

A. Gärtner

Leitfaden
der Hygiene

Vierte Auflage

Verlag von S. Karger in Berlin

V7 183287
XX00 2236948

Biblioteka Gł. AWF w Krakowie



1800053575

39510

LEITFADEN
DER
HYGIENE.

FÜR

STUDIERENDE, ÄRZTE, ARCHITEKTEN, INGENIEURE
UND VERWALTUNGSBEAMTE.

VON

DR. AUG. GÄRTNER,

O. Ö. PROFESSOR DER HYGIENE UND DIREKTOR DES HYGIENISCHEN INSTITUTES
DER UNIVERSITÄT JENA.

MIT 175 ABBILDUNGEN.

VIERTE VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE.



BERLIN 1905
VERLAG VON S. KARGER
KARLSTRASSE 15.

~~Z BIBLIOTEKI
c. k. kursu naukowego gimnastycznego
W KRAKOWIE.~~



K8.40



603

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

Alle Rechte,
speziell das der Uebersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

Eine italienische Uebersetzung ist bei Dr. Fr. Vallardi in Mailand,
eine ungarische in der Eggenberger'schen Buchhandlung in Budapest,
eine französische bei Octave Doin in Paris,
eine tschechische bei Grosman und Svoboda in Prag erschienen.

613 / 614 (7)

Vorwort zur vierten Auflage.

Der Leitfaden erscheint heute zum vierten Male. Wenn auch Form und Anordnung der Kapitel im grossen Ganzen dieselben geblieben sind, so ist doch sachlich vieles geändert worden.

Entsprechend den Fortschritten der Wissenschaft hat sich eine sehr umfassende Umarbeitung des Buches notwendig gemacht. — Die Kapitel Atmosphäre, Wasser, Städteanlage, Beleuchtung, Abwässerreinigung und — der grösste und wichtigste Abschnitt — die Infektionskrankheiten sind völlig neu geschrieben und erheblich vermehrt worden.

Auch die übrigen Kapitel sind beträchtlich geändert worden, so dass das Buch überall den Standpunkt kennzeichnet, welchen zur Zeit die Wissenschaft der Hygiene einnimmt.

Besonderer Wert ist darauf gelegt worden, die gesetzlichen Bestimmungen heranzuziehen, weil sie einen sehr grossen Teil der praktischen Prophylaxe enthalten und direkte Anweisungen für das Handeln geben.

Die Zahl der Abbildungen ist auf 175 erhöht, wobei darauf gesehen wurde, nur gut durchgeführte Zeichnungen zu bringen, um ohne viel Worte, durch Anschauung, die zum Teil ferner liegenden Gegenstände dem Verständnis nahe zu legen.

Leider hat sich eine Vergrösserung des Buches nicht ganz vermeiden lassen; indessen dürfte der Charakter des Compendiums, des kurzen Nachschlagewerkes, den das Buch haben soll, dadurch nicht gestört sein. Ein möglichst ausgiebiges Register soll das Nachschlagen erleichtern.

Der Verlagsbuchhandlung bin ich dankbar, dass sie eine so gute und ansprechende Ausstattung dem Leitfaden hat zuteil werden lassen.

Jena, im November 1904.

Der Verfasser.

Vorwort zur ersten Auflage.

In den letzten Jahren sind eine Reihe grösserer Werke über Gesundheitspflege erschienen. Bisher fehlte es jedoch an einem kleineren Lehrbuch, aus welchem sich der Studierende und der in der Praxis stehende Arzt rasch über einschlägige Fragen unterrichten konnte.

Der vorliegende „Leitfaden“ ist entstanden aus den Vorlesungen des Verfassers über Hygiene.

Diesem Ursprung und dem Zweck des Buches gemäss sind nur die Hauptpunkte aus dem weiten Gebiet der Gesundheitslehre in ihren Grundzügen besprochen worden, wobei Wert darauf gelegt wurde, dass neben der theoretischen auch die praktische Seite der einzelnen Fragen die gebührende Beachtung fand, weil die Hygiene eine auf das Praktische gerichtete, direkt in das Leben zu übertragende Wissenschaft ist.

Da das Buch hauptsächlich als Einleitung in die Hygiene dienen soll, musste der Anschauung des Lesers etwas geboten werden, um so mehr, als die Gesundheitslehre Gebiete streift, welche dem Mediziner zum Teil ferner liegen; so erklärt sich die grosse Zahl der Abbildungen.

Es erschien uns richtig, an den betreffenden Stellen die gesetzlichen Bestimmungen kurz herbeizuziehen, zunächst weil in ihnen die notwendigen und, was wichtig ist, die erreichbaren Forderungen, die ausführbaren Massnahmen in knapper Form enthalten sind, und dann, weil der Arzt die gesetzlichen Bestimmungen kennen muss, um im Bedarfsfalle danach seine Vorschläge zu machen, sein Handeln einzurichten.

Eine ausführlichere Behandlung ist den Infektionskrankheiten zu Teil geworden, deren Aetiologie und Prophylaxe im Vordergrund des ärztlichen Interesses steht.

Der herrschenden Zeitströmung ist Rechnung getragen durch eine etwas eingehendere Erörterung der Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen.

Als Einführung und Anregung zu weiterem Studium sind in kurzen Umrissen die grossen Arbeitergesetze der letzten Jahre behandelt. Sie sind dem jungen Arzt zu wissen notwendig und stellen zugleich hygienische Massnahmen ersten Ranges dar. Ihre Kenntnissgabe gehört in den medizinischen Lehrplan hinein und dürfte am zweckmässigsten an dieser Stelle erfolgen.

So möge das kleine Buch hinausgehen und versuchen, ob es seinen Zweck erfüllen kann, als Einführung in die Hygiene zu dienen.

Jena, im März 1892.

A. Gärtner.

Inhaltsverzeichnis.

Die Atmosphäre.

	Seite
I. Die Luftbestandteile und ihre Einwirkung auf die Gesundheit des Menschen	1
a) Der Stickstoff 1. — b) Der Sauerstoff und das Ozon 1. Einfluss des Sauerstoffes und des Ozons auf das Befinden des Menschen 2. — c) Die Kohlensäure und die organischen Substanzen 3. Einfluss der Kohlensäure und der organischen Substanzen 6. — d) Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure 7. — e) Die Luftfeuchtigkeit und das Wasser 7. Einfluss der Luftfeuchtigkeit 11. — f) Der Staub der Atmosphäre einschliesslich der Mikroorganismen 14. Einfluss der korpuskulären Bestandteile der Atmosphäre 17.	
II. Die physikalischen Verhältnisse der Atmosphäre und ihre gesundheitliche Einwirkung auf den Menschen	20
a) Der Luftdruck 20. Einfluss des Luftdruckes 20. — b) Der Wind 23. Einfluss des Windes 25. — c) Die Wärme 26. Wirkung der Wärme 29; a) niedrige Temperaturen 29; b) hohe Temperaturen 30; c) Temperaturschwankungen 33.	
III. Die Witterung und das Klima und ihr Einfluss	34
A. Die Witterung	34
B. Das Klima	36
a) Das See-, Land- und Höhenklima 37. — b) Das Polar-klima 39. — c) Die gemässigte Zone 39. — d) Das Tropenklima 39.	
C. Die Akklimatisation	41

Das Wasser.

I. Die allgemeinen Eigenschaften des Trink- und Hausgebrauchswassers	45
A. Giftige Stoffe und Krankheitserreger im Wasser	45
a) Gifte 45. — b) Krankheitserreger 46.	
B. Der Intoxikation und Infektion verdächtige Wasser	49
a) Die örtlichen Verhältnisse 49. — b) Die mikroskopischen, bakteriologischen und chemischen Befunde 52.	
C. Eigenschaften, welche ein Wasser zum Genuss und Gebrauch angenehm machen	55
D. Die Menge des erforderlichen Wassers und sein Preis	57

	Seite
II. Die Methodik der Untersuchung des Wassers	58
1) Die Untersuchung der Oertlichkeit 58.	
2) Die physikalisch-chemische Untersuchung 61.	
3) Die bakteriologische und mikroskopische Untersuchung 61.	
III. Die Wasserbezugsquellen und die Wasserversorgung	63
A. Das Regenwasser	63
Versorgung mit Regenwasser (Talsperrenwasser) 64.	
B. Das Grundwasser	66
Versorgung mit Grundwasser 70. — a) Lokale Ver-	
sorgung 71. — b) Zentrale Versorgung 72. — Ent-	
eisenung 75.	
C. Die Quellen	76
Versorgung mit Quellwasser 78.	
D. Die Flüsse, Bäche und Seen	78
Versorgung mit Fluss-, Bach- oder Seewasser 80. —	
Filtration 81. — 1. Zentrale Filtration 81. — 2. Haus-	
filtration 84.	
Andere Methoden verdächtige Wässer brauchbar zu	
machen 85. — 1. Ozonisierung des Wassers 85. —	
2. Das Erhitzen des Wassers 86. — 3. Chemische	
Methoden 86.	
Die Zuleitung des Wassers zum Konsum 87.	
E. Die Versorgung mit destilliertem Wasser	88
F. Eis und künstliche Mineralwässer	88
IV. Allgemeines über Wasseruntersuchungen	89

Der Boden.

I. Die Zersetzungs Vorgänge im Boden	91
II. Die mechanische Struktur des Bodens	93
III. Die Beziehung des Bodens zur Wärme, Feuchtigkeit und Luft	95
A. Die Bodentemperatur	95
B. Die Bodenfeuchtigkeit	97
a) Der Wassergehalt der oberen Bodenschichten 97. —	
b) Das Grundwasser 98.	
C. Die Bodenluft	100
IV. Die pathogenen Bakterien im Boden und die „Bodenkrank-	
heiten“	101
Leben und Bewegung der pathogenen Bakterien im	
Boden 101. — Bodenkrankheiten 103. — a) Tetanus	
und Trismus 103. — b) Malignes Oedem 103. —	
c) Malaria 104. — d) Cholera und Typhus 104.	
V. Schutzmassregeln gegen Schädigungen durch den Boden	105

Die Ernährung und die Nahrungsmittel.

I. Die Ernährung	109
A. Allgemeines	109
B. Die einzelnen Nährstoffe	110
a) Das Eiweiss 110. — b) Das Fett 111. — c) Die Kohle-	
hydrate 111. — d) Die Salze 112. — e) Das Wasser 112.	
C. Die Wirkung der Nährstoffe	112
Mangel an Nahrung	114

Inhaltsverzeichnis.	Seite
	VII
D. Der Bedarf an Nährmaterial	115
E. Die Resorbierbarkeit	118
F. Die Kost	118
a) Ihre Zusammensetzung 119. — b) Die Wirkung der Zubereitung auf die Nahrungsmittel; die Koch- und Essgeschirre 120. — c) Die Reizmittel in der Kost 122. — d) Die Massenernährung 123.	
II. Die einzelnen Nahrungsmittel	124
Die animalischen Nahrungsmittel:	
A. Das Fleisch	125
a) Die Beschaffenheit und Bereitungsweise des Fleisches 125. — b) Die Fleischkonserven 125. — c) Schädli- gungen durch Fleischgenuss 129. 1. Infektion 129. — 2. Intoxikationen 134. d) Die Schlachthäuser 135. — e) Die Fleischbeschau 137.	
B. Eier	139
C. Die Milch	139
a) Die Beschaffenheit der Milch 139. — b) Die Gesund- heitsschädigungen durch Milchgenuss 140. 1. Milchsäuerung 140. — 2. Gifte in der Milch 141. — 3. Pathogene Bakterien in der Milch 142. c) Schutz gegen die Gefahren durch Milch 143. 1. Die tierärztliche Kontrolle der die Milch liefernden Tiere 143. — 2. Die polizeiliche Kontrolle der Milch- wirtschaften und des Milchhandels 144. — 3. Die Kontrolle der Milch 144. — 4. Die Abtötung der Bakterien der Milch 147. d) Die Milchkonserven 150.	
D. Die Butter und die Kunstbutter	151
E. Der Käse	153
Die pflanzlichen Nahrungsmittel:	
F. Das Brot	154
G. Die Leguminosen	159
H. Das Gemüse	160
Die Genuss- und Reizmittel:	
I. Die Gewürze	162
K. Die alkaloidhaltigen Genussmittel	162
Der Kaffee 162. — Der Tee 163. — Der Paraguaitee 164. — Die Koka 164. — Der Betel 164. — Der Tabak 165.	
L. Die alkoholischen Genussmittel	165
Branntwein 165. — Wein 166. — Bier 168. — Alkohol und Alkoholismus 169.	
III. Gesetzliche Bestimmungen	171

Die Wärmeregulation des Menschen, die Kleidung und Hautpflege.

A. Die Wärmeregulation	174
B. Die Kleidung	177
a) Die Gewebefasern 177. — b) Die Zeuge 178. — c) Der Kleiderschutz gegen Wärmeaufnahme 180. — d) Der	

Kleiderschutz gegen Wärmeabgabe 181. — e) Die Wahl zweckentsprechender Kleidung 185. — f) Weitere Eigenschaften der Kleider 186. — g) Die Kleidung der Frauen 189. — h) Das Bett 189.	
C. Die Hautpflege	190

Wohnungen und Städteanlagen.

I. Die Wohnungen	195
A. Gesundheitliche Eigenschaften	195
B. Die Lage und der Untergrund des Hauses	197
C. Der Bau des Hauses	198
1. Die Fundamente und das Kellergeschoss 198. — 2. Die Wände 199. — 3. Die Zwischendecken und Fußböden 201. — 4. Das Dach und die Dachwohnungen 203. — 5. Die Wohnräume der mittleren Geschosse 203. — 6. Die Kellerwohnungen 204. — 7. Die Aborte 205. — 8. Die Wandbekleidung 205.	
D. Ländliche Wohnhäuser	206
E. Wohnhäuser in anderen Zonen	207
II. Die Anlagen von Städten und Ortschaften	210
A. Gesundheitliche Normen	210
a. Die Versorgung mit Sonnenwärme, Licht und Luft 211. — 1. Luft 211. — 2. Sonnenbestrahlung 211. — 3. Diffuses Licht 217. — 4. Freie Plätze 218.	
b. Die Vermeidung der Entstehung und Ausbreitung von Krankheiten 218.	
B. Die Stadtbebauungspläne und Bauordnungen	221
a. Alte Stadtteile 222.	
b. Anlage neuer Stadtteile 222. — Geschäftsviertel 223. — Gewerbeviertel 223. — Wohnviertel 224. — Villenviertel 225. — Bebauungsplan 225. — Wohnungspolizei 227.	

Die Wärmeregulierung der Wohnungen.

I. Der Schutz gegen die Wärme	229
II. Der Schutz gegen die Kälte	230
A. Der Wärmebedarf und die Brennmaterialien	230
B. Die Anforderungen an gute Heizeinrichtungen	233
Gefährliche Heizeinrichtungen 236.	
C. Die verschiedenen Arten der Heizung	237
a) Lokalheizung	237
Kamine 237. — Regulierfüllöfen 237. — Amerikanische Öfen 239. — Öfen mit Sturzflammenfeuerung 239. — Wintersche Schulöfen 240. — Kochöfen 241. — Gasöfen 241. — Kachelöfen 243.	
b. Zentralheizung	244
1. Wasserheizung 244. — a. Die Hochdruck- oder Heißwasserheizungen 244. — b. Die Mitteldruckwasserheizung 245. — c. Die Warmwasserheizung 245.	

- 2. Dampfheizungen 248.
 - a. Die Hochdruckheizung 249. — b. Niederdruckdampfheizung 250.
- 3. Luftheizung 254.
 - Die Fussbodenheizung 259.

Die Ventilation.

- I. Die Veränderung der Luft der Wohnräume durch den Aufenthalt der Menschen und die Aufgaben der Ventilation . . . 261
- II. Der Ventilationsbedarf 263
- III. Die Einrichtung der Ventilation 264
 - A. Die Oeffnungen und die Kanäle 264
 - B. Die ventilierenden Kräfte 267
 - a. Druckdifferenzen durch Temperaturunterschiede 267.
 - b. Druckdifferenzen durch Luftbewegungen 272.
- IV. Die Sommer- und Winterventilation und die Bestimmung der Ventilationsleistung 275

Die Beleuchtung.

- I. Die Wirkung des Lichtes 278
- II. Die Versorgung der Wohnräume mit Tageslicht und die Messung des Lichtes 279
- III. Die künstliche Beleuchtung der Wohnräume 284
 - A. Die Anforderung an die künstliche Beleuchtung 284
 - 1. Helligkeit 284. — 2. Wärmeproduktion 286. — 3. Verbrennungsprodukte 287. — 4. Billigkeit 287. — 5. Gute Verteilung im Raum 288.
 - B. Die einzelnen Lichtquellen 289
 - 1. Petroleum 289. — 2. Kerzen 292. — 3. Gaslicht 292. — 4. Azetylen 294. — 5. Spiritusglühlicht 294. — 6. Elektrisches Licht 294.
 - C. Besondere, mit einigen Beleuchtungsarten verbundene Gefahren 294
 - 1. Die elektrische Beleuchtung 297. — 2. Das Leuchtgas 297. — 3. Das Petroleum 298. — 4. Das Azetylen 299.

Die Entfernung der Abfallstoffe.

- I. Die Zusammensetzung der Abfallstoffe. 301
- II. Die hygienische Bedeutung der Abfallstoffe 302
 - 1. Infektionen 302. — 2. Giftwirkungen 303. — 3. Die Verunreinigung der Luft und des Bodens 303. — 4. Die Verleitung zur Unreinlichkeit 304.
- III. Die Ansammlung und Abführung der Abfallstoffe 304
 - Tierischer Dung 305. — Müll 305.
 - A. Die Abfuhrsysteme 306
 - a) Das Grubensystem 306
 - b) Das Tonnensystem 308
 - c) Verwandte Systeme 309
 - d) Weitere Behandlung und Verbleib der Fäkalien . . . 309

	Seite
1. Die Desinfektion 309. — 2. Die Desodorisation 310. — 3. Die Ventilation 311. — 4. Die Abfuhr 314.	
e) Die Entfernung der Hausabwässer	316
B. Die Schwemmkanalisation	318
a) Die Kanalanlagen.	
α) Das Sammelsystem	318
1. Einrichtung 318. — 2. Rascher Abfluss 320. — 3. Austritt von Infektionserregern, Gasen und Flüssigkeiten 321.	
β) Trennsysteme	324
C. Die definitive Beseitigung des Kanalinhalts	326
1. Die Einleitung des Kanalinhaltes in die Flüsse 327.	
2. Die mechanische Klärung 329.	
α) Das Abfangen der größeren Teilchen 329.	
β) Die Sedimentierung 330.	
3. Die chemische Klärung 331. — 4. Das Kohlebrei- verfahren 334. — 5. Die biologische Abwässerreinigung 335. — 6. Die Fortschaffung des Schlammes 337. — 7. Die Desinfektion der Stadtabwässer 338. — 8. Die Reinigung der Abwässer durch Rieslung 339.	

Das Leichenwesen.

I. Die durch unbeerdigte Leichen entstehenden Gefahren. Die Leichenhallen, die Leichenschau	344
II. Die Zersetzung der Leichen und dadurch bedingte gesundheits- liche Schädigungen	345
III. Die Anlage der Friedhöfe und die Feuerbestattung, Abdeckereien	347

Die Schulhygiene.

I. Die Infektionskrankheiten	352
Verhinderung. 1. Der Ausschluss der Erkrankten 352. — 2. Der Ausschluss der Geschwister 352. — 3. Der Klassenschluss 353. — 4. Die Desinfektion 354.	
II. Die Schulkrankheiten	354
1. Ernährungsstörungen 354. — 2. Kopfschmerz und Nasenbluten 354. — 3. Verkrümmung der Wirbel- säule 354. — 4. Die Myopie 355. — 5. Psychische Störungen 357.	
III. Bau und innere Einrichtung der Schule	357
A. Die baulichen Einrichtungen	357
B. Die Utensilien	360
1. Die Schulbanke 360. — 2. Die Schreibutensilien 363. — 3. Die Bücher 364.	
IV. Die Hygiene des Unterrichtes	364
V. Der Betrieb der Schule	367

Die Gewerbehygiene.

