Die Cholera konnte also danach doppelten Ursprunges sein: 1. eingeschleppt, 2. autochthon entstanden. Die wissenschaftlichen Tatsachen erscheinen nicht ausreichend zur Begründung dieser Lehre.

Da nicht jeder Cholera Kranke jederzeit die Vibriolen ausscheidet, und dieselben oft nur spärlich im Stuhle vertreten sind, kann schon aus diesem Grunde die Cholera nicht immer der Spur der Cholera Patienten folgen. Der Schwerkranke kann überhaupt die Cholera nicht durch die Wanderung weiter verbreiten, weil er, von dem Schifftransport abgesehen, nicht reisefähig ist.

Für die Verbreitung von Cholera liegt der Schwerpunkt darin, daß die Cholera Kranken vor ihrem Anfall häufig längere Zeit schon die Keime in sich tragen und ausscheiden, ferner darin, daß Cholera Kranke

und die Diarrhöekranken reichlich Vibrionen ausscheiden, endlich in dem Vorkommen von Vibrionen bei völlig Gesunden. Diese leicht Erkrankten sind gelegentlich auch weit überwiegender an Zahl als die Cholerakranken, d. h. offenkundig Leidenden. Die Zahl der Gesunden, welche Cholera verschleppen, läßt sich auch nicht annähernd schätzen.

Nach allen Erfahrungen scheiden die Leichtkranken und Gesunden Vibrionen aus, die nach unseren Methoden beurteilt, von jenen der Schwerkranken und tödlich verlaufenden Fällen nicht zu trennen sind. Der Ansteckungsstoff kann also in der verschiedensten Weise durch Personen weiter getragen werden; wir vermissen sehr häufig bei den Choleraepidemien den Einschlepper. Die Bemühungen, einen solchen aufzufinden, sind natürlich in vielen Fällen ganz erfolglos, weil dem die Krankheit Einschleppenden nicht angesehen werden kann, daß er ein Infektionsträger ist. Dieser Umstand macht daher alle Absperrungsmaßregeln und ärztlichen Visitationen gegenstandslos.

Neben der Verschleppung durch die Person kommen Verschleppungen der Vibrionen mit Gegenständen kaum in Betracht; jedenfalls spielen dieselben für die Wanderung von Land zu Land keine Rolle; am häufigsten noch scheinen die Vibrionen an Wäsche und Kleidungsstücken sich zu halten.

Wie die Übertragung der Krankheit auf den Menschen vor sich geht, darüber waren zu allen Zeiten die Meinungen der Beobachter streng geteilt; die einen legen Kontagiosität zu Grunde, die anderen lassen die Choleraansteckungen vom Boden ausgehen (Lokalisten).

Wenn man die Beobachtungen über die direkte Übertragung der Cholera auf Gesunde sammelt, so muß man es auffällig finden, daß in allen bekannteren Epidemien, bis auf diejenigen unserer Tage, Ärzte und Wärter, obschon diese im höchsten Grade durch Übertragung gefährdet sind, in keiner größeren Lebensgefahr schweben als diejenigen, welche jede Berührung mit Cholerakranken meiden. Ebenso spricht die Seltenheit und Beschränktheit der Schiffsepidemien gegen die Häufigkeit direkter Ansteckung. Ferner auch die in Berlin wie anderwärts gemachte Erfahrung, daß die Cholera eine Unzahl einzelner Krankheitsfälle und selten Gruppenkrankungen in einem Hause erzeugt. Die einzelnen in der Familie behandelten Cholerafälle werden nicht wieder ein Krankheitsherd, sondern bleiben zumeist isoliert. Von 740 in der Privatpraxis zu Berlin behandelten Fällen kamen 1873 nicht weniger als 493 Fälle in Häusern mit je einer Erkrankung, 105 Fälle in Häusern mit je zwei Erkrankungen, drei Fälle waren bei 38 und vier Fälle bei 18 Häusern gegeben.

Die direkte Ansteckungsgefahr kann also unter keinen Umständen eine erhebliche sein; da aber doch der Cholerakranke die Cholera verbreitet, so muß die indirekte Ansteckung weit wirksamer sein, d. h. die Choleravibrionen müssen bei einzelnen Fällen besondere Bedingungen finden, wodurch sie auf eine Mehrheit von Personen übertragen werden.

Um über die Infektion mit Choleravibrionen ins klare zu kommen, haben nach dem Vorgange von Pettenkofer und Emmerich mehrfach Versuche stattgefunden, sich mittels Aufnahme

von Cholerakulturen zu infizieren. Auch mit Reinkulturen anderer Vibrionen hat man experimentiert. Der Magen wurde teils mit Soda neutralisiert, teils nicht. Von den Experimentatoren sind manche gar nicht, manche mit leichten Diarrhöen, ein Fall mit schweren Erscheinungen erkrankt; gestorben ist niemand. Die eine schwere, von Metschnikoff beobachtete Erkrankung erinnert entschieden an Cholerae, Vibrionen waren teils im Stuhle enthalten, teils fehlten sie. Die Experimente sprechen also nicht gegen die aus anderen Gründen gefolgerte geringe direkte Ansteckungsfähigkeit der Cholera, zumal die aufgenommenen Kulturmengen in den Experimenten sehr erhebliche gewesen waren. Mit den Keimen von Finkler, Prior, Denecke, mit Kokken hat man zwar auch Wirkungen auf den Darm erzielt, doch scheint eine mit febriler Steigerung einhergehende Reizung dabei vorzuliegen. Die durch den Darm gegangenen Cholerakeime waren nach Metschnikoff weniger tierpathogen als vorher.

Man will die mangelnde Übertragbarkeit der Cholera manchmal dadurch erklären, daß man im Verkehre mit Cholerakranken sich eine gewisse Vorsicht auferlege und eine aus dem Reinlichkeitsgeföhle entspringende Achtsamkeit vor Beschmutzung mit dem Erbrochenen und den Reiwasserstühlen nicht aus dem Auge lasse oder daß doch wenigstens die auf direktem Wege eingeföhrt Menge von Infektionsstoff gering sein dürfte, ferner durch den Umstand, daß die Dejektionen der Kranken feucht seien und nicht leicht zerstauben oder vor dem Zerstauben aus den Wohnräumen entfernt werden. Diese Erklärungsversuche sind alle nicht stichhaltig.

Die Cholera zeigt sich allerorts zunächst in einem gewissen Zusammenhange mit den klimatischen Verhältnissen.

Die Cholera erlischt überall, wo sie außerhalb Indiens aufgetreten ist, auch in tropischen Gegenden, nach kurzer Zeit; dies könnte man durch die Durchseuchung aller empfänglichen Individuen erklären wollen. Diese Annahme scheint nicht berechtigt. Im endemischen Gebiete der Cholera sterben Jahr für Jahr mit großer Regelmäßigkeit Tausende, und heftige Epidemien können Jahre andauern, ohne sich wegen Durchseuchung der Bevölkerung zu beschränken.

Es muß also neben der Verbreitung der Kommabazillen und neben der Empfänglichkeit der Individuen noch eine dritte Bedingung geben, welche die Ausbreitung derselben möglich macht, und wo sie fehlt, sie vernichtet. Die Natur der Sache lenkt die Aufmerksamkeit auf die Verhältnisse der saprophytischen Erhaltung des Kommabazillus. Auf eine solche weisen auch die epidemiologischen Beobachtungen, die man gemacht hat, hin. Es kehrt das, was die großen Seuchenzüge in toto lehren, im Rahmen der kleinen Epidemien wieder.

Die Cholera wird durch den Verkehr verbreitet, aber trotzdem überschreitet sie die Grenzen des endemischen Gebietes nur zeitweise; der Verkehr allein bestimmt noch nicht die Verbreitung und die Häufigkeit desselben und seine Raschheit spiegelt sich nicht in dem raschen Fortschreiten der Pandemien wieder.

Diese seit den Dreißigerjahren des vorigen Jahrhunderts bekannte Tatsache der Besonderheiten und die launenhafte Verbreitung der Cholera lassen sich durch Zufälligkeiten der Infektion, durch die persönliche Dis-

position, die allerdings eine verschiedene, für die späteren Altersklassen erhöhte ist, oder durch geringfügige Unterschiede der Lebensgewohnheiten (Reinlichkeit, Unreinlichkeit) nicht erklären; denn die Ungleichheiten bestehen in Indien, bei den Kosaken, in Deutschland wie in England, und trotzdem überall in allen Ländern dieses oftmalige Vermeiden der durch den Hauptverkehr angedeuteten Wege der Ansteckung.

Zu den häufigst vertretenen Theorien gehört die Annahme, daß die Cholera durch den Genuß infizierten Wassers übertragen werde, und in der Literatur finden sich solche Ereignisse verzeichnet. Meist handelt es sich um eine ungleiche Verteilung der Cholerafälle in einer Stadt und um die Gruppierung derselben im Verlaufe einer Leitung, eines Brunnens u. dgl., während andere Teile der Wasserversorgung frei bleiben. Ein solcher Fall lag bei der Vauxhall und Lambeth Co. in London vor; beide hatten in ihrem Versorgungsgebiete 1849 gleich viel Cholerafälle (11·8 beziehungsweise 12·5%). Die Lambethleitung verlegte ihre Schöpfstelle, und 1854, als die Cholera wiederkehrte, wurden von den Konsumenten des Lambethwassers nur 3·7%, von den Vauxhallwasserkonsumenten 13% ergriffen. Die Koinzidenz ist nicht zu bezweifeln, aber ob überhaupt eine Infektion des Wassers vorlag, ist unbekannt. In vielen anderen Fällen hat man das Wasser angeschuldigt, ohne daß die statistischen Erhebungen etwas Beweisendes ergeben hätten (London 1866, Epidemien in Genua).

Die Cholera verbreitet sich sehr häufig in Ortschaften, die an einem Flusse liegen, aber diese Verbreitung entspricht nicht etwa direkt dem Wasserlaufe, so daß ein Transport der Abgänge als die Ursache anzusprechen wäre, sondern sie geht ebenso gut flußaufwärts. Ein typisches Beispiel sind hiefür die Wanderungen den Ganges aufwärts und der alte Seuchenzug von Astrachan nach Saratow die Wolga aufwärts. Im norddeutschen Tieflande sieht man den mächtigen Einfluß des Verkehrs auf den Strömen; fast immer, allerdings nicht ausschließlich, sind es Schiffer und Flößer, bei denen die ersten Erkrankungen festgestellt werden, aber durch den Umstand, daß dieselben mit ihren Familien, auch im kranken Zustand noch reisen können, vielleicht die Lebensweise macht sie zu eminenten Trägern des Kontagiums. Auch in solchen Gegenden, in welchen der Flußverkehr keine Rolle spielt oder nur ein einseitiger Verkehr flußabwärts gerichtet ist, entwickelt sich Cholera in diesen Gebieten. Naturgemäß wirkt hiebei mit, daß man Straßen und Verkehrswege im allgemeinen in Flußtalern anzulegen pflegt.

In den letzten Epidemiejahren hat man die Untersuchung des Wassers auf das Vorkommen von Kommavibrien näher in Betracht gezogen und dabei entdeckt, daß die Flußläufe zu manchen Zeiten Vibrien führen, welche den Choleravibrien sehr nahe stehen, und zeitweise echte Choleravibrien. Früher kannte man nur wenige Fälle von Vorkommen der Vibrien außerhalb der Cholerakranken. Daß man sie in nächster Nähe eines Ortes findet, wo die Abgänge von Cholerakranken in Wasser gelangen, kann füglich nicht wundernehmen. Die Neuzeit hat aber gelehrt, daß Vibrien in der Elbe, Saale, Oder, Rhein, Weser, Spree, Havel, Donau zu gewissen Zeiten sich finden. (Günther, Dunbar, Wernicke, Neißer, Heider u. a.) Ihre Beziehungen zur Cholera sind noch nicht ge-

nügend geklärt. Sie fanden sich zum Teil reichlich und andauernd in Choleraorten vor und nach der Epidemie, aber auch an vielen Orten, wo überhaupt Cholera nicht vorkam. Ihre Anwesenheit im Wasser beweist, daß in den Gewässern, vielleicht nur an bestimmten Stellen oder der Nähe von solchen die Ernährungsbedingungen zum Wachstum der Cholera verwandter Vibrionen gegeben sind. Die Anwesenheit solcher Vibrionen im filtrierten Trinkwasser beweist, wie wenig man sich auf die Wirksamkeit solcher Filtrationsanlagen verlassen kann.

Ungemein häufig ist die Anwesenheit von Cholera-vibrionen im Wasser durch Hankin in Indien konstatiert worden. Es kommen dort vielfach auch sporadische Cholerafälle vor, welche sich zu solchen Untersuchungen über den Infektionsmodus besser eignen als die zahllosen Fälle einer Epidemie. Hankin fand sehr häufig die Cholera-vibrionen in den Wasserschläuchen der Indier (Mussaks). Entweder war das Wasser, das geschöpft wurde, von vornherein infiziert, oder es waren die Vibrionen von außen durch den Schlauch eingewandert, durch äußere Beschmutzung mit Keimen, also ähnlich wie Wilm die Einwanderung der Cholerakeime ins Hühnerei experimentell nachgewiesen hat. Auch auf Gurken wurden die lebenden Vibrionen gefunden, zahlreich auch in Brunnen. Doch wäre die Nachprüfung dieser Angabe von größter Wichtigkeit.

Die Verbreitung von Cholera-vibrionen ist also auch außerhalb einer Epidemie im endemischen Gebiete eine sehr große; unerklärlich bleibt aber, warum nur ein kleiner Teil der Bevölkerung infiziert wird. Möglicherweise ist die Virulenz solcher Vibrionen geringer, obschon die bakterielle Prüfung und der Tierversuch eine solche Verminderung nicht erkennen ließen. Das Erlöschen einer Choleraepidemie deckt sich nach Hankins Beobachtungen nicht mit dem Verschwinden der Vibrionen im Wasser. Die Vibrionen finden sich an sehr vielen Orten, nicht selten in Brunnenwasser, manchmal noch während der ersten 2—3 Monaten nach einer Epidemie. In Rampur (endemisches Gebiet) fanden sich aber noch nach einem Jahre nach dem Auftreten der Cholera in 50% der Brunnen die Cholera-vibrionen. In Allahabad waren 1895, als die Pilger sich zu sammeln begannen, 23% der Brunnen infiziert, ohne daß Cholera ausgebrochen war, die Zahl stieg dann auf 70%.

In ähnlicher Weise machte sich in der Hamburger Nachepidemie im Jahre 1893 das Vorkommen von Cholera-vibrionen im Wasser der Elbe vor dem Ausbruche dieser Epidemie geltend (Rumpel).

Bemerkenswert ist auch, daß bei uns die in Cholera-jahren so häufigen, den Cholera-vibrionen kulturell nahestehenden Spezies von Vibrionen in den Flußläufen später nicht aufzufinden sind.

Auch in Abwässern (Paris, Berlin) trifft man auf choleraähnliche Keime. Neben diesen naheverwandten Spezies hat man Komma-vibrionen gefunden, deren Natur als Cholera asiatica-Vibrionen in mehreren Fällen sichergestellt erscheint: in der Nähe Nietlebens im Saalewasser, als eine Epidemie in der Irrenanstalt herrschte, und in dem Leitungswasser derselben Anstalt, welche sich mit Saalewasser versorgte (Koch); auch in dem Elbewasser, ferner in Hamburg und anderen Orten. Es liegt in solchen Fällen sehr nahe, in

der Anwesenheit der Choleravibrionen den Beweis der Infektion zu sehen, und es fordert die Überwachung des Wassers dringende Beachtung.

Neben dem Wasser kommen als Verbreitungsmöglichkeiten, die erwiesen sind, infizierte Nahrungsmittel in Betracht. Beachtenswert ist der Umstand, daß die Choleravibrionen feine kapillare Räume leicht durchwandern, z. B. die Hühnerschale (Wilm). Sie sind in kurzem im Innern des Eies nachzuweisen.

Die Erfahrungen des Laboratoriums sprechen dafür, daß die Choleravibrionen in reinem Wasser und in Konkurrenz mit den Wasserbakterien bald zu Grunde gehen, so daß man bei unserem Klima in Brunnen eine Ansammlung der Keime nicht zu befürchten hätte. Anders natürlich in den Tropen. Auch in dieser Hinsicht wird aber erst durch Erfahrungen während der Epidemien ein definitives Urteil gefällt werden können.

Die Cholera vermag sich unzweifelhaft an Orten, wo jede Beteiligung der Wasserversorgung ausgeschlossen erscheint, epidemisch zu verbreiten.

Aus den Erfahrungen über die Ausbreitung der Cholera hat man einige wichtige Faktoren zum Zustandekommen von Epidemien abgeleitet. Man weiß, daß die Cholera, wo sie auftritt, eine ausgesprochene zeitliche Disposition zeigt, d. h., daß die Cholerafälle nur zu gewissen Monaten beobachtet werden. Die zeitliche Disposition ist in Indien in dem Regenfalle zu suchen; denn die Temperaturunterschiede sind wohl zu gering, um dort in Frage zu kommen. Auch in Deutschland ist in allen Epidemien die zeitliche Disposition ausgedrückt. Die Cholera-todesfälle verteilen sich in allen Epidemien auf die einzelnen Monate in Preußen folgendermaßen:

April . . . . .	0	Oktober . . . . .	210
Mai . . . . .	2	November . . . . .	106
Juni . . . . .	26	Dezember . . . . .	44
Juli . . . . .	50	Jänner . . . . .	14
August . . . . .	202	Februar . . . . .	4
September . . . . .	338	März . . . . .	2

Der Verlauf erinnert einigermaßen an die früher gegebene Darstellung der Mortalität der Kinder an Sommerdiarrhöen. Es ließe sich denken, die zahlreichen Fälle in den Sommermonaten wären etwa auf eine besondere günstige persönliche Disposition um diese Zeit zurückzuführen, z. B. auf den Genuß von ungekochten Speisen, Früchten, auf disponierende Darmkatarrhe; das sind aber alles Ursachen, die nicht allein diese hochgradige Mehrung erklären. Die Cholera tritt meist auf bei fallendem Grundwasserstand, d. h. sie tritt auf, wenn nach vorher feuchtem Wetter einige Zeit hindurch trockenes Wetter herrscht hat.

Das an verschiedenen Orten ungleich heftige oder milde Auftreten der Cholera hat man auf lokale Bodenverschiedenheiten zurückgeführt. Begünstigend für das Auftreten der Cholera wirkt ein poröser und von Schmutz durchtränkter Boden, ungünstig der Moorboden, etwas erhöhte Lage ist günstiger als Tieflage. Gehemmt wird das Auftreten der Epidemie durch eine gewisse Höhenlage des Ortes, durch gut durchgeführte sanitäre Maßnahmen, Wasserversorgung und Kanalisation u. s. w.

Auch für diese Tatsachen ist im allgemeinen leicht ein Verständnis zu gewinnen; in schmutzigen Orten herrscht offenbar die Sitte, allen Unrat in der Nähe des Hauses unterzubringen, ohne weitere Fürsorge für denselben. Die öffentliche Reinlichkeit, wie sie durch den Zustand des Bodens manifestiert wird, ist immer ein Maßstab für die häusliche Reinlichkeit. Wenn Moorboden hinderlich wirkt, so erklärt sich dies aus der Raschheit, mit welcher die Kommabazillen auf Torf absterben. Durch alle angeführten Tatsachen wird man also immer wieder auf eine außerhalb der Menschen gelegene Mitwirkung bei dem Entstehen einer Choleraepidemie hingewiesen.

Durch das Zusammentreffen einer Reihe der eben genannten Umstände entstehen choleraimmune Orte.