I. Schädigende Einwirkung der Betriebe auf die Arbeit	367
A. Massnahmen, die Gebäulichkeiten betreffend	396

1. Der Luftraum 369. — 2. Die Ventilation 370. — 3. Die Beleuchtung 372. — 4. Die Heizung 372. — 5. Die Reinlichkeit 372.	
B. Massnahmen, welche durch das Geschlecht und das Alter der Arbeiter bedingt sind	373
1. Die Kinderarbeit 373. — 2. Die Frauenarbeit 373. — 3. Beschränkungen in der Arbeitszeit der Männer 374. — 4. Die Ruhezeiten in der Arbeit 374. — 5. Die gesetzlichen Bestimmungen 374.	
C. Allgemeine Einflüsse der Berufstätigkeit und Unfälle . . .	376
1. Schädigungen durch Arbeit und Beruf 376 — 2. Unfälle 377.	
D. Schädigungen durch das Einatmen von Gasen	379
1. Die Gase und ihre Wirkungen 379. — 2. Die Betriebe, in welchen die giftigen Gase auftreten 380. — 3. Die gefährlichen Konzentrationen 381. — 4. Die Schutzmassregeln 381.	
E. Schädigungen durch Inhalation von Staub	382
1. Allgemeine Folgen der Staubinhalation 382. — 2 Kohlenstaub 383. — 3. Der Eisenstaub 384. — 4. Der Bronze- und Zinkstaub 385. — 5. Der Steinstaub 385. — 6. Der Tabakstaub 386. — 7. Der Baumwollstaub 386. — 8. Holz- und Getreidestaub 387. — 9. Der animalische Staub 387. — 10. Die Hadernkrankheit 387. — 11. Schutzmassnahmen 388. — 12. Gesetzliche Bestimmungen 389.	
F. Schädigungen durch den Giftstaub der Industrie	390
1. Das Blei 390. — 2. Das Arsen 391. — 3. Das Quecksilber 392 — 4. Der Phosphor 393. — 5. Die Chromverbindungen 394. — 6. Das Giess- und Messingfieber 394.	
II. Schutz des Publikums vor Belästigungen und Schädigungen durch Industrie und Gewerbe	395
1. Die Schädigungen 395. — 2. Die Belästigungen 396.	
III. Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen	397
A. Die Sorge für die Ernährung der Arbeiter	397
B. Die Sorge für die Wohnung der Arbeiter	400
1. Die Arbeiterfamilienwohnung 400. — 2 Die Wohnungen für Unverheiratete 404. — 3. Die Sorge für die Beschaffung von Arbeiterwohnungen 404.	
C. Die Sorge für die Kinder	406
1. Kinderkrippen 407. — 2. Kinderbewahranstalten und -Gärten 407. — 3. Ferienkolonien 408. — 4. Die Kinderhorte 408.	
D. Die Sorge für den arbeitsunfähigen Arbeiter	408
1. Die früheren Verhältnisse 408. — 2. Das Krankenversicherungsgesetz 410. — 3. Das Unfallversicherungsgesetz 411. — 4. Das Invaliditäts- und Altersversicherungsgesetz 412.	

Die Infektionskrankheiten.

I. Die Infektionserreger und ihre Uebertragung	415
A. Allgemeine Eigenschaften und Kultur der Bakterien	415
B. Wirkungen der Saprophyten	421
C. Wirkungen der Parasiten	423
Die eigentlichen Toxine 424. — Die Endotoxine 425. — Die Bakterienproteine 425.	
D. Künstliche Immunität	427
a. Die Giftimmunität 428.	
b. Die Immunität gegen Krankheitserreger 433.	
1. Die Bakteriolytine und Zytolytine 433. — 2. Die Agglutinine 439. — Die Präzipitine 439.	
E. Natürliche Widerstandsfähigkeit	440
F. Einfluss der Beschaffenheit und der Zahl der Bakterien auf die Infektion	443
G. Die Eingangspforten für die Infektionserreger	444
H. Die Bedingungen für die Entstehung von Epidemien	446
a. Der Uebergang der Krankheitskeime auf den Menschen 446.	
b. Der Ausbruch und die Verbreitung von Epidemien 450.	
α) Die Anhäufung disponierter Individuen 450.	
β) Zahlreiche und virulente Mikroorganismen 451.	
γ) Günstige Uebergangsbedingungen 451.	
I. Die Prophylaxe der Infektionskrankheiten	452
1. Massnahmen der Staatsbehörden	452
a. Massnahmen gegen die vom Auslande hereindringenden gemeingefährlichen Krankheiten 454.	
b. Massnahmen gegen die einheimischen Infektions- krankheiten 457.	
2. Massnahmen der lokalen Behörden	458
3. Die individuellen Massnahmen	460
K. Desinfektionsverfahren	462
a. Die Entfernung der Krankheitskeime	462
b. Die Desinfektionsmittel	463
1. Reine Karbolsäure 463. — 2. Die rohe Karbolsäure 464. — 3. Das Quecksilbersublimat 465. — 4. Die rohen Mineralsäuren 465. — 5. Die Kalkmilch 465. — 6. Der Chlorkalk 465. — 7. Das Formaldehyd 466. — 8. Das Verbrennen 466. — 9. Die Desinfektion mit trockener Hitze 466. — 10. Das Auskochen 467. — 11. Die Desinfektion mit Wasserdampf 467.	
c. Die Auswahl und Verwendung der Desinfektionsmittel	471
II. Die wichtigsten Infektionskrankheiten	477
(Jeweiliger Inhalt: Verbreitung, Erreger, deren Nachweis, die Infektion, die prophylaktischen Massnahmen, Schutz- impfungen. Gesetzliche Bestimmungen).	
1. Die Cholera	477
2. Der Typhus abdominalis	484
3. Der Paratyphus	491

	Seite
4. Die Tuberkulose	493
5. Die Lepra	505
6. Die Influenza	507
7. Die Cerebrospinalmeningitis	510
8. Die Diphtherie	511
9. Die Wundinfektionskrankheiten	516
Eiterung 516; Erysipel 518; Puerperalfieber 519; Tetanus 521.	
10. Die Pest	521
11. Die venerischen Erkrankungen	524
Gonorrhöe 524; Schanker 525; Syphilis 525.	
12. Der Milzbrand	527
13. Der Rotz	530
Perlsucht.	
14. Die Lyssa	531
15. Die Ruhr	534
16. Die Malaria	538
Schwarzwasserfieber.	
17. Die akuten exanthematischen Krankheiten	543
Masern 543; Scharlach 545; Flecktyphus 546.	
18. Die Pocken	547
III. Ueber Hospitäler	551
a. System und Anlage	551
b. Krankenzimmer und Utensilien	557
c. Kost und Betrieb	559
Sachregister	562

Die Atmosphäre.

Ohne Luft kann der Mensch nicht leben. Bei der Atmung wird Sauerstoff aus der Luft aufgenommen, Kohlensäure und Wasser an sie abgegeben. Die Wärme, der Druck, die Bewegung der Luft, kurz ihre physikalischen Eigenschaften beeinflussen nach verschiedenen Richtungen hin das Wohlbefinden. Der in ihr enthaltene Staub, die in ihr schwebenden Krankheitserreger sind von Belang für Leben und Gesundheit.

1. Die Luftbestandteile und ihre Einwirkung auf die Gesundheit des Menschen.

a) Der Stickstoff.

Die Luft besteht zu 78,8 Volumprozenten aus Stickstoff. Dieses indifferente Gas verdünnt gewissermassen den Sauerstoff; es wird entsprechend dem Druck von den Säften des Körpers absorbiert.

b) Der Sauerstoff und das Ozon.

Der Sauerstoff, zu 20,7 Volumprozenten in der Luft vorhanden, wird durch die Atmung aufgenommen und dient im Körper zur Verbrennung. Die Ausatemluft enthält davon ungefähr 5,3 % weniger als die Einatemluft.

Der Sauerstoff ist überall gleichmässig verteilt; nur unter ganz besonderen Verhältnissen ist weniger vorhanden, so hat man z. B. in den Tiefen der Bergwerke bis zu 13 %, in den Minengängen nach Sprengungen bis zu 5 % gefunden. Der Gehalt der Luft an Sauerstoff lässt sich durch Absorption aus einem in graduierter Bürette eingeschlossenen Luftgemisch mittels Pyrogallussäure unter Zusatz von Aetzalkali oder durch



Ozon.

Absorption mittels gelben Phosphors, wobei Phosphorsäure entsteht, oder aus dem Volumenverlust feststellen, welchen ein im Eudiometer unter Quecksilber abgeschlossenes, mit Wasserstoff gemischtes Luftquantum durch den elektrischen Funken unter Wasserbildung erleidet. Der auf die verschiedenste Weise verbrauchte Sauerstoff wird durch die chlorophyllhaltigen Pflanzen bei Lichtwirkung wieder ersetzt. Aktiver Sauerstoff, Ozon, entsteht durch elektrische Entladungen oder, wie vielfach behauptet wird, durch grosse Oxydationsprozesse oder starke Wasserverdunstungen. Im Ozon sollen drei Atome O zu einem Molekül zusammengelagert sein; das dritte Atom ist lose gebunden, weshalb Ozon zu lebhaften Oxydationen geeignet ist. Seine Menge lässt sich abschätzen nach der mehr oder minder starken Bläue, welche Jodkaliumstärkekleisterpapier erleidet, wenn bestimmte Mengen ozonhaltiger Luft daran vorbeistreichen, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dass einige Säuren, sowie Wasserstoffsperoxyd und noch einige Körper dieselbe Reaktion auszulösen vermögen. Der Gehalt der freien Luft an Ozon beträgt höchstens 2 mg in 100 cbm Luft; in bewohnten Räumen fehlt es völlig; durch elektrische Entladung gelingt es bis zu mehreren Gramm Ozon im Kubikmeter Luft zu erzeugen. In diesen Mengen wirkt es stark oxydierend und desinfizierend.

Einfluss des Sauerstoffs und des Ozons auf das Befinden des Menschen.

Verhältnis des Sauerstoffes zum Blute.

Von dem erwachsenen Menschen werden täglich gegen 600 Liter Sauerstoff im Gewicht von 900 g aufgenommen. Der Sauerstoff wird von dem Hämoglobin chemisch gebunden. Vermehrte Zufuhr kann daher den Gehalt an Hämoglobinsauerstoff nicht steigern; die vom Blutplasma absorbierte Sauerstoffmenge hingegen erfährt bei stärkerem Druck eine entsprechende Erhöhung. Sinkt der Druck erheblich, etwa auf $\frac{1}{2}$ Atmosphäre, so wird die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Hämoglobin teilweise gelöst. Wird Luft eingeatmet, welche weniger als die normale Menge Sauerstoff enthält, so wird der Verarmung des Körpers an diesem Gas vorgebeugt durch tiefere und häufigere Atmung und vermehrte Herzstätigkeit. Enthält jedoch die Luft unter 11 % Sauerstoff, so treten Atembeschwerden ein, unter 7 % kann der Tod erfolgen. Derartig starke Abminderungen des Sauerstoffs kommen vor beim Aufstieg in grosse Höhen (Bergbesteigungen und Ballonfahrten).

Die Bergkrankheit (Puna) macht sich zunächst bei Arbeits-

leistung (Steigen) in grosser Höhe bemerkbar durch starke Ermüdung, Herzklopfen, Kurzatmigkeit, Uebelkeit und Kopfschmerz; erhebliche Leistungsunfähigkeit, Bewusstlosigkeit, Nasen- und Lungenblutungen können folgen. Bei zweckentsprechendem Regime, vor allem bei Ruhe schwinden die Erscheinungen sehr rasch. Durch Hebung des Pulses, Vermehrung und Vertiefung der Atmung und eine erhebliche Zunahme der zirkulierenden roten Blutkörperchen wird der Sauerstoffmangel ausgeglichen, zunächst für den Zustand der Ruhe, später auch für angestrengte Arbeit; mit der Zeit werden die kompensatorischen Aushilfen habituell, womit eine Angewöhnung an den verminderten Sauerstoff und den verminderten Druck, eine Akklimation an die Höhe eingetreten ist. Die Erscheinungen der Puna beruhen auf Sauerstoffmangel. Das Bergsteigen ist eine grosse Arbeit; daher ist mehr Sauerstoff zur Oxydation erforderlich, welcher aber in grossen Höhen wesentlich, bei 3500 m z. B. schon um $\frac{1}{3}$, vermindert ist. Hinzu tritt die Einwirkung der kühlen, bewegten, wasserarmen Luft und die starke Sonnenstrahlung, alles Momente, welche Oxydationen begünstigen.

Versuche haben ergeben, dass Einatmung reinen Sauerstoffs die Symptome der Bergkrankheit zum Schwinden bringt. Bei Ballonfahrten kommt zu dem Mangel an Sauerstoff die Einwirkung der raschen Druckverminderung hinzu (siehe Luftdruck). Es fehlt aber die körperliche starke Anstrengung; infolgedessen macht sich der Sauerstoffmangel erst in viel beträchtlicheren Höhen bemerkbar.

Das Ozon ist zweifellos ein kräftig oxydierender Körper, jedoch ist es nicht imstande, in der Verdünnung, in welcher es sich in der Atmosphäre findet, einen zerstörenden Einfluss auf die Krankheitserreger auszuüben; ebensowenig ist es auf das Befinden des Menschen von Einfluss. Die Anwesenheit von Ozon beweist nichts anderes, als dass leicht oxydierbare Substanzen, und zu diesen gehören die vom Menschen ausgeschiedenen event. schädlichen Produkte, in der Luft nicht vorhanden sind.

Ozon.

c) Die Kohlensäure und die organischen Substanzen.

Die durch Verwesungs- und Fäulnisvorgänge, Atmungs- und Verbrennungsprozesse gelieferte oder die aus dem Erdinnern ausgehauchte Kohlensäure wird mittels Luftströmungen und Temperaturdifferenzen rasch und gleichmässig verteilt, so dass sie überall in der freien Atmosphäre zu 0,25, in den Strassen der

Städte zu 0,35 pro mille vorhanden ist. Sie wird durch die Pflanzen und die Bildung kohlenaurer anorganischer Verbindungen wieder verbraucht.

Bestimmung
grosser Mengen
nach der gas-
analytischen
Methode

Grosse Kohlensäuremengen, wie sie in Bergwerken, im Gärungsbetriebe, in lange Zeit verschlossen gewesenen Räumen u. s. w. vorkommen, bestimmt man nach den Regeln der Gasanalyse durch Absorption aus einem abgemessenen Luftquantum mittels Kalilauge. Geringe Kohlensäuremengen, mit welchen die Hygiene hauptsächlich zu rechnen hat, misst man nach der von v. Pettenkofer angegebenen Methode:

kleiner Mengen
nach der
Pettenkofer-
sehen Methode

In einer wässerigen Lösung von Barythydrat ($\text{BaH}_2\text{O}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$) bestimmt man das Hydrat durch Titrieren mit Oxalsäurelösung ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$) von bekanntem Gehalt. Hierbei entsteht aus je einem Molekül Barythydrat und Oxalsäure ein Molekül oxalsauren Baryts (BaC_2O_4) und $4 \text{H}_2\text{O}$. Von der in ihrem Gehalt festgelegten Barytlösung wird eine bestimmte Menge (z. B. 100 ccm) in einen ausgemessenen Kolben gegeben, welcher mit der zu untersuchenden Luft angefüllt ist. Durch intensives Schütteln wird die CO_2 der eingeschlossenen Luft mit dem BaH_2O_2 in innigste Berührung gebracht; die CO_2 zerlegt das BaH_2O_2 , und es entsteht BaCO_3 und H_2O . Der unlösliche kohlenaurer Baryt fällt zu Boden, die obenstehende klare Lösung von Barythydrat wird abermals mit der Oxalsäurelösung titriert. Bei dieser zweiten Titration werden so viel weniger ccm Oxalsäurelösung gebraucht, als BaH_2O_2 durch CO_2 gebunden ist. Da die Körper nach ihrem Aequivalentgewicht für einander eintreten, so entsprechen 126 mg ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$) 44 mg CO_2 oder 22,369 ccm CO_2 , da 1 mg CO_2 bei 760 mm Druck und 0°C . 0,5084 ccm Raum einnimmt. Fertigt man eine Oxalsäurelösung, welche im Liter 1,405 g Oxalsäure enthält ($126 : 22,369 = x : 0,25$), so entspricht jeder ccm dieser Lösung, welcher bei der zweiten Titrierung weniger gebraucht wird als bei der ersten, 0,25 ccm CO_2 . Das Volumen der Flasche muss ebenfalls auf 0° und 760 mm Druck

v B

reduziert werden nach der Formel: $v_0 = \frac{v B}{(1 + 0,00366 t) 760}$

wobei v das gemessene Volumen des Kolbens, B den zeitigen Barometerdruck und t die Temperatur bezeichnet.

Beispiel: Ein Kolben von 5100 ccm Inhalt wird mittelst eines Blasebalges mit Luft gefüllt, dann werden 100 ccm Barytwasser hinzugegeben (etwa 4,5 Barythydrat und 0,25 g Chlorbarium auf 1 l Wasser); das Ganze wird kräftig geschüttelt und bleibt 12 Stunden stehen. In 25 ccm der Barytlösung wird der Titer bestimmt, d. h. es wird so lange Oxalsäurelösung (1,405 g Oxalsäure auf 1 l Wasser) hineintitriert, bis die durch

5 Tropfen alkoholischer Rosolsäurelösung entstandene Rötung gerade verschwunden ist; es mögen dazu gebraucht sein 21,2 cem Oxalsäurelösung. Dann werden 25 cem klaren Barytwassers aus dem Kolben vorsichtig herauspipettiert, mit 5 Tropfen Rosolsäurelösung versetzt und wieder titriert. Es werden jetzt gebraucht 14,3 cem, also 6,9 cem weniger als bei der ersten Titration, d. h. es sind in 5000 cem Luft 6,9 cem Kohlensäure von 0° und 760 mm Druck. Der Kolbeninhalt ist gleichfalls zu reduzieren, der Barometerstand sei 750 mm, die Temperatur 20°.

$$V_0 = \frac{(5100-100) 750}{(1 + 0,00366 \cdot 20) 760} = 4596$$

Die Luft enthält also $1000 : 4596 = x : 6,9 = 1,5 \text{ ‰ } \text{CO}_2$.

Da die Untersuchung etwas umständlich ist, hat man abgekürzte Verfahren eronnen, von welchen das von H. Wolpert angegebene, eines der besseren ist. In einen Zylinder beigedruckter Form werden 2 cem einer mit Phenolphthalein rotgefärbten $\frac{1}{50}$ ‰ Lösung kristallisierter Soda gegeben, worauf der Stopfen, welcher an einem mit sehr engem Kanal versehenen Glasstab befestigt ist, bis auf die Flüssigkeit niedergestossen wird. In dem zu untersuchenden Raum zieht man den Stopfen allmählich höher, wobei Luft zwischen ihn und die Sodalösung tritt. Unter kräftigem Schütteln geht die Kohlensäure der Luft an das kohlen-saure Natron. Man zieht den Stopfen so lange hoch, bis die rote Farbe gerade verschwunden ist, d. h. bis alles Karbonat in Bikarbonat, welches Phenolphthalein nicht färbt, umgewandelt ist. ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$.) Die Einteilung am Gefäss lässt den CO_2 -Gehalt der Luft direkt ablesen. (Fig. 1.)

H. Wolperts
Methode.

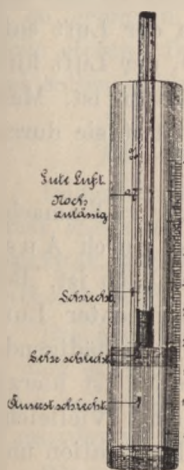


Fig. 1. H. Wolperts
Carbacidometer.
 $\frac{1}{3}$ natürl. Grösse,

Durch Menschen und Tiere werden gasförmige organische Stoffe ausgeschieden, welche, wenn auch wahrscheinlich keine schädigende, so doch belastigende Wirkung ausüben. Diese Substanzen zu isolieren oder ihre Giftigkeit nachzuweisen, gelang noch nicht. Ihre ungefähre Menge hat man zu bestimmen gesucht durch Hindurchleiten abgemessener Mengen sorgfältig filtrierter Luft durch destilliertes Wasser und Oxydation desselben mit Kalipermananganat. Nach Pettenkofer steht die Menge der organischen Substanzen in einem gewissen Verhältnis zu der Kohlensäuremenge, welche vom Menschen ausgeschieden wird.

Die organischen
Substanzen.

Einfluss der Kohlensäure und der organischen Substanzen.

Durchschnittlich werden täglich von einem Erwachsenen bei mittlerer Kost und Arbeit 1000 g oder 550 l Kohlensäure ausgeschieden. Das arterielle Blut enthält 27 bis 45, das venöse 45 bis 52 % CO_2 . Dieselbe ist locker gebunden, die Bindung vom Druck abhängig.

Schädlichkeit
der Kohlen-
säure.

Eine gesundheitliche Schädigung durch Einatmen von Kohlensäure tritt bei genügender Zufuhr von Sauerstoff erst ein, wenn der Gehalt an Kohlensäure der Einatemluft erheblich über 4 % liegt (s. Tabelle Kap. Gewerbehygiene. D); bei 1 % CO_2 in der Luft lässt sich ungestört stundenlang arbeiten. Bei mehr als 18 % des Gases kann der Tod sehr rasch, sogar momentan eintreten, immer vorausgesetzt, dass die CO_2 auf Kosten des O entstanden und an seine Stelle getreten ist; dann ist also der O-Mangel und nicht die CO_2 -Anhäufung das schädigende Agens. Kaninchen blieben eine halbe Stunde in einer Luft am Leben, die aus 80 % CO_2 und 20 % O bestand. Infolge von CO_2 Einatmung bewusstlos gewordene Personen lassen sich selbst nach längerer Zeit ins Leben zurückrufen, durch O-Mangel bewirkte Bewusstlosigkeit geht meistens unmittelbar in den Tod über. CO_2 -Anhäufung ohne O-Mangel kommt selten vor, wir haben es also bei CO_2 -Vergiftung meistens mit Suffokation infolge von O-Mangel zu tun. Alte, lange verschlossen gewesene Brunnen, Keller, Gräfte u. s. w. sollten nicht eher betreten werden, bis ein Licht darin mit nicht russender Flamme brennt. Ein Licht erlischt bei 2,2 % CO_2 , wenn die CO_2 unter Verbrauch des in der Luft enthaltenen O entstanden ist, bei 7,4 %, wenn die CO_2 der Luft hinzugefügt, also noch der volle Luftsauerstoff vorhanden ist. Man entfernt die Kohlensäure durch Ventilation oder lässt sie durch Kalkhydrat absorbieren.

Vielfach treten Uebelbefinden, Kopfschmerz, sogar Ohnmacht ein, wenn eine Luft geatmet wird, in welcher viel durch A u s a t m u n g der Menschen erzeugte Kohlensäure vorhanden ist. Bei längerem oder oft wiederholtem Aufenthalt in schlechter Luft zeigt sich eine gewisse Widerstandslosigkeit gegen schädigende Einflüsse verschiedenster Art. Die Kohlensäure selbst ist hierzu nicht die Veranlassung, dazu ist ihre Menge zu gering. Vielleicht sind es die organischen Substanzen, welche durch Expiration und Perspiration entstehen; allerdings haben Nachuntersuchungen ergeben, dass das „Anthropotoxin“ Brown-Séguards nicht

Schädlichkeit
der organischen
Substanzen.

existiert. Andererseits ist langes Sitzen, grosse Hitze, enge Kleidung, Idiosynkrasie gegen Riechstoffe sehr wohl imstande, Uebelbefinden zu erzeugen.

Pettenkofer machte darauf aufmerksam, dass die organischen gasigen Ausscheidungsprodukte, die Temperaturerhöhung und das im menschengefüllten Raum auftretende Unbehagen in einem gewissen Parallelismus zur Kohlensäure stehen, und dass eine Luft bei empfindlichen Personen schon Geruchsempfindungen bewirkt, wenn sie $0,7\text{‰}$ Ausatemungskohlensäure enthält, dass die Luft unangenehm empfunden wird, wenn $1,0\text{‰}$ dieser CO_2 darin vorhanden ist.

Er stellt daher mit gutem Recht die Forderung: in einem zu längerem Aufenthalt bestimmten Zimmer soll sich nicht mehr als 1‰ Ausatemungskohlensäure finden. Durch die Ventilation können wir dieser Anforderung gerecht werden.

d) Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure.

Zu den regelmässig vorkommenden Substanzen gehören Ammoniak, Salpeter- und salpetrige Säure. Ersteres entsteht hauptsächlich aus stickstoffhaltigen faulenden Stoffen, letztere aus der Oxydation des Ammoniaks durch O_3 oder durch elektrische Schläge direkt aus N und O. Die übrigen Mineralsäuren, der Schwefelwasserstoff, das Kohlenoxyd u. s. w., finden sich nur unter gewissen Umständen, z. B. in Industriebezirken, in der Luft. Alle diese und verwandte Körper sind in der freien Atmosphäre in so geringen Mengen vorhanden, dass sie das Wohlbefinden nicht stören. Dahingegen sind sie im Industriebetriebe häufiger und sollen daher bei der Gewerbehygiene besprochen werden.

e) Die Luftfeuchtigkeit und das Wasser.

Immer ist in der Luft Wasser in Gasform, also als Wasserdunst, enthalten. Das Aufnahmevermögen für Wasser, die Wasserkapazität, steigt entsprechend der Höhe der Temperatur in Gestalt der beigedruckten Kurve. (Fig. 2.)

Die gestrichelte Linie gibt an, wieviel Wasser in Grammen in dem Kubikmeter Luft enthalten sein kann. Die ausgezogene Linie zeigt den maximalen Druck, die „Tension“, an, welche der Wasserdampf ausübt; er wird in mm Quecksilber ausgedrückt.

Wenn die Luft soviel Feuchtigkeit enthält, als sie ihrer Temperatur nach fassen kann, so ist sie „mit Wasserdampf gesättigt“, „maximale Feuchtigkeit“. Birgt sie weniger, so nennt

man die zurzeit in ihr enthaltene Wassermenge die „absolute Feuchtigkeit“. Das Verhältnis des absoluten zum maximalen Wassergehalt, in Prozenten der Sättigung ausgedrückt, heisst die „relative Feuchtigkeit“. Bei 13° ist der maximale Feuchtigkeitsgehalt der Luft $12,0 \text{ g H}_2\text{O}$ im cbm; die absolute Feuchtigkeit betrage 8 g , dann ist die relative Feuchtigkeit $\frac{8 \cdot 100}{12} = 66 \%$. Um ihren objektiven Wert

in g auf den cbm, oder in mm Quecksilberdruck kennen zu lernen, ist die Temperaturangabe erforderlich; bei 11° C. z. B. ist 50% Feuchtigkeit gleich 5 g , bei 23° C. gleich $10,2 \text{ g}$ Wasser im cbm.

Unter „Sättigungsdefizit“ versteht man diejenige Menge Wasserdampf, welche einer Luft an ihrer maximalen Feuchtigkeit

fehlt; die Luft kann bei 0° C. $4,9 \text{ g}$ Wasser im cbm enthalten, sind nicht mehr als 2 g vorhanden, so beträgt ihr Sättigungsdefizit $2,9 \text{ g}$.

Kühlt sich die Luft ab, so vermindert sich ihre Wasserkapazität; der Punkt, bei welchem der absolute Gehalt den maximalen gerade überschreitet, gibt sich zu erkennen durch das Ausfallen des überschüssigen Wassers in Gestalt von Tau. Diese Grenze heisst der „Taupunkt“. Strahlt während der Nacht die Erde ihre Wärme gegen den Weltenraum aus, so erkalten am intensivsten die Körper mit geringem Volumen und grosser Oberfläche (Gräser, Blätter etc.). Die zunächst liegende Luft wird ebenfalls abgekühlt, und ihr Wasser perlt als „Tau“ an den Spitzen.

Sinkt die Feuchtigkeit unter dem Taupunkt, so bildet sich um die feinsten in der Luft schwebenden Staubpartikelchen herum ein Niederschlag von Wasser, „Nebel, Wolken“. Vergrössern sich die Nebeltröpfchen durch Kondensation, so entsteht „Regen“, oder bei Temperaturen unter 0° „Schnee bzw. Hagel“.

Der Gehalt der Luft an Feuchtigkeit ist örtlich und zeitlich verschieden. Die absolute Feuchtigkeit ist in der Nähe grosser, warmer Wasserflächen oder warmen, feuchten Bodens am grössten.

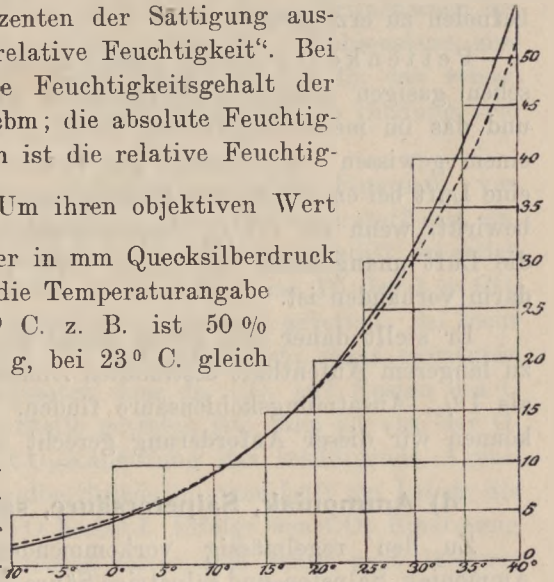


Fig. 2.

Das Minimum liegt in den Polargegenden. Für die gegebene Oertlichkeit steigt die absolute Feuchtigkeit meistens mit der Temperatur. Luftbewegung übt einen ausgleichenden Einfluss aus; so entführen gewöhnlich die infolge der Wärmesteigerung entstehenden, nach oben gerichteten Luftströme aus den untersten Luftschichten mehr Wasser, als in der gleichen Zeit aus trockenem Boden abdunstet; das Sinken der absoluten Feuchtigkeit trotz steigender Wärme ist die Folge. Im Winter enthält die Luft in unseren Gegenden die grösste absolute Feuchtigkeitsmenge kurz vor 2 Uhr, die niedrigste infolge der durch die Kälte bewirkten Kondensation bei Sonnenaufgang. Im Sommer steigt der Wassergehalt von Sonnenaufgang bis gegen 9 oder 10 Uhr, sinkt dann wieder bis gegen 3—4 Uhr und nimmt darauf bis gegen 8—9 Uhr zu, um nun bis zu seinem Minimum vor Sonnenaufgang zu sinken. Die relative Feuchtigkeit ist durchschnittlich bei abnehmender Temperatur am höchsten; an der Seeküste (Borkum) schwankt sie zwischen 90 % im Winter und 80 % im Sommer; im Binnenland ist die Sommersenkung niedriger, bis zu ungefähr 65 % gehend. In den Wohnräumen beträgt die mittlere Feuchtigkeit zwischen 30—60 %, auf der Haut unter der Kleidung liegt sie gemeiniglich zwischen 30—40 %. Das Sättigungsdefizit ist morgens am geringsten und nimmt mit steigender Temperatur zu, um abends wieder zu sinken. Im Sommer ist das Sättigungsdefizit ganz wesentlich höher als im Winter.

Die Menge des Regens ist in erster Linie abhängig von der Sättigung des Luftstromes mit Wasserdunst und der Intensität der Abkühlung. Letztere erfolgt durch Wärmeabgabe an entgegenstehende kühle Gegenstände, z. B. bewaldete Berge, und durch den Wärmeverlust, welcher beim Aufsteigen in grössere Höhen (für jede 100 m ungefähr 1° C.) entsteht. Die Windseite eines Gebirges oder eines Berges ist daher regenreicher als die unter dem Wind liegende. Der mit Feuchtigkeit gesättigte Westwind bedingt an der Westküste Norwegens einen jährlichen Regenfall von 1000 bis 2000 mm; die östlich, hinter dem 1250 bis 2000 m hohen Gebirgszuge liegenden schwedischen Städte Upsala, Stockholm u. s. w. haben eine Regenhöhe von 400 mm. An der Küste und im Gebirge fällt mehr Regen als im Binnenland und in der Ebene. Die mittlere Regenhöhe Deutschlands beläuft sich auf ungefähr 700 mm, d. h. auf den qm Bodenfläche fallen jährlich gegen 700 Liter Wasser.

Die Feuchtigkeit der Luft bestimmt man mit Hygrometern. Dieselben bestehen aus hygroskopischen Körpern — sehr gut

Menge des
Regens.

eignet sich Menschenhaar —, welche sich entsprechend dem aus der Atmosphäre aufgenommenen Wasser ausdehnen bezw. zusammenziehen. Auf einer Skala, über welcher ein Zeiger schwebt, lassen sich die Prozente der relativen Feuchtigkeit direkt ablesen. (Fig. 3.)

Das Kondensationshygrometer zeigt durch Abkühlung unter Taubildung den Temperaturgrad an, für welchen die Luft gerade mit Feuchtigkeit gesättigt ist. Durch Subtraktion der so gefundenen absoluten Feuchtigkeit von der maximalen Feuchtigkeit findet man das Sättigungsdefizit, durch Division die relative Feuchtigkeit. Am besten ist das Instrument von Regnault, einfacher das von Daniell.

Das Augustsche Psychrometer gibt an einem gewöhnlichen Thermometer die Temperatur der Luft des zu untersuchenden

Raumes an; ein zweites, dicht daneben gehängtes, dessen Kugel mit angefeuchtetem Zeug locker umwickelt ist, zeigt eine um so niedrigere Temperatur, je grösser die Wasserverdunstungskühle, d. h. je grösser die Trockenheit des Raumes ist. Aus der Differenz der beiden Thermometer lässt sich die Feuchtigkeit durch Rechnung oder leichter durch Anwendung von Tabellen bestimmen. Um den schädigenden Einfluss der Luftstagnation zu umgehen, empfiehlt es sich, das trockne und darauf das befeuchtete Thermometer an einem Faden in gleichem Tempo im Kreise zu schwingen. Man erhält so in kurzer Zeit genaue Temperaturen und hat nur ein Thermometer notwendig (Schwingethermometer). Noch besser ist das Seite 28 abgebildete Aspirationsinstrument von Assmann.

Die Atmometer lassen die Wassermenge ersehen, welche in einer bestimmten Zeit von einer gegebenen Fläche verdunstet. Die Instrumente gewähren noch keine genügende Genauigkeit.

Die Regenmesser sind Gefässe von bestimmtem Querschnitt, in welchen der hineingefallene Regen, Schnee, Hagel gesammelt und gemessen wird.

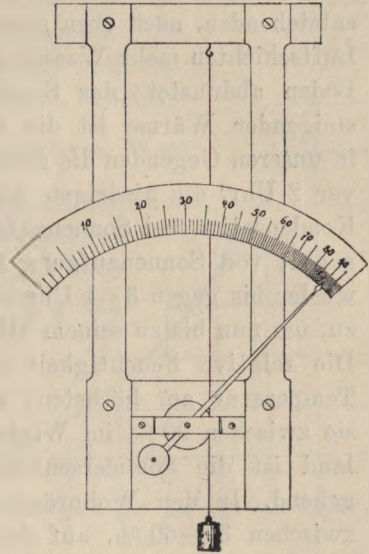


Fig. 3. Haarhygrometer.

Einfluss der Luftfeuchtigkeit.

Luft, welche nicht mit Feuchtigkeit gesättigt ist, sucht entsprechend ihrem Sättigungsdefizit den Gegenständen, mit welchen sie in Berührung kommt, Wasser zu entziehen. Wir nennen und empfinden eine Luft trocken, nicht wenn sie absolut oder relativ wenig Feuchtigkeit enthält, sondern wenn die Menge Feuchtigkeit, welche sie noch aufzunehmen vermag bis zur Sättigung, eine grosse ist, d. h. wenn ihr Sättigungsdefizit gross ist. Die Wichtigkeit des Sättigungsdefizits für die Austrocknung ist hauptsächlich von Flügge betont worden. Trockne Luft, d. h. ein hohes Sättigungsdefizit, bedingt vermehrte Staubbildung und hat die Schädigungen, welche mit der Inhalation des Staubes verbunden sind, zur Folge; andererseits wirkt sie störend und zerstörend auf die Infektionserreger. Da grössere Trockenheit gewöhnlich mit heiterem Himmel vereint ist, addiert sich die desinfizierende Kraft der Trockenheit und des Lichtes.

Luftfeuchtigkeit
in ihrer Ein-
wirkung auf leb-
lose Wesen

Die Trockenheit der oberen Bodenschichten, der Wohnungen, der Kleidung, wofür das Sättigungsdefizit ausschlaggebend ist, sie alle sind von vielfacher und grosser hygienischer Bedeutung.

Bis zu einer bestimmten Grenze folgt auch der lebende Organismus in seiner Wasserdampfabgabe der angegebenen Regel. Die Körperoberfläche gibt durch die Haut unter gewissen Bedingungen Feuchtigkeit ab wie leblose Gegenstände, andererseits aber wird die Wasserabgabe ganz erheblich durch im Organismus liegende, also physiologische Ursachen beeinflusst.

auf lebende
Wesen.

Im Kot und Urin werden von einem erwachsenen Menschen täglich etwa 1500 ccm Wasser abgegeben; ausserdem werden durch die Lunge gegen 300, durch die Haut gegen 600 ccm Wasser ausgeschieden. Die Abgabe durch die Epidermis hindurch ist gering — eine Leiche verliert in 24 Stunden nur 40 ccm Wasser —, der Hauptanteil entfällt auf die Schweissdrüsen; meistens verdunstet das zu Tage tretende Wasser, ohne dass es zur sichtbaren Schweissbildung kommt. Im Winter geben wir bei der Erwärmung der Atmungsluft von niederen Graden auf etwa 33° C. mehr Feuchtigkeit von den Atmungswegen ab, als im Sommer, wo die Luft nur von etwa 20° auf 37° erwärmt und mit Feuchtigkeit gesättigt wird. Das Gefühl der Trockenheit, welches im Winter fehlt, im Sommer vorhanden ist, kann also nur auf der Wasserverdunstung durch die Haut beruhen.

Die Wasserdampfausscheidung des lebenden Organismus wird nach den sehr exakten Untersuchungen Rubners in hervor-

ragender Weise durch die Bedürfnisse der Wärmeregulation beeinflusst.

Bei mittlerer Ernährung und bei wechselnder relativer Feuchtigkeit.

Bei gleich bleibender mittlerer Temperatur und wechselnder relativer Feuchtigkeit steigt und sinkt beim hungernden und normal gefütterten Tier die Wasserabgabe durch Haut und Lungen umgekehrt mit der relativen Feuchtigkeit; bei Ueberernährung indessen, wenn die physikalische Wärmeregulation in Tätigkeit tritt, vermag erhöhte Luftfeuchtigkeit die Wasserdampf-abgabe zwar einzuschränken, indessen erheblich weniger als beim nicht überfütterten Tier.

Bei steigender Temperatur.

Anscheinend liegt bei etwa 15° ein Minimum der Wasserausscheidung. Bei steigender Temperatur nimmt die Wasserausscheidung dann zu, aber in geringerem Grade; erst höhere Temperaturen — 30° — haben eine kräftige Wirkung. Hierbei ist wiederum die Grösse der Wasserausscheidung in erster Linie bedingt durch die Erfordernisse der Wärmeregulation, denn Nahrungszufuhr steigert bei höheren Temperaturen ($25-30^{\circ}$) die Wasserdampf-abgabe sehr erheblich; bei niedrigen und mittleren Temperaturen (bis 15°) wird die Wasserdampf-abgabe durch überreiche Nahrungszufuhr nur wenig beeinflusst, weil bei diesen Temperaturen die überschüssige Wärme noch durch Leitung und Strahlung abgeführt werden kann; häufiger Wechsel in der Lagerung, Ausspreizen der Gliedmassen und die infolge des vermehrten Blutandranges zur Haut erhöhte Hauttemperatur bewirken diese vermehrte Abgabe. Bei 30° aber ist der Körper schon auf das Maximum der Abgabe der Wärme durch Leitung und Strahlung eingestellt, und nun kommt die Wasserverdunstung als letzter, rettender Faktor hinzu.

Bei starker Nahrungszufuhr und Arbeit.

Was von der Nahrungszufuhr gesagt ist, gilt in erhöhtem Masse von der Arbeitsleistung. Auch hier ist für die Wasser-abgabe die Wärmeregulation in erster Linie und nicht die grössere oder geringere Luftfeuchtigkeit entscheidend.

Um über die Wasserdampf-abgabe ein Bild zu erhalten, mögen folgende in der Respirationskammer erhaltene Daten dienen: ein 70 Kilo schwerer Mann gab ab im Schlaf bei einer Temperatur von $20,1^{\circ}$ 49,5 g, in Ruhe bei $22,5^{\circ}$ 42 g, bei starker Arbeit und 16° Temperatur 114 g (Wolpert).

Bei Bekleidung.

Die Bekleidung behindert die Wärmeleitung und -Strahlung des Körpers. Ihre Wirkung ist der einer Temperaturerhöhung gleich, sie bewirkt also ein früheres Hervortreten der physikalischen Wärmeregulation durch Wasserverdunstung und lässt daher den Einfluss von Ernährung und Arbeit auf jene schon relativ früh zur Geltung kommen.