Die Verbreitung der Choleravibrionen zu Cholerazeiten ist eine nach dem Dargelegten für sehr viele Fälle wohl verständliche. Noch nicht genügend erklärlich ist dagegen der Umstand, warum sich Verbreitung der Choleravibrionen und Ausbruch der Cholera nicht immer deckt.

Es ist schon öfter versucht worden, die Verbreitungsweise der Cholera dem naturwissenschaftlichen Verständnisse näher zu bringen; eine solche Theorie muß allen bekannten Tatsachen und Regeln der Verbreitung gerecht werden. Eine aus dem epidemiologischen Verhalten der Cholera abgeleitete hat Pettenkofer gegeben; er ließ den supponierten Cholerakeim nicht direkt ansteckend sein, sondern dieser sollte erst durch den Aufenthalt im Boden in einen infizierten Stoff umgewandelt werden. Die Entwicklung des Cholerakeimes im Boden sei abhängig von der Natur des Bodens und den atmosphärischen Bedingungen, Wärme, Feuchtigkeit. Koch dagegen legt wesentlich auf die Verbreitung des mit den Dejektionen austretenden *Vibrio* Gewicht, der bei seiner Verbreitung unmittelbar durch Aufnahme in den Magendarmkanal, geeignete Disposition vorausgesetzt, Cholera erzeugen könne.

Eine andere Erklärungsweise gibt Hüppe. Die Kommabazillen treten nach seinen Beobachtungen äußerst virulent aus dem Körper der Kranken aus, sie vermögen aber trotzdem nur ausnahmsweise anzustecken, weil sie durch das anaerobe Wachstum im Darm sehr empfindlich gegen den Einfluß von Säuren geworden sind, und wenn sie etwa mit Speisen u. dgl. in den Magen gelangen, im normalen Magensaft getötet werden. Nur bei besonders disponierten Personen, etwa solchen mit Magenkatarrh, würde der Giftstoff haften, d. h. die Cholera direkt übertragen werden. Gelangen aber die Kommavibrionen auf den Boden oder auf andere Gegenstände (Wasche), auf denen sie sich erhalten können, so nimmt in anaerobem Wachstum ihre Virulenz ab, aber ihre Resistenz gegen schädigende Einflüsse zu. Durch den Staub verweht und mit der Atmung oder den Nahrungsmitteln in den Magen gelangend, sind sie nun infektionstüchtig.

Von anderer Seite wird auch der sogenannten diblastischen Hypothese eine Berechtigung zugesprochen, indem man die Möglichkeit offen läßt, daß außer der Aufnahme des *Vibrio* noch ein zweiter anderer Keim notwendig sei, mit welchem zusammen erst die Cholera ausgelöst werden kann (Buchner u. a.). Die fast ganz verlassene Hypothese der autochthonen Entstehung der Cholera, welcher nur von einigen indischen Ärzten noch die Stange gehalten wurde, hat neuerdings Sanarelli wieder mit neuen Tatsachen zu stützen versucht.

Die epidemiologischen Beobachtungen verweisen uns wie die bakteriologischen Erfahrungen auf weitere Hilfsursachen bei dem Entstehen von Epidemien. Die Schwierigkeit besteht meist zwischen der rein epidemiologischen und der rein bakteriologischen Deduktion darin, daß es nicht gelingt, für die „Rolle“ des Bodens oder anderer disponierender Momente eine genügende Erklärung zu geben.

Beachtenswert erscheint nach der Anschauung des Verfassers, daß die Cholera asiatica, Cholera nostras und Cholera infantum dieselbezeitliche Disposition aufweisen; Cholerajahre sind immer solche, in welchen auch in cholerafreien Orten die Darmerkrankungen des Sommers häufig sind.

Rumpf hat bewiesen, daß im Jahre	1893	620	Fälle von Brechdurchfall
	1894	197	" " "
	1895	186	" " "

in Hamburg vorkamen, also in dem Cholerajahr 1893 ungemein viel mehr wie sonst. Da die Fälle eingehend bakteriologisch untersucht wurden, liegen Verwechslungen mit echten Cholerafällen sicher nicht vor. Die Bakterienflora bei Cholera nostras, Durchfall und Brechdurchfall besteht nach Rumpel zu  $\frac{3}{4}$  der Fälle aus den gewöhnlichen Darmbakterien und *Bacterium coli*.

Es ist daher nicht auszuschließen, daß im allgemeinen die Einschleppung und die Ausbreitung virulenter Choleravibrionen erst auf der Basis einer allgemeinen Disposition zu den Darmkrankheiten des Sommers zur Epidemie führt. Beziehungen zwischen Lokalität und Boden im weiteren Sinne und Sommerdiarrhöen haben, da die bakterielle Basis hier eine ganz andere ist als bei dem gerade durch Trockenheit leicht zu grunde gehenden Choleravibrio, durchaus nichts Unerklärliches an sich.

Das beständige Vorkommen der Cholera im endemischen Gebiete weist darauf hin, daß dortselbst die Bedingungen des saprophytischen Wachstums des Kommabazillus außerordentlich günstig sind; nach den lokalen und meteorologischen Verhältnissen des Heimatgebietes der Cholera ist dies vollkommen verständlich.

Zur Bekämpfung der Cholera wird man zunächst die Verbreitung des Keimes hemmen müssen durch Vernichtung der Abgänge und Desinfektion der damit beschmutzten Gegenstände; der praktische Nutzen dieser Maßregel wird aber bezweifelt, da dieselbe nie streng allgemein durchzuführen ist. Ein großer Teil der Cholerinen und Choleradiarrhöen und die mit Vibrionen behafteten Stuhlgänge Gesunder entziehen sich naturgemäß dieser Sicherheitsmaßregel.

Ganz unwirksam sind erfahrungsgemäß die Absperrungsmaßregeln, Grenzsperrren, Visitationen der Eisenbahnwagen; ein Schwerkranker, dem man die Cholera leicht ansieht, reist nicht und leichtere Fälle, die ebenso ansteckend sind, erkennt man nicht.

Diejenigen Wasserläufe, welche zu Trinkzwecken benutzt werden, müssen vor der Verunreinigung durch Vibrionen geschützt werden. Am besten wird man auf die Flußwasserversorgungen mit und ohne Filtration ganz verzichten. Die Abkochung des Wassers schneidet eine der Infektionsquellen wirksam ab; ebenso verhütet der Genuß ausreichend erwärmter Speisen die Möglichkeit der Einführung lebender Choleravibrionen.

Die Isolierung des sogenannten ersten Falles wird man versuchen müssen, ohne daß damit die Hoffnung einer sicheren Unterdrückung der Seuche gegeben ist. Entscheidend für die Annahme von Cholera muß vor allem der klinische Befund sein; denn es kann die bakteriologische Diagnose zeitweise aus in der Natur der Krankheit gelegenen Gründen im Stich lassen. Leichte Fälle mit Vibrionenbefund müssen bei dem jetzigen Stande des Wissens für Cholera, welche weiterverbreitet werden kann, gehalten werden. Zwangsweise Unterbringung der Cholera-kranken in Krankenhäuser führt erfahrungsgemäß zu Mißständen und ist nach Ausbruch einer Epidemie ohne weiteren Wert. Man lege in epi-

demiefreien Zeiten Wert auf die Hebung der öffentlichen Reinlichkeit, Sorge für eine gute Wasserversorgung, geordnete Kanalisation und Überwachung der Nahrungsmittel.

In neuerer Zeit wird mehrfach die Frage ventilirt, ob der Cholera eine oder mehrere Spezies von Cholera-vibrionen zu Grunde liegen. Manche als Cholera angesehene Vibrionen haben in der Tat nicht unwesentliche Abweichungen von dem, was man den Kochschen Vibrio nennt, z. B. die von Pasquale in Massauah gefundenen Vibrionen. Auch Celli und Santorini fanden bei einer Epidemie in Rom einen Vibrio von abweichender Form, den sie Vibrio Romanus nennen. Bei einigen Fällen in Hamburg züchtete Dunbar aus dem Stuhle der Erkrankten seine phosphoreszierenden Elvibrionen. Die Bedeutung der bei manchen Choleraerkrankungen und bösartigen Cholera nostras-Fällen in Deutschland und auswärts gesehenen feinen Spirillen ist unbekannt.

Literatur: v. Pettenkofer, Zeitschr. f. Biol., Bd. IV. — Derselbe, Archiv f. Hygiene, Bd. V. u. VI. — Koch und Gaffky, Bericht über die Tätigkeit der Cholera-kommission. 1887. — v. Pettenkofer, Der epidemiolog. Teil des Berichtes etc. Leipzig 1888. — Derselbe, Archiv f. Hygiene, Bd. XVIII. — Koch, Zeitschr. f. Hygiene, Bd. XVI. — Hankin, Hygienische Rundschau, VI, 17. — Rumpf, Cholera indica und nostras. Jena 1898. — Gotschlich, E., Choleraähnliche Vibrionen bei schweren einheimischen Brechdurchfällen. Zeitschr. für Hyg. Bd. XX, 489.

### Die Pest.

Die Beulenpest ist eine Seuche, welche in früheren Jahrhunderten außerordentlich große Ausbreitung gewonnen hatte. Asien, Afrika, Europa haben schwer unter ihr gelitten; Australien und Amerika blieben bis jetzt von ihr verschont.

Genauere Angaben über das Auftreten der Beulenpest finden sich erst im 2. bis 3. Jahrhundert vor Christus, wo sie in weiter Ausdehnung in Libyen, Ägypten, Syrien auftrat. Ein zweiter Seuchenzug ist die als Justinianische Pest bezeichnete Epidemie. 542 nach Christus wurde sie von Unterägypten nach Nordafrika einerseits, nach Palästina und Syrien anderseits verbreitet und überflutete das ganze west- und oströmische Reich. 50—60 Jahre währte dieser Seuchenzug. Im 7. bis 13. Jahrhundert erlosch sie nie ganz, ihre größte Ausdehnung gewann sie aber im 14. Jahrhundert als sogenannter „schwarzer Tod“. Sie scheint damals eine neue Einschleppung von Osten her, von China, erfahren zu haben. Schon 1346 waren bei den Tartaren und Serpen ganze Städte entvölkert. 1347 war Konstantinopel, Syrien, Cypren, Griechenland, Sizilien ergriffen, dann durch den Schiffsverkehr Marseille, Genua angesteckt worden. In Neapel starben 60.000 Menschen, in Venedig 100.000. Von den 1350 Mitgliedern des großen Rates entrannten nur 380 dem Tode. Genua und Piacenza verloren die Hälfte ihrer Bewohner. In Florenz starben im Frühjahr 1348 allein 96.000 Menschen. In England erlagen  $\frac{7}{10}$  aller Bewohner diesem Seuchenzug. 1352 starben in Oxford  $\frac{2}{3}$  aller Studenten an Pest. Nach Deutschland kam der schwarze Tod über den Elsaß aus Frankreich, über Spalato, Triest, Treviso rückte die Seuche nach der Schweiz. Österreich, Bayern, Württemberg wurden ergriffen. Fast kein Hof und keine Burg wurde verschont. Besonders stark wurde die ärmere Bevölkerung befallen. 1350 schloß dieser Seuchenzug.

Die gesellschaftlichen Wirkungen der Pest waren ungemein traurige; auf der Höhe der Epidemie waren die Kranken oft völlig verlassen. De Mussis berichtet: „Allein im Elend lag der Kranke in seiner Behausung, kein Verwandter wagte sich zu nahen, kein Arzt die Wohnung zu betreten. Selbst der Priester reichte nur mit Entsetzen das Sakrament. Mit herzzerreisendem Flehen riefen Kinder ihre Eltern, Väter und Mütter ihre Söhne und Töchter, ein Gatte die Hilfe des anderen an. Vergebens!“

Nicht lange ruhte die Seuche. 1359 begann sie sich wieder über Europa auszudehnen. Schwere Pestjahre waren für Deutschland 1449, 1460, 1473, 1482. Im 16. Jahrhundert war die Pest bereits selten. 1562 wurde Nürnberg, 1566 Sachsen befallen. Mit Ende des 17. Jahrhunderts erlosch die Hauptgefahr für Westeuropa. Es wurden immer weniger und weniger Ortschaften befallen, aber in den befallenen Orten war die Heftigkeit der Seuche eine große. Noch im 19. Jahrhundert kamen in der Türkei, Südrußland, Dalmatien, Griechenland, Süditalien (Noja) Pestepidemien vor, die sich bis gegen 1841 hinzogen.

Nachdem die Pestgefahr für Europa ganz erloschen schien, wurde man 1878 von der Nachricht ihres Ausbruches im Bezirke Astrachan

(Wetljanka) überrascht. Wahrscheinlich stammte die Einschleppung aus Mesopotamien, wo die Pest seit 1873 nicht mehr ganz erloschen war. Seit den Siebzigerjahren herrscht in den Gebirgstälern der in Südchina gelegenen Provinz Yün-nan die Pest. Von dort wurde sie wahrscheinlich den schwarzen Fluß herab nach Tongking verschleppt. 1895 waren Futschau, Macao, Formosa ergriffen, 1896 Hongkong. September 1896 war sie bereits in Bombay aufgetreten und ergriff sodann Poonah, Surat, Baroda, Ahmedabad. Seit dieser Zeit kann man sich der Erwägung nicht verschließen, daß die Seuche auch eventuell nach dem Abendlande weiterschreitet.

Die Pestkrankheit beginnt mit den Zeichen einer schweren Allgemeinerkrankung, mit Ermattung, Kopfschmerz, Hinfälligkeit, schwarzblauer Verfärbung der Haut an den Augen, der Stirn und den Wangen, meist schwerer Benommenheit, selten mit Delirien und großer Aufgeregtheit. Die Schwellungen der Drüsen kommen in der Leisten- gegend, unter dem Arme, am Unterkiefer, auch wohl am Nacken vor und können gänseeigroß werden. Bei manchen Epidemien kommt Bluthusten vor. Dies letztere war z. B. bei dem „schwarzen Tod“ des Mittelalters regelmäßig vorhanden; außerdem schwarzliche Flecken auf der Haut, welche der Krankheit den Namen gaben. Rapid verlaufende Fälle führen in 12–48 Stunden zum Tode, in der Regel aber tritt der Tod am 3. bis 5. Tage ein.

Veranlaßt wird die Krankheit durch Aufnahme des Pestbazillus (siehe oben). Die direkte Ansteckung durch den Pestbazillus wird am unwiderleglichsten durch Laboratoriumsinfektionen, welche in Wien und Berlin vorgekommen sind, dokumentiert. Die Ansteckung erfolgte durch Kulturen, und da die Krankheit nicht rechtzeitig erkannt wurde, kamen Übertragungen auf andere Personen vor.

Zu Anfang des 14. Jahrhunderts suchte man die Ursache der Pest in einer ungeeigneten „Konjunktur der Sterne“, aber schon zu Ende des 14. und im 15. Jahrhundert trat unter den Ärzten die Meinung hervor, daß die Pest eine ansteckende Krankheit sei. Im 16. und 17. Jahrhundert festigte sich diese Anschauung immer mehr. Die Absperrung der Pesthäuser, auch ganzer Gemeinden und Städte spielte daher eine wichtige prophylaktische Maßregel. Auch Desinfektionen wurden schon im 17. Jahrhundert durchgeführt, so z. B. Streichen der Wände mit Kalkmilch, Aufwaschen des Bodens mit Lauge, Verbrennen der Betten, der Kleider und alles Minderwertigen.

Nach den Untersuchungen der Neuzeit wissen wir, daß der Pestbazillus an allen Ausscheidungen des Kranken haften kann; ausgeatmet wird er nicht, dagegen kann er mit Sputum entleert werden. Kleidung und Wäsche sind infiziert. Verbreitung durch verstaubtes Material ist unwahrscheinlich, da der Pestbazillus bald durch Austrocknung zu Grunde geht. Sonnenlicht schädigt ihn schnell.

Man glaubt, daß die Ansteckung durch Verletzungen der Haut und Eindringen der Bazillen durch Schrunden erfolge. Doch ist dies gewiß nicht immer der Weg für Infektion. Die Infektion durch Speisen und Getränke, auch durch Wasser, kann nicht geleugnet werden.

Eigenartig für die Pest ist der Umstand, daß sie leicht auch auf Tiere übergeht. Ratten und Mäuse werden epidemienweise befallen. Zur Zeit der Pestepidemien starben massenhaft die Ratten; sie enthielten

die Pestbazillen in größter Zahl. Auch anscheinend gesunde Menschen können als Verschlepper von Pestbazillen fungieren. Nicht jede Verschleppung von Pestbazillen bedingt das Auftreten einer Epidemie; von welchen Bedingungen der Ausbruch einer solchen abhängig ist, läßt sich schwer sagen. Offenbar spielt die soziale Lage eine Rolle. Schon im 18. Jahrhundert sagte Pringle über die Pestepidemien: „Sie sind selten geworden, weil das Volk besser lebt als früher.“ Auch in Hongkong zeigte sich nach den Berichten von Wilm der Einfluß der Lebenshaltung von größtem Einfluß; er berichtet hierüber:

„Die englische Kolonie Hongkong besteht aus der Insel Hongkong und dem auf dem Festlande gelegenen, durch einen schmalen 2—4 km breiten Meeresarm von der Insel getrennten Distrikt Kowloon und liegt auf Granitfelsen. Das Klima ist tropisch. Die in europäischem Stile gebaute Hauptstadt Victoria liegt an der Nordseite der Insel und dehnt sich von Osten nach Westen zwischen dem Meeresarme und Bergböden aus, an deren Abhängen sie sich hinaufzieht. Die niedrig gelegenen Stadtteile, und zwar vornehmlich die westlichen und mittleren, enthalten neben Kasernen, Fabriken, Kaufläden und Wohnhäusern der Europäer überall die Häuser der Chinesen, während auf den Bergen und Bergabhängen nur Villen oder Wohnhäuser für Europäer vorhanden sind. Die Zahl der Chinesen, welche in der Stadt Victoria wohnt, beträgt durchschnittlich seit einigen Jahren 173.000, in dem Kowloon-Distrikt 25.000, im Distrikt Schaukiwan etwa 9000, in Aberdeen etwa 3000 und in Stanley etwa 1000. Ein großer Teil der chinesischen Bevölkerung der Kolonie Hongkong wohnt außerdem noch auf Boten, sogenannten Zampars oder Dschunken, im Hafen. Die Zahl der Nichtchinesen, welche in der Kolonie leben, beträgt etwa 10.000, von denen  $\frac{1}{2}$  Europäer und  $\frac{1}{2}$  Indier, Eurasier, Japaner etc. sind. Die ungefähr 215.000 Menschen betragende chinesische Bevölkerung wohnt an Land auf einem 10—15mal so engem Raume, als die etwa 6000 Menschen betragende europäische Bevölkerung. Die aus Stein gebauten, mit kleinen Fenstern versehenen Häuser der Chinesen sind meist zweistöckig. In jedem Stockwerk befindet sich ein Wohnzimmer, zu dem eine steile Treppe hinaufführt, und dahinter eine Küche. In dem kleinen Wohnzimmer hausen meist mehrere Familien in einzelnen Verschlagen. Die Personenzahl in solch einem Zimmer beträgt häufig 16—25 Personen. Im Jahre 1894 wurden auch Keller, die gänzlich ohne Licht- und Luftzufuhr waren, als Wohnungen benutzt, was jetzt verboten ist. Die Wohnzimmer werden bei der grenzenlosen Unsauberkeit der Chinesen nur sehr selten gereinigt.