In unseren Breiten treten bei mittleren Temperaturen und mittleren Feuchtigkeitsgehalten (30—70 %) Störungen in der Wärmeregulation nicht auf; dahingegen können bei höheren Temperaturen und starkem Wassergehalt in geschlossenen Räumen (Konzertsälen u. s. w.) unangenehme Sensationen als Zeichen des Beginns von Wärmestauungen vorkommen.

Bei Zimmertemperaturen von 18—20° ist eine relative Feuchtigkeit von 40—70 %, bei etwa 15° von etwa 50—70 % angenehm, bei hoher Lufttemperatur von 25° an, ist eine Feuchtigkeit von ca. 20 % und weniger erwünscht. Bei körperlicher Anstrengung ist bei geringer Temperatur, 15°, eine Luft von 70 % relativer Feuchtigkeit noch angenehm, bei 18—20° betrage sie nur 30—50 % und bei höher liegender Temperatur sei sie möglichst gering; jedenfalls ist es mit Rücksicht auf Wasserdampfabgabe und Kohlensäureausscheidung richtig, in Arbeitsräumen die Luft so trocken und so reichlich zuzuführen, dass kein Schweissausbruch erfolgt.

Der Körper besteht zu etwa 59 % aus Wasser. Es bildet einen integrierenden Bestandteil der Zellen und Säfte und kann nicht entbehrt werden. Bei einer Temperatur von ca. 15° und einem relativen Feuchtigkeitsgehalt von etwa 40 % verliert ein erwachsener Mensch im Ruhezustand etwa 1,3 % seines Körpergewichtes durch Wasserverdunstung; bei starker Arbeit oder an heissen Sommertagen steigt dieser Verlust bis zu 4,8 %. Bei Versuchs-Tauben trat der Tod ein, als $\frac{1}{5}$ des gesamten Wassers verausgabt war. Durch die auf irgend eine Weise (z. B. trockne starke Winde, Durchfälle, Blutverluste u. s. w.) bewirkte Abgabe von Wasser seitens des Körpers entsteht der Durst, welcher im Munde und Rachen empfunden wird.

Das Durstgefühl tritt gleichfalls auf, sofern die erwähnten Stellen allein intensiverer Austrocknung ausgesetzt sind, was bei behinderter Nasenatmung, bei langem Sprechen u. s. w. statthat. Das Anfeuchten der Durst empfindenden Teile lässt das Durstgefühl völlig oder vorübergehend schwinden.

Die Luftfeuchtigkeit beeinflusst die Gesamtwärmebildung und somit die Zersetzung von Körpereiwiss und Fett nicht, jedoch wohl die Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung. Bei mittlerer Temperatur (10—20°) und 25—50 % relativer Feuchtigkeit nimmt die Abgabe durch Leitung und Strahlung für 1 % relativer Feuchtigkeit um etwa 0,32 % ihres Wertes zu, aber die Abgabe von Wärme durch Wasserverdunstung vermindert sich fast genau um denselben Betrag. Je trockner ferner die

Luftfeuchtigkeit
in Beziehung
zur Wärme-
Bildung und
-Abgabe.

Luft ist, um so weniger Wärme wird durch Strahlung und Leitung verloren; dahingegen wird nun unter sonst gleichen Bedingungen fast genau soviel Wärme durch die regere Wasserverdunstung abgegeben.

Kalte feuchte Luft kühlt wegen der vermehrten Leitung und Strahlung viel mehr als trockne Luft von derselben Temperatur. Warme feuchte Luft bewirkt, weil Leitung, Strahlung und Wasserverdunstung behindert sind, das Gefühl der Schwüle und gibt Veranlassung zur Wärmestauung, während warme trockne Luft durch die rasche Wasserverdunstung eine Anhäufung der Wärme nicht aufkommen lässt.

Luftfeuchtigkeit
in Beziehung
zur Lufttempe-
ratur.

Die Luftfeuchtigkeit wirkt auch indirekt auf das Wohlbefinden der Menschen ein. Die in freier Atmosphäre enthaltenen Wasserdünste absorbieren sowohl die von der Sonne kommenden als die von der Erde zurückkehrenden Wärmestrahlen; daher sind die Temperaturschwankungen in Gegenden mit feuchter Luft geringer als in Gegenden, wo die Luft wenig Wasserdunst enthält.

Die
Niederschläge.

Die Niederschläge, Regen und Schnee, welche für Norddeutschland etwa 610, Mitteldeutschland 640, Süddeutschland 820 mm betragen, sind hygienisch insofern von Belang, als sie die Kleidung und die Mauern der Wohnungen benässen und damit durch Leitung und Wasserverdunstung grosse Wärmeverluste bedingen, also zu Erkältungen Anlass geben können. Ferner bilden die Niederschläge einen Teil der Witterung und des Klimas, sodann helfen sie das Grundwasser bilden und sind von grösstem Belang für die Feuchtigkeit der oberen Bodenschichten und der dort sich abspielenden Prozesse des Werdens und Vergehens. Indem der fallende Schnee und Regen die Luft von dem in ihr enthaltenen Staub einschliesslich der Mikroorganismen reinigen, sind die ersten Niederschläge oft in erheblichem Grade verschmutzt.

f) Der Staub der Atmosphäre einschliesslich der Mikroorganismen.

Bestandteile
des Staubes.

Der in der Luft vorkommende Staub ist zu etwa $\frac{1}{4}$ organischer und zu $\frac{3}{4}$ Teilen anorganischer Natur. Von ersterem finden sich Pflanzenfäserchen, Kohlentelchen, ferner Stückchen von Tierhaaren, Epidermisschuppen und ähnliches. Unter den anorganischen Bestandteilen treten auf Quarzsplitterchen, Kalkpartikel, Verbindungen der Kieselsäure, feinste Eisenteilchen u. s. w. An lebenden Wesen trifft man im Staube die Dauerformen kleinster Tierchen, Pollenkörner, feine Pflanzensamen, sodann Schimmel, Hefen

und Bakterien. Die größeren Teile des Staubes fallen besonders bei ruhiger Luft bald aus. Die feinen Staubteilchen und Wassertropfen, mit den ihnen event. anhaftenden Mikroorganismen fallen erst in mehreren Stunden aus der Luft heraus. Die ganz feinen Teile, die Sonnenstäubchen, sind kaum zum Absetzen zu bringen. In den Strassen der Städte wurden auf den cbm Luft 0,2—25 mg Staub gefunden.

Den Staub der Luft abzufangen, bedient man sich eines Deckgläschens, auf welches, nachdem in die Mitte ein Tropfen Glycerin gebracht ist, ein Luftstrom geleitet wird. Zur genaueren Bestimmung saugt man abgemessene Mengen von Luft langsam

Untersuchung
des Luftstaubes

und in kleinsten Bläschen durch eine hohe, dünne Säule destillierten Wassers, verdunstet dieses, mikroskopiert, oder wiegt den getrockneten Rest.

Um die in der Luft enthaltenen Bakterien und Schimmelsporen zu bestimmen, füllt man nach der Hesseschen Methode Nährgelatine in ein 60 bis 70 cm langes, 3 cm weites, an dem einen Ende mit durchbohrtem Gummistopfen, an dem andern mit durchlochter Gummikappe geschlossenes

Hessesche
Methode.

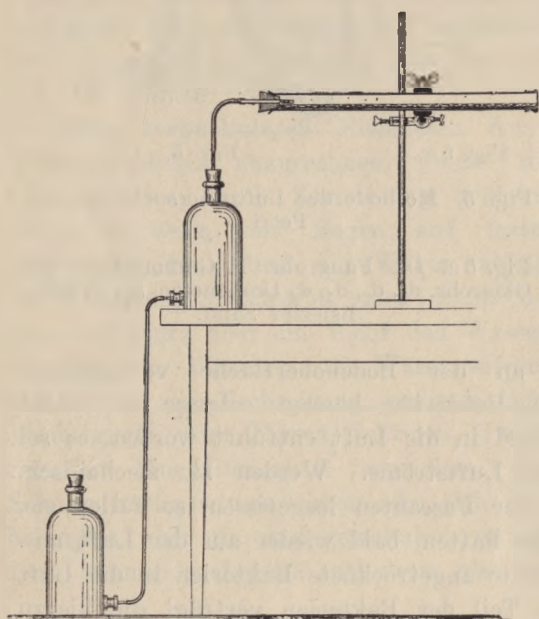


Fig. 4. Methode der Luftuntersuchung nach Hesse.

Glasrohr und verteilt sie so, dass ungefähr ein Viertel des Rohres mit Gelatine überdeckt ist. (Fig. 4.)

Nach ihrer Erstarrung wird mittels Aspirators langsam Luft durch das Rohr gesogen. Die Bakterien fallen auf den Nährboden und wachsen zu Kolonien aus, welche gezählt und untersucht werden.

Nach der Petrischen Methode (Fig. 5, 5a) füllt man in ein 1,5 cm weites Glasrohr eine 3 cm starke Schicht feinen, sterilisierten Sandes oder gestossenen Glases, schliesst dieselbe an

Petrische Me-
thode.

beiden Enden durch engmaschige Drahtnetze ab und saugt langsam mit einer Saugpumpe Luft durch. Die Bakterien fangen sich in dem Sand und werden mit ihm zusammen in Schalen mit Nährgelatine gegeben, worin sie sich zu Kolonien entwickeln.

Zahl der Bakterien in der Luft.

Die Zahl der in der Luft enthaltenen Mikroorganismen, welche zuweilen geringer ist, als die der Schimmelsporen, schwankt nach dem Ort, der Menge der Niederschläge, dem Wind, der Temperatur und vor allem nach der Art des Staubes, an den die Mikroben angeklebt sind. Die

an der Bodenoberfläche vorhandenen oder dorthin gebrachten Bakterien können, solange sie feucht sind, nicht losgerissen und in die Luft entführt werden, es sei denn durch sehr starke Luftströme. Werden sie mechanisch, z. B. durch die Füße der Passanten losgerissen, so fallen sie, da sie an Mineralteilchen haften, bald wieder aus der Luft aus. Leichter können vereinzelt angetrocknete Bakterien in die Luft gelangen, aber nur ein Teil der Bakterien verträgt die hierzu erforderliche Staubtrockenheit, sehr viele sterben durch das Austrocknen rasch ab. Diejenigen, welche lebendig bleiben, kleben durch die Eiweiss- oder Schleimsubstanz ihres Exoplasmas an der Unterlage fest, gelangen zum Teil, angetrocknet an anorganischen oder gröberen organischen Partikeln, in die Luft, um bald wieder aus ihr auszufallen. Vereinzelt oder wenige zu kleinen Verbänden vereinte Bakterien ohne beschwerenden Anhang, werden weitergetragen und bleiben stundenlang in der Luft suspendiert. Entsprechend diesen Verhältnissen ist die Zahl der Bakterien in der Luft im allgemeinen nicht gross und zugleich stark wechselnd.

Miquel (Paris) fand auf den Kubikmeter Luft in der Rue

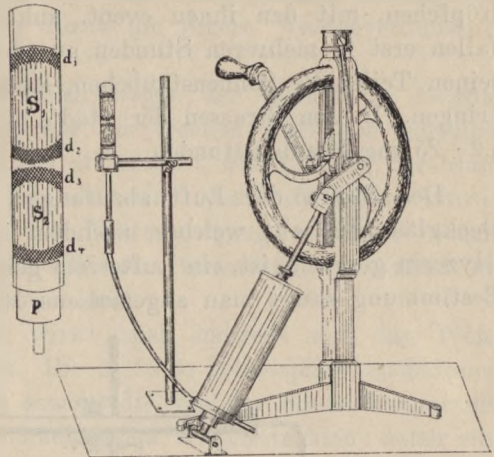


Fig. 5 a.

Fig. 5.

Fig. 5. Methode der Luftuntersuchung nach Petri.

Fig. 5 a. Das Fangrohr. P. Gummipfropf mit Glasrohr, d_1, d_2, d_3, d_4 Drahtnetze, S_1, S_2 sterilisierter Sand.

de Rivoli bis zu 3480 Bakterien, im Park de Montsouris durchschnittlich im Frühjahr 494, Sommer 650, Herbst 380, Winter 260. Neumann zählte in den gut gehaltenen Baracken von Moabit morgens, als gereinigt wurde, zwischen 80—140 Bakterien, mittags etwa 20 und abends, 2 Stunden nach dem Schlafengehen, 4—13 in je 10 Litern Luft.

Fischer fand auf hoher See bei ruhiger Luft oder bei geringem Wind die Luft keimfrei; war das Meer bewegt, so wurden durch die Zerstäubungsvorgänge an der Meeresoberfläche Bakterien von dort in die Luft entführt. Bei ablandigem Wind wurden Pilzsporen, welche ohne Rest von den Pilzfäden abgelöst wurden und gegen die Austrocknung viel weniger empfindlich sind, weiter hinausgetragen als Bakterien. Im Hochgebirge ist die Luft sehr arm an Keimen.

Den korpuskulären Elementen der Luft sind auch die Wassertröpfchen zuzurechnen, welche in der Luft schweben. Sie entstehen durch Zerreißung größerer Flüssigkeitsteilchen, so z. B. wenn der Regen auf festen Boden niederfällt, oder wenn der Wind die Wogen abkämmt, oder den Gischt der Brandung fortreibt, oder wenn das drehende Mühlrad, oder der Sturz über ein Wehr das Wasser verstäubt, oder wenn die Hand der Wäscherin die Wasserteilchen zersprengt, oder, und das ist für die Verbreitung gewisser Infektionskrankheiten von Wichtigkeit, wenn Niesen, Schreien, Husten oder lautes, scharfes Sprechen Mundflüssigkeit verspritzt, was Flügge und seine Schüler nachgewiesen haben. An sich sind die Wassertröpfchen belanglos, aber sie sind gewöhnlich mit Bakterien beladen, und diese können pathogene enthalten, also Krankheiten vermitteln.

Wassertröpfchen in der Luft.

Einfluss der korpuskulären Bestandteile der Atmosphäre.

In der freien Atmosphäre ist selten soviel Staub enthalten, dass gesundheitliche Schädigungen durch ihn entstehen. Ganz indifferent ist er indessen nicht, besonders wenn er feine scharfe Splitterchen von Quarz oder anderen harten Materialien enthält, und er ist das um so weniger, als meistens an diesen Teilchen Bakterien angeklebt sind. Zerschlitzt nun das Staubteilchen die zarte Epithelschicht der Luftwege, sofern es nicht in dem Schutzfilter, der Nase, abgefangen worden ist, so könnten die Bakterien in das Gewebe hineinwuchern. Das tun aber die meisten Bakterien nicht, sie sind Saprophyten und gehen in der Lunge rasch zu grunde. Von den Bakterien, die zu wachsen ver-

Der Staub in der Luft.



mögen, den Parasiten, werden wir gleich sprechen. Viel Staub wird in manchen Gewerben erzeugt; er kann, wie bei dem Kapitel Gewerbehygiene gezeigt werden wird, Schädigungen der verschiedensten Art hervorrufen.

Kommt es darauf an, die Luft staubfrei zu machen, z. B. für ihre Einführung in Heizanlagen oder für die Ventilation, so lässt man sie entweder durch niederfallende feine Wassertropfen treten, man wäscht sie aus, oder man filtriert sie durch lose auf Rahmen geschichtete Watte oder durch Filtertücher. Möller hat derartige Tücher hergestellt, welche taschenartig aufgehängt, eine sehr grosse Filterfläche darbieten (Fig. 6). Der die filtrierenden Flächen in sehr spitzem Winkel treffende Luftstrom wird genügend verlangsamt, um den gröberen Schmutz abzulagern; keimdicht sind die Filter jedoch nicht.

Die Bakterien
der Luft.

Krankheitserregende Bakterien hat man bis jetzt in der freien Atmosphäre nicht gefunden, auch ist anzunehmen, dass nur ausnahmsweise Krankheiten durch Bakterien der freien Luft vermittelt werden. Denn die an gröberen Partikeln angetrockneten fallen rasch aus, und die vereinzelt verteilen sich auf so grosse Mengen Luft, dass ein besonderer Zufall sie gerade in die Lunge eines Menschen führen müsste. Ausserdem sind die vereinzelt Bakterien der totalen Austrocknung und der Lichtwirkung derartig ausgesetzt, dass sie nicht sehr lange virulent bleiben.

Die Erreger der
exanthematischen
Krankheiten und der
Malaria.

Beispiele für die Uebermittlung von Krankheiten auf dem Luftwege auf grössere Entfernungen bieten fast ausschliesslich die Pockenhäuser. Von dem Hospital Lariboisière in Paris konnte man nachweisen, dass in seiner Nähe die meisten Pockenfälle vorkamen, und zwar waren die Häuser, welche in der Hauptwindrichtung unterhalb des Pockenspitals lagen, erheblich mehr affiziert als die Häuser der anderen Windrichtungen. In Sheffield waren in einer Entfernung vom Pockenhaus bis zu 1000 engl. Fuss 1,75 % der Häuser, von 1000—2000 Fuss 0,5 %, von 2000 bis 3000 Fuss 0,14 %, von 3000—4000 Fuss 0,05 %, sonst 0,02 % von Pocken befallen.

Nach statistischen Untersuchungen von Farnarier fand sich in der Nähe zweier Kinderspitäler in Paris mehr Diphtherie

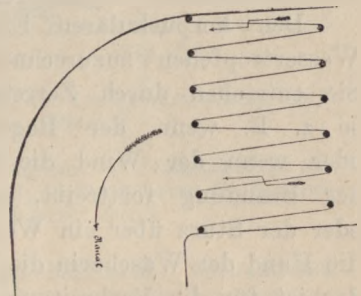


Fig. 6. Luftfilter von Möller
in einem Frischluftkanal.



als in grösserer Entfernung; beim Scharlach schien ebenfalls die grössere Nähe gefahrbringend zu sein. Masern und Keuchhusten hingegen sollen die Nachbarschaft der Infektionsspitäler nicht beeinflussen. Viel ist auf alle diese Angaben nicht zu geben, da der Verkehr der Hospitalbewohner mit der Aussenwelt nicht auszuschliessen ist, und derselbe in grösserer Nähe des Hospitals stärker ist als in grösserer Entfernung. Doch mahnen die Angaben zu einiger Vorsicht, und man tut gut, die Seuchenspitäler ausserhalb oder an der Stadtgrenze anzulegen.

Auch von der Malaria, welche durch den Stich der Mücken übertragen wird, ist die Uebermittlung durch die Luft behauptet worden. Die Erklärung liegt darin, dass die Tiere durch den Wind an gewissen Stellen der Häfen und Reeden geführt werden, an andere nicht; so ist der eine Liegeplatz der Schiffe malariafrei, der andere nicht.

In der Zimmerluft und dem Zimmerstaub hat man dagegen oft pathogene Keime nachweisen können, meistens in der Weise, dass man Luft durch Watte oder Wasser in langsamem Strom durchgesogen hat. Eine Infektion ist hier selbstverständlich nahe liegend und durch die Kasuistik erwiesen.

Bakterien in
der Zimmerluft.

Gefährlicher scheinen indessen die Bakterien zu sein, welche an die feinen Tröpfchen gebunden sind; sie unterliegen der Austrocknung weniger, was z. B. bei Tuberkulose und vor allem bei Influenza in Betracht kommt, und sie werden durch den Luftstrom, welcher beim Husten und Niesen eine sehr grosse Schnelligkeit besitzt, auf grosse Entfernung hin fortgeschleudert. Je wässriger oder je spezifisch leichter die Mundflüssigkeit ist, um so feiner werden die Tröpfchen, um so länger halten sie sich mit den ihnen anklebenden Bazillen in der Luft, um so grösser ist also auch die Gefahr. Die schwereren Tröpfchen fallen zu Boden, die in ihnen enthaltenen Bakterien werden durch das eintrocknende Muzin festgeklebt und sind kaum noch schädlich.

Tröpfchen-
infektion.

Will man der Gefahr vorbeugen, so ist die Entwicklung des Staubes möglichst zu verhindern und die Erkrankten sind anzuhalten, nur mit vorgehaltenem Taschentuch zu husten oder zu niesen; dann sollen die Gesunden es vermeiden, unnötig in die Atem-, d. h. Sprechrichtung von infektiösen Lungen- oder Halskranken zu kommen, jedenfalls sollen sie sich den Hustenstössen derselben nicht aussetzen. Die Krankenzimmer sind gut zu lüften, feucht zu reinigen und wiederholt (Fussböden) zu desinfizieren.

Schutzmass-
regeln.

Man darf mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die Erreger der exanthematischen Krankheiten Angehörige des

Protistenreiches sind; und die Epidemiologie lehrt, dass gerade diese Krankheiten auf kurze Entfernungen hin durch die Luft übertragen werden können.

II. Die physikalischen Verhältnisse der Atmosphäre und ihre gesundheitliche Einwirkung auf den Menschen.

a) Der Luftdruck.

Grösse des
Luftdruckes.

Am Ufer des Meeres hält die Luft einer Quecksilbersäule von 760 mm Höhe das Gleichgewicht. Bei zunehmender Erhebung über das Meeresniveau nimmt der Barometerstand entsprechend dem verminderten Gewicht der Luftsäule ab, so dass er bei 1000 m 670, bei 2000 m 570, bei 3000 m 520 mm beträgt. Da nicht mehr als $\frac{1}{5}$ der Luft Sauerstoff ist, so beträgt der Partiärdruck des Sauerstoffs in diesen Höhen statt 152 mm ($=\frac{760}{5}$) nur 134, 114

und 104 mm Quecksilber. Verbindet man die Orte gleichen Luftdruckes miteinander, wobei die Höhen auf das Meeresniveau reduziert werden müssen, so entstehen die Linien gleichen Luftdruckes, die Isobaren. Da die Gase entsprechend dem Druck ausgedehnt oder zusammengepresst werden, so atmet der Mensch in grossen Höhen eine dünnere, in tiefen Bergwerksschachten eine konzentriertere Luft als in Meereshöhe. Die Schwankungen des Druckes haben einen erheblichen Einfluss auf den Wind und damit auf Witterung und Klima.

Seine Messung.

Die Grösse des Luftdruckes misst man durch Quecksilberbarometer unter Berücksichtigung der Temperatur; sie ist gleich der Differenz der Höhe des Quecksilberstandes in den beiden Schenkeln des Barometers. (Fig. 7.) Oder man lässt den Luftdruck auf eine luftleer gemachte Kapsel (k) aus dünnem Metall einwirken, Aneroidbarometer; je grösser der Druck ist, um so mehr wird die Kapsel zusammengepresst; den Grad der Pressung zeigt ein über einer Skala schwebender Zeiger an (Fig. 8), welcher die Bewegung der Kapsel aufnimmt.

Einfluss des Luftdruckes.

Mit einem Gewicht von rund 20 000 kg ruht die Luftsäule auf dem erwachsenen Menschen, dessen Körperoberfläche 2 qm

beträgt, und den in seinem Blut, seinen Gewebesäften enthaltenen Gasen. Dieser Druck wird nicht empfunden, da er von allen Seiten kommt und der Körper inkompressibel ist.

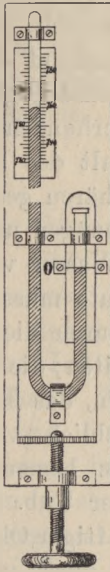


Fig. 7.

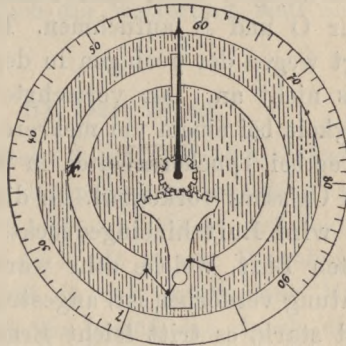


Fig. 8. Aneroidbarometer. k luftleere Kapsel.

Fig. 7. Quecksilberbarometer mit festem Nullpunkt, fester Skala und beweglichem Rohr.

a) Verminderter Luftdruck. Wird der Luftdruck vermindert, z. B. beim Aufstieg in grosse Höhen, so nehmen entsprechend dem verminderten Druck die Luftbestandteile einen grösseren Raum ein, die Luft wird verdünnt; hierdurch wird ihr Sauerstoffgehalt herabgesetzt, und man atmet auf einer Höhe von 3500 m, wo der Luftdruck auf $\frac{2}{3}$ gesunken ist, mit jedem Atemzug nur $\frac{2}{3}$ des Sauerstoffs ein, welcher in der Ebene eingeatmet wird. Zugleich nimmt die elastische Spannung des Lungengewebes bei vermindertem Druck zu; infolgedessen ist die Lungenausdehnung zunächst eine geringere, wodurch wiederum die Sauerstoffaufnahme verkleinert wird und das Körpervenensystem stärker gefüllt ist. Die Erscheinungen, welche durch verminderte Sauerstoffzufuhr verursacht werden, sind bereits besprochen.

Der verminderte Luftdruck wirkt auf die Blutgase. Bei langsamem Aufstieg entweichen sie unbemerkt und ohne Störungen. Bei raschem Aufstieg können sie in Bläschenform auftreten und zu akuten Verstopfungen für das Leben bedeutender Kapillarbezirke, Lungen, Zentralnervengane, oder zur Ansammlung von Luft im Herzen führen, worauf dann Herz-

Wirkung auf Blutgase.

paralyse eintritt. Man darf wahrscheinlich den raschen Tod einiger Luftschiffer in grossen Höhen darauf zurückführen.

Vermehrter
Gasgehalt.

b) Erhöhter Luftdruck. Bei gesteigertem Druck wird zunächst der Lunge mehr Sauerstoff zugeführt. Das Hämoglobin vermag, wie Seite 2 erwähnt ist, keinen Gebrauch davon zu machen. Dahingegen kann dem Druck entsprechend das Blutplasma mehr O und N aufnehmen. Der Kohlensäuregehalt des Blutes steigt wegen der geringen in der Luft vorhandenen Menge dieses Gases nicht an. Der vermehrte Gasgehalt des Blutes ist von Wichtigkeit bei einem um mehrere Atmosphären gesteigerten Druck, wie er bei Taucherarbeiten in Taucheranzügen und in den sogenannten Caissons vorkommt. In die unter Wasser versenkten Eisenkästen wird Luft hineingedrückt. Die Leute müssen in der komprimierten Luft, welche sehr warm und durch die Atmung und Beleuchtung verdorben ist, angestrengt arbeiten; die Schweisssekretion ist stark, es tritt leicht Ermüdung ein, das Tastgefühl ist herabgesetzt, die Atemzüge werden erheblich vermindert oder vertieft, häufig macht sich Kopfschmerz bemerkbar, bei Rachenkatarrh und begleitendem Verschluss der Tub. Eustachii wird das Trommelfell nach innen gedrückt und heftiger Ohrschmerz erzeugt; grössere Schädigungen aber treten durch den verstärkten Druck nicht auf. Sie ereignen sich vielfach beim raschen Nachlass des Druckes durch den Austritt von Gasbläschen, vorwiegend N, aus dem Blut und den Körperflüssigkeiten und die Verlegung wichtiger Kapillarbezirke durch die Gasbläschen, insbesondere im Zentralnervensystem. Hierbei sind ausser starkem Hautjucken, heftigen lanzinierenden Schmerzen in den Muskeln und Gelenken Schwindel, Taubheit und Erbrechen vorübergehende oder bleibende Lähmungen oder — und zwar häufig — der Tod die Folge. Ist das Gas in die Lungenkapillaren getrieben, so folgen schwere Atembeklemmungen, die auch zum Tode zu führen vermögen. Alle diese Erscheinungen können sofort oder erst mehrere Stunden nach dem Ausschleussen auftreten.

Taucher-
arbeiten.

Die Arbeitsschichten sollen nicht zu lange sein; die Arbeit soll möglichst nicht unter 35 m Wassertiefe vorgenommen werden, und sind für den Druckausgleich für jede zehntel Atmosphäre zwei Minuten (für drei Atmosphären also eine Stunde) innezuhalten; ausserdem soll für Arbeiten über zwei Atmosphären eine Rekompersionschleuse vorhanden sein, welche das beste Remedium darstellt. Sie beseitigt wohl die asphyktischen Erscheinungen, die Lähmungen aber nur, wenn noch keine Störungen der Ernährung eingetreten sind; das Rückenmark hat einen weniger gut ausgebildeten kollateralen Kreislauf, daher bleiben hier leichter Störungen zurück als im Gehirn.

Seit Anwendung der Elektrizität ist die Luftverschlechterung durch die Beleuchtung aufgehoben; andererseits hat man gelernt, die Caissons vielfach durch andere Methoden, z. B. Gefrierschächte zu ersetzen.

Die geringen Druckdifferenzen, welche an der Erdoberfläche in Meereshöhe höchstens 40 mm betragen, üben einen direkten Einfluss auf das Wohlbefinden des Menschen nicht aus, aber sie beeinflussen wesentlich die Witterung, sind also indirekt von Wichtigkeit.

b) Der Wind.

Luftbewegung entsteht durch Druckdifferenzen in dem Luftmeer; diese sind auf Temperaturunterschiede zurückzuführen. Die warme Luft dehnt sich aus, steigt auf und fließt in den oberen Regionen über; die Luft in der Umgebung der warmen, leichten Luftsäule stürzt in das entstandene Minimum hinein. Auf ihrem Wege wird sie beeinflusst durch die Rotation der Erde und durch die örtlichen Bedingungen, entgegenstehende Erdmassen, in anderer Richtung fließende Luftströme etc. Die Tropen zeichnen sich aus durch regelmässige Winde. In dem Kalmengürtel steigt die stark erwärmte, feuchte Luft auf, lässt hierbei ihre Feuchtigkeit in starken Regengüssen niedergehen und fließt oben nach Nord und Süd ab. Kommt die Luft in höhere Breiten, so erscheint dort der Südwind der nördlichen Halbkugel wegen der ihm vom Aequator, dem grössten Kreise, noch innewohnenden Zentrifugalkraft als Südwestwind, der Nordwind der südlichen Halbkugel als Nordwestwind. Die unten auf das Minimum zufließenden nördlichen, bzw. auf der südlichen Hemisphäre südlichen Luftströme werden wegen der grösseren Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde in den niederen Breiten als nordöstliche bzw. südöstliche Winde empfunden. An der Grenze der heissen und gemässigten Zone gelangen die abfließenden Aequatorialwinde teilweise zur Erdoberfläche zurück, und durch das gegenseitige Verdrängen der warmen äquatorialen und der kalten polaren Luftströme, beeinflusst von den lokalen Verhältnissen, entstehen die wechselnden Winde, welche der Witterung der gemässigten Zonen das Gepräge aufdrücken.

Die Schnelligkeit der Winde richtet sich nach der Grösse der Druckdifferenz zwischen Maximum und Minimum und der Kürze der Wegstrecke zwischen beiden.

Die Kraft des Windes, sein Druck, ist abhängig von der Schnelligkeit und proportional dem Sinus des Winkels, unter welchem er die entgegenstehende Fläche trifft. Eine Luftbe-

Entstehung des
Windes.

Kraft und
Schnelligkeit
des Windes.

wegung von 0,5 m Schnelligkeit in der Sekunde wird vom menschlichen Körper kaum empfunden. Der Druck eines solchen Windes ($\sin = 1$) beträgt 0,15 kg auf den qm. Ein mässiger Wind mit einer Schnelligkeit von 3 m übt einen Druck von 1 kg, von 4—7 m einen Druck von 2—6 kg aus, ein starker Wind von 11—17 m einen Druck von 15—35, ein Sturm von 30 m Schnelligkeit einen solchen von 90 kg. Stürme mit grösserer Schnelligkeit und stärkerer Druckkraft heissen Orkane.

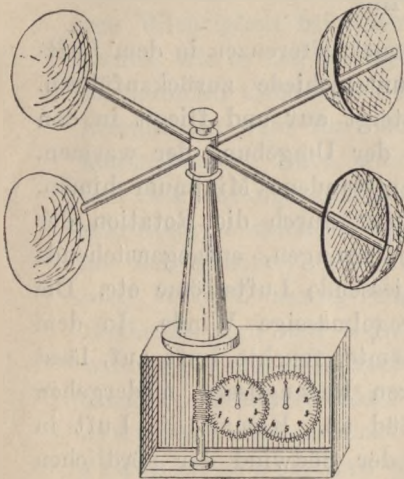


Fig. 9. Anemometer von Robinson.

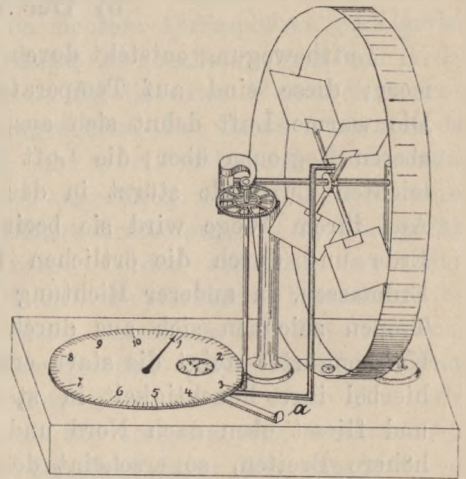


Fig. 10. Anemometer von Combes-Recknagel. a Winkelhebel zur Arretierung des Flügelrades.

Messung der
Luftbewegung.

Die Schnelligkeit des Windes misst man mit dynamischen Anemometern, von welchen das Robinsonsche Schalenkreuz (Fig. 9) am meisten benutzt wird. Schwache Luftströme bestimmt man mit dem Instrument von Combes-Recknagel. (Fig. 10.) Um eine Achse sind 4 Marienglasflügel angeordnet, welche, vom Luftstrom angeblasen, die Achse drehen. Durch eine Schraube ohne Ende werden die Umdrehungen der Achse einem Zählwerk übermittelt. Die Umdrehungszahl (n) multipliziert mit der Zahl, welche den Reibungswiderstand (b) angibt, unter Hinzufügung der Zahl für den Trägheitswiderstand (a), ergibt die Sekundenschnelligkeit (v) in Metern ($v = a + n b$). Der Druck des Windes wird aus der Schnelligkeit berechnet oder durch statische Anemometer geprüft. Bei letzteren wirkt der Wind auf die Flügel des Windrädchens, jedoch wird die vollständige Umdrehung der Achse durch eine Uhrfeder verhindert. Die Ablenkung des an der Achse befindlichen Zeigers ist um so stärker, je stärker der Winddruck ist.

Einfluss des Windes.

Hygienisch am belangreichsten ist der durch den Wind bewirkte Wärmetransport. Die Abkühlung toter Objekte ist pro-

Wirkung auf tote Objekte.

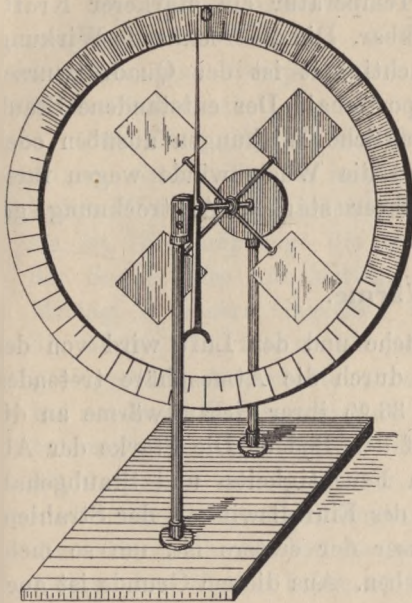


Fig. 11. Statistisches Anemometer.

portional der Quadratwurzel aus der Windgeschwindigkeit, der Zeitdauer der Entwärmung, der Temperaturdifferenz zwischen ihrer Oberfläche und der umgebenden Luft und einer Konstanten, die abhängig ist von der Grösse, Form, Oberfläche, Substanz und Aufstellung (H e y m a n n).

Wirkung auf die Temperatur.

Der Wind ist oft für die Warmehaltung von grösserer Wichtigkeit als die Lufttemperatur oder die Luftfeuchtigkeit. Grosse Kälte wird bei ruhender Luft leicht ertragen; bei bewegter Luft indessen kann sie verderblich werden. Man bekommt von der wirklichen Temperatur eines Ortes,

d. h. von der erforderlichen Wärmeregulation des Menschen an einer bestimmten Oertlichkeit ein ganz falsches Bild, wenn man nur das Luftthermometer betrachtet; Wind, Luftfeuchtigkeit, Bodenart und -gestaltung und Höhenlage sind neben der Lufttemperatur die bestimmenden Faktoren.

Die Wirkung des Windes auf den Menschen äussert sich nach Wolpert in der Weise, dass, wenn sich auch nur geringgradige Kältesymptome zeigen, die Atmungsgrösse, die Kohlensäurebildung, der Sauerstoffverbrauch und die Wasserdampfabgabe bei der Perspiration bedeutend grösser sind bei bewegter Luft (8 m in der Sekunde) als bei Windstille. Bei mittlerer Temperatur, wo man bewegte und unbewegte Luft unterschiedslos für die Wärmeempfindung hinnimmt, werden Atmungsgrösse und Kohlensäurebildung durch den Wind nicht beeinflusst, die Wärmeabgabe durch Perspiration jedoch durch den Wind erheblich herabgesetzt. Bei 30° und mehr, wo der Wind angenehm empfunden wird, ist die Atmungsgrösse durch den Wind gesteigert, die Kohlensäurebildung etwas, die Wasserdampfabgabe erheblich durch den Wind herabgesetzt. Bei Temperatur über Blut-

Wirkung auf den Menschen.

wärme sind Atmungsgrösse und Kohlensäureausscheidung bei Wind höher, die Wasserverdunstung wie Perspiration erheblicher, als bei Windstille. Bei ganz schwachen, insensiblen Luftströmungen macht sich nur bei niedriger Temperatur ein stärkerer Kraftwechsel als bei Windstille bemerkbar. Die austrocknende Wirkung eines Windes bei gleicher Feuchtigkeit ist der Quadratwurzel aus seiner Geschwindigkeit proportional. Der entstandene Staub wird fortgeführt und kann schädliche Wirkungen ausüben oder doch belästigen. Mit Recht sind die Wüstenwinde wegen ihres hohen Sättigungsdefizits und ihrer starken Austrocknung gefürchtet.

c) Wärme.

Wärmequelle
und
Erwärmungs-
Bedingungen.

Die Wärme der Erdoberfläche und der Luft wird von der Sonne geliefert. Die senkrecht durch die Atmosphäre tretenden Sonnenstrahlen geben ungefähr 36 % ihrer Gesamtwärme an die Luft ab, das übrige gelangt auf den Boden. Die Stärke der Absorption richtet sich nach dem Feuchtigkeits- und Staubgehalt der Atmosphäre und dem Sinus des Einfallswinkels der Strahlen; je kleiner der letztere, je grösser der erstere ist, um so mehr Wärme wird an die Luft abgegeben. Aus diesem Grunde ist auch der durchsetzte Wegeraum von Belang; morgens und abends ist dieser bedeutend grösser als mittags, er beträgt bei einem Stande von 10° über dem Horizont 5,7 mal soviel als beim Zenitstand. Die Wärmemenge, welche einer horizontalen Fläche von der Sonne bei ihrem Zenitstande zugeführt wird, ist 16 mal so gross, als bei einem Sonnenstande von 10° über dem Horizont. Die sogenannten chemischen und die dunklen (Wärme-)Strahlen werden bedeutend besser als die leuchtenden, von welchen rund 15 % verschluckt werden, nämlich zu ungefähr 60 % absorbiert. Wenn die kurzwelligen, leuchtenden Wärmestrahlen die Erdoberfläche berühren, so werden sie in dunkle Wärmestrahlen langer Wellenlänge umgewandelt und als solche von der Luft aufgenommen. Die unteren Luftschichten erhalten ihre Hauptwärme daher vom Boden, d. h. von den im Boden in Wärmestrahlen umgesetzten Lichtstrahlen.

Je nach der Wärmekapazität, Feuchtigkeit, Gestaltung, Farbe und Oberflächenbeschaffenheit des Bodens ist die Menge der absorbierten und reflektierten Strahlen verschieden. Das Wasser nimmt ungefähr doppelt soviel Wärme auf als das Erdreich. Viele Körper erlangen durch die „strahlende Wärme“ eine erheblich höhere Temperatur als die der umgebenden Luft;

in den heissen Gegenden kann z. B. die Temperatur dunklen Sandes bis auf 80° C. steigen, wenn die Luftwärme 40° nicht überschreitet.

Die Wärme eines Ortes hängt in erster Linie von seiner geographischen Lage — niedere Breiten und Tieflage zeigen die höchsten Temperaturen —, sodann von seiner Bodenbeschaffenheit ab.