Die chinesischen Häuser haben wegen Raumangels keine besonderen Vorrichtungen für Aborte. Meist wird im Wohnzimmer oder in der Küche ein Tontopf aufgestellt und als Abort benutzt. Vielfach dienen und dienen wohl auch noch die Drainageröhren, welche von der Küche innerhalb oder außerhalb der Häuser entlang laufen und für die Entleerung der Abfallwässer der Küche bestimmt sind, den Chinesen zur Entleerung der Fäkalien. Mehrfach fand sind noch zu Anfang des Jahres 1896, daß die Abwässer von den Küchen der oberen Stockwerke durch innerhalb der Häuser entlang laufende Drainageröhren offen in den am Boden befindlichen Küchenausguß des unteren Stockwerkes mündeten und hier den Fußboden beschmutzten.

In den durch die eben geschilderten hygienischen Mißstände besonders ausgezeichneten und zugleich von der ärmsten Chinesenklasse bewohnten Stadtteilen brach 1894 sowohl wie 1896 die Pest zuerst aus und verbreitete sich von dort über die ganze Kolonie. Daß gerade hier in den dumpfen engen und von Schmutz starrenden Wohnungen mit ihren schlechten hygienischen Einrichtungen der Pestkeim nach seiner Einschleppung einen günstigen Nährboden finden mußte, erscheint nicht wunderbar.

Die Epidemie in Hongkong brach sowohl im Jahre 1894 als auch im Jahre 1896 nach Ablauf der kühleren regenarmen, aber immerhin feuchten Jahreszeit aus, und zwar 1894 im Mai und 1896 im April. Die Epidemie erreichte in beiden Jahren in den ersten Monaten der heißen Zeit, Mai und Juni, ihren Höhepunkt.“

Die Erfahrung, daß der Pestkeim eine längere heiße Zeit in der Regel nicht erträgt, ist in Ägypten schon früher häufig gemacht worden.

Die Übertragbarkeit der Pest wird vielfach übertrieben. Schon im Jahre 1876 machte Cabiadis gelegentlich der Pest in Hillab und Bagdad darauf aufmerksam, daß bloße Berührung eines Pestkranken und kurzer Aufenthalt im Krankenzimmer nicht ansteckt. Während eines ganzen Jahres war von allen Ärzten, Chirurgen und ihren Assistenten

nur einer erkrankt. Wilm berichtet über die Epidemien von Hongkong vom Jahre 1894 und 1896, daß von den Ärzten und dem Wartepersonal und von den Personen, welche die Leichen transportierten, nur einige befallen wurden. 1894 von den Ärzten drei Japaner, außerdem zwei Krankenwärter und ein chinesischer Krankenwärter, von 300 englischen Soldaten, welche die Häuser desinfizierten, 10. Von dem Pflegepersonal des Pesthospitals, von 30 Personen, starb eine englische Schwester und drei Chinesen, welche die Desinfektion der Wäsche besorgten; von dem sonstigen Personal ein Polizeibeamter und zwei Chinesen, von den Soldaten starb keiner.

Jedenfalls ist im Verkehr mit den Pestkranken doch eine gewisse Vorsicht zu empfehlen; wahrscheinlich wird der Gefährlichkeitsgrad bestimmt durch die Wege der Ausscheidung. In dieser Rücksicht bedürften wohl die Fälle mit Pestbazillen im Sputum sorgsamer Überwachung.

Die Desinfektion der Hände des Untersuchenden, Desinfektion aller Ausscheidungen, strenge Isolierung der ersten Fälle können, wie das traurige Beispiel in Wien lehrt, eine solche Epidemie im Keime ersticken, und nur dann, wenn frühzeitig eingegriffen wird, ist auf einen Erfolg zu hoffen.

Da die Pestbazillen schon zwischen 50—60° vernichtet werden und keine Dauerformen bilden, ist die Desinfektion durch Hitze leicht ausführbar; die Nahrungsmittel würden gegebenenfalls vor dem Genuß einer derartigen Erhitzung zu unterziehen sein.

Alle chemischen Desinfizientien, welche auf Typhus und Cholera wirken, sind auch gegenüber den Pestbazillen anwendbar.

Was die Verbreitung der Pest durch Tiere anlangt, so kann man zwar alle möglichen Tiere durch Impfungen mit Pestbazillen oder durch Fütterung krank machen, aber nicht alle infizierten Tierspezies scheinen auch spontan zu erkranken. In Betracht kommen in letzterer Hinsicht nur Ratten, Mäuse und Schweine. Die beiden ersteren müssen zu Epidemienzeiten an der Verbreitung in Häusern gehindert werden; noch besser wird es sein, wenn man auch, ohne die Epidemien abzuwarten, diese Gäste durch allgemeine Maßnahmen der Reinlichkeit vertreibt.

Fliegen sterben, wenn sie mit pestbazillenhaltiger Nahrung gefüttert werden; sie können aber immerhin 24—28 Stunden am Leben bleiben und die Verbreitung des Krankheitsstoffes vermitteln. Die Gefahr der Ansteckung durch Wanzenstiche scheint gering (Nutall).

Die Pestbazillen schwanken sehr in ihrer Virulenz; sie unterliegen auch bei der Tierpassage einer Änderung. Inwieweit derartige Vorkommnisse für das natürliche Entstehen hochvirulenter Stämme und das Zustandekommen der Epidemien Bedeutung haben, kann man zur Zeit nicht feststellen.

Die Verschleppbarkeit infektiösen Materials durch Waren scheint wenigstens für den weiten Seetransport keine erhebliche Rolle zu spielen.

### Die Ruhr (Dysenterie).

Die Ruhr hat zeitweise in sehr verheerenden Epidemien das Land durchzogen, sie ist aber namentlich im vergangenen Jahrhundert außerordentlich zurückgegangen. Seit den Fünfzigerjahren vorigen Jahrhunderts hat dieselbe fast auf ein Vierzigstel sich vermindert. Die stärkst ergriffenen Regierungsbezirke sind Königsberg, Gumbinnen, Marien-

werder, Posen, Bromberg, Oppeln, am wenigsten wird sie beobachtet in Wiesbaden, Koblenz, Cöln, Aachen, Osnabrück. Die erstgenannten Bezirke zählen fast vierzigmal mehr Ruhrfälle als letztere. Im Durchschnitt kommen im Zeitraum von 1875—1877 etwa ein Todesfall auf 10.000 Einwohner; besonders stark ist der Rückgang seit 1885.

Sie hat bisher namentlich in Feldzügen eine wichtige Rolle gespielt, wie das Jahr 1870/71 auch gelehrt hat. Größere Anhäufungen von Menschen, mangelhafte Beseitigung der menschlichen Abgänge, Störungen durch unregelmäßige Nahrungszufuhr oder unzweckmäßige Nahrung haben offenbar für die Verbreitung eine nicht zu unterschätzende Bedeutung. Die Ruhrepidemien entwickeln sich hauptsächlich in unserem Klima im Sommer und Herbst; nach Hirsch waren von 50 Epidemien 47·5 im Sommer und Herbst herrschend, 2·5 im Winter und Frühling. 94 1% von 446 beobachteter Epidemien nahmen ihren Anfang zwischen Juni und September. Sie ist also ausgeprägt eine Seuche der warmen Jahreszeit. Eintretende Kälte hat nach bisherigen Erfahrungen die Seuche stets zum Erlöschen gebracht.

Unter Ruhr werden höchstwahrscheinlich mehrere atologisch zu trennende Seuchen zusammengefaßt. Die äußere Erscheinung der Ruhr charakterisiert sich im wesentlichen durch die blutigen Stühle, doch ist die Menge der entleerten Massen höchst ungleich, manchmal sehr gering. Neben schweren Fällen kommen viele ambulante Fälle zur Beobachtung und zahlreiche solcher mögen überhaupt unerkannt bleiben.

Man hat von jeher angenommen, daß die Ausscheidung des Kontagiums in den festen Abgängen eintritt. In diesen sind in neuerer Zeit auch die Krankheitserreger gefunden worden. Eine Form der Ruhr wird durch die Dysentericamöben hervorgerufen und scheint auf die warmen Gegenden beschränkt zu sein. Die zweite Form wird durch die von Shiga aufgefundenen Bazillen der Ruhr erzeugt; sie finden sich auch bei Dysenteriefällen der warmen Gegenden, aber namentlich bei der einheimischen Ruhr. Die Frage der Ätiologie kann aber zurzeit nicht als völlig geklärt angesehen werden.

Die Prophylaxe wird neben Hebung der allgemeinen Reinlichkeit und Fürsorge für Ernährung, namentlich auf die Beseitigung der Abgänge, welche die Verschleppung der Krankheitserreger ausschließt, Bedacht nehmen müssen.

### Malaria.

Die Malaria (Intermittens, Sumpffieber, Marschfieber) wird hervorgerufen durch Einwanderung der Malariaparasiten in den Körper (siehe oben).

Die Beziehung zum Boden ist nicht darin zu suchen, daß der Parasit etwa in demselben sich einnistet, vielmehr liegt das Bindeglied, wie sicher steht, in der Anwesenheit gewisser Moskitos, welche nur in Gegenden mit bestimmter Bodenbeschaffenheit vorkommen. Abgesehen von den experimentellen Beweisen für die Rolle der Moskitos in der Verbreitung der Malaria, sehen wir viele Eigentümlichkeiten der Malariaansteckung erklärt, wenn man die Lebenseigentümlichkeit der Moskitos zur Betrachtung heranzieht.

Man hat mehrfach unter heftiger Zunahme der Malariaerkrankungen im epidemischen Gebiete Pandemien entstehen sehen. Die jüngste dieser Pandemien war 1866—1872 in weitem Umfange in Europa und Indien verbreitet.

Die Malariaorte sind meist seit altersher bekannt; doch hat man sowohl das Entstehen von Malariaherden beobachtet, z. B. in Frankreich nach Anlegung der Blutegelsumpfe, in Oberitalien seit Einführung der nur bei intensiver Berieselung durchführbaren Reiskultur, als auch unter dem Einflusse geeigneter Maßnahmen die Ausrottung der Malaria.

Die Ausrottung verläuft meist langsam durch einen Zeitraum vieler Jahre zugleich mit allmählicher Änderung des Charakters des Krankheitsverlaufes. Die böartigen Fieber gehen allmählich in mildere Formen, schließlich in Fieber über, deren Charakter unbestimmt wird und deren Natur nur manchmal aus der Wirksamkeit des Chinins erschlossen wird.

Die Malariaformen treten namentlich in den Tropen häufig bösartig auf und die Malaria bestimmt dort oft vollkommen den gesamten Gesundheitszustand eines Ortes. In Afrika ist in manchen Gegenden oft ein Viertel der Bevölkerung fieberkrank, in Niederländisch-Indien verursachen bei den Truppen Malariafälle die meiste Zahl der Erkrankungen. In Cayenne leiden 50—77% aller Bewohner an dieser Krankheit; die 650 Mann starke Besatzung verbraucht im Jahre 13·4 kg Chinin. In Europa trifft man weit ausgedehnte Malariadistrikte in Italien; Mailand, Mantua, Pavia, Nizza. Venedig, Verona, die Maremmen Toskanas, Campagna di Roma, die pontinischen Sümpfe, Unteritalien, Sizilien zeigen häufige und schwere Malariavorkommnisse. Auch sonst ist der Süden Europas durch diese Fieber gefährlich, die Ionischen Inseln, Griechenland, die Türkei, Ungarn, Slawonien, Banat, Kroatien, Dalmatien, Istrien sind reich an Malariaherden. Auch in Deutschland haben wir einzelne Malariadistrikte zu verzeichnen, doch treten im allgemeinen nur milde Formen auf; solche beobachtet man im nördlichen Schlesien, den Flußebenen der Mark, an der Ostseeküste Preußens, in Pommern, Mecklenburg, den Sumpfgewässern Hannovers, am Rhein, in Holstein und Westfalen. Schwere Epidemien ereigneten sich in der Marsch 1811, 1826 und 1846, und dann 1858—1869 beim Baue von Wilhelmshaven, wobei zeitweise  $\frac{2}{3}$  aller Arbeiter fieberkrank waren. Von größter Bedeutung ist für die Malaria die Bodenbeschaffenheit. Malaria kommt vor allem in Niederungen vor, in tief gelegenen Landstrichen mit Alluvialboden, namentlich in den Flußdeltas und in Überschwemmungen ausgesetzten Gebieten. Ein Boden, der völlig unter Wasser steht, ist der Malariaentwicklung ebenso wenig günstig, wie hochgradige Trockenheit. Gegenden, wo das Wechselieber herrscht, haben in der Regel ein stagnierendes oder sehr träge fließendes Wasser, ausgedehnte Sümpfe, Teiche, Tümpel etc. Eine weitere Bedingung der Malariaentwicklung besteht in dem Reichtum des Bodens an organischen Stoffen, namentlich an Pflanzenresten. Tatsächlich findet man regelmäßig die Malariagegenden mit reicher Pflanzenvegetation bedeckt und im Boden findet sich ein bedeutender Gehalt an pflanzlichen Zersetzungstoffen. Auch nach Überschwemmungen, bei denen große Massen eines an Pflanzenteilen reichen Schlammes abgelagert werden, kommt Malaria, namentlich bei warmer Witterung, leicht zur Entwicklung. Gegenden mit großen, feuchten, dichten, unventilierten Laubwäldern zeigen ebenfalls häufig den Malariacharakter. Ein wesentliches Moment für das Auftreten der Malaria ist die Wärme. Wo die höhere Temperatur fehlt, wenn auch die übrigen Bedingungen vorhanden sind, tritt kein Wechselieber auf; so in Norwegen, Nordrußland. Je höher aber die Temperatur ist, je äquatorialer die betreffende Gegend liegt, desto perniziöser und zahlreichere Erkrankungen kommen vor. In Südböhmen, wo viele Teiche sind, werden nur leichte Wechseliebererkrankungen beobachtet, in Südungarn (an der Theiß, im Banat) sind die Fälle schon häufiger und hartnäckiger, dann folgen Norditalien und die Campagna di Roma. In den Tropenländern herrscht das bösartigste Wechselieber. Berühmt ist in dieser Beziehung namentlich die Westküste von Afrika (Sierra Leone). Hirsch hält es für wahrscheinlich, daß die Linie, welche die Orte mit einer mittleren Sommertemperatur von 15 bis 16° C verbindet, die nördliche Grenze des Malariagebietes bildet.

Malaria wird oft bei der Bearbeitung des Bodens erzeugt. Es wird allgemein angegeben, daß die Bearbeitung eines jungfräulichen Bodens, d. h. eines Bodens, welcher früher nicht bebaut, das erstmal der Kultur zugeführt wird, mit besonderer Gefahr für die Arbeiter verbunden sei. Beim Baue der Hafenanlagen von Wilhelmshaven, ferner beim Eisenbahnbau in Panama sind in auffallender Weise sehr viele jener Arbeiter, die mit dem Erdbau beschäftigt waren, an Malaria zu Grunde gegangen. Die absolute Höhenlage eines Ortes bedingt an sich noch keine Immunität gegen Malaria; dagegen sind Orte, die etwas die Umgebung überragen, weniger empfänglich als solche, die unmittelbar in den Niederungen liegen. Eine notwendige Bedingung zur Erzeugung der Malaria ist die Feuchtigkeit des Bodens; man sieht deshalb häufig die Epidemien in Abhängigkeit von der Regenzeit. Sehr starker Regen erzeugt Nachlaß der Krankheit. Ähnlich wirken die Überschwemmungen.

Die Verbreitung der Malaria hat man schon von altersher im Volke mit den Moskitos in Zusammenhang gebracht; neuerdings sind aber so viele wissenschaftliche Beweise gefunden worden, daß an einer solchen Beziehung nicht mehr gezweifelt werden kann.

Es sprechen viele Lebenseigenschaften der Moskitos für diese Möglichkeit. Temperatur und gewisse Grade von Feuchtigkeit des Bodens sind für die Entwicklung der Moskitos unerläßlich. Bei 0° werden die Moskitos bewegungslos; kleinere Wasseransammlungen steigern die Zahl derselben. Moskitogegenden sind Sümpfe, niedrige Küstengebiete, Flußmündungen und Flußteile; je dauernder hohe Temperatur herrscht, um so häufiger ist auch Malaria und um so zahlreicher sind die Moskitos. Schutz der Haut gegen Stich der Moskitos hindert auch die Malariainfektion. Wo viele Häuser stehen, entwickelt sich weder Malaria, noch findet man Moskitos häufig. Wald zwischen Sumpf und Wohngebäuden bietet sicheren Schutz, freie, tiefe Wasserflächen hindern Malariakerkrankungen wie auch das Wandern der Moskitos. Letztere kommen über weite Wasserflächen nicht hinweg, sie sind schlechte Flieger, fliegen niedrig und suchen immer wieder Stützpunkte. Ein halber Kilometer Wasserfläche dürfte, wenn nicht der Wind die Moskitos passiv weiterführt, einen zureichenden Schutz bieten. Die Gefahr der Malaria hängt von dem Nachtlager ab; bei Tag ist die Wahrscheinlichkeit der Infektion geringer. Über die Art von bestimmten Moskitospezies, die Malariaparasiten aufnehmen und die Infektion weiterverbreiten, siehe unter tierische Parasiten.

Bekannt ist, daß das Bepflanzen mit Bäumen förderlich ist für die Assanierung des Bodens.

Nach den Beziehungen der Moskitos zur Malaria würden alle Mittel, welche diese Mücken fern halten, der persönlichen Prophylaxe dienen können. Man erwähnt als wirksames Mittel Petroleum, ferner kann Verfasser noch Terpentin hinzufügen. Auch Räucherkerzen aller Art finden Verwendung. Wirksam sind ferner gut konstruierte Moskitonetze.

Die Moskitos haben als Entwicklungsformen das Ei, die Larve, die Puppe; diese leben im Wasser, das fertige Insekt nur in der Luft.

Die Anophelesarten legen ihre Eier in Streifen- oder Sternform (Grassi) in klare, sehr wenig laufende oder ganz stagnierende Wässer, die gewöhnlich die sogenannte Sumpfvegetation aufweisen.

Die Larven bewegen sich im Zickzack und legen sich, wenn sie atmen wollen, horizontal zur Wasseroberfläche.

Die Eier von *Anopheles claviger* brauchen bei 20—25° etwa 30 Tage zur Ausbildung von Insekten und diese legen nach 20 Tagen selbst Eier. Die Generation umfaßt 50—55 Tage.

Larven und Puppen sind gegenüber Austrocknung, Faulnis sehr widerstandsfähig; nur stärkeren Kältegraden unterliegen sie. Salzwasser vertragen Larven und Puppen sehr schlecht.

Die persönliche Disposition scheint für Malaria eine sehr allgemeine. In gewissen Gegenden des Sudan liegt zur Fieberzeit oft ein Viertel der Bevölkerung danieder; aber die Schwere der Erkrankung oder vielmehr die Ertragbarkeit der Erkrankung ist bei den verschiedenen Rassen ganz ungleich. Daher ist es berechtigt, der Immunität eine gewisse Bedeutung zuzuschreiben.

In Ceylon starben an Malaria von 1000 Lebenden:

Neger . . . . .	1·1
Indier . . . . .	4·5
Malaien . . . . .	6·7
Eingeborene . . . . .	7·0
Engländer . . . . .	24·6

Sehr häufig sind bei Malariaerkrankten die Rezidive; die geringste Erkältung löst einen neuen Malariaanfall aus. Winter und Frühjahr mit den großen Temperatursprüngen, Durchnässung bei Regen, Wind, Überarbeitung, Katarrhe sind Ursachen eines solchen.

Die Inkubationsdauer schwankt nach Griesinger zwischen 6—14 Tagen; die Malariaprophylaxe richtet sich zumeist gegen die Verbreitung der Moskitos. Die Wege der Prophylaxe sind folgende:

1. Die Entziehungen natürlicher Entwicklungsbedingungen durch Assanierung des Bodens. Der Erfolg dieser Maßregel ist ein ganz unzweifelhafter, wie die Erfahrungen von Jahrhunderten erwiesen haben. Auf Grund mehrerer neuerer Erkenntnisse über die Lebensbedingungen dürfen wir hoffen, in Zukunft noch rationellere Ergebnisse zu erzielen.

2. Weniger Bedeutung hat die Vernichtung von Larven und Puppen durch Desinfektionsmittel, eventuell Aufgießen von Petroleum, denn der Erfolg kann in den nächsten Jahren durch Neuansiedlung illusorisch werden.

3. Die Verjagung von Insekten aus den Stuben durch Räucherungen kann nur aushilfsweise angewendet werden.

4. Moskitonetze an den Öffnungen des Hauses (Fenster, Kaminen) haben gute Erfolge erzielt.

5. Wie durch Beseitigung des Moskito, will man namentlich nach dem Vorgange Kochs durch Chininbehandlung der Malariakranken und der Malariaträger überhaupt eine Ausrottung der Seuche herbeiführen.

Wir übersehen heute noch nicht den wirklichen Effekt der vorgeschlagenen Maßnahme mit absoluter Sicherheit.

Es ist aber zu wünschen, daß man im Auge behält, daß die Bodenaustrocknung rationell durchgeführt, die idealste Methode der Bekämpfung darstellen muß und, wo aussichtsvoll, unbedingt anzuwenden ist.

Die neueren vorgeschlagenen Methoden beweisen alle auf die vorläufig als sicher angenommene Vorstellung, daß die Malaria nur zwischen Mensch und Anopheles ausgetauscht wird und daß keine andere Quelle des Entstehens der Malaria zu finden ist.

Literatur: Häser, Geschichte der Medizin. III. Aufl. Jena 1875. — Hirsch, Handbuch der historisch-geograph. Pathologie, Stuttgart 1881. — Handbuch der akuten Infektionskrankheiten aus Ziemssens Handbuch der spez. Pathologie und Therapie. Leipzig 1877. — Celli, Die Malaria, 1900. Beiträge zur experimentellen Therapie.

---

## Vierzehnter Abschnitt.

# Übertragbare Tierkrankheiten.

### Milzbrand.

Der Milzbrand hat bisweilen in großen Epidemien die Tierwelt ganz Europas befallen. In der Neuzeit sind aber die Erkrankungen entschieden in Abnahme begriffen. Am häufigsten findet sich noch der Milzbrand in Rußland; im Jahre 1867—1870 fielen im Gouvernement Nowgorod 56.000 Pferde, Kalber und Schafe sowie 528 Menschen der Seuche zum Opfer. In Deutschland scheinen die hervorragendsten Milzbrandbezirke die Alpen zu sein; doch kommt derselbe auch in der Provinz Sachsen ziemlich häufig vor.

Der Milzbrand befällt hauptsächlich Schafe und Rinder, selten Ziegen, Pferde und Esel; bedeutende Verheerungen richtet er bisweilen unter Rehen, Hirschen, Damwild und den Renttieren an. Geringe Empfänglichkeit zeigen die größeren Vögel, Tauben, Enten, Hühner, Gänse, ferner erwachsene Hunde und Füchse, immun sind Raubvögel, Dohlen und Stare.

Die Eigenschaften der Milzbrandbazillen und Sporen, wie auch ihre Entwicklung haben wir schon früher dargelegt. Die Milzbrandbazillen und ihre Sporen können in verschiedener Weise auf die Tiere übertragen werden. Durch Staub, durch Verletzungen, durch Trinkwasser, welches mit Milzbrandobjekten verunreinigt wurde, besonders aber durch die Futterstoffe. Der „Fütterungsmilzbrand“ ist weitaus der häufigst vorkommende. Am gefährlichsten ist Material, welches Sporen enthält. Schafe, welche Koch mit der Milz eines Meerschweinchens, das an Milzbrand verendet war, fütterte, starben nicht. Die Milz ist sporenfrei und die Vegetationsformen gehen wahrscheinlich schon durch den Magensaft zu Grunde. Schafe, welche mit einer sporenhaltigen Milzbrandkultur gefüttert waren, gingen nach wenigen Tagen zu Grunde. Die Sporen keimen im Darms aus und die jungen Stäbchen dringen vermutlich durch die Peyerschen Plaques in das Blut ein (Koch).

Die Milzbrandbazillen werden durch kranke und gefallene Tiere weiter verbreitet; sie finden sich in den Abgängen. Namentlich bei dem Verscharren der Tiere wird Blut in weitem Umkreise dem Boden beigemischt.

Die Milzbrandbazillen gehören unzweifelhaft zu den saprophytischen Bakterien und werden nur gelegentlich zu Parasiten. Sie vermögen, wie Koch dargetan hat, auf abgestorbenen Pflanzenteilen zu wachsen und Sporen zu bilden, und wahrscheinlich finden sie im Freien an feuchten Stellen genügende Existenzbedingungen.

In den Sporen aber haben sie ein Mittel, allen möglichen störenden Einflüssen, Hitze wie Kälte gegenüber sich zu halten. Wird Vieh auf derartige Weiden getrieben, so kann es sich dann mit Milzbrand infizieren.

Zur Entwicklung der Keime gehören aber, wie wir schon im allgemeinen Teile dargelegt haben, noch eine Reihe von Bedingungen, welche wohl nicht überall realisiert sein werden, weshalb nicht zu allen Zeiten in allen Orten Milzbrandkeime ihr Fortkommen finden werden. Unbedingt ist notwendig eine gewisse Temperaturhöhe; zur Sporenbildung, z. B. immer Temperaturen von 18°. Eine solche wird daher nie in den begrabenen Tieren bei unseren klimatischen Verhältnissen eintreten können, da die Bodentemperatur in einiger Tiefe diesen Grenzwert nicht erreicht. Die entsprechende Temperatur trifft man auch an der Oberfläche nur während weniger Monate; allerdings der bestrahlte Boden wird ziemlich häufig hohe Temperatur aufweisen. Aber die Bestrahlung durch die Sonne ist der Entwicklung der Milzbrandbazillen nicht eben förderlich. Die Sonnenstrahlen sind ein äußerst kräftiges Desinfiziens, wie Ducleaux nachgewiesen hat; in kurzer Zeit verlieren feuchte, wie trockene Milzbrandbazillen und

Sporen ihre Virulenz. Schattige und feuchte Stellen müssen daher *ceteris paribus* günstiger sein als trockene und sonnige.

Man hat gemeint, von den verscharrten Milzbrandkadavern könnte eine Neuinfektion ausgehen, indem Sporen an die Oberfläche der Erde gelangen. Daß die Kadaver Sporen enthalten, wird zugegeben sein; denn die Kadaver bleiben oft lange liegen, ehe man sie beerdigt (Bollinger). Sind sie einmal begraben, dann ist Grabes-temperatur und Sauerstoffmangel einer Entwicklung von Milzbrandbazillen wie Sporen hinderlich. Luftströmungen im Boden vermögen keine Keime zu transportieren. Man hat gemeint, die Regenwürmer beteiligen sich an der Verschleppung von Sporen, und Pasteur hat die letzteren wirklich in dem Darmkanal von Regenwürmern gefunden. Auch Bollinger konnte durch den Darminhalt eines von einer exquisiten Milzbrandweide erhaltenen Regenwurmes Milzbrand übertragen. Daß die Regenwürmer bisweilen Milzbrandbazillen in sich beherbergen, ist dadurch sichergestellt, aber daraus folgt noch nicht, daß diese Möglichkeit regulär ein wichtiges Glied der Milzbrandverbreitung bedeutet.

Der Milzbrand kann ferner durch Futter verbreitet werden, das z. B. von Milzbrand befallenen Weiden entnommen ist, oder in anderer Weise mit Milzbrand infiziert wurde. Nicht ausgeschlossen erscheint auch die Verbreitung des Giftes durch Fliegen oder Bremsen, die unmittelbar vorher mit kranken oder gefallenen Tieren in Berührung waren.

Der Milzbrand tritt bei den Tieren in verschiedenen Formen auf: als rasch verlaufende apoplektische Form (Milzbrandblutschlag), als akute Form (Milzbrandfieber) und als subkutane Form (Milzbrandrotlauf).

Der Mensch ist für Milzbrand nur schwer empfänglich; meist sieht man nur Personen, welche in irgend einer Weise mit Tieren oder Tierprodukten sich zu beschäftigen haben, erkranken. Viehwarter, Abdecker, Fleischer, Hautehändler, Tierärzte infizieren sich erfahrungsgemäß am häufigsten durch Verletzungen, welche sie sich zuziehen und welche zur Eingangspforte für die Milzbrandkeime werden.

Seltener sind bereits Ansteckungen durch Insektenstich, aber häufiger noch Infektionen bei Arbeitern, die das Sortieren von Hadern, die Bearbeitung von Schafwolle und Roßhaaren zu besorgen haben. Der Genuß des Fleisches von milzbrandkranken Tieren kann eine schwere Erkrankung zur Folge haben, *Mycosis intestinalis*.

Von den Hautinfektionsstellen ausgehend, bildet sich der Milzbrandkarbunkel, der meist isoliert bleibt und lokaler Behandlung gut zugänglich ist. Doch kommen auch schwere, tödlich endende Erkrankungen vor.

Die Seuche muß, wo sie auftritt, energisch bekämpft und die Verschleppung der Keime verhütet werden. Die Kadaver der Tiere müssen an einer schwer zugänglichen Stelle tief vergraben werden, wobei möglichst darauf zu achten ist, daß nicht oberflächlich Blut oder dgl. milzbrandhaltiges Material haften bleibt.

Die Ställe sind zu desinfizieren, kranke und verdächtige Tiere abzusondern, durch besondere Bedienung zu verpflegen und mit besonderen Futter- und Trinkgeschirren zu versehen.

Über die Milzbrandschutzimpfung siehe früher.

## Rotz.

Die Rotzkrankheit, welche hauptsächlich Pferde, Esel, Maultiere, Schafe, Ziegen, Schweine befällt, ist eine Tierkrankheit, deren Übertragung auf den Menschen leider ziemlich häufig beobachtet wird.

Von dem Rotz können die verschiedenartigsten Organe der Tiere befallen werden. Ursache der Krankheit ist der früher geschilderte Rotzbazillus. Am bekanntesten ist der Nasenrotz, der sich durch einen graugrünlichen Ausfluß aus der Nase, durch Schwellung der benachbarten Lymphdrüsen und durch kleine Knötchen und Geschwüre an der Nasenschleimhaut bemerkbar macht. Andere Formen der Rotzerkrankung sind der subkutane Rotz, wobei es zuerst zu Knoten kommt, die dann nach außen durchbrechen, dann der eigentliche Hautrotz, wie er auch beim Menschen zur Beobachtung gelangt, wobei eine Anzahl oberflächlich gelegener Geschwüre auftreten, endlich der Lungenrotz.

Die Krankheit verläuft teils akut unter Fieber und endet mit dem Tode zu Ende der ersten bis dritten Woche, teils chronisch und zieht sich dann über Monate und Jahre hin.

Die Übertragung des Rotzes erfolgt direkt von Tier zu Tier durch den Nasenausfluß und die Abgänge von Geschwürflächen oder mehr indirekt durch Beschmutzung von Futter u. dgl.

Können auch die Rotzbazillen wohl kaum irgendwo saprophytisch wuchern, so ertragen sie Monate hindurch das Austrocknen, ohne getötet zu werden.

Die Rotzkrankheit kann auch den Menschen befallen und stellt eine äußerst gefährliche, in vielen, namentlich akut verlaufenden Fällen tödliche Krankheit dar. Die Infektion erfolgt durch Eindringen des Rotzgiftes in die verletzte Haut, besonders jene der Hände, durch die Schleimhäute der Nase, der Lippen, der Bindehaut des Auges, vielleicht durch Einatmen in die Lungenwege.

Befallen werden vor allem Leute, welche viel mit Pferden zu tun haben: Pferdewärter, Fuhrleute, Pferdebesitzer, Tierärzte, Abdecker, Soldaten der Kavallerie u. s. w. Es gibt mancherlei Gelegenheiten, durch die man die Rotzausbreitung begünstigt sieht, so z. B. bei der Beschälung, durch Pferdemärkte, durch den Aufenthalt der Tiere in infizierten Ställen, durch Abdeckereien, zu Kriegszeiten u. s. w. Durch alle diese Mehrungen der Krankheit steigert sich auch die Gefahr der Infektion für den Menschen.

Beim Menschen pilegt der Verlauf der Rotzkrankheit folgender zu sein: Unter Schwellung, Schmerzhaftigkeit, erysipelatöser Rötung und Spannung der Infektionsstelle tritt heftiges Fieber auf und unter Betäubung und Bewußtlosigkeit in 2—3 Tagen der Tod. Man vermutet, daß in diesen akuten Fällen eine Infektion von der Schleimhaut aus — wohl meist jener der Nase — stattgefunden hat.

Bei Infektion von der Haut aus bilden sich Furunkel mit erysipelartiger Röte und Schwellung der Umgebung. Andere Fälle verlaufen unter einfacher Entwicklung von Furunkeln und Karbunkeln, wieder andere unter den Formen einer Pyämie mit lobulären Abszessen in Lunge, Leber und Milz. Bei chronischem Verlaufe treten die oben erwähnten Hautabszesse in den Vordergrund.

Rotzkrankte Tiere sollten bei der großen Gefahr, die sie dem Viehstand wie dem Menschen bereiten, unbedingt getötet werden, sei es nun, daß sie sich in dem sicheren Anfangsstadium oder in vorgeschrittener Phase der Erkrankung befinden.

Die verdächtigen Tiere sind zu isolieren und mit besonderen Futtergeschirren und besonderem Pflegepersonal zu versehen.

Gefallene Tiere müssen ohne Beseitigung irgend welcher Teile verscharrt oder in anderer Weise unschädlich gemacht werden. (Siehe Kadaverbeseitigung).

### Die Wutkrankheit (Lyssa).

Die Wutkrankheit bei den Tieren und deren Übertragbarkeit auf den Menschen und der durch die Wasserscheu charakterisierte Krankheitsverlauf sind schon Celsus (50 Jahre v. Chr.) bekannt gewesen. Sie ist eine nach ihrem Ansbruche ausnahmslos rasch endende tödliche Krankheit, welche auf die Einwanderung und Einimpfung eines noch nicht ganz vollkommen erkannten Mikroparasiten zurückgeführt werden muß und verhältnismäßig bei Tieren weit verbreitet ist.

Die Wut ist übertragbar auf Hunde, Katzen, Wölfe, Schakale, Hyänen, Dachse, Marder, Pferde, Esel, Maultiere, Rinder, Schafe, Ziegen, Rehe, Antilopen, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratten, Mäuse, Hühner, Tauben, Affen. Epidemienweise trifft man die Wut bei Füchsen und Wölfen; bei den Hunden tritt sie als Einzelerkrankung, selten in weiterer Verbreitung auf.

Die Art der Übertragung scheint keine sehr mannigfaltige; in der Mehrzahl der Fälle wird das Gift durch den Biß und den dabei in die Wunde eingepreßten Schleim, namentlich dem aus der Trachea stammenden, dann aber auch durch Lecken der Hunde an der Epidermis beraubten Hautstellen oder Schleimhäuten übertragen. Ob Milch von wutkranken Tieren schädlich ist, scheint nicht sichergestellt. Nicht jeder Biß überträgt die Wut; von 100 Menschen, die von notorisch wütenden Hunden gebissen werden, erkranken etwa 35, von den gebissenen Hunden erkranken dagegen zwei Fünftel bis zwei Drittel (Bollinger). Durch Aufenthalt von Tieren in Räumen, in welchen früher wutkranke Tiere sich befanden, scheint die Wut nicht verbreitet zu werden (Hertwig). Man kann die Übertragungen der Wut auch künstlich durch Injektionen des Speichels wutkranker Tiere vornehmen; filtriert man Speichel durch Tonzylinder, so hat das Filtrat seine Ansteckungsfähigkeit verloren (Paul Bert).

Pasteur hat die Natur des Wutgiftes näher dargelegt; dasselbe ist bei den verschiedensten Erkrankungsformen der Wut das gleiche. Im Speichel ist das Wutgift mit anderen Mikroorganismen verunreinigt; nach Speichelimpfungen treten daher leicht septische Erscheinungen auf. Das Gift findet sich im verlängerten Marke, Rückenmarke und Gehirn. Durch ausgeschnittene Stückchen Rückenmark überträgt man es am besten nach Vornahme der Trepanation unter die Dura. Die Inkubationsdauer läßt sich dadurch außerordentlich verkürzen. Je geringer die Impfmenge, um so leichter entsteht

innerhalb gewisser Grenzen die rasende Wut, große Mengen Impfstoff geben das Bild stiller Wut. Auch durch Injektion in die Blutbahn läßt sich die Wut leicht übertragen; in diesem Falle meist die stille Wut. Behufs Injektion werden die Rückenmarkstücke in steriler Flüssigkeit emulsiert.

Von großer Wichtigkeit kann die Übertragung des Giftes auf ein Versuchstier, z. B. ein Kaninchen, zu diagnostischen Zwecken sein. Über die Schutzimpfung gegen Lyssa siehe später.

Die Dauer der Inkubation pflegt bei der Wut im allgemeinen eine sehr lange zu sein, 3—5 Wochen, ausnahmsweise 9—15 Monate (Bollinger). Schon während dieses Stadiums vermögen Tiere die Krankheit weiter zu verbreiten. Man meint, das Gift entwickle sich zentripetal in den Nervenscheiden fortschleichend; die Krankheit kommt zum Ausbruche, wenn zentrale Teile erreicht sind.

Die Wutkrankheit am Hunde tritt in zwei verschiedenen Formen auf: als Tollwut und stille Wut. Bei der Tollwut lassen sich gewöhnlich drei Stadien unterscheiden, und zwar:

1. Melancholisches Stadium. Das Tier zeigt ein verändertes Benehmen, wird traurig, mürrisch oder unfreundlich, reizbar, zornig, verkriecht sich in die Ecken des Zimmers oder in die Hütte, schreckt sich leicht, fährt ängstlich zusammen. Die Freßsucht und der Durst wechseln; bald verschlingt der Hund mit gieriger Hast unverdauliche Stoffe, wie Stroh, Leder, Holz, Steine; bald verschmäht er jede, auch die Lieblingsnahrung. Das äußere Aussehen des Tieres ist zu dieser Zeit noch wenig verändert.

2. Maniakalisches Stadium. Ausgesprochene Beißsucht, Fortbestand des Dranges zum Verschlingen der verschiedensten Gegenstände, auffällige Veränderung der Stimme, Sucht wegzulaufen, Beschwerden beim Schlingen, aber willige Wasseraufnahme. Die herumlaufenden Hunde beißen am meisten Hunde, Katzen, kleine Haustiere, Geflügel, weniger größere Tiere, am wenigsten Menschen, wenn sie nicht von diesen gereizt werden. Während des Anfalles befinden sich die Hunde im Zustand eines wahren Deliriums; auch während der Remissionen scheinen sie zeitweilig an Halluzinationen zu leiden; sie stieren nach einer bestimmten Stelle, schnappen in die Luft wie nach Fliegen.

3. Das paralytische Stadium geht unmerkbar und allmählich aus dem zweiten hervor, indem die Paroxysmen des zweiten Stadiums immer kürzer und schwächer, die freien Zwischenräume, während welcher die Hunde wie soporös daliegen, länger werden. Es tritt Schwäche, Lähmung ein, der Gang wird wankend. Die Hunde magern rasch ab und unter Konvulsionen tritt der Tod ein.