Die Erde gibt die von der Sonne erhaltene Wärme wieder ab; sie strahlt dieselbe in die Atmosphäre und in den -270° C. kalten Weltenraum wieder hinaus und zwar um so mehr, je wärmer sie ist. Sie empfängt die meiste Wärme beim höchsten Stand der Sonne, also um Mittag, bezw. am 21. Juni. Kurz nach Mittag, in unsern Gegenden bis gegen $1\frac{1}{2}$ Uhr, bezw. bis über die Mitte Juli hinaus ist jedoch die abgegebene Wärme noch geringer als die erhaltene, infolgedessen steigt die Temperatur bis zu diesen Zeiten, um dann zu sinken. Nach Sonnenuntergang bekommt die Erde keine Wärme mehr, gibt aber die erhaltene ab, und zwar um so weniger, je kühler sie wird; es sinkt somit nachts die Temperatur langsam bis zum Sonnenaufgang. Sobald die Sonne sich erhoben hat, fliesst Wärme zu, die Temperatur steigt. Im Winter bekommt die Erde die geringste Wärme am 21. Dezember, die Sonne steht am niedrigsten, der Tag, d. h. die Dauer der Sonnenstrahlung ist am kürzesten. Von jenem Tage ab steigt die Sonne wieder; die Erde verliert indessen noch mehr Wärme, als sie erhält, bis gegen Ende Januar der Gleichgewichtszustand, und damit die kälteste Zeit gekommen ist. Bei bedecktem Himmel ist die Ausstrahlung gering, die Nächte bezw. der Winter sind nicht so kalt. Bei klarem Himmel, bei geringem Feuchtigkeitsgehalt kann die Ausstrahlung so stark werden, dass ein Thermometer, welches am Tage $+35^{\circ}$ und mehr gezeigt hat, in der Nacht bis 0° und darunter sinkt. Für den Wärmezustand eines Ortes ist daher nicht bloss die Lufttemperatur, sondern neben anderen später zu erwähnenden Faktoren auch die Intensität der Zu- und Abstrahlung von Belang.

Man erhält den besten Ueberblick über die Lufttemperatur eines Ortes, wenn man die Wärme in möglichst nahe zusammenliegenden Zeiten misst und die Resultate in eine Kurventafel einträgt oder die Temperatur durch ein selbstregistrierendes Thermometer aufzeichnen lässt. Auf diese Weise treten die Temperaturschwankungen, welchen anscheinend eine höhere gesundheitliche Bedeutung zukommt, gut zu Tage. Zur Bestimmung der mittleren Tageswärme liest man morgens 6, mittags 2 und

Regelmässige
Temperatur-
schwankungen.

Temperatur-
bestimmungen.

abends 10 Uhr das Thermometer ab und dividirt durch 3, oder man liest morgens und abends um 9 Uhr ab und teilt durch 2. Aus den Tagesmitteln berechnen sich die Monats- und weiter die Jahresmittel. Die Linien, welche die Orte gleicher Jahrestemperatur mit einander verbinden, heißen Isothermen, diejenigen, welche die Orte gleicher Wintertemperatur verbinden, Isochimenen und die gleicher Sommertemperatur Isotheren. Schon engbegrenzte Einflüsse können die Temperatur eines Ortes wesentlich abändern.

Thermometer.

Zur Temperaturmessung dienen Quecksilber-, Alkohol- oder Metallthermometer. Bei der Bestimmung der Lufttemperatur ist darauf zu achten, dass nicht wärmestrahrende Gegenstände (Erdboden, von der Sonne beschienene Wände u. dergl.) die Instrumente beeinflussen. Am besten eignet sich das Assmannsche Aspirationsthermometer. Die nasse und die trockene Kugel ist von einem Rohr umfasst, durch welches mittels eines Uhrwerkes Luft hindurchgesogen wird (Fig. 12). Recht genaue Resultate erhält man auch durch das Seite 10 besprochene Schwingethermometer. Zur Bestimmung der Maxima und Minima benutzt man besondere Instrumente, unter welchen das Weingeistthermometer von Six und Bellani das gebräuchlichste ist. (Fig. 13.)

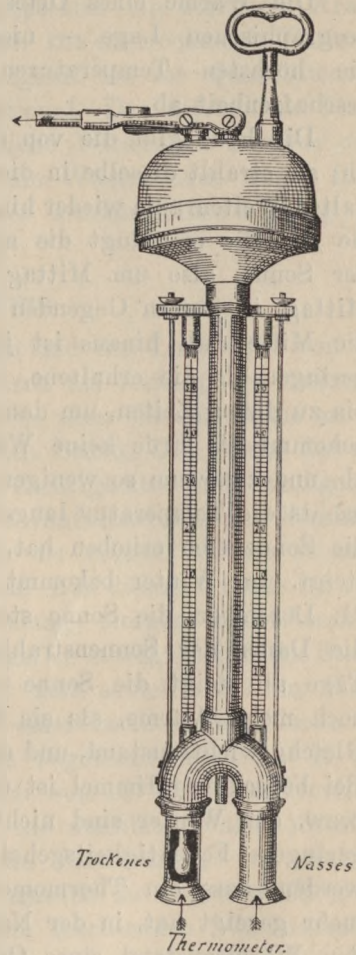


Fig. 12.
Aspirationsthermometer
nach Assmann.

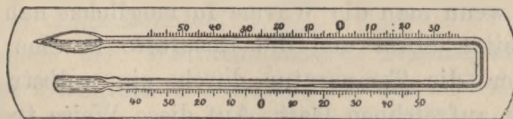


Fig. 13. Maximum- und Minimumthermometer.

Die registrierenden Apparate sind so eingerichtet, dass die durch Weingeist vermittelte Ausdehnung einer Metallhülse auf

eine Feder übertragen wird, welche auf einen gleichmässig rotierenden Zylinder schreibt. (Fig. 14.)

Die strahlende Wärme wird mit geschwärzten Vakuumthermometern gemessen; ihr Wert ist gleich der Differenz zwischen der von einem solchen und einem nahe dabei im Schatten aufgestellten Thermometer abgelesenen Temperatur.

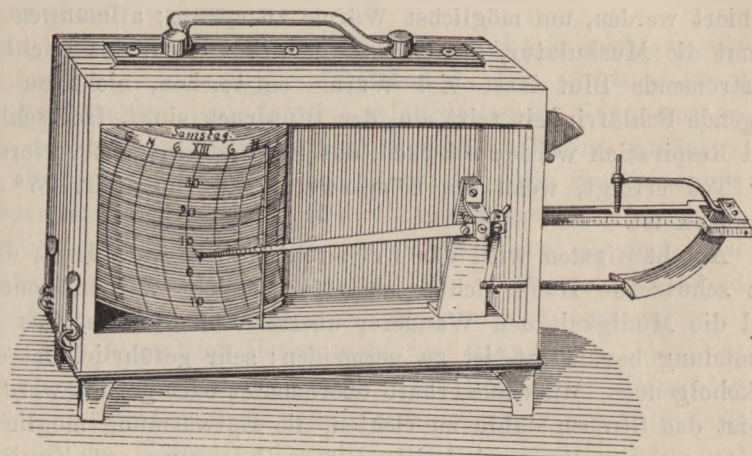


Fig. 14. Thermetrograph.

Zum Vergleich der verschiedenen Thermometerskalen diene die Tabelle:

$$\begin{aligned} n^{\circ} \text{ Celsius} &= \frac{4}{5} n^{\circ} \text{ Réaumur} = \frac{9}{5} n + 32^{\circ} \text{ Fahrenheit} \\ n^{\circ} \text{ Réaumur} &= \frac{5}{4} n^{\circ} \text{ Celsius} = \frac{9}{4} n + 32^{\circ} \text{ Fahrenheit} \\ n^{\circ} \text{ Fahrenheit} &= \frac{5}{9} (n - 32)^{\circ} \text{ Celsius} = \frac{4}{9} (n - 32)^{\circ} \text{ Réaumur.} \end{aligned}$$

Wirkung der Wärme.

Bei dem Kapitel Kleidung wird in ausgiebiger Weise die Regulation der Wärme des menschlichen Körpers besprochen werden. Hier sollen die Temperaturextreme und die Temperaturschwankungen Berücksichtigung finden.

Ausgerüstet mit einer sehr leistungsfähigen Wärmeregulation, unterstützt von der Kleidung und einer zweckentsprechenden Ernährung und abgehärtet durch eine vernünftige Hautpflege, vermag der Mensch Temperaturen zu ertragen, welche einerseits bis 60° unter 0° , andererseits ebensoviel darüber liegen.

a) Niedrige Temperaturen. Reichen die gegebenen Mittel nicht aus, die Körpertemperatur in genügender Höhe zu erhalten, so tritt die Gefahr des Erfrierens ein.

Erfrieren.

Hierbei ist nicht so sehr die grosse Kälte massgebend — schon bei Temperaturen über 0° kann man erfrieren —, als vielmehr die gute Abführung der Wärme; feuchte Luft, starker Wind, nasse Kleider, Lagerung auf dem gut leitenden Erdboden, geringe Körpermasse im Verhältnis zur Körperoberfläche (Kinder) sind vielfach gefährlicher als hohe Kältegrade. Die Vorgänge bei dem Erfrieren spielen sich so ab, dass zunächst die Hautgefässe kontrahiert werden, um möglichst Wärme zu sparen; allmählich erlahmt die Muskulatur, die Gefässe erweitern sich, das reichlich einströmende Blut lässt viel Wärme entweichen, nicht zu besiegende Schläfrigkeit tritt ein, der Blutdruck sinkt, Herzschlag und Respiration werden schwach, das Bewusstsein geht verloren; der Tod erfolgt, wenn die Körperwärme auf ungefähr 25° C. gesunken ist.

Am häufigsten wird das Erfrieren dadurch veranlasst, dass das schützende Haus nicht rechtzeitig erreicht werden konnte, und die Müdigkeit den Wanderer übermannte. Alles, was die Ermüdung begünstigt, ist zu vermeiden; sehr gefährlich ist der Alkoholgenuss. Muss ausserhalb übernachtet oder geruht werden, so ist das Streben dahin zu richten, die Entwärmung möglichst gering zu gestalten: windstille Plätze, Lagerung auf Zweigen oder Laub, Zudecken mit demselben Material, Eingraben in den Schnee sind die Notbehelfe in dieser fatalen Lage.

Lokale
Erfrierungen.

Lokale Erfrierungen kommen hauptsächlich an den Teilen vor, welche bei geringem Inhalt eine grosse Oberfläche darbieten, z. B. Nasenspitze, Ohren, Finger, Zehen. Handschuhe, Ohrenklappen, aus Wolle gestrickte Gesichtsmasken, Einreibungen mit Fett bilden geeignete Gegenmassregeln.

Sonnenstich.

b) *H o h e T e m p e r a t u r e n*. Schädigende Hitzwirkung kann eintreten durch direkte strahlende Wärme, durch Insolation. Hierbei wird von der Körperoberfläche ein beträchtlicher Teil der sie treffenden Sonnenstrahlen aufgenommen. Die Intensität der Bestrahlung ist am grössten bei steilem Einfall der Strahlen, wie in den Tropen, oder bei geringer Absorption derselben, wie auf hohen Bergen. In unseren Breiten werden unter günstigen Verhältnissen in der Minute 0,4—1,0 Kalorien von 1 qcm unbedeckter Haut aufgenommen, während nur 0,14 Kalorien bei Zimmertemperatur abgegeben werden (R u b n e r). Die betroffenen Hautteile röten sich, und es kommt zur Abschuppung der Epidermis (Erythema solare). Wird vorzugsweise der Schädel getroffen, so können meningitische Reizerscheinungen entstehen (Sonnenstich im engeren Wortverstande). Untersuchungen, die im

Hamburger Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten angestellt wurden, ergaben, dass ein aus Dura, Schädelknochen, Haut und Hautdecke bestehendes Schädeldach schon in 15 Sekunden von einer 65kerzigen Nernstlampe durchstrahlt wurde. Muskel, Fett und Knochen lassen die Wärme leichter hindurch als das Gehirn, es kommt also an der Gehirnoberfläche zu einer stärkeren Wärmeanhäufung und -Absorption. Anämie begünstigt den Durchgang der Wärme zum Gehirn.

Die reine zerebrale Form des Sonnenstichs ist nicht gerade häufig, meistens verläuft die Affektion so, dass die den Körper treffenden Strahlen keine lokalen gefahrdrohenden Symptome erzeugen, sondern dem Körper im ganzen mehr Wärme zuführen, als er abzugeben vermag; es zeigen sich dann die Erscheinungen des Wärmestaus, des Hitz- oder Wärmeschlages.

Dieser tritt auf sowohl bei klarem, sonnigem, als auch, und zwar häufiger, bei bedecktem Himmel. Die Lufttemperaturen sind hoch, reichen bis an die Körperwärme mehr oder weniger heran, oder sie sind wesentlich tiefer, nicht viel über 20° C.; dann ist jedoch der Feuchtigkeitsgehalt der Luft hoch. Der Hitzschlag ist nicht zu fürchten, trotz hoher Lufttemperatur, wenn die Luft trocken ist, der Körper genügend Getränk zugeführt erhält, und er vor direkter Insolation geschützt ist.

Hitzschlag.

Je feuchter, ruhiger und wärmer die Luft ist, je wärmer die den Menschen umgebenden Gegenstände sind, je dicker die Kleidung, je stärker die Nahrungszufuhr ist, je mehr Arbeit geleistet wird, um so grösser ist die Gefahr, dass durch Leitung, Strahlung und Wasserverdunstung nicht so viel Wärme abgeführt werde, als erzeugt wird. Die Kohlenzieher auf Dampfschiffen, die mit Gepäck, in zugeknöpfter Uniform, auf windstiller Strasse in geschlossenen Gliedern marschierenden Soldaten werden besonders häufig betroffen; ihnen folgen in weitem Abstände die Feldarbeiter.

Die Leute zeigen zunächst abundante Schweisssekretion, der Schweiss läuft am Leibe herunter, ohne zu verdunsten, das Gesicht erscheint gerötet, gedunsen, allmählich hört die Sekretion auf, die Augen sind glänzend, die Sprache wird lallend, der Atem geht schwer, die Arbeit wird nur noch mechanisch geleistet; dann bricht der Mann bewusstlos zusammen, vielfach folgen Krämpfe, in welchen der Tod eintreten kann, wenn auch der Ausgang in Genesung der häufigere ist; nicht selten bleiben dauernde Schädigungen zurück.

Die Prophylaxe gegen den Sonnenstich ist sehr einfach: man

Massnahmen
gegen Sonnen-
stich und Hitz-
schlag.

schützt sich durch Sonnenschirm und Tropenhelm, welcher wesentlich besser ist als Mütze, Stroh- oder Filzhut, und durch das Tragen weiter weisser Kleider.

Um der Ueberhitzung entgegenzuwirken, ist neben der Vermeidung der Insolation zunächst die Wärmeproduktion möglichst zu verringern, nur mässig reichliche und eiweissarme Nahrung und Ruhe dürften dafür die Hauptmittel sein. Sodann ist die Wärmeabfuhr zu befördern; die Kleidung sei möglichst durchlässig für Luft, ohne indessen der Sonnenwärme den Durchtritt zu gestatten; die Wärmeleitung werde bei hoher Lufttemperatur kräftig durch Bäder unterstützt; man verliert im Bade durch Leitung das Achtfache der Wärme, welche man unter gleichen Umständen an die Luft abgibt. Die Zufuhr kühlen Getränkes trägt etwas zur Wärmeabgabe bei, und sie liefert die notwendige Flüssigkeit, um eine ergiebige Verdunstung in Gang zu halten. Der Wärmetransport und die Wärmebindung durch Wasserverdunstung müssen kräftig ausgenutzt werden; wo genügende Luftbewegung fehlt, ist der Fächer, die Punka (ein unter der Decke angebrachter, die ganze Länge oder Breite des Zimmers einnehmender Fächer) in Anwendung zu ziehen.

Bei marschierenden Truppen werde so oft als angängig Wasser gegeben; die Uniformstücke sind zu öffnen, die Truppenkörper auseinanderzuziehen, damit der Wärmeableitung und Wasserverdunstung Vorschub geleistet werde; ausserdem sind tunlichst die frühen Morgen- und die Abendstunden für den Marsch zu wählen. Wird jemand vom Hitzschlag getroffen, so sind Entfernung der überflüssigen Kleidungsstücke, kräftiges Anfächeln, Uebergiessen mit Wasser, Verabreichung von Getränk die ersten anzuwendenden Massnahmen.

Selbst in einer Luft von ungefähr Körpertemperatur lässt sich ohne Schädigung stark und anhaltend arbeiten, wenn nur die Luft trocken (20—30 % Rel. F.), die Luftbewegung eine starke ist, und wenn der Körper gar nicht oder nur sehr leicht bekleidet ist. Dieser von Wolpert experimentell festgelegte Satz findet im praktischen Leben seine Bestätigung, vor allem bei den Feuererleuten auf Schiffen oder vor Dampfkesselfeuerungen. Die stärkste Hitze, bis auf 60 und mehr Grad steigend, wird bei zugleich körperlicher Anstrengung stundenlang ertragen, wenn nur ein starker trockener Luftstrom ihren fast unbekleideten Körper trifft, und eine reichliche Menge Getränk zu ihrer Verfügung steht.

c) Die Temperaturschwankungen. Eine ganz gleichmässige Temperatur wirkt erschlaffend auf den Menschen ein, ein Wechsel der Temperatur hingegen anregend. Der Mensch erträgt unter Umständen grosse Temperaturdifferenzen ohne jede Reaktion. Vom geheizten Zimmer mit 20° C. tritt er ins Freie, wo eine Temperatur herrscht, die vielleicht ebensoviel unter 0° ist als jene darüber. Im Gegensatz hierzu ereignet es sich nicht selten, dass schon bei geringfügigem Niedergang der Temperatur, bei dem Einsetzen eines anderen Windes, bei plötzlichen Niederschlägen oder Umschlag der Witterung überhaupt, Reihen von Erkrankungen auftreten, welche man mit dem Ausdruck Erkältungskrankheiten bezeichnet. In den feuchten, gleichmässig warmen Tropenbezirken genügt zuweilen schon ein rasches Sinken der Luftwärme von 30° auf 20° zu einer Erkältung. In unseren Breiten kommt diese Affektion am häufigsten im Frühjahr und im Herbst vor, wenn bei Regen und Wind die Temperatur zwischen 0° und etwa $+10^{\circ}$ liegt. Plötzliche grössere Temperaturschwankungen, starke, kühle Winde, kühle Niederschläge und kühle feuchte Luft, also Durchkältungen und Durchnässungen erzeugen oft die Erkältungskrankheiten. Bei vielen Menschen genügt schon ein Luftzug, welcher ein kleines Stück der Körperoberfläche, besonders der gewöhnlich bedeckt gehaltenen, trifft (Erkältungen nach dem Verschneiden der Haare), oder eine kurzdauernde, engbegrenzte Abkühlung des schwitzenden Körpers, um eine langwierige Erkältung auszulösen. Diese kann sich in der verschiedensten Weise äussern, als Schnupfen, rheumatische Schmerzen, Neuralgie etc. Ueber das Wesen der Erkältung weiss man nichts. Da man sich aber durch entsprechende Abhärtung von Haut und Körper gegen Erkältung bis zu einem gewissen Grade schützen kann, so scheint die Haut und mit ihr die Wärmeregulation bei der Erkältung beteiligt zu sein; über das Wie ist man im unklaren. Die üblichste Annahme ist die, dass die Nervenenden in der abgekühlten Hautstelle erkranken und reflektorisch Störungen mancher Art auslösen.

Erkältung.

Schutz des Körpers vor Zugluft, warme, trockene, dabei für Luft durchgängige Kleidung und Fussbekleidung, vorsichtiges Kleiden bei Witterungswechsel und Abhärtung durch kalte Uebergiessungen, Bäder etc. setzen die Zahl der Erkältungen herab.

III. Die Witterung und das Klima und ihr Einfluss.

Unter Witterung versteht man den jeweiligen Zustand der Atmosphäre eines Ortes und der sich in ihr abspielenden Vorgänge für eine engbegrenzte Zeit, während man unter Klima die sämtlichen im Laufe der Jahre beobachteten Witterungsverhältnisse einer Oertlichkeit begreift, insonderlich soweit sie unsere Gesundheit beeinflussen.

Jeder Ort hat für jeden einzelnen Tag seine Witterung, und aus der Summe der täglichen Witterungserscheinungen setzt sich sein Klima zusammen. Witterung und Klima üben direkt und indirekt ihren Einfluss auf den Menschen aus.

A. Die Witterung.

Das Wetter oder die Witterung wird gewöhnlich durch das Ueberwiegen eines meteorologischen Faktors, z. B. der Temperatur, der Luftbewegung, der Feuchtigkeit, besonders ausgezeichnet.

Bestimmung
der Witterungs-
verhältnisse.