Die stille Wut unterscheidet sich durch den Ausfall des maniakalischen Stadiums von der Tollwut. Sie verläuft rascher wie die Tollwut und endet stets mit dem Tode.

Die Vorzeichen der ausbrechenden Wutkrankheit beim Menschen äußern sich durch Schwindel, reißende Schmerzen in den Gliedern, besonders in dem gebissenen Teile, krampfhaftes Zusammenschnüren des Halses, Beschwerden beim Schlingen, Unruhe und Beängstigung, Scheu vor Luftzug, Licht, glänzenden Gegenständen, Flüssigkeiten, Empfindlichkeit des Gehörorgans.

Dem Prodromalstadium folgt das Stadium der Reizung, endlich das paralytische Stadium, doch sterben die Patienten häufig, ehe das letztere zur Ausbildung kommt.

Zum Schutze des Menschen gegen die Hundswut dienen mannigfache Maßregeln. In erster Linie muß das Halten von Hunden möglichst reduziert werden, dies geschieht durch eine ausreichende Besteuerung erfahrungsgemäß am einfachsten.

In Baden existierten 1832 bei einer Steuer von fl. 3.— 26.000 Hunde, 1844 bei einer Steuer von fl. 1.30 45.000; im Jahre 1877 existierten bei 16 Mark Steuer 28.824 Hunde.

Die Wirkung erhöhter Steuer auf die Wuterkrankungen zeigt folgende Statistik für Baiern (Bollinger):

Jahr	Wutverdachtsfälle bei Hunden	Todesfälle beim Menschen
1873	821	15
1875	458	23
Hundesteuer bedeutend erhöht		
1876	241	13
1877	140	8
1878	117	5
1879	45	1
1880	42	1
1883	18	0
1884	9	0
1885	11	0

Durch die Hundesteuer wurde die Übertragung der Wut auf die Menschen bei einer Einwohnerzahl von  $5\frac{1}{2}$  Millionen fast vollkommen beseitigt. Zum Zwecke der Besteuerung müssen die Hunde alljährlich mehrmals der Behörde vorgeführt und von einem Tierarzte besichtigt werden. Unbedingt und für beständig muß das Mitnehmen von Hunden in öffentliche Lokale, in Eisenbahnwagen, Omnibusse u. dgl. verboten sein und dies Verbot auch durchgeführt werden. Zweckmäßig mag auch eine allen Hundebesitzern mitzuteilende gedruckte Belehrung über die wesentlichen Erscheinungen der Wut wirken.

Wenn jemand von einem wutverdächtigen Tiere gebissen wurde, so muß unbedingt ein Ausbrennen der Wunden vorgenommen werden; von jenen Personen, welche diese Operation vornehmen lassen, sterben etwa 33%, bei Außerachtlassung derselben aber 83% (Bollinger).

Eine eigenartige Heilimpfung ist die von Pasteur eingeführte Hundswutimpfung. Die Hundswut wie ihren Verlauf bei Tieren und Menschen haben wir schon geschildert. Pasteur hat im Oktober 1885 die überraschende Mitteilung gemacht, daß es gelänge, das Hundswutgift beliebig abzuschwächen, und daß es mittels eines solchen abgeschwächten Giftes gelänge, eine absolut sichere Schutzimpfung beim Tiere wie beim Menschen zu erreichen.

Man impft behufs Herstellung eines Impfstoffes die Hundswut bei Kaninchen von Dura mater zu Dura mater, bis ein gleichbleibendes Inkubationsstadium sich ausgebildet; ist dies erreicht (bei 20—25-maliger Übertragung), so wird das Rückenmark herauspräpariert und unter einer mit Kalistücken zur Trocknung der Luft versehenen Glocke getrocknet. Dabei nimmt die Giftigkeit des Rückenmarkes von Tag zu Tag ab.

Zur Herstellung eines injizierbaren Impfstoffes werden die Stückchen Rückenmark in sterilen Flüssigkeiten zerrieben und emulsiert. Spritzt man Hunden zuerst von dem am längsten getrockneten Rückenmarke den Impfstoff ein, so kann man durch sukzessive Injektionen von virulenterem Material die Hunde dahin bringen, daß sie auch gegen den Biß eines wütenden Tieres vollkommen immun sind. In dieser Form angewendet, hätte wohl die Hundswutschutzimpfung es nie zu nennenswerter Bedeutung gebracht. Aber es wurden noch andere wichtige Tatsachen unserer Kenntnis hinzugefügt. Die Schutzimpfung gelingt nämlich auch dann, wenn man nach erfolgtem Bisse eines Tieres mit der Schutzimpfung beginnt. Diese Tatsache steht außer allem Zweifel; somit beschränkt sich die Zahl der zu Impfen und erhöht dadurch die Verwendbarkeit der Impfung. Das Gelingen der Schutzimpfung unter diesen gegebenen Verhältnissen erklärt sich durch die Langsamkeit, mit der das auf natürlichem Wege eingimpfte Wutgift in den Körper eindringt, und welche daher dem schnellwirkenden künstlichen Infektionsstoffe Zeit läßt, die Immunisierung zu vollenden.

### Aktinomyces.

Man hat früher die Erkrankungen an Aktinomyces als eine von dem Tiere, namentlich vom Rinde auf den Menschen übertragene Krankheit angesehen. Es ist diese Beziehung aber unsicher geworden, da man nur selten Menschen jener Berufsklassen, welche sich mit Vieh beschäftigen, wie Landleute, Fleischer an Aktinomyces erkranken sieht. Vermutlich ist Aktinomyces ein auf vegetabilischen Substraten, welche für den Menschen wie für das Tier Nahrungsstoffe liefern, vegetierender Saprophyt.

Über Perlsucht der Tiere siehe oben unter Tuberkulose.

Literatur: Pütz, Ansteckende Tierkrankheiten, Stuttgart 1882. — Röll, Die Tierseuchen, Wien 1881. — Baumgarten, Lehrbuch der pathologischen Mykologie, Braunschweig 1890. — Ziemssen, Handbuch der spezifischen Pathologie und Therapie, Band III.

## Fünfzehnter Abschnitt.

### Die Schutzpockenimpfung.

Die Blattern (siehe früher) haben früher in großen Epidemien und Pandemien Europa, Asien und Afrika durchzogen; man hat aber schon in den ältesten Zeiten in China, Indien und den Ländereien des Kaukasus Mittel gekannt, durch Akquisition einer leichten Krankheitsform den Menschen vor der schweren Blatternkrankheit zu schützen. Man ließ die Kleider Pockenkranker tragen oder inokulierte direkt die Menschenblatter, indem man Pockenschorf oder Eiter in kleine Ritzchen der Haut des Oberarmes einrieb (Variolation).

Nach kurzer Inkubationszeit (drei Tage) erfolgt meist ein Ausbruch lokaler Blattern, dann der Ausbruch eines allgemeinen Exanthems mit hohem Fieber. Das bei der wahren Blatternkrankheit späterhin sich einstellende Eiterfieber fehlt jedoch. Die in späteren Jahren wiederholte Variolation (Revariolation) pflegt milder zu sein als die erstmalige Infektion. Üble Zufälle waren selten; die Inokulation war 1721 in England eingeführt und 1766—1767 9000 Impfungen vorgenommen worden.

Doch ist die Variolation trotzdem keine empfehlenswerte Methode, einerseits weil Variolisierte auch Gesunde mit wahrer Blatternkrankheit anstecken können, also der Verbreitung der Blattern Vorschub leisten, andererseits aber besitzen wir eine viel bessere, unschädliche und besser wirksame Methode in der von Jenner 1796 aufgefundenen Kuhpockenimpfung.

Jenner hatte in Erfahrung gebracht, daß die Ansteckung mit Vakzine, d. i. mit einer Pocke von dem Kuheuter, vor den Menschenblattern schütze, und lehrte weiter, daß auch das auf der menschlichen Haut nach der Impfung mit den sogenannten Kuhpocken erzeugte Gift (humanisierte Kuhpockenlymphe) beim Weiterimpfen auf Menschen im wesentlichen dieselbe Schutzkraft gewähre wie die ursprüngliche Vakzinelymphe bei der Kuh.

Die nach Jenners Entdeckung zur Einführung gelangte Vakzination hat überall in der Verhütung der Blatternkrankheit ihre Erfolge aufzuweisen. Wenn auch der Schutz der Pockenimpfung kein absoluter ist und mit einiger Sicherheit durchschnittlich nur auf 10 Jahre hin ausreicht, so hat sich doch nahezu bei allen Epidemien deutlich genug deren Nutzen gezeigt.

Das von Jenner und nach ihm von vielen anderen ausgeführte Experiment, welches die Schutzkraft der Vakzination gegen die Impfung mit echter Variola beweist,



hat an überzeugender Kraft nichts eingeübt. Woodville allein hat im Jahre 1799 400 Individuen nach durchgemachten Kuhpocken die wirklichen Blattern eingepflicht und bei keinem hafteten dieselben. Von 1799—1801 war die Zahl seiner Vakzinationen auf 7500 gestiegen, deren größere Hälfte vergebens auf die Blatternempfindlichkeit untersucht worden war. In demselben Jahre hat Pearson bei 6000 Impfungen das gleiche Resultat erlangt. Es ist bekannt, daß auch von Stromayer und Ballhorn in Hannover, von Sömmering in Frankfurt, Heim in Berlin, Sacco in Mailand und auch in Oesterreich unter der Leitung Peter Franks ähnliche Experimente von de Carro ausgeführt wurden, und daß der Erfolg den in England gewonnenen Resultaten entsprach. Bei der Inokulation mit echter Variola bleiben nur etwa 5% ohne Resultat, während die Inokulation bei vakzinierten Individuen in den weitaus meisten Fällen fehlschlägt. Die täglichen Erfahrungen aller Ärzte, die Blatternkranke in großer Zahl zu behandeln Gelegenheit hatten, zeigen den relativ günstigeren Verlauf der Blattern bei Vakzinierten als bei Ungeimpften. Auch die Statistik spricht ebenfalls für den Nutzen der Impfung.

Flinzer berichtet über die Blatternepidemie von Chemnitz und Umgebung sowie über die von Dr. A. Müller zu Waldheim in Sachsen beobachtete. Chemnitz trat mit 64·255 Einwohnern in die Epidemie ein. Davon waren 53·891 geimpft = 83·87%, 5172 Ungeimpfte = 8·89% und 4652 früher Geblatterte = 7·29%. Es wurden 3596 Personen von Blattern befallen = 5·60% der Bevölkerung, und zwar 953 Geimpfte = 1·61% der geimpften Bevölkerung, und 2643 Ungeimpfte = 57·23% der ungeimpften Einwohner. Von den sämtlichen 13·881 Haushaltungen, welche die Stadt zählte, hatten 2103 Blattern; an diesen 15% befallenen Haushaltungen nahmen solche, wo nur geimpfte Personen sich aufhielten, mit 2·67% teil, während die übrigen 12·48% auf solche Haushaltungen mit Ungeimpften fielen. Unter der Gesamtzahl der Haushaltungen waren 68·18%, welche nur Geimpfte enthielten, bei diesen ereigneten sich 3·92% Blatternkrankungen, wogegen bei 31·82% Haushaltungen mit Ungeimpften 39·11% vorkamen.

Während demnach auf 26 Haushaltungen, welche Ungeimpfte aufzuweisen hatten, eine Erkrankung fiel, trat eine solche erst auf 255 Haushaltungen, wo nur Geimpfte lebten.

Bei humanisierter Lymphe können verschiedene Krankheitsübertragungen vorkommen, deren Zahl aber von den Impfgegnern ungeheuer übertrieben wird.

Diese Krankheiten sind:

1. Die Wundkrankheiten, namentlich das Erysipel. Letzteres kann bei dem ersten Impfkakt entstehen — Früherysipel, oder bei Abnahme der humanisierten Lymphe aus den Pusteln — Späterysipel. Die Ursache hiefür kann in der Auswahl einer kranken Abimpfung liegen, so daß der Krankheitserreger mit der Lymphe übertragen wird, oder in ungenügender Desinfektion der Impfinstrumente, oder in einer Infektion, welche durch die schmutzigen Kleider nach der Impfung erfolgt, oder endlich in einer zufälligen Luftinfektion bei Vornahme der Impfung in ungeeigneten Lokalen. Gar nicht selten wird mit dem Impferysipel ein einfaches Erythem verwechselt.

2. Die Syphilisübertragung gehört zu den großen Seltenheiten; ihre Übertragung ist nur möglich, wenn der Abimpfung und dessen Familie nicht genügend hinsichtlich des Gesundheitszustands geprüft, oder zu junge Abimpfungen (unter sechs Monaten) verwendet werden. Hereditäre Syphilis pflegt mit diesem Zeitpunkte offenkundig zu werden.

Die Übertragung der Tuberkulose, welche ab und zu erwähnt wird, kommt tatsächlich gar nicht vor.

Alle Gefahren reduzieren sich auf die Wundinfektionskrankheiten, wenn man an Stelle der menschlichen Lymphe die Kälberlymphe — animale Lymphe anwendet; denn Syphilis kommt beim Tiere überhaupt nicht und die Tuberkulose so selten vor, daß

im Durchschnitt auf 50.000 Kalber eines mit Symptomen der Tuberkulose trifft. Die Tuberkuloseübertragung wird aber außerdem durch das Schlachten des Tieres nach Abnahme der Lymphe und der Obduktion absolut ausgeschlossen.

Zur Aufbewahrung und Versendung des humanisierten Impfstoffes hat man vielerlei Methoden benützt. Sonst hat man ihn an der Spitze einer Impfnadel oder zwischen Glasplatten getrocknet; ferner benützt man Haarröhren, mittels welcher man die Lymphe aus der Pustel durch einen Einstich saugt und welche man sodann an beiden Enden abschmilzt. Zur Konservierung der Lymphe wird Glycerin im Verhältnisse von 1 : 3 beigemischt.

Der Impferfolg hängt von der Empfänglichkeit des Impflings und von der Wirkung des Impfkontagiums ab. Auch die Methode der Impfung ist von großer Bedeutung. Gesunde, kräftige Kinder überstehen die Vakzination meistens sehr gut, die Revakzination der Erwachsenen bewirkt nicht selten stärkere Allgemeinerscheinungen, Fieber, Achseldrüsenanschwellungen, aber schnelleren, nicht selten sogar einen überstürzten Verlauf u. s. w. Kachektische Erwachsene und Kinder reagieren auf Vakzine schlecht. Die Methode der Impfung wird entweder durch Schnitt mittels der Lanzette oder durch Stich mit der Nadel oder auch durch Skarifikation der Haut bewirkt. Die Impfstelle ist die Gegend des Ansatzes des Musculus deltoideus. Die Stichmethode bewirkt im allgemeinen geringere Reizungen und Entzündungserscheinungen als die Schnittmethode. Doch sind bei der letzteren Impfungsort die Pusteln in der Mehrzahl der Fälle umfangreicher, während die Stichmethode kleinere Pusteln und kleinere Narben erzeugt.

Beim Impfen soll man nicht tief schneiden, sondern schiefe Schnitte oder Stiche unter die Epidermis machen, so daß keine Spur von Blut hervortritt. Die Lymphträger (Abimpflinge) sollen nicht blutig verwundet, sondern von den Pusteln nur klares, blutfreies Sekret benützt werden. Die Kinder sollen über sechs Monate alt und an den Genitalien, dem After, der Mundhöhle, den Ohren und allen äußeren Teilen von Geschwüren und Ausschlägen frei sein.

Die meisten bisherigen Impfungen wurden mit der sogenannten humanisierten Lymphe gemacht. Bei Ungeimpften haftet sie fast mit absoluter Sicherheit. Die mit ihr erzeugten Impfpocken verlaufen bezüglich ihres Umfanges, ihrer Größe und Ausbildung sowie der begleitenden örtlichen und allgemeinen Erscheinungen in der größten Zahl der Fälle mit einer gewissen Regelmäßigkeit. Der Inhalt der mit der humanisierten Vakzine erzielten Pusteln enthält nur vom vierten bis sechsten, selten noch am achten Tage den Ansteckungsstoff, aber nur in dem Falle, daß letztere in jeder Beziehung der Vakzine gleicht. Mit gleichen Teilen destillierten Wassers verdünnte Lymphe wirkt unverändert, eine stärkere Verdünnung erfordert größere Mengen Impfstoffes und größere umfangreichere Wunden. Zusatz von Glycerin macht die Lymphe haltbarer und erhöht zugleich die Haftbarkeit der Lymphe. Das hiezu verwendete Glycerin muß chemisch rein und mit gleichen Teilen destillierten Wassers vermischt und der Lymphe im Verhältnisse von 1 : 3 innig beigemischt sein.

Die Lymphe der Revakzinierten soll zu anderen Impfungen nicht benützt werden.

Obwohl die eben erwähnte humanisierte Lymphe bei einer genauen Ausführung recht ersprießlich sich erweisen kann, so bietet sie doch keine absolute Garantie gegen die Verhütung jeder Infektion. Man suchte deshalb solche Methoden der Impfung einzuführen, welche volle Sicherheit gegen syphilitische oder sonstige Ansteckungen gewähren. Solche Impfmethode sind:

a) Impfung mit originärer Kuhlymphe. Die allgemeine Benützung originärer Lymphe kann bei öffentlichen Impfungen nicht in Frage kommen.

b) Impfung mit animaler Lymphe. Man impft die Vakzine von Kalb zu Kalb, um so genügende Mengen eines animalen Impfstoffes zu erzeugen. Die Übertragung von Tier zu Tier geschieht ohne Schwierigkeit, zu jeder Jahreszeit und ohne daß die Kuhpocken durch die sukzessive Inokulation etwas von ihrer Wirksamkeit verlieren. Die Quantität der von einem Tiere gelieferten Lymphe ist im allgemeinen eine sehr ergiebige und die Inokulation für das Tier ganz ohne Nachteil.

c) Retrovakzination der Kühe durch humanisierte Lymphe. Die Empfänglichkeit der Kuh für die humanisierte Lymphe ist im allgemeinen eine gute, und zwar bei der Impfung mittels des Stiches oder der Skarifikation. Die „Retrovakzinepustel“ der Kuh ist eine mildere Krankheit als die originäre Kuhpocke, reift schneller (innerhalb fünf Tagen) als die Vakzine beim Menschen.

Pfeiffer benützt zur Impfung der Kalber die Kinderlymphe. Das Verfahren der Kalberimpfung unterscheidet sich von dem bisher üblichen dadurch, daß an dem Bauche des Kalbes nach vorherigem Rasieren und Desinfizieren nicht einzelne, voneinander getrennte Impfstellen, sondern große zusammenhängende Impfflächen angelegt werden, welche fast die gesamte untere Hälfte des Bauches einnehmen.

Die Impfung des Kalbes wird bei uns durch Skarifikation bewerkstelligt, und zwar wird jedesmal, sobald ungefähr 1  $cm^2$  der zu impfenden Fläche skarifiziert ist, der Impfstoff mit einem Impfstäbchen gründlich auf diese Stelle eingerieben und so allmählich die ganze Fläche präpariert. Die Reifung der Impffläche, durch das Erscheinen perlglänzender genabelter Bläschen charakterisiert, beginnt am vierten Tage und bis zum fünften Tage bedeckt sich die Oberfläche der Impfstelle mit einer gelblichen Kruste. Letztere wird durch Waschen mit warmem Salzwasser abgelöst und nun mittels eines scharfen Löffels die Pocke mit dem Pockengrund abgeschabt, in einen Achatmörser gebracht und durch sorgfältiges Verreiben eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Infektionsstoffe bewirkt oder in der Lymphmühle emulsiert. Sie wird dann in sterile Gläschen übergefüllt. Der Ertrag an Lymphe wird bei dieser intensiven Ausnützung des Impfbodens ein bedeutender.

Brauchbare Impfkonserven sind nach Pfeiffer folgende:

1. Pasten, durch Zerreiben des Pockenbodens mit wenig Glycerinwasser hergestellt.  
2. Pulver, durch Trocknen von Pockenboden im Exsikkator über Schwefelsäure gewonnen.

3. Extrakte, durch Zerreiben des Pockenbodens mit Glycerinwasser (Pissin).

4. Emulsionen mit Glycerinwasser, von Riesel in Halle zuerst hergestellt.

Das letzte Präparat scheint die beste Konservierungsart darzustellen.

Die Haftbarkeit der animalen Lymphe ist eine etwas geringere als die der humanisierten. Bei der Wahl der animalen Vakzine, die zum Überimpfen bestimmt ist, muß man sich lediglich durch das Aussehen der Pockenpustel des Kalbes und nicht durch den Zeitraum seit der Inokulation einleiten lassen.

Der Zeitpunkt, wo die Vakzine am wirksamsten ist, tritt ein, sobald die Pocken vollständig reif sind, das charakteristische Aussehen der bekannten Variolapusteln eingetreten ist und die Vakzine selbst ein silberglänzendes Aussehen besitzt. Dieser Zeitpunkt variiert aber je nach

der äußeren Temperatur und nach der Verschiedenheit der Haut des Tieres. Sorgfältige individuelle Beobachtung jeder einzelnen Pocke und Entnahme der Lymphe vor dem Eintritte der Infiltration des Unterhautzellgewebes bilden die Hauptmomente einer richtigen Erkenntnis des zur Entnahme der Lymphe vom Kalbe geeigneten Zeitpunktes (Hay).

Die Lymphe ist ungemein keimreich. Die Bakterien wandern durch die Blätter in die Lymphe. Beim Stehen mit Glycerin nimmt allmählich die Keimzahl ab. Krankmachende Keime sind bis jetzt nicht gefunden.

Das Erythem hängt nicht vom Keimgehalte der Lymphe ab, sondern entsteht leicht bei starker Konzentration der Lymphe. Auch persönliche Eigentümlichkeiten spielen eine Rolle.

Die Wundreaktion pflegt bei der animalen Impfung etwas stärker zu sein als bei der humanisierten Lymphe, aber das Vorkommen schwererer Prozesse ist sicher nicht häufiger. Der Verlauf der animalen Vakzination ist jedenfalls ein langsamerer als bei der humanisierten Lymphe; er nimmt 21—32 Tage in Anspruch, während nach der Impfung mit humanisierter Lymphe die Verheilung der Schutzpocken in 14 Tagen vollendet ist.

Die Übertragung von Tierkrankheiten ist durch die Auswahl und Untersuchung der Kälber vollkommen ausgeschlossen.

Da die Vakzination, mag sie auf welche Art immer vorgenommen werden, nur für einen gewissen Zeitraum schützt, so empfehlen die Anhänger der Impfung den geschwundenen Schutz durch eine wiederholte Impfung (Revakzination) wieder zu erlangen.

Im Deutschen Reiche wurde die Impfung obligatorisch gemacht. Auf Grund des Reichsimpfgesetzes vom 9. April 1874 müssen alle Kinder vor Ablauf des auf ihr Geburtsjahr folgenden Kalenderjahres, sowie alle Zöglinge öffentlicher Lehranstalten oder Privatschulen in demjenigen Jahre, in welchem sie ihr zwölftes Lebensjahr vollenden, geimpft werden, wenn nicht, infolge überstandener natürlicher Blattern, Befreiung eintritt. Die Vakzination und Revakzination, wenn ohne Erfolg, muß in den zwei nächstfolgenden Jahren wiederholt werden. Die Aufstellung des Impfrekulativs ist den einzelnen Regierungen überlassen.

Anwendbar sind: Humanisierte Lymphe, die originäre, die retrovaxzinale und die animale Lymphe, welche letztere jedoch zu Revakzinationszwecken nicht in den öffentlichen Gebrauch kommen soll.

Nur kräftige, gesunde Kinder mit reiner Haut und „vollkommenen“ Vakzinen dürfen als Stammimpflinge benützt werden. Letztere sollen bei öffentlichen Impfungen nicht unter sechs Monaten (wegen Syphilisübertragung) alt sein. Die Hälfte der Vakzinen eines Stammimpflings muß uneröffnet bleiben. Die Impfung soll als erfolgreich gelten, wenn zwei Impfpocken zur vollen Entwicklung gelangten.

Als Wiederimpfung von Erfolg ist eine solche anzusehen, nach welcher sich am Tage der Nachschau mindestens eine mehr oder weniger eingetrocknete Pustel oder die Borke von einer oder mehreren rasch in ihrer Entwicklung verlaufenden Pusteln sich befindet.

Literatur: Das Reichsimpfgesetz nebst Ausführungsbestimmungen, von Rappmund, Berlin 1889. — Freund, Die animale Vakzination, Breslau 1887. — Pfeiffer, Die Vakzination, Tübingen 1884. — Beurteilung des Nutzens der Schutzpockenimpfung, kaiserliches Gesundheitsamt, Berlin 1888, siehe auch Kap. III. — Kitt, Wert und Unwert der Schutzimpfungen gegen Tierseuchen, Berlin 1886, siehe auch Behring, Bekämpfung der Infektionskrankheiten, Berlin 1894, und Allgemeine Therapie der Infektionskrankheiten, Wien 1899. — Metschnikoff, Immunität, Jena 1897. — Buchner, Schutzimpfung. Handbuch der Therapie, Jena 1897.



**Z BIBLIOTEKI**  
**a. k. kursu naukowego gimnastycznego**  
**W KRAKOWIE.**

Register.

A.

- Abdeckereien 816.  
 Abfallstoffe, Beseitigung derselben 384.  
   " Menge derselben 385.  
   " Verwertung 418.  
   " Zusammensetzung 393.  
 Abortgrube 389.  
   " Entleerung 392.  
   " Ventilation derselben 391.  
 Absorption im Boden 73.  
 Abtrittluft 298, 389.  
 Abwasser von Zuckerfabriken 419, 810.  
 Abyssinierbrunnen 362.  
 Achorion Schönleini 865.  
 Acidbutyrometer 552.  
 Aëroben 888.  
 Aftermiete 302.  
 Agglutination bei Cholera 933.  
   " Typhus 923.  
 Agglutinine 913.  
 Aichhahnsystem 353.  
 Aitkens Staubzählapparat 58.  
 Akklimatisation 156, 160.  
 Akkumulatoren (bei Beleuchtung) 282.  
   " fabriken 761.  
 Aktinomyces 934—1010.  
 Alaun im Brot 589.  
 Albuminabriken 814.  
 Aleuronat 590.  
 Alexine 912.  
 Algen 334.  
 Alkohol, als Nahrungsstoff 461.  
   " garung 866.  
   " gehalt der Erfrischungsmittel 472.  
   " Gewichtsprocente 633.  
   " mißbrauch 636.  
   " Spezifisches Gewicht 633.  
   " Volumprocente 633.  
 Aluminium in Betrieben 772.  
 Amerikanische Öfen 188.  
 Ammoniak der Luft 26.  
   " Bodenluft 76.  
   " bestimmung im Wasser 381.  
   " industrie 782.  
 Amoeba coli 843.  
 Amylazetatlampe 250.  
 Anaëroben 888.  
 Anchylostomum duodenale 841.  
 Anemometer 87.  
 Anilinfarben 797.  
   " zur Bakterienfärbung 881.  
 Anilindämpfe 797.  
 Anis 606.  
 Anopheles 854.  
 Antimon 766.  
 Antipassatwinde 85.  
 Antitoxine 910, 912.  
 Anzeigepflicht 947.  
 Appetit 488.  
 Äquatoriale Straßen 315.  
 Arbeit, körperliche und geistige 733.  
 Arbeiter, Nahrungsbedarf 491.  
 Arbeiterwohnungen 730.  
 Arbeitseinheit 468.  
 Arbeitsleistung 467, 735.  
 Arbeitsräume, Temperatur 171.  
 Argon 26.  
 Armenstatistik 725.  
 Arsenvergiftungen 764.  
   " bei Glasfabrikation 776.  
   " durch Tapeten 167.  
 Arthropoden 838.  
 Askosporen 860, 869.  
 Aspergillus 858.  
 Asphaltpflaster 416.  
 Aspirationspsychrometer 41.  
 Asyl für Obdachlose 731.  
 Atmungsluft, Menge 25.  
   " Feuchtigkeit 37.  
 Atmometer 40.  
 Atmosphäre 24.  
   " Feuchtigkeit 32.  
 Auerlicht 272.  
 Aufbereitung (Erze) 752.  
 Augusts Psychrometer 40.  
 Ausleseweine 631.  
 Ausnützbarkeit des Lichtes 288.  
   " der Nahrungsmittel 475.  
 Aussatz 973.  
 Ausscheidung von Infektionserregern 940.  
 Autoinfektion 901.  
 Autointoxikation 901.  
 Azetylenlicht 273.

## B.

Bacterium coli 923.  
   " enteritidis 927.  
   " murisepticum 929.  
   " prodigiosum 930.  
   " pyocyaneum 928.  
   " septicaemiae haemorrhagicae 929.  
 Backfähigkeit des Mehles 577.  
 Backofen 584.  
 Badeheizung 207.  
 Baden 136.  
 Bakterien-Färbemethoden 881.  
   " kultur 881.  
   " mikroskopische Beobachtung 879.  
   " morphologie 875.  
   " spezies 879, 917.  
   " sporen 877.  
   " vermehrung 887, 895.  
   " zusammensetzung 886.  
 Bandwürmer 525, 839.  
 Barackensystem 705.  
 Barlowsche Krankheit 667.  
 Barometer 50.  
 Baufeuchtigkeit 163.  
   " Prüfung derselben 166.  
 Baumaterial, Luftdurchlässigkeit 222.  
 Baumwolle, zur Kleidung 96, 111, 113, 130.  
   " Reinigung der 801.  
 Baumwolltrikot 116.  
 Bauordnung 300, 312.  
   " polizei 300, 312.  
   " system der Krankenhäuser 702, 704.  
   " " der Städte 313.  
   " wasser 164.  
 Bebauungsdichte 311.  
 Beggiatoa 336, 934.  
 Begräbnisplätze 439.  
 Beleuchtung 240.  
   " durch Azetylen 273.  
   " " Elektrizität 274.  
   " " Gas 261.  
   " " Kerzen 258.  
   " " Lampen 258.  
   " der Schulen 680.  
   " indirekte 294.  
 Benzol 796.  
 Bergbau 749.  
 Bergkrankheit 150.  
 Bergsteigen 45, 470.  
 Berieselung 431.  
 Berliers pneumatisches System 407.  
 Berthelots Bombe 455.  
 Berufsarbeit 737.  
   " krankheiten 739.  
   " schädigung 743.  
   " wahl 689.  
 Bewölkung 141, 147.  
 Bierbereitung 617.  
   " pressionen 622.  
   " surrogat 620.  
   " untersuchung 623.  
   " zusammensetzung 619.

Biologische Reinigungsverfahren für Kanalwasser 428.  
 Bittere Milch 540.  
 Blastomyeeten 868.  
 Blattern 965.  
 Blaue Milch 540.  
 Blaues Brot 588.  
 Bleiröhren für Wasserleitungen 357.  
 Bleivergiftung 701.  
   " bei Wasserleitungen 357.  
 Bleiweiß 763.  
 Blendung durch Licht 246.  
 Blenorrhoea ophthalmica neonatorum 665.  
 Blume des Weines 628.  
 Blutparasiten 848.  
 Boden 62.  
   " absorptionswirkung 73.  
   " bakterien 77.  
   " bohrer 79, 80.  
   " luft 66, 75.  
   " mineralisierung 74.  
   " porosität 67.  
   " reinlichkeit 311, 385, 387.  
   " temperatur 64.  
   " versumpfung 79.  
   " verwitterung 64.  
   " zusammensetzung 62.  
 Bodenheizung 200.  
 Bogenlampen 274.  
 Borax | zur Konservierung 521, 505, 550.  
 Borsäure |  
 Borsäure im Fleisch 521.  
 Botulismus 530.  
 Brandpilze 863.  
 Branntwein 635.  
   " brennerei 813.  
   " untersuchung 644.  
 Braten des Fleisches 512.  
 Brauereien 814.  
 Brausebäder 138.  
 Brennbarkeit 174.  
 Brennkraft 175.  
 Brennmaterialien 173.  
 Brotausnützbareit 475, 587.  
   " fehler 588.  
   " herstellung 583.  
   " untersuchung 589.  
   " zusammensetzung 585.  
 Bromindustrie 786.  
 Bronze 758.  
 Brunnenverschmutzung 386.  
 Bunsens Photometer 251.  
 Buntes Gasburette 54.  
 Butter 555.  
   " refraktometer 561.  
   " sauregärung 893.  
   " schmalz 557.  
   " untersuchung 557.  
   " zusammensetzung 556.

## C.

Caissonarbeiter 48.  
 Cerebrospinalmeningitis 919.

Champagner 631.  
 Chamberlandfilter 373.  
 Chaptalisieren des Weines 630.  
 Chemische Desinfektionsmittel 955.  
     " Reinigung der Kanalwässer 425,  
     431.  
 Chemotaxis 887.  
 Chinin bei Malaria 853.  
 Chlor 784.  
     " bleiche 785.  
     " desinfektion 957.  
     " industrie 784.  
     " kalk 955.  
 Cholera nostras 995.  
     " infantum 664, 995.  
     " asiatica 987.  
     " disposition 994.  
     " keime im Wasser 993.  
     " vibrio 931.  
 Choleraähnliche Vibrionen 933.  
 Choleramortalität 988.  
     " nachweis 931, 933.  
 Choleraerreaktion 932.  
 Choleraerbreitung 988.  
 Cladothrix 934.  
 Claviceps purpurea 864.  
 Coccidium 847.  
 Crenothrix 336, 934.

## D.

Dampfdesinfektion 951.  
     " heizung 197.  
 Dampfkesselexplosionen 740.  
 Dampfheizung 200.  
     " sterilisation 882.  
     " wasserofen 197.  
 Darmbakterien 897.  
 Darmerkrankungen der Kinder 664.  
 Davys Sicherheitslampe 751.  
 Denitrifikation 894.  
 Deportation 694.  
 Desinfektion 950.  
     " durch Chemikalien 955.  
     " " Gase 957.  
     " " Kochen 951.  
     " " trockene Hitze 952, 882.  
     " " Prüfen derselben 954.  
     " " Wasserdampf 951.  
     " der Leib- und Bettwäsche 959.  
     " " Kleidung 959.  
 Desinfektionsapparate 959.  
 Diatomazeen 334.  
 Dickenmessung der Kleidungsweben 97.  
 Dienstbotenräume 298.  
 Differentiallampe 275.  
     " manometer 226.  
 Diffuses Licht 253, 294.  
 Diphtherie 979.  
     " bazillen 926.  
     " mortalität 979.  
 Diphtherieschutz- und Heilimpfung 911.  
 Disposition 842, 915, 945.  
     " für Tuberkulose 976.

Distomumarten 840.  
 Drahtleitung der Dynamomaschinen 280.  
 Drehströme 281.  
 Dreileitersystem 282.  
 Drucken (in Textilindustrie) 803.  
 Dücker 407.  
 Durst 39, 325, 464.  
 Dynamit 829.  
 Dysenterie 927, 1000.

## E.

Ehe 649.  
 Eier 564.  
 Eigenbewegung der Spaltpilze 877.  
 Eingangspforten der Bakterien 982.  
 Eingeweidewürmer 842.  
 Einkommen 725.  
 Eisen in Industrie 770.  
     " " Organen 467.  
 Eisenhaltiges Wasser 366.  
 Eisenöfen 183.  
 Eisensulfat als Klärmittel 427.  
 Eismaschine 506.  
 Eiweißbedarf 481.  
     " minimum 483.  
     " zerstörung 458, 462.  
     " zufuhr 458.  
 Elektrische Beleuchtung 274.  
     " Heizung 206.  
     " Reinigung der Abwässer 428.  
 Emaillieren 758.  
 Endemien 936.  
 Endogene Sporen 877.  
 Energieumsatz bei Bakterien 889.  
 Enteisung des Wassers 366.  
 Entzündungspunkt des Petroleums 259.  
 Epidemien 936.  
 Epidemiologie 943.  
 Ergotismus 570.  
 Erkältung 133, 916.  
 Ernährung 446.  
     " öffentliche Maßregeln bezüglich  
     derselben 496.  
 Ernährung der Bakterien 891.  
 Erwärmung des Hauses 168.  
 Erysipel 918.  
 Erze und Metalle (Verarbeitung) 752.  
 Essig 645.  
 Essiggärung des Weines 629.  
     " bazillen 930.  
 Eßgeschirre 497.  
 Evakuierung von Kranken 950.  
 Exantheme, akute 965.  
 Explosivkörper 829.  
 Exposition der Sonne 152.  
 Expirationsluft 209.

## F.

Fabrikinspektion 744.  
 Fakultative Parasiten 899.  
 Familienhäuser 312, 730.  
 Farben, giftige, Herstellung 798.

- Farben des Lichtes 287.  
   " in Kleidern 129.  
   " in Tapeten 167.  
 Farbenbild 880.  
 Farbenindustrie 803.  
 Farbstoffe bei Bakterien 878.  
 Faulkammersystem 429.  
 Fäulnis 892.  
 Favus 865.  
 Fehlboden 297.  
 Fenchel 607.  
 Fensterfläche 245.  
 Fensterventilation 228.  
 Ferien 678.  
   " kolonien 686.  
 Fermente bei Bakterien 888.  
   " " Hefe 867.  
   " " Schimmelpilzen 862.  
 Fesers Laktoskop 553.  
 Fettbestimmung nach Soxhlet 546.  
   " ansatz 463.  
   " bedarf 479, 489.  
   " in Nahrungsmitteln 474.  
   " zersetzung 460.  
   " zufuhr 463.  
 Fette von Pflanzen 597.  
   " Resorption 476, 478.  
 Feuchte Luft, Wirkung 33.  
   " Wohnungen 163.  
 Feuchtigkeit, absolute, relative 31.  
   " der Luft durch Beleuchtung 290.  
 Feuchtigkeitsbestimmung im Mörtel 166.  
 Feuerbestattung 444.  
 Fieber bei Infektion 902.  
 Filarienkrankheiten 841.  
 Filtration von Kanalwasser 68, 429.  
   " " Wasser 370.  
 Filz zur Kleidung 124.  
 Filzfabrikation 824.  
 Findelanstalten 668.  
 Finnen 524.  
 Firnisindustrie 808.  
 Firstventilation 229.  
 Fischfleisch 476, 517, 531.  
 Flachbrunnen 329, 360.  
 Flachsrotte 800.  
 Flagellaten 844.  
 Flammpbarkeit 174.  
 Flammenschutzmittel 129.  
 Flecktyphus 969.  
 Fleischextrakt 522.  
   " Eiweißstoffe desselben 510.  
   " Fälschung 532.  
   " von Fischen 476.  
   " konservierung 518.  
   " konsum 509.  
   " kontrolle 533.  
   " Krankheiten durch dasselbe 522.  
   " vergiftung 530.  
   " zusammensetzung 515.  
 Flügelventilatoren 237.  
 Fluorwasserstoffsäure 778.  
 Flußverunreinigung 418, 722.  
 Flußwasser 331, 363.  
 Formaldehyd als Desinfektionsmittel 957.  
   " " Konservierungsmittel 508.  
 Frank, P. 14.  
 Frauenarbeit 748.  
 Frauenmilch 537.  
 Freibanken 816.  
 Friedhöfe 437.  
 Friedhofgeruch 438.  
   " luft 438.  
 Füllboden 64.  
 Füllöfen 186.  
 Fürsorgeeinrichtungen 687.  
 Fungi 857.  
 Fuselöl 644.  
 Fußbekleidung 120.  
 Fußbodenheizung 200.
- G.**
- Gallisieren 630.  
 Galtonkamin 181.  
 Gärung 866.  
 Gärwirkungen 870.  
 Gasbrenner 271.  
   " heizung 205.  
 Gasöfen 205.  
 Gasometer 265.  
 Gasuhren 265.  
 Gase, giftige 51, 740.  
 Gebärende 657.  
 Gefängnisse 690.  
 Gefängniskost 694.  
 Geißelfärbung 881.  
 Gemüse 595.  
 Generativfeuerung 204.  
 Genußmittel 486, 500.  
 Gerberei 823.  
 Gerbsäure, Zusatz zum Wasser 366.  
 Gerbstoff 634.  
 Gerüche 52, 209, 210.  
 Gesamtstoffwechsel 461.  
 Geschichte der Hygiene 8.  
 Geschlechtsreife 646.  
 Geschlechtsverkehr 646.  
 Geschlossenes Bausystem 313.  
 Gesteine 63.  
 Gesundheitsgefahren in Gefängnissen 692.  
   " in Gewerbebetrieben 733, 737, 739.  
   " der Säuglinge 663.  
   " in Städten 308.  
 Gesundheitliche Wirkungen des Wohlstandes 725.  
 Gesundheitsstatistik 4.  
 Getreide 568.  
 Gewebe der Kleidung 93.  
 Gewerbestatistik 743.  
 Gewerbebetriebe, Gesundheitsgefahren 722, 733.  
 Gewerbebetriebe, Nachteile für Nachbarschaft 721.  
 Gewerbehygiene 721.  
 Gewerbeordnung 722.