Zur Bestimmung der Witterung und des Klimas eines Ortes ist ausser der Festlegung der mittleren Jahres-, Monats- und Tagestemperatur von Belang die Fixierung a) der mittleren Tagesschwankung, d. h. des Unterschiedes zwischen höchstem und niedrigstem Temperaturgrad eines Tages; diese Schwankungen betragen in unseren Breiten (Berlin—Wien) im Sommer etwa 10° , im Winter etwa 5° und im Jahr gegen 7° ; b) der mittleren Jahresschwankung, d. h. der Differenz zwischen der mittleren Temperatur des heissesten und kältesten Monats; Orte mit gleichem Jahresmittel können eine ganz verschiedene Jahresschwankung haben; Dublin und Astrachan haben eine mittlere Jahrestemperatur von 11° C., die Jahresvariation aber beträgt für Dublin 11, für Astrachan 33° ; c) der Veränderlichkeit der Temperatur von Tag zu Tag, d. h. des Temperaturwechsels von einem Tage zum andern: bei uns ist derselbe besonders im Beginn des Frühlings und im Winter recht erheblich; d) der absoluten und mittleren Extreme; erstere sind die thermometrisch bestimmten Maxima und Minima einer grösseren Beobachtungsperiode, letztere die Mittelzahlen aus den Maximal- oder den Minimaltemperaturen mehrerer Jahre.

Der Wind beeinflusst die Witterung sowohl nach seiner Stärke als auch nach seiner Herkunft; in Deutschland herrschen westliche Winde vor mit im Sommer die Temperatur abschwächendem, im Winter erhöhendem Einfluss und mit erheblicher Bewölkung

sowie starken Niederschlägen; die selteneren östlichen Winde sind trockner und im Sommer wärmer, im Winter kälter als die westlichen. Die Bedeutung der Niederschläge und der Luftfeuchtigkeit ist bereits ausführlich besprochen. Um den hygienischen Wert der Niederschläge und des Windes beurteilen zu können, sind, wie bei der Temperatur, nicht Mittelwerte, sondern Einzelangaben erforderlich. Gerade auf diese kommt es an, denn der plötzliche Wechsel ist meistens das die Erkältung auslösende, überhaupt das ungünstig beeinflussende Element.

Das physiologische Verhalten des Menschen und damit seine Disposition für Erkrankungen ist je nach der Witterung verschieden; Wärmeabgabe, Hauttätigkeit, Urinabsonderung, Nahrungsaufnahme, Bekleidung usw. sind von ihr abhängig.

Einfluss auf
a) Organkrankheiten.

Auch der Wechsel im Wetter beeinflusst den Gesundheitszustand. Beim Umschlag von heller, freundlicher, warmer Witterung in kühle und feuchte sind die Erkältungskrankheiten an der Tagesordnung; geht hingegen die kühle Witterung in warme über, so treten die Darmaffektionen mehr hervor (Brechdurchfall der Kinder im Sommer).

b) Infektionskrankheiten.

Auf die Infektionskrankheiten wirkt die Witterung gleichfalls ein. So pflegen, um einige Beispiele anzuführen, bei starker Hitze die Pockenepidemien nachzulassen; selbst die Lymphe schlägt bei der Impfung weniger gut an; die Cholera wird beschränkt durch den Eintritt der Kälte; es ist eine bekannte Tatsache, dass diese Krankheit in unseren Gegenden nach dem Ausbruch von Unwettern verstärkt auftritt, während sie an anderen Orten, z. B. Kalkutta, durch starke Regen vermindert wird; ferner ist die Verbreitung der Malaria an Wärmeänderungen gebunden; sinkt die Temperatur, so nimmt die Malaria ab.

Die Witterung übt auch indirekt auf die Ausbreitung der Infektionskrankheiten einen Einfluss aus. Das häufigere und intensivere Auftreten der Pocken und der exanthematischen Krankheiten in den kühleren Jahreszeiten rührt nicht von dem belebenden Einfluss der Kälte auf das Pockenvirus her; die Kälte pfercht vielmehr die Menschen in den gewärmten Zimmern zusammen, wodurch die Ansteckungsmöglichkeit steigt. Auch die erschwerte Reinlichkeit gibt Veranlassung zur Entstehung und Verbreitung von Winterepidemien.

c) Mortalität.

Vielfach hat man versucht, die grössere oder geringere Sterblichkeit in den einzelnen Monaten mit den Witterungseinflüssen in Beziehung zu setzen. Die Sterblichkeit schwankt in Deutschland so, dass bei einer Durchschnittszahl von 100 Todesfällen

je 91 als Minima auf die Monate Juli und November entfallen, während ein Maximum mit 112 Todesfällen im März, ein zweites mit 108 im August liegt. Der März zeichnet sich aus durch seine starken Temperaturschwankungen, verbunden mit kalten Niederschlägen, während der August Perioden hoher Temperatur bringt. Hierbei darf nicht übersehen werden, dass in der Winterakme die Erkältungskrankheiten vorwiegen, während die Sommerakme von dem Brechdurchfall der Kinder stark beeinflusst ist.

Ebensowenig wie die meteorologischen Mittelzahlen über den Einfluss des Wetters ein klares Bild geben, ebensowenig ist die Mortalität allein für die gesundheitliche Würdigung massgebend, besser wären Angaben über die Morbidität. Leider versagt die Statistik in dieser Beziehung fast gänzlich, und nicht selten wird das Auftreten und Herrschen von Krankheiten mit dem Wetter in ursächliche Verbindung gebracht, ohne dass zwingende Gründe dafür vorhanden sind.

B. Das Klima.

Das Klima eines Ortes wird beherrscht durch seine Lage.

Unabhängig von dem geographischen Breitengrad üben die mehr oder minder grosse Entfernung vom Meere und die geringere oder höhere Erhebung über den Spiegel des Meeres ihren Einfluss aus.

Seeklima.

a) Das See-, Land- und Höhenklima. Das Seeklima zeichnet sich aus durch starke Luftströmungen, grossen Feuchtigkeitsgehalt, bedeckten Himmel und eine niedrige, aber gleichmässige Sommer- und relativ hohe Wintertemperatur, d. h. geringe Tages-, Monats- und Jahresschwankungen; letztere betragen in unseren Breiten nicht mehr als 15° Celsius.

Am Tage nimmt das Wasser eine grosse Menge Wärme auf, ohne selbst höhere Temperaturgrade zu zeigen, weitere Wärme wird zur Wasserverdunstung gebraucht, und die entstandenen Wolken halten die Sonnenstrahlen energisch zurück. Des Nachts aber gibt das Wasser weniger Wärme ab als das Land, durch Kondensation der atmosphärischen Feuchtigkeit entsteht Wärme, und zudem verhindert die Wolkenschicht die Abstrahlung; daher sind die Tage relativ kühl, die Nächte warm. Nebelbildung und Niederschläge sind häufig.

In den warmen Gegenden nimmt am Tage die über dem Festland befindliche Luft eine höhere Temperatur an und steigt

auf, die kühlere Luft über dem Wasser fließt als Seebrise dem Lande zu; nachts, wenn die Luft über dem Wasser wärmer ist, weht vom Lande nach See zu die Landbrise.

Das Kontinentalklima ist charakteristisch durch grosse Temperaturschwankungen, heisse Tage und heisse Sommer, kühle Nächte und kalte Winter, starke Jahresvariationen (über 20 bis zu 60 und mehr Graden gehend), klaren, wolkenlosen Himmel und geringere Luftströmungen. Die Wälder und Gebirge wirken hemmend auf die Winde ein. Die Luft enthält weniger Feuchtigkeit, daher ist am Tage die Sonnenstrahlung intensiver, die Erhitzung des Bodens stärker als an der Küste. Von der Erde aus durch Umwandlung der leuchtenden Strahlen in dunkle Wärmestrahlen wird die Luft wiederum erheblich erwärmt. Nachts hingegen hält keine schützende Wolkendecke die Wärme zurück, welche der Boden rasch und intensiv abgibt; infolgedessen findet sich oft starker Tau, während die Nebelbildung gering ist.

Landklima.

Das Klima auf grösseren Höhen hat manche Ähnlichkeit mit dem kontinentalen Klima. Auf grossen Höhen ist der Luftdruck vermindert, dementsprechend auch der O- und N-Gehalt kleiner als in der Ebene; die Luft enthält wenig Staub und wenig Wasserdunst — während bis zu einer mittleren Höhe die Regenmenge bei gewissen Windrichtungen beträchtlich sein kann —, die Atmosphäre ist dünner, somit sind am Tage die Lichtfülle und die Bestrahlung stark. Der meistens trockene Boden wird kräftig erwärmt, während die Luft kühl bleibt; so zeigte z. B. die Luft auf der Faulhornspitze (2700 m) 8° , während die Bodentemperatur 16° betrug; in Davos zeigte am Mittag eines Dezembertages das Schattenthermometer $-9,1^{\circ}$, während das den Sonnenstrahlen ausgesetzte $+40^{\circ}$ aufwies. Des Nachts sinken wegen der starken Ausstrahlung die Luft- und die Bodentemperatur bedeutend. Die kräftige strahlende Wärme gestattet also noch einen Aufenthalt in freier Luft ohne lästige Kälteempfindung bei weit unter 0° liegender Lufttemperatur, während die starke nächtliche Abkühlung wegen des Aufenthaltes im Hause nicht empfunden wird; jedoch müssen die jäh abendlichen Temperaturstürze vermieden werden. Die Verdunstung des Wassers von Lunge und Haut geht auf den Höhen intensiver von statten, da zu der starken Trockenheit der Luft ihre starke Bewegung hinzutritt.

Höhenklima.

Die Jahrestemperatur eines Ortes nimmt für jede 100 m Erhebung um $0,57^{\circ}$ C. ab, während eine Breitenverschiebung um 1 Grad in unseren Gegenden eine Differenz von $0,8^{\circ}$ C. bewirkt.

Einfluss des
Höhenklimas.

Ueber die Einwirkung des See-, Land- und Höhenklimas auf die physiologischen Verhältnisse ist sehr wenig bekannt. Sicher ist jedoch, dass bei längerem Aufenthalt in einem ausgesprochenen Höhenklima der Appetit meistens besser wird, während der Schlaf oft ungünstig beeinflusst wird, dass eine grössere Energie der Haut-, Muskel- und Nerventätigkeit eintritt, dass die Frequenz und Tiefe der Atemzüge zunimmt und damit bessere Ernährung des Lungengewebes, Kräftigung der Atemmuskulatur, bessere Durchblutung und infolgedessen grössere Widerstandsfähigkeit gegen krankmachende Einflüsse und leichtere Ausheilung mancher Krankheitsprozesse der Lungen. Die Zahl der Pulsschläge hebt sich, der ganze Stoffumsatz wird beschleunigt, und schon nach acht bis vierzehn Tagen steigt die Zahl der roten Blutkörperchen um etwa 16 %, wobei dann weniger Stickstoff im Urin ausgeschieden wird. Die Zahl der roten Blutkörperchen steigt bereits bei Höhen von 700 m; sie kann sich bis auf 80% vermehren. Hierbei handelt es sich nicht nur um eine Vermehrung durch Veränderung des Zählapparates infolge des verminderten Druckes, oder nur um ein Herandrängen der gewöhnlich in den inneren Organen angehäuften Erythrozyten an die äusseren Partien des Körpers, oder um eine Eindickung des Blutes, sondern um eine wirkliche Vermehrung der roten Blutkörperchen.

Der Hämoglobingehalt pro Kilo Körpergewicht nimmt ebenfalls zu. Nicht die vermehrte Belichtung und die Kälte, sondern die Luftverdünnung bewirken diese Veränderung. Beim Abstieg in das Tiefland folgt eine ebenso rasche Rückkehr auf die frühere Zahl und zugleich ein Anstieg der Stickstoffausscheidung. Für Bergtouren und längeren Aufenthalt in den Bergen ist ein kräftiges Herz, gesunde, elastische Arterien, gute Innervierung des Gefässsystems sowie ein wenigstens nicht stark angegriffenes Atmungsorgan Erfordernis.

Einfluss des
Seeklimas.

Bei grösseren Seereisen oder längerem Aufenthalt an der Küste, also bei Einwirkung des Seeklimas, macht sich vielfach das Gefühl einer gewissen aber nicht unangenehmen Müdigkeit geltend und damit zugleich ein besserer, d. h. längerer und tieferer Schlaf; ferner nimmt der Appetit zu. Durch die relativ kühle aber gleichmässige und bewegte Luft tritt eine gewisse Abhärtung ein. Die feuchte und fast staub- und keimfreie Seeluft ist für die Atmungsorgane wohltuend.

Im See- und Höhenklima kommt der Brechdurchfall der Kinder weniger häufig vor als im Kontinentalklima. Von der Phthise wird behauptet, sie sei im Seeklima seltener als im

Kontinentalklima, jedoch ist diese Behauptung noch nicht genügend gestützt; im ausgesprochenen Höhenklima kommt sie indessen zweifellos seltener vor. Ebenso ist dort die Malaria selten, und es ist eine bekannte Tatsache, dass Gelbfieber vor grösseren Gebirgszügen Halt macht. Beide Erscheinungen beruhen auf derselben Ursache, die Anopheles- und noch mehr die Stegomya-mücke findet dort nicht mehr die für ihre Existenz günstigen Bedingungen, Feuchtigkeit und Wärme. Auch die Cholera verbreitet sich in hoch gelegenen Gegenden weniger leicht; letztere Erscheinung dürfte indessen mehr auf den geringen Verkehr als auf eine spezifische Wirkung der Höhen zurückzuführen sein.

b) Das Polarklima. Das Polarklima umfasst jene Bezirke, deren mittlere Jahrestemperatur unter 0° hinabgeht. Bei der sehr spärlichen Bevölkerung dieser Gegenden steht der Kampf mit dem Hunger und der Kälte in der ersten Linie. Der Tod durch elementare Gewalt ist häufiger als in den anderen Klimaten. Die lange Winternacht macht ihren depressierenden Einfluss geltend durch Störungen der Blutmischung; Anämie, Hydrämie sind häufig. Unter den Infektionskrankheiten prävalieren die exanthematischen Affektionen (Pocken), wahrscheinlich wegen des dichten Zusammenlebens; die Tuberkulose soll in einzelnen Bezirken oft, in anderen selten auftreten; Sommerdiarrhöen und Malaria fehlen. Genaue statistische Daten gibt es nicht.

c) Die gemässigte Zone umfasst die Regionen, deren Jahrestemperatur zwischen $+20^{\circ}$ und 0° liegt. Es erscheint überflüssig, an dieser Stelle besonders auf die hygienischen Verhältnisse des gemässigten Klimas hinzuweisen, weil sich darauf die gesamten Abhandlungen dieses Buches beziehen, wenn nicht das Gegenteil hervorgehoben ist.

d) Das Tropenklima. Diejenigen Gebiete der Erde, deren mittlere Temperatur 20° und darüber beträgt, bilden die Tropenregion. Sie liegt zum grössten Teil innerhalb der Wendekreise. Selbstverständlich ändert auch hier die Höhenlage das Klima, aber wenn man von den Tropen und tropischen Verhältnissen spricht, so fasst man im allgemeinen diese Bezirke nicht mit. Die hohe Wärme ist für die Tropen der ausschlaggebende Faktor; es kommen Temperaturen von mehr als 50° im Schatten vor. Die Temperaturschwankungen in den eigentlichen Tropen, vor allem in den Küstenbezirken, sind sehr gering, nur wenige (2—6, höchstens 12) Grade im Jahre betragend. Wesentlich mitbestimmend ist die Feuchtigkeit. In den eigentlichen Tropen ist grosser

Temperatur
und Feuchtig-
keit.

Wassergehalt der Luft die Regel; er liegt durchschnittlich zwischen 83 und 88°, und sein Ansteigen beeinflusst das Befinden wesentlich mehr als das der Temperatur. Stärkere Luftbewegung vermag eine für die Entwärmung ungünstige Steigerung der relativen Feuchtigkeit zu kompensieren. Die Jahreszeiten werden hauptsächlich durch die Richtung der herrschenden Winde und die Niederschläge bestimmt, man spricht deshalb auch gewöhnlich von trockner Zeit und Regenzeit. Die Regen erfolgen meistens zur Zeit des höchsten Sonnenstandes, die meisten Gegenden haben eine, einige zwei Regenzeiten. Die Wüsten liegen mehr an den Grenzen der heissen Zone, dort, wo die trockenen Aequatorialwinde zur Erde niedersinken.

Einfluss auf
die Verdauungs-
organe.

Der Aufenthalt in den Tropen macht in verschiedener Beziehung seine Wirkung geltend. Zuvörderst tritt eine starke Schweisssekretion auf und erzeugt bei vielen Personen einen sehr lästigen Schweissfriesel. Der Wasserverlust veranlasst zu starkem, oft zu übermässigem Trinken, welches vielfach als ein Grund für Magen- und Darmkatarrhe gilt. Chronische Diarrhöen oder hartnäckige Verstopfungen, chronische Magenkrankungen, Dyspepsien, Leberaffektionen sind in den Tropen häufig. Der Appetitmangel verführt zum übermässigen Genuss starker Reizmittel, wodurch der Zustand nur verschlechtert wird.

Tropenanämie.

Auffallend empfindlich wird man in den Tropen schon gegen geringe Temperatursenkungen. Ausserdem zeigt sich in den Tropen bald eine gewisse Mattigkeit, welche man früher auf Anämie zurückführte. Zahlungen haben indessen ergeben, dass die Zahl der roten Blutkörperchen nicht verringert ist. Dass nach manchen Krankheiten die Zahl der Blutkörperchen auch in den Tropen vermindert wird, steht fest, im übrigen aber besteht eine eigene genuine Tropenanämie nicht; was man früher dafür angesehen hat, ist meistens nichts anderes gewesen als eine chronische Malariaaffektion. Die „Anämie“ ist wohl zu unterscheiden von der „blassen Farbe“, welche dadurch entsteht, dass die Europäer sich mit Recht gegen die Einwirkung der direkten Sonnenstrahlen schützen. Sehr störend und schwächend ist die nicht selten auftretende Schlaflosigkeit; die starke Hitze, die aufregende, aufreibende berufliche Tätigkeit und geringe körperliche Bewegung sind die hauptsächlichsten Veranlassungen derselben.

Durch die Hitzwirkung, den schlechten, nicht erquickenden Schlaf und die Verdauungsstörungen wird die Tatkraft gelähmt und der Körper schlaff.

Die Gesamtwirkung der Tropen äussert sich daher nicht in

einer ausgesprochenen Erkrankung, sondern in einer allgemeinen Erschlaffung, einer geistigen Indifferenz, Energielosigkeit und einer geringen körperlichen Widerstandsfähigkeit gegen herandrängende Krankheiten.

Die Zahl und Schwere der letzteren aber ist bedeutend, und sie allein verhindern anscheinend die Akklimatisation. Das gelbe Fieber, die Cholera, die Dysenterie und die Malaria treten in den Tropen intensiver auf als in den gemässigten Breiten. Häufig sind ferner Leber-, Herz- und Nierenleiden; in einigen Gegenden sind auch Hitzschlag und Sonnenstich nicht ohne Einfluss auf die Gesamtmortalität. Dicke Personen sind für die Tropen wenig geeignet. Das zwischen den Blutgefässmaschen eingelagerte Fett erschwert die Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung; schon zu einer Zeit, wo der Magere noch mit diesen beiden Hilfsmitteln auskommt, um die erzeugte Wärme los zu werden, muss der Fette bereits erheblich mit Wasserverdunstung nachhelfen. Steigt die Arbeit, so dass auch bei dem Mageren die Wasserverdunstung einsetzt, dann ist der Fette bereits an der Grenze seiner Wärmeregulation angekommen; es entsteht also entweder ein Wärmestau, oder die Arbeit muss verringert werden. Fette Leute sind also in den Tropen mehr gefährdet und weniger leistungsfähig als magere.

Infektions-
krankheiten in
den Tropen.

Die wichtigste, weil bösartigste und häufigste Erkrankung ist die Malaria; sie war es, welche mit ihren ewigen Rückfällen, mit ihrer zuletzt eintretenden Kachexie den dauernden Aufenthalt in vielen Tropenbezirken unmöglich machte, und meistens die Akklimatisation des Individuums und wohl auch der Rasse verhinderte. Durch die neuesten Entdeckungen betreffend die Aetiologie der Malaria, durch die Massnahmen mittels welcher der einzelne die Krankheit vermeiden oder besiegen, und die Gesamtheit geschützt werden kann, ist ein Weg gewiesen, um das grösste der Akklimatisation in den Tropen entgegenstehende Hindernis fortzuräumen. Der Malaria zunächst, aber weit, weit hinter ihr, steht die Ruhr.