Gewürze 602.  
 Giftige Brotsorten 588.  
   " Gase 51, 740.  
   " Staubsorten 57, 742.  
   " Tapeten 167, 297.  
 Gips im Mehl 578.  
   " " Wein 629.  
 Glanz des Lichtes 285.  
 Glasfabrikation 776.  
   " industrie 776.  
 Glühlampen 275  
   " licht 272, 290.  
 Glycerin, Darstellung 828.  
   " im Bier 621.  
 Goldarbeiter 758.  
 Gonokokkus 919.  
 Gonorrhöe 971.  
 Gräber 441.  
 Gregarinen 846.  
 Grelles Licht 286.  
 Grenzwerte für Trinkwasser 352.  
 Grippe 981.  
 Großindustrie, chemische 778.  
 Grundwasser 68, 327.  
   " messer 71.  
   " profil 70.  
 Gully 405.  
 Gummi zur Kleidung 124.

## H.

Haarhygrometer 41.  
 Hadernkrankheit 743.  
 Haltekinder 666.  
 Hamogregarinen 849.  
 Hämosporidien 848.  
 Hanfrotte 800.  
 Härte des Wassers 345.  
   " bestimmung 376.  
 Haushaltunterricht 688.  
 Häuserhöhe 315, 317.  
 Hausschwamm 166.  
 Hauterkrankungen 738.  
 Hautpflege 135.  
 Hebammenwesen 657.  
 Hefepilze 868.  
 Hefnerlicht 249.  
   " -Altnecksche Differentiallampe 274.  
 Heidelbeersaft 634.  
 Heilimpfungen 910.  
 Heilstätten 715.  
 Heißwasserheizung 200.  
 Heizgase 175.  
 Heizkraft des Brennmaterials 175.  
 Heizung 170.  
 Hermites Klärverfahren 428.  
 Herpes tonsurans 865.  
 Hitzschlag 135.  
 Hochgespannte Ströme 293.  
 Hochlandswasser 354.  
 Hochofen 753.  
 Hofräume 317.  
 Höhenbeschränkung des Hauses 300.  
 Höhenklima 150.

Höhenlage 83.  
 Holzgas 267.  
 Holzpflasterung 416.  
 Homogene Kleidung 111.  
 Honig 600.  
 Hörnerverarbeitung 824.  
 Hufeverarbeitung 824.  
 Humus 64.  
 Hundesteuer 1009.  
 Hundswut, Schutzimpfung 911.  
 Hungerzustand 456.  
 Hüttenrauch 755.  
 Hydrokarbonprozeß 268.  
 Hygrometer 39.  
 Hygroskopisches Wasser 33.  
   " " im Boden 68.  
   " " in der Kleidung 95.

## I.

Illuminationswirkung 295.  
 Immersionssystem 880.  
 Immunität 908.  
   " Theorie 912.  
 Immunisierung, aktive 909, 962.  
   " passive 909, 962.  
 Impfschäden 1012.  
 Indirekte Beleuchtung 294.  
 Indolreaktion 892.  
 Intektion 835, 899.  
   " durch Wasser 346.  
 Influenza 981.  
   " bazillen 926.  
 Infusorien im Wasser 339.  
 Ingwer 607.  
 Inhalationskrankheiten 60, 740.  
 Inkubationszeit 947.  
 Insekten als Krankheitsverbreiter 839.  
 Intermittens 956.  
 Invasionskrankheiten 899, 939.  
 Isochimenen 144.  
 Isolieren von Infektionskranken 948.  
 Isolierung der Keime 883.  
 Isonephen 147.  
 Isotheren 143.  
 Isothermen 144.

## J.

Jodindustrie 786.

## K.

Kachelofen 183.  
 Kalteerzeugungsmaschine(Windhausen) 208.  
 Käse 562.  
 Kaffee 609.  
 Kaffilddesinfektor 818.  
 Kahmigwerden des Weines 629.  
 Kakao 614.  
   " butter 615.  
 Kalk im Wasser 345.  
   " bestimmung 376.  
   " brennerei 773, 775.

- Kalkmilch als Desinfiziens 955.  
   "  reinigung der Abwässer 425.  
   "  salze der Nahrung 465.  
 Kalmen 85.  
 Kalorien der Nahrungsmittel 453, 474.  
 Kalorimeter von Berthelot 455.  
   "  "  Rubner 131, 456.  
   "  "  Stefan 100.  
 Kalorimetrischer Effekt (Brennkraft) 175.  
 Kältemaschinen 208, 506.  
 Kalziumkarbid 273.  
 Kaminheizung 180.  
 Kanäle, Material 404.  
   "  Profil 404.  
   "  Ventilation 409.  
 Kanalisation 401.  
 Kanalluft 410.  
 Kanalwässer-Reinigungsmethoden 425.  
   "  Zusammensetzung 407, 408.  
 Kapern 600.  
 Karbolsäurebereitung 796.  
 Karbolsäure als Desinfiziens 952.  
 Kartoffel 592.  
   "  ausnutzbarkeit 475, 593.  
 Kautschukindustrie 809.  
 Kefir 562.  
 Kellerwohnungen 166, 170, 297.  
 Keimträger 939.  
 Kesselbrunnen 362.  
 Kinderarbeit 747.  
   "  bewahranstalten 669.  
   "  gärten 669.  
   "  mehle 661.  
   "  milch 661.  
   "  sterblichkeit 6, 664.  
 Kindesalter 659.  
 Kirchhöfe 437.  
 Klärbassins 425.  
   "  brunnen 425.  
   "  verfahren 425.  
 Kleiderkomprimierbarkeit 96.  
   "  dicke 97.  
   "  homogenität 115.  
   "  luft 95, 111.  
   "  menge 111, 118.  
   "  mikroskopie 94.  
   "  nässe 112.  
   "  permeabilität 99.  
   "  Porenvolum 95.  
   "  schnitt 120.  
   "  temperatur 105.  
   "  Wärmeleitung 100.  
   "  Wasserkapazität 95.  
 Kleidung, die 93.  
   "  u. Diätetik 119.  
 Kleie 587.  
 Klima 140, 156.  
 Klosetts 393.  
 Knabenhandarbeit 687.  
 Knallsilber 830.  
 Knochendünger 819.  
   "  industrie 818.  
   "  kohle 819.  
   "  leim 819.  
 Knochensiedereien 819.  
 Kobalt 767.  
 Kochen zur Desinfektion 951.  
   "  des Fleisches 512.  
   "  der Nahrungsmittel u. Ausnützung 475.  
 Kochsalz, in Industrie 778.  
   "  "  Nahrung 466.  
 Kohlebreiverfahren 427.  
   "  filter 373.  
   "  hydrate 460.  
   "  "  bedarf 485, 491.  
 Kohlendunst 177.  
 Kohlenoxyd bei Beleuchtung 269.  
   "  durch Heizanlagen 186.  
   "  nachweis 269.  
   "  im Rauch 51, 177.  
   "  hämoglobin 269.  
 Kohlensäure der Luft 42, 215.  
   "  Bestimmung derselben 43.  
   "  der Bodenluft 76.  
   "  des Wassers 327.  
   "  bestimmung im Wasser 377.  
   "  abgabe des Menschen 91, 218.  
   "  "  bei gewerbl. Arbeit 736.  
 Kolonialzucker 582.  
 Kolorimeter 378.  
 Kolostralmilch 534.  
 Kompostierung 418.  
 Komprimierbarkeit der Kleidung 97.  
 Kondensation 86.  
 Kondensierte Milch 545.  
 Kondensation 86.  
 Konditoreiwaren 600.  
 Konservierung von Nahrungsmitteln durch Kälte 505.  
 Konservierung von Nahrungsmitteln durch Trocknen 505.  
 Konservierung von Nahrungsmitteln durch chemische Mittel 508.  
 Konservierung von Nahrungsmitteln durch Hitze 508.  
 Konsumvereine 727.  
 Kontagiosität 944.  
 Kopfbekleidung 120.  
 Kornbrand 569.  
   "  rade 571.  
   "  wurm 571.  
 Körperentwicklung 659, 670.  
   "  größe 670.  
   "  oberfläche 467.  
   "  oberfläche u. Kraftverbrauch 473.  
   "  zusammensetzung 449.  
 Korridorbau 705.  
 Kostuntersuchung 494.  
   "  volumen 484.  
 Kostmaß der Kinder 671.  
 Kraftwechsel 467, 890.  
 Kranke 695.  
 Krankenaufnahme 717.  
 Krankenhausbau 701, 703, 718.  
   "  heizung 711.  
 Krankenpflege 714.  
   "  raume 709.

Krankentransport 716.  
 " versicherung 732.  
 Krankheiten, venerische 971.  
 Krankheitsverbreitung durch Gesunde 939.  
 " " Tiere 962.  
 Krenometer 552.  
 Krippen 668.  
 Küchen 497.  
 Küchenausgüsse 412.  
 Küchendunst 298.  
 Kühlung von Räumen 215.  
 Kultur der Bakterien 881.  
 Kümmel 607.  
 Kumys 562.  
 Kunstbutter 558.  
 Kunsteis 506.  
 Kunstweine 631.  
 Kupfer 769.  
 Kupferoxyd, Schwefelsaures im Brot 588.

## L.

Labilität in Bakterien 905.  
 Laktation 534.  
 Laktoskop 553.  
 Lampenschirme 294.  
 Lebensdauer, mittlere 4.  
 Leder für Schuhwerk 123.  
 Leguminosen 591.  
 Leichenbestattung 434.  
 Leichenfaulnis 436.  
 " hallen 435.  
 " schau 435.  
 " verwesung 436.  
 " wachsbildung 437.  
 Leim als Nahrungsstoff 459.  
 Leimfabrikation 825.  
 Leinensystem 113.  
 Leinwand 130, 94.  
 Lepra 925, 973.  
 Leprabazillus 925.  
 Leptomitus lacteus 335.  
 Leuchtbakterien 888.  
 Leuchtgas 261.  
 " herstellung 263.  
 " zusammensetzung 267.  
 " vergiftung 268.  
 Leuchtkraft 257.  
 Leuconostoc 894.  
 Licht 240.  
 " blendung 247.  
 " diffuses 249, 253.  
 " einheiten 250.  
 " entziehung 241, 246.  
 Licht- u. Stoffverbrauch 241.  
 Lichtglanz 286.  
 Lichtstärke, Begriff, Bestimmung 249.  
 Liernersystem 398.  
 Liköre 635.  
 Lockkamme 235.  
 Logierhäuser 730.  
 Lohiumsamen 571.  
 Lorbeer 609.  
 Luftbefeuchtung 195, 198.

Luftbewegung 85.  
 " druck 49.  
 " druckmessung 50.  
 " feuchtigkeit 31, 86.  
 " feuchtigkeit bei Heizung 185.  
 " gehalt der Kleidung 96, 111.  
 " geschwindigkeit, Messung 87.  
 " giftige Gase 51.  
 " heizung 190.  
 " keime 60, 61.  
 " kubus 220.  
 " kohlenstoffhaltige flüchtige Stoffe 45.  
 " staub 55.  
 " temperatur 84.  
 " zusammensetzung der 25.  
 " untersuchung auf Gase 53.  
 Luftumwälzungsheizung 200.  
 Luftverderbnis 51, 56.  
 " durch Beleuchtung 211, 291.  
 " " Gase, Rauch 52.  
 " " Gewerbebetrieb 213,  
 " 741.  
 " " Menschen 209, 218.  
 " " Staub 56, 214.  
 Luftverdichtung 47.  
 Luftverdünnung 45.  
 Lüftung der Kleidung 110.  
 Lüftungskanäle 229.  
 Lungenseucheimpfung 911.  
 Lymphbereitung 1014.  
 Lysine 914.  
 Lyssa 910, 1008.

## M.

Makadamisierung 418.  
 Makkaroni 592.  
 Madeirawein 631.  
 Madurafuß 934.  
 Magnetinduktion bei Lichterzeugung 277.  
 Mahlzeiten, Zeit und Menge 495.  
 Majoran 609.  
 Mais 590.  
 Makrogameteten 847.  
 Malaria 1001.  
 " parasiten 850, 852.  
 " mortalität 1002, 1004.  
 " prophylaxe 1004.  
 " verbreitung 1002.  
 Malignes Ödem, Bazillen 921.  
 Malz bei Bierbereitung 617.  
 Mantelöfen 187, 234.  
 Margarine 558.  
 Marsalawein 631.  
 Masern 967.  
 Massenernährung 493.  
 Massenquartier 302.  
 Massenbau (Mietskaserne) 296.  
 Maul- und Klauenseuche 523.  
 Mehl, Backfähigkeit 577.  
 " herstellung 572.  
 " mikroskopie 579.  
 " resorption 477.  
 " untersuchung 576.

Mehlverderbnis 576.  
   " verfälschung 581.  
 Meidingers Ofen 187.  
 Meiereien 555, 548.  
 Melasse 812.  
 Meldestationen für Kranke 718.  
 Meningokokkus 919.  
 Merkaptan 893.  
 Meridionale Straßen 315.  
 Merozoiten 847.  
 Merulius lacrymans 166.  
 Metalle, Gewinnung 749.  
   " Verarbeitung 752.  
 Meteorwasser 326.  
 Meterkerze 253, 250.  
 Micrococcus tetragenus 920.  
 Miesmuschel 531.  
 Mikrokalorie 287.  
 Mikrogameten 847.  
 Mikrosporon furfur 865.  
 Milch, 534.  
 Milch-Aschebestandteile 537.  
   " bakterien 535, 540.  
   " konservierung 543.  
   " konsum 534.  
   " eiweißstoffe 536.  
   " fälschung 549.  
   " fehler 539.  
   " fett 536.  
   " gekochte, Unterschied von ungekochter 537, 550.  
   " als Infektionsträger 542.  
   " kontrolle 547, 550.  
   " kuranstalten 554.  
   " pasteurisierung 543.  
   " produkte 543, 555.  
   " spezif. Gewicht 535.  
   " sterilisierung 543.  
   " untersuchung 545.  
   " verunreinigung 540, 865.  
   " zucker 536.  
   " zusammensetzung 537.  
 Milchsäuregärung 893.  
 Milzbrand 1006.  
   " bazillen 920.  
   " schutzimpfung 911.  
 Mineralisierung im Boden 74.  
 Mineralquellen 344.  
 Mischinfektion 904.  
 Molkereigenenschaften 555.  
 Morbidität 6, 7.  
 Morphologie der Bakterien 876.  
   " der Parasiten 832.  
 Mortalität 4, 835.  
 Moskito als Krankheitsverbreiter 839, 854.  
 Mukorineen 864.  
 Müllerei 572.  
 Müllbeseitigung 416.  
 Müllschmelze 417.  
 Mumifikation 437.  
 Muskatblüte 605.  
 Mutterkorn 569, 864.  
   " nachweis 580.  
 Myketozen 856.

Myopie 650.  
 Myxosporidien 848.

## N.

Nährboden für Bakterien 883.  
 Nahrungsbedarf 484, 489.  
 Nahrungsmittel 500.  
   " animalische 509.  
   " vegetabilische 566.  
   " ausnützung 476.  
   " kalorien 474.  
   " gesetzgebung 502.  
   " preise 474.  
   " produktion 503.  
   " verfälschung 502.  
   " zusammensetzung 472.  
 Nahrungsstoffe, chemisches Verhalten 451.  
   " Mischungsverhältnisse 484.  
   " Verbrennungswärme 452.  
 Naßfäule der Kartoffel 594.  
 Nebelbildung 52.  
 Nelken 606.  
 Nervensystem, Reizmittel für das 487.  
 Netzstoffe 114.  
 Neutrale Zone (bei Ventilation) 224.  
 Nickel 767.  
 Nikotin 616.  
 Niederdruckdampfheizung 198.  
 Nitrifikation 74, 894.  
 Nitrobakterien 894.  
 Nitrobenzol 796.  
 Nitroglyzerin 830.  
 Nitrosobakterien 894.  
 Normalarbeitstag 745.  
   " lichtmenge 245.  
 Notauslässe 404.  
 Nutzwasser 325.

## O.

Oberkleidung 117.  
 Obligate Parasiten 899.  
 Obst 595.  
 Ofenheizung 182.  
 Offenes Bauystem 313.  
 Öle 598.  
 Oidium lactis 865.  
 Oligodynamische Wirkungen 956.  
 Ölindustrie 807.  
 Olivenöl 598.  
 Organische Stoffe im Wasser 346.  
   " " Bestimmung derselben 382.  
 Örtliche Disposition 946.  
 Osteoporose bei Kalkentziehung 466.  
 Ostküsten 148.  
 Oxydationsverfahren 429.  
 Ozon in Luft 28.  
   " zur Wasserreinigung 366.

## P.

Pandemien 936.  
 Papierfabrikation 805.