Malaria.

C. Die Akklimatisation.

Die Anpassung des Individuums oder der Rasse an das Klima und die aus dem Klima direkt oder indirekt entstehenden Beeinflussungen nennt man Akklimatisation. Der Tropenbewohner passt sich leicht den kühleren Klimaten an, dahingegen ist die Akklimatisation an die Tropen schwierig.

a) Individuum.

Zunächst ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass der Ein-

wanderer zur gesunden Jahreszeit an seinem tropischen Bestimmungsort ankomme. Es ist ein alter Erfahrungssatz, dass Neuankömmlinge von den Infektionskrankheiten der Tropen mit Vorliebe befallen werden, während sich später eine gewisse Immunität herausbildet.

Der Eingewanderte soll danach streben, seinen Körper frisch und kräftig zu erhalten; Mässigkeit in Speise und Trank ist deswegen zu empfehlen. Vor allem ist Vorsicht im Genuss der Alkoholika anzuraten. Wasser oder Wasser mit Rotwein ist das zuzugendste Getränk bei Tische; in den Zwischenzeiten diene Wasser mit Zusatz von etwas Fruchtsaft oder kohlensaures Wasser oder ganz dünner Tee bezw. Kaffee zum Löschen des Durstes. Branntwein in jeder Form werde gemieden. Bei schwerer körperlicher Arbeit ist das nämliche Kostmass wie in gemässigten Breiten zuzuführen, da die gleiche Kraft für die Arbeit notwendig ist. Der hierbei erzeugte Wärmeüberschuss (höchstens 29 % des Stoffumsatzes werden zur Arbeit verwendet, die übrigen 71 % entfallen auf die Wärmeproduktion,) muss hauptsächlich durch Wasserverdunstung abgegeben werden. Ueppige Mahlzeiten und angestrenzte Arbeit sind daher in heissen Gegenden mit hoher Luftfeuchtigkeit möglichst zu vermeiden, da sie Störung der Wärmeregulation, Hitzschlag, bedingen können. Dahingegen ist eine gewisse körperliche Anstrengung in den kühleren Tagesstunden entschieden dienlich, und es wäre zu wünschen, dass die hauptsächlich von den Engländern geübten, in den letzten Jahren in Deutschland ebenfalls in Aufnahme gekommenen Spiele auch von unseren Landsleuten im Auslande mehr gepflegt würden.

Bäder, kalte Uebergiessungen sind günstig, dürfen jedoch nicht übermässig in Anwendung gebracht werden. Dem Schlaf müssen mindestens 8 Stunden gewidmet werden. Gute, weit abstehende Mosquitonetze sind in manchen Gegenden ein absolut erforderliches Requisite. Das Schlafen auf dem Erdboden ist dringend zu widerraten. Die Kleidung sei leicht; indessen werde dort, wo starke Temperaturschwankungen bestehen, Wolle bevorzugt oder entsprechende Oberkleidung angelegt. Jede Erkrankung muss ernst genommen und ärztliche Hilfe frühzeitig gesucht werden. Da die Infektionskrankheiten das eigentliche Hindernis für die Akklimatisation darstellen, so sind dieselben in erster Linie zu bekämpfen; vor allem muss versucht werden, die Malaria zu beseitigen (siehe diese).

Was die Hygiene zu leisten vermag, zeigt die Statistik der niederländisch-indischen und englisch-indischen Armee. In ersterer

betrug die Sterblichkeit 1864—68 bei den europäischen 60,4 %, bei den inländischen Soldaten 28,25 %; im Jahre 1892 war sie auf 16 % bzw. 23,7 % gesunken. In letzterer starben von 1000 Mann der Iststärke nur mehr 14,2 bzw. 16,9 %.

Gelingt es dem Individuum, sich jahrelang in den Tropen relativ gesund zu erhalten, so ist damit noch nicht die Beständigkeit der Rasse garantiert. Zur Zeit gibt es kaum einen wirklich tropischen Bezirk, in welchem eine aus kühleren Breiten eingewanderte Bevölkerung es vermocht hat, sich ohne Zuzug von der Heimat auf ihrem Stande zu erhalten, geschweige sich zu vermehren.

Man darf dabei jedoch nicht vergessen, dass die überwiegende Zahl der jungen Leute in die Tropen geht, in dem Streben, andere Verhältnisse, als die der Heimat, kennen zu lernen, und sich in ihnen zu versuchen, oder, um in möglichst kurzer Zeit soviel zu erwerben, wie nötig ist, sich in der Heimat eine zusagende Existenz zu gründen. Beide Kategorien aber heiraten in der Regel draussen keine Europäerin, sie begnügen sich meistens mit den Töchtern des Landes. Es entsteht also eine Mischlingsbevölkerung. Die Kinder einer Ehe unter Europäern werden ihrer Ausbildung wegen in die alte Heimat zurückgeschickt, und ein nicht unbedeutlicher Teil bleibt dort. Die Zunahme der eingewanderten Bevölkerung ist somit schwach. Dieser Teil der Frage jedoch interessiert hier nicht, nur die hygienische Seite der Erhaltung der Rasse kommt in Betracht.

Es scheint, dass hauptsächlich die Frauen unter dem Einfluss der Tropen leiden; sie werden bald matt und alt, die Konzeptionen nehmen ab, die Aborte sind zahlreich, und in der dritten Generation ist Sterilität eine häufige Erscheinung. Die Kinder entwickeln sich anfänglich gut; aber gegen das zehnte Jahr werden sie matter, beginnen zu kränkeln, sind wenig widerstandsfähig, und die grössere Anzahl unterliegt interkurrenten Krankheiten.

Um die Akklimatisation der Rasse zu fördern, ist in erster Linie den Frauen zu empfehlen, nach den vorhin gegebenen Regeln möglichst hygienisch zu leben; insonderheit ist körperliche Bewegung und etwas körperliche Arbeit zu verlangen. Genitalleiden sind sofort zweckentsprechend zu behandeln. Wenn die Kinder in ihrer Entwicklung stehen bleiben und die Zeichen der Erschlaffung zeigen, so ist zunächst auf Malaria mikroskopisch zu untersuchen; in den meisten Fällen dürfte ihre latente Form die Veranlassung der Kränklichkeit sein. Der

b) Rasse.

Die
Erkrankungen
der Frauen.

Malariaprophylaxe gilt daher gerade bei den Kindern die erste Sorge, und sollte eine Infektion eingetreten sein, der Malaria-therapie. In den meisten Fällen dürfte man damit auskommen; wo das nicht gelingt, oder wo die Malaria nicht der Grund der Kränklichkeit ist, da müssen die Kinder in höhere, kühler gelegene Bezirke oder in gemässigte Zonen geschickt werden, um oft erst nach der Pubertät wieder zurückzukehren.

Besserung der
hygienischen
Verhältnisse.

Die Hauptsache aber ist und bleibt die Aufbesserung der hygienischen Verhältnisse; insonderlich ist alles, was dazu beiträgt, die Infektionskrankheiten zu beschränken, von der grössten Wichtigkeit für die Akklimatisation. Gerade mit Rücksicht auf die Infektionen darf die Hygiene nicht bei den Europäern stehen bleiben, sondern sie muss sich auch auf die Eingeborenen erstrecken, da von ihnen aus die Krankheiten auf die ersteren übermittelt werden. Die Hauptsorgfalt werde unbedingt der Bekämpfung der Malaria zugewendet.

Die Juden und die südeuropäischen Völker akklimatisieren sich weniger schwer als die mittel- und nordeuropäischen.

Die aus Mischehen von Europäern und eingeborenen Frauen hervorgegangenen Nachkommen sind gegen die klimatischen Einflüsse wesentlich resistenter als die Kinder der Europäer.

Literatur: Hann. Handb. d. Klimatologie. Wien 1883. Rubner, Lehrb. d. Hyg., 1895. Zeitschr. f. Biol., Bd. 21. Arch. f. Hyg., Bd 16. M. Renk, Die Luft, im Handb. v. Pettenkofer u. Ziemssen, 1885. Flüge, Grundriss der Hygiene, 1894. Assmann, Klima, Schelling, Akklimatisation, beide in Weyls Handb., Jena 1894. van Bebber, Hygienische Meteorologie, 1895. R. Koch, Arbeiten über die Malaria. Zeitschr. f. Hyg. u. Inf., Bd. 30 u. 32. Daubler, Grundzüge der Tropenhygiene, 1900. Plehn, Tropenhygiene, 1902.

Das Wasser.

I. Die allgemeinen Eigenschaften des Trink- und Hausgebrauchswassers.

Von einem Wasser, welches als Trinkwasser dienen soll, ist zu verlangen, dass es

1. giftige Stoffe oder Krankheitserreger nicht enthalte,
2. nicht die Möglichkeit biete, dass Gifte oder pathogene Bakterien hineingelangen,
3. Eigenschaften besitze, welche zu seinem Genuss und Gebrauch anregen,
4. in reichlicher Menge vorhanden und billig sei.

Die Anforderungen an das Wasser für den Hausgebrauch müssen ganz dieselben sein, wie die für das Trinkwasser, nur kann die eine oder andere der unter 3 angedeuteten Eigenschaften fehlen.

A. Giftige Stoffe und Krankheitserreger im Wasser.

a) Gifte. Gifte können in Trink- und Nutzwasser gelangen aus nahe gelegenen, schlecht gehaltenen Fabrikanlagen, welche Gifte produzieren oder ausscheiden. Die Art des Betriebes wird auf die Gifte direkt hindeuten; der Nachweis geschieht nach den Regeln der Chemie.

Nicht selten findet sich Blei in dem Leitungswasser, welches den Bleirohren entstammt. Blei wird von Wasser, welches Luft enthält, ziemlich stark angegriffen. Durch Zusatz von salpetersauren Verbindungen wird die Bleilösung verstärkt. Durch Zusatz von Chloriden und Sulfaten etwas, von Karbonaten stark vermindert; auch ein Gehalt von freier Kohlensäure beschränkt den Bleiangriff.

Vorkommen
von Blei.

(Ruzicka.) Hiermit deckt sich die schon lange bekannte Tatsache, dass harte Wässer die Bleirohre nicht angreifen, während dies die weichen lufthaltigen Wasser tun. Nach der Auffassung anderer Autoren soll die freie Kohlensäure in erster Linie die Bleilösung bewirken. Die Frage betreffend des Bleiangriffes ist also noch nicht vollständig geklärt. Sobald die Anwesenheit von Blei durch Schwefelwasserstoff sichtbar gemacht werden kann, ist das Wasser zum Genuss unzulässig.

Untersuchung
auf Blei.

Behufs Untersuchung des Wassers auf Blei werden 2 l Wasser mit Salpetersäure versetzt und bis auf 150 ccm eingedampft, mit kohlen-saurem Natron abgestumpft und mit essigsäurem Natron versetzt. Das gelöste Blei wird durch Schwefelwasserstoff gefällt, auf einem Filter gesammelt und mit Schwefelwasserstoffwasser ausgewaschen; das Filter und sein Inhalt werden getrocknet und unter Zuleitung von Wasserstoff zu Schwefelblei geglüht; die erhaltenen mg Schwefelblei mit 0,866 multipliziert, ergeben die mg Blei.

Bakteriengifte
im Wasser.

Man hat der Befürchtung Ausdruck gegeben, dass die Produkte der Bakterien, die Toxine und Endotoxine, sich als Gifte in einem Wasser bemerkbar machen könnten. Die Erfahrung hat diese Annahme in keiner Weise bestätigt. Die Menge der Gifte, welche gebildet wird, ist an sich sehr gering, und sie wird im Wasser stark verdünnt. Dann werden die Toxine sowohl durch andere Bakterien, als auch durch die Säure des Magensaftes rasch zerlegt, so dass also keine Gefahr besteht.

Ebensowenig bedingt die Anwesenheit von Ammoniak, salpetriger oder Salpetersäure und ihre Verbindungen irgend welche Störung. Höchstens könnten stärker faulige Wasser, z. B. Abwässer, bei empfindlichen Personen vielleicht einen Magendarmkatarrh hervorrufen.

b) Krankheitserreger im Wasser. Alle Krankheitskeime können hier und da im Wasser vorkommen. Von besonderem Belang sind die Erreger der Cholera und des Typhus, sowie einige Entozoen.

Bakterien im
Wasser.

Der Wege, auf welchen die pathogenen Keime in den menschlichen Körper eindringen können, sind viele, und einen derselben bildet das Wasser. Durch irgend einen Zufall, z. B. durch das Waschen von Cholerawäsche am Brunnen, durch das unvorsichtige Ausschütten von Steckbecken, durch die Defäkation am Rande offener Wässer oder direkt in das Wasser hinein (Schiffer, Flösser) können die Krankheitskeime in das Wasser geraten.

Nur selten sind in unseren Gegenden die Bedingungen gegeben, welche eine Vermehrung der Cholera- und der Typhus-

bazillen im Wasser gestatten. Dahingegen vermögen sich die Keime auch in unserem Klima einige, unter Umständen sogar längere Zeit im Wasser zu halten. Die Lebensdauer hängt von



Fig. 15. Die Cholera an der Grenze von Hamburg und Altona in den vier Monaten August bis November 1892.

Die durchgehende Linie stellt die Landesgrenze dar.

(Aus: Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt. Bd. 10. Gaffky.)

äusseren Umständen ab; in reinem Brunnenwasser von etwa 10° scheinen Cholerabazillen nicht länger als 3, Typhusbazillen nicht länger als 8 Tage lebendig zu bleiben; gelangen aber die Bakterien zur Sommerzeit in Tümpel, Bäche, Seen, kurz in Ober-

flächenwässer, so finden sie viel günstigere Bedingungen, vor allem höhere Temperatur und besseres Nährmaterial, die Lebensdauer ist daher eine längere; unter besonders günstigen Verhältnissen, wenn sie z. B. mit Nährstoffen zusammen in das Wasser gelangen, kann sogar eine Vermehrung eintreten.

Die Seuchenausbrüche nach Genuss infizierten Wassers haben in vielen Fällen etwas Explosionsartiges: in wenig Tagen erkrankt eine grössere Anzahl von Individuen, — aber ebenso rasch geht die Erkrankungs-ziffer wieder zurück. Dann deckt sich das „Seuchengebiet“ mit dem „Wassergebiet“. Ein klassisches Beispiel bietet der Ausbruch und die Verbreitung der Cholera in Hamburg im Jahre 1892. Die vorstehende Abbildung zeigt, wie scharf die Cholera mit der Stadtgrenze Hamburgs, die zugleich die Grenze der Wasserversorgung ist, abschneidet. Die im Altonaer Gebiet eingezeichneten Kreise mit Punkt \odot beziehen sich auf Cholerafälle, die ätiologisch sicher auf Hamburg zurückzuführen sind.

Schwierigkeit
des Nachweises.

Leider gelingt es nicht leicht, die Infektionserreger im Wasser aufzufinden; zunächst, weil man nur geringe Quantitäten im Verhältnis zu der ganzen verdächtigen Wassermasse untersuchen kann, und es durchaus nicht gesagt ist, dass gerade in der untersuchten Probe Krankheitskeime enthalten sind; ferner, weil man gewöhnlich mit der Untersuchung zu spät kommt, denn stets vergeht einige Zeit, bei Cholera ca. 5, bei Typhus ca. 12 bis 21 Tage zwischen Infektion und Ausbruch der Krankheit, gewöhnlich verstreicht eine weitere Zeit, bis der Verdacht auf das Wasser gelenkt ist, und beide Zeiträume vereint dürften meistens grösser sein, als die Aufenthaltsdauer der pathogenen Bakterien im Wasser. Unter günstigen Umständen gelingt es dennoch, die Keime aufzufinden. Schon kurz nach der Entdeckung der Cholera-bazillen fand R. Koch sie in dem Wasser eines Tanks zu Kalkutta, in den letzten Jahren sind sie häufig in Fluss- und Brunnenwässern des In- und Auslandes aufgefunden worden. Auch Typhusbazillen hat man aus dem Wasser herausgezüchtet.

Die Methode, die Cholera- und Typhusbazillen im Wasser aufzufinden, ist bei den Kapiteln Cholera und Typhus im letzten Abschnitt des Buches genau angegeben.

Ausser den vorstehend besprochenen können auch andere Krankheiten durch das Wasser verbreitet werden. Mit Wahrscheinlichkeit nimmt man das von der Ruhr an, obschon es bis jetzt nicht gelungen ist, ihre erst seit wenigen Jahren bekannten Erreger darin zu finden.

Ascaris lumbricoides, *Oxyuris vermicularis*, *Taenia solium*, *Trichocephalus dispar*, *Distoma hepaticum*, und das für den Menschen wichtigere *Distoma haematobium*, die Larve der

Entozoen im Wasser.

Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21. Fig. 22

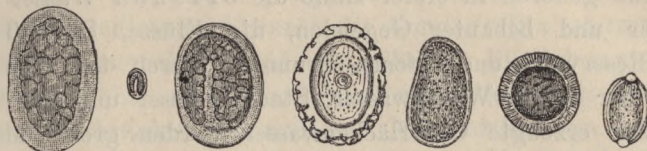


Fig. 16. Ei von *Anchylostomum duodenale* (500 fache Vergrößerung). Fig. 17. Ei von *Anch. duod.*, weiter entwickelt (100 f. V.). Fig. 18: Dasselbe Ei (500 fache V.). Fig. 19. Ei des Spulwurmes, *Ascaris lumbricoides* (500 fache V.). Fig. 20. Ei des Pfiemenschwanzes, *Oxiuris vermicularis* (500 f. V.). Fig. 21. Ei des gewöhnlichen Bandwurmes, *Taenia solium* (500f. V.). Fig. 22. Ei des Peitschenwurmes, *Trichocephalus dispar*. (500f. V.).

Filaria medinensis, die *Filaria sanguinis hominis*, die *Anchylostomen* werden hier und da mit dem Wasser eingeführt. Zur Erkennung dieser Wesen dient das Mikroskop. (Fig. 16—22.)

Noch ist zu berücksichtigen, dass man es mit Eiern, Larven und vollausgebildeten Tieren zu tun haben kann, und dass Zwischenwirte existieren, von welchen leider erst wenige bekannt sind. Durch die Untersuchungen von Loos ist sichergestellt, dass die *Anchylostomum*larven durch die Haut in den Körper des Menschen (und der Affen) einzudringen vermögen, und von da in den Darm wandern.

B. Der Intoxikation und Infektion verdächtige Wässer.

Trotz der in den letzten Jahren sehr vervollkommeneten Methoden bleibt es doch ein mehr oder minder grosser Zufall, wenn pathogene Bakterien oder Entozoen im Wasser angetroffen werden; um so grösseres Gewicht muss daher auf die zweite Forderung gelegt werden: es soll auch die Möglichkeit ausgeschlossen sein, dass Gifte und Krankheitskeime in ein Wasser gelangen können. Zum Nachweis dieser Möglichkeit dienen in erster Linie

a) die örtlichen Verhältnisse. Sehr häufig sind sie für die Beurteilung eines Wassers geradezu bestimmend.

Bezüglich der toxischen Stoffe verdient die Lage der Wasserbezugsquelle zu Fabriken mit giftigen Produkten besondere Beachtung.

Da die Krankheitserreger bis auf wenige Ausnahmen an den Menschen und an seinen Verkehr

Nähe von Fabriken.

geknüpft sind, so bieten alle diejenigen Wasser die Möglichkeit einer Infektion, welche durch Bakterien aus der Nähe des Menschen verunreinigt werden können.

Offene Wasser.

Hierzu gehören in erster Linie die offenen Wasser stark bewohnter und bebauter Gegenden, die Flüsse, Seen, Teiche, offenen Reservoirs und offenen Brunnen. Durch den Wind, besonders aber durch Waschwasser, Stadtabwasser und das durch Regengüsse erzeugte Oberflächenwasser werden grosse Mengen von Bakterien und gegebenen Falles auch pathogene hinein gebracht.

Alle diese Wasser sind daher, ganz unabhängig von ihrer chemischen oder bakteriologischen Beschaffenheit, als verdächtig zu bezeichnen und als Trink- und Hausgebrauchswasser zu beanstanden.

Finden sich die offenen Wasser jedoch in einer dem menschlichen Verkehr entzogenen Gegend, z. B. tief im Walde, oder im Gebirge, wo Dörfer und Ansiedlungen in der Nähe nicht liegen, so ist die Gefahr, dass kranke Menschen das Wasser mit Cholera oder Typhus infizieren könnten, gleich