- Papierindustrie 806.  
 Paprika 602.  
 Parasiten, tierische 836.  
     "    pflanzliche 898.  
     "    im Wasser 348.  
     "    des Menschen 832, 835, 937.  
 Paratyphus 923, 987.  
 Passatwinde 85.  
 Partiärdruck des Wasserdampfes 31.  
 Pasteurisieren der Milch 543.  
     "    des Bieres 621.  
 Pathogene Wirkung der Bakterien 898, 901.  
 Pauperismus 725.  
 Pavillonsystem 706.  
 Pebrine 848.  
 Pellagra 590.  
 Pemmican 519.  
 Penicillium glaucum 859.  
 Peptone 451, 459.  
 Perkinsheizung 202.  
 Perlsucht 524, 975.  
 Permeabilität der Kleidungsgewebe 99.  
 Peronospora infestans 863.  
 Pest 997.  
     "    bazillus 928.  
     "    schutzimpfung 911.  
     "    verbreitung 997.  
 Petiotisieren des Weines 630.  
 Petroleum 259.  
     "    gas 267.  
     "    prüfer 260.  
     "    raffinerien 796.  
 Pfeffer 602.  
 Pflasterung 415, 320.  
 Phagocytose 912.  
 Phenol, Darstellung 796.  
     "    als Desinfektionsmittel 952.  
 Phosphor, roter 822.  
     "    -Industrie 820.  
 Photometrie 249.  
 Physikalisch wirkende Desinfektion 952.  
 Physiologischer Nutzeffekt 453.  
 Pikrinsäure in der Industrie 799.  
 Pilze 596.  
 Pilztiere 856.  
 Piment 603.  
 Pinselschimmel 859.  
 Pityriasis versicolor 865.  
 Plasmolyse 877.  
 Plattenkulturen 883.  
 Pleomorphe Spaltpilze 876.  
 Pneumatische Kammer 48.  
 Pneumatisches System 397, 406.  
 Pneumonie 919.  
 Pockenschutzimpfung 910.  
 Podewils Desinfektor 817.  
 Pöckelfleisch 519.  
 Polarklima 156.  
 Polenta 590.  
 Polieren 758.  
 Polyporus vaporarius 167.  
 Porenvolum im Boden 67.  
 Porzellanfabrikation 774.  
 Poudrettefabriken 399.  
 Präservesalz 521.  
 Prostitution 651.  
 Protozoen 843.  
 Psychrometer 40.  
 Pumpbrunnen 361.  
     "    station 406.  
 Pyrometrischer Effekt 175.  
  
**Q.**  
 Quarantäne 949.  
 Quecksilber 767.  
     "    Dampf 759.  
 Quellfassung 355.  
     "    wasser 355, 327.  
  
**R.**  
 Radialsystem 402.  
 Radiatoren 203.  
 Rauch 51, 177.  
     "    belästigung 52, 178, 721.  
     "    fleisch 509.  
     "    gase 177.  
     "    plage 178, 721.  
 Raumwinkelmesser 245.  
 Rauschbrandbazillus 921.  
 Rauschbrandimpfung 911.  
 Reelles Leitungsvermögen der Kleidungs-  
     stoffe 101.  
 Reflektoren für Licht 246.  
 Regenerativfeuerung 204.  
 Regenmenge 145, 400.  
     "    messung 141.  
     "    ventilator 238.  
     "    wasserversorgung 354.  
 Reinkulturen 883.  
 Reis 590.  
 Rekoneszenten als Träger von Krank-  
     heitskeimen 939, 899.  
 Rekoneszentenanstalten und Heilstätten  
     715.  
 Rekurrens 969.  
 Respirationsapparat 455.  
 Rezeptoren 914.  
 Rhachitis 665.  
 Rhizopoden 843.  
 Riechstoffe in Kleidern 129.  
     "    in der Luft 52, 209.  
 Rieselfelder 430.  
 Rindertuberkulose 542.  
 Rinderpestimpfung 911.  
 Ringinduktor 278.  
 Rippenheizkörper 198.  
 Robinsons Schalenkreuz 87.  
 Röckner-Rote-Apparat 427.  
 Rohmetalle, Verarbeitung 757.  
 Röhrenbrunnen 361.  
 Römisch-irische Bäder 138.  
 Rosinenwein 630.  
 Rösten des Fleisches 512.  
 Rotatorien 342.  
 Rotlaufimpfung 911.  
 Rotz 1007.  
     "    bazillus 925.  
 Rückfalltyphus 969.

Ruhr des Menschen 927, 1000.  
 " der Kinder 848.  
 Rumford 16.  
 Ruß 52.  
 Rußfabrikation 794.  
 Russisches Dampfbad 138.

## S.

Saccharin 601.  
 Safran 607.  
 Salizylsäure als Konservierungsmittel 509.  
 " im Biere 625.  
 " Fleisch 509.  
 " in Milch 550.  
 Salpetersäure in der Industrie 792.  
 " Bestimmung im Wasser 380.  
 " der Luft 27.  
 Salpetrige Säure durch Beleuchtung 291.  
 " Bestimmung im Wasser 378.  
 " der Luft 27.  
 Salze des Körpers 451.  
 " der Nahrung 465.  
 Sandfiltration 370, 373.  
 Sanitätskommission 964.  
 Saprolegniazeen 335.  
 Sättigungsdefizit 31.  
 " gefühl 485.  
 Sauerstoff der Luft 27.  
 Säuglingspflege 659.  
 Saussures Hygrometer 40.  
 Schafpockenimpfung 910.  
 Schanker 971.  
 Scharlach 968.  
 Schieferölgas 267.  
 Schießbaumwolle 829.  
 " pulver 828.  
 Schimmelpilze 857.  
 Schizomyketen 872.  
 Schlachtabfälle 517, 815.  
 " häuser 533, 815.  
 Schäferherbergen 302, 731.  
 Schlaf der Schüler 676.  
 " Stoffverbrauch 470.  
 " krankheit 845.  
 " zeit 676, 736.  
 Schlagende Wetter 751.  
 Schlammkasten 405.  
 Schleuderbläser 237.  
 Schmalfleisch 532.  
 Schneeblindheit 247.  
 Schnittfärbung 881.  
 Schokolade 614.  
 Schornsteine 178, 186.  
 " aufsätze 232.  
 Schottische Dusche 138.  
 Schrift 683.  
 Schuhwerk 120.  
 Schule 670.  
 Schularzte 686.  
 " bäder 672.  
 " bank 681.  
 " gebäude 679.

Schulkrankheiten 672, 678.  
 Schutzimpfungen bei Menschen und Tierkrankheiten 910.  
 Schutzpockenimpfung 966, 1011.  
 Schwämme 596.  
 Schwangere 657, 748.  
 Schwefelbakterien 336.  
 Schwefelindustrie 786.  
 Schwefelsäurefabrikation 788.  
 Schwefelkohlenstoff 791.  
 Schwefelwasserstoff in Abtrittluft 389.  
 " Bestimmung im Wasser 383.  
 " Bestimmung in Luft 55.  
 " in Industrie 792.  
 Schwefeln des Weines 629.  
 Schweflige Säure 788.  
 " als Desinfektionsmittel 957.  
 " zur Konservierung 509.  
 " als Rauchgas 177.  
 Schweiß 110.  
 Schweinerotlaufbazillen 929.  
 " schutzimpfung 911.  
 Schweinfurter Grün 765.  
 Schwemmkanalisation 402.  
 Schwemmtüre 405.  
 Schwimmen 136.  
 Schwimmhallen 137.  
 Skorbut 520.  
 Sekundärinfektion 905.  
 Seebäder 139.  
 Seehöhenbarometerdruck 46.  
 Seewind 85.  
 Sehschärfe 248.  
 Seide in Industrie 801.  
 " zur Kleidung 94, 130.  
 Seidentrikot 117.  
 Seife als Desinfektionsmittel 955.  
 Seifenfabrikation 825.  
 Seitenkettentheorie 912.  
 Selbstregulierende Feuerung 198.  
 Selbstreinigung der Flüsse 423.  
 Senf 608.  
 Senkgruben 389.  
 Separatsystem 400.  
 Serundiagnose bei Typhus 983.  
 Serumtherapie 910.  
 Sesamol 599.  
 " in Margarine 559.  
 Seuchenüberwachung 947.  
 Shones Spüljauchenbeförderung 406.  
 Siechenanstalt 732.  
 Sielwassermenge 401.  
 Siemensbrenner 272.  
 " Wassersterilisator 365.  
 Sinterbildung 345.  
 Silbergewinnung 758.  
 Skatol 892.  
 Skoliose 673.  
 Snellens Tafeln 248.  
 Sodasächer 780.  
 Sodafabrikation 779.  
 Sojabohne 591.  
 Solanin 594.

Sommerdiarrhöe 664.  
 " kleidung 116.  
 " ventilation 208.  
 Sonnenbestrahlung 90, 142, 169.  
 " brenner 235.  
 " höhe 82, 315.  
 " licht 243, 246.  
 " scheinstunden 148, 244.  
 " stich 135.  
 " temperatur 83, 152.  
 " wirkung auf Bakterien 887.  
 Sonntagsruhe 746.  
 Soorpilz 665, 865.  
 Soxhlet, Milchfettbestimmung 546.  
 Spaltpilze 872.  
 Spannungsdefizit 31.  
 Spärherde 189.  
 Spezifisches Gewicht der Milch 535.  
 Sphärometer von Rubner 97.  
 Spiegelbelegung 768.  
 Spinnereien 802.  
 Spiritusraffinerien 813.  
 Spirochaete Obermeieri 846, 930.  
 Spitäler 695.  
 Spitzbrand 568.  
 Sporenbildung bei Schimmelpilzen 859.  
 " " Spaltpilzen 877.  
 Sporenfärbung 881.  
 Sporidien 848.  
 Sporozoen 846.  
 Sporozoiten 847.  
 Sproßpilze 866.  
 Sputum, tuberkulöses 964.  
 Stadt, Nachteile f. d. Gesundheit in ders. 305.  
 Stadtanlagen 316.  
 Stadtluft 42, 52, 306.  
 Staphylococcus pyogenes aureus 917.  
 Starkefabriken 814.  
 Stärkekörner 581.  
 Stationäre Kleidung 118.  
 Staub 55, 214.  
 " in Gewerbebetrieben 57, 741  
 " inhalationskrankheiten 57, 741.  
 " messung 58.  
 Stearinfabrikation 826.  
 Stechmücken 839.  
 Steftensystem 353.  
 Steilschrift 684.  
 Steinkohlengas 261.  
 Steinpflasterung 416.  
 Steinzeugfabrikation 773.  
 Sterblichkeitsziffern 4.  
 Sterilisatoren 882.  
 Sternanis 607.  
 Stickstoff der Luft 26.  
 " bestimmung im Harn (Kjeldahl)  
 454.  
 Stockwerke 297.  
 Stoffverbrauch, Feststellungsmethoden 454.  
 " der Bakterien 891.  
 Strafvollzug 690.  
 Strahlende Wärme 90.  
 Straßenbau, aquatorialer 315.  
 " meridionaler 315.

Straßenbeleuchtung 319.  
 " breite 318.  
 " pflaster 320, 415.  
 " staub 322.  
 Streptococcus lanceolatus 918.  
 " pyogenes 918.  
 Streptothrix madurae 934.  
 Strongylusarten 841.  
 Strukturbild 880.  
 Strumpf 126.  
 Sublimat als Desinfektionsmittel 955.  
 Suspendierte Stoffe, Bestimmung 395.  
 " " im Kanalwasser 407.  
 " " im Flußwasser 333,  
 334, 425.  
 Sumpfboden 78.  
 Symbiose 889.  
 Syphilis 971.  
 Syphon 411.

## T.

Tabak 616.  
 Tabakrauch 212, 616.  
 Taenia solium 524.  
 Talgschmelzen 825.  
 Talsperren 355.  
 Taubildung 31.  
 Tapeten, giftige 167, 279.  
 Temperaturgrenzen bei Bakterienwachstum  
 887.  
 Temperaturmessung bei Feuerungen 175.  
 Terrazzo 712.  
 Teslalicht 284.  
 Tetanusbazillus 922.  
 " schutzimpfung 911.  
 Texasensuche 855.  
 Textilindustrie 800.  
 Theorie der Ventilation 224.  
 Tee 612.  
 Teerfarben 797.  
 " gewinnung 795.  
 " industrie 795.  
 Thermometer 84.  
 Thermophile Bakterien 887.  
 Tierkalorimeter von Rubner 456.  
 Tiere, Krankheitsverbreitung durch die-  
 selben 836.  
 Tierhaare, Verarbeitung der 824.  
 Tierkrankheiten, übertragbare 1006.  
 Ton- und Glasindustrie 776.  
 Tonfilter 374.  
 Tiefbrunnen 329.  
 Todesursachen 6.  
 Totenschau 434.  
 Tollwutschutzimpfung 910.  
 Tonnensystem 395.  
 Topfwaren 773.  
 Torfgas 267.  
 Torfmüllklosett 396.  
 Torula 870.  
 Toxalbumine 904.  
 Toxine 903.  
 Transformator 280.

Traumatische Verletzungen 738.  
 Trematoden 840.  
 Trennungssystem 400.  
 Trichinen 526.  
 Trinkwasser 324.  
 Tripper 971.  
 Trockenerdesystem 395.  
 Trockensterilisator 847.  
 Trockene Luft, Wirkung 34.  
 " Wärme als Desinfektionsmittel 908.  
 Tropenklima 157.  
 " krankheiten 158.  
 Tropische Malaria 852.  
 Trypanosoma 844.  
 Tsetsefliege 844.  
 Tuberkulose 973.  
 " mortalität 974.  
 Tuberkulöses Fleisch 523, 975.  
 Tuberkelbazillus 924.  
 Tuberkelbazillen in Butter 557.  
 " in Käse 564.  
 " in Milch 542.  
 Tuchherstellung 801.  
 Turnunterricht 685.  
 Typhusbazillus 922.  
 " bazillen im Wasser 983.  
 " epidemiologie 982.  
 " schutzimpfung 911.  
 " serumdiagnose 983.  
 Typisches Leistungsvermögen der Kleidungsstoffe 101.

## U.

Überarbeitung in Betrieben 744.  
 Überbürdung in der Schule 676.  
 Überwärmung durch Kleidung 117.  
 " " Öfen 186.  
 Unfälle 738.  
 Unfallversicherung 732.  
 Unkrautsamen, Entfernung aus Mehl 571.  
 " Nachweis im Mehl 581.  
 Unterkleidung 113.  
 Urzeugung 874.  
 Ustilagineen 863.

## V.

Vakuumthermometer 83.  
 Vanille 608.  
 Variabilität bei Spaltpilzen 905.  
 Variola 965.  
 Variolation 1011.  
 Vegetabilische Kost bei Massenernährung 493.  
 Vegetabilische Nahrungsmittel 566.  
 Vegetarianer 480.  
 Venerische Krankheiten 971.  
 Ventilation 209.  
 " natürliche 221.  
 " künstliche 233.  
 " in den Schulen 681.  
 Ventilationsbedarf 217.  
 " große, Bestimmung 238.

Ventilationsöfen 187.  
 Ventilatoren 237.  
 " Unfallschutz 740.  
 Verbreitungsweise der Seuchen 938.  
 Verbrennungsgase 175.  
 " wärme des Heizmaterials 175.  
 " wärme der Nahrungsmittel 453, 474.  
 Verdunstung 72, 86.  
 Vererbung 639.  
 " bei Tuberkulose 975.  
 Verhüttung 753.  
 Verletzungen 739.  
 Vertretungswert der Nahrungsstoffe 462.  
 Vibrio aquatilis 932.  
 " berolinensis 932.  
 " danubicus 932.  
 " Deneke 932.  
 " Finkler-Prior 932.  
 " Metschnikoff 932.  
 Virulenz, Labilität ders. 905.  
 Vodelstoff 117.  
 Volksbäder 136.  
 " krankheiten 936.  
 " küchen 497.  
 Vorgärten 313.  
 Vorticellina 341.

## W.

Waisenhäuser 669.  
 Wald und Klima 148, 72.  
 Walderholungsstätten 689.  
 Wandanstrich 223, 246.  
 Wärme, die 81.  
 Wärmeabgabe des Organismus 90.  
 Wärme durch Beleuchtung 290.  
 " bildung im Körper 87.  
 " leitung der Kleidungsstoffe 100.  
 " " des Ofenmaterials 183.  
 " produktion des Menschen 88.  
 " regulation des Organismus 88.  
 " strahlung der Kleidungsstoffe 103, 108.  
 " " des Lichtes 287.  
 " " " Ofenmaterials 183.  
 " " der Sonne 81, 151.  
 " wert der Nahrungsstoffe 453, 472.  
 Warmwasserheizung 200.  
 Wasser 324.  
 " anforderungen 348.  
 " bakterien 337.  
 " bedarf 352, 486.  
 " bestandteile 332.  
 " blüte 333.  
 " dampf der Luft 30.  
 " abgabe des Menschen 37, 90, 91, 134.  
 " " des Menschen durch Haut, Lunge 37.  
 " enteisnung 368.  
 " filtration 369.  
 " Gesundheitsschädlichkeit 344.  
 " kochen 365.

- Wasser-pflanzenorganismen in demselb. 333.  
 „ kapazität des Bodens 68.  
 „ reinigung 364.  
 „ temperatur 351.  
 „ tierische Organismen in dems. 339.  
 „ untersuchung 374.  
 Wasserdampfabgabe bei Wind 92.  
 Wasserentziehung 464.  
 „ gas 267.  
 „ heizung 200.  
 „ messer 353.  
 „ pest 335.  
 „ reservoir 358.  
 Wasserstoffsperoxyd der Luft 29.  
 Wasserverdampfung, Wirkung 37.  
 „ verdunstung 72.  
 „ versorgung 328.  
 „ „ durch Brunnen 354.  
 „ „ „ Zisternen 355.  
 „ „ „ Flußwasser 363.  
 „ „ „ Hochlandswasser-  
 leitung 355.  
 Wasserversorgung durch Quellwasser 355.  
 „ verschlüsse 411.  
 „ vibrionen 932.  
 Webereien 802.  
 Webers Photometer 252.  
 Webstersches Klärverfahren 428.  
 Wechselströme 280, 282, 293.  
 Weinbestandteile 626.  
 „ bereitung 625.  
 „ farbstoffe 627.  
 „ krankheiten 629.  
 „ untersuchung 632.  
 Weizenkorn, Anatomie 567.  
 Weizenverwendung 589.  
 Westküsten 148.  
 Westphalische Wage 623.  
 Windbewegung 84, 85.  
 „ druck, Einfluß auf Ventilation 223.  
 Witterung 140.  
 Wöchnerinnenheim 732.  
 Wohlfahrtseinrichtungen 732.  
 Wohlstand, gesundheitliche Wirkung 725,  
 945.  
 Wohnung 162.  
 Wohnungsdesinfektion 960.  
 „ dichte 310, 314.  
 „ feuchtigkeit 163.  
 „ inspektion 324, 731.  
 „ not 310, 323, 728.  
 „ plan 301.  
 „ preis 313.  
 „ reform u. Tuberkulose 978.  
 „ temperatur 167.  
 Wolkenbildung 141, 147.  
 Wolle 93, 130.  
 Wollsortiererkrankheit 743.  
 Wollsystem 113.  
 Wollwascherei 801.  
 Würmer 839.  
 Würste 521.  
 Wurzelknöllchen 894.  
 Wutkrankheit 1008.
- Z.
- Zeitliche Disposition 945.  
 Zelluloid 829.  
 Zementfabrikation 773, 775.  
 Zentralheizung 190.  
 Zentrifugalmaschine 740.  
 Zerealien 566.  
 Ziegelbrennereien 772.  
 Ziehelnern 666.  
 Zimt 604.  
 Zink in Industrie 770.  
 „ „ Brot 588.  
 Zirkulationsheizung 192.  
 Zisternen 355.  
 Zoogloa 877.  
 Zucker als Nahrungsmittel 599.  
 Zuckerfabrikation 810.  
 Zündhölzchenfabrikation 821.  
 Zugluft 133.  
 Zwieback 589.  
 Zwischenböden 297.

**Z BIBLIOTEKI**  
**o. k. kursu naukowego gimnastycznego**  
**W KRAKOWIE.**















KOLEKCJA  
SWF UJ

A.

363

Biblioteka Gł. AWF w Krakowie



1800053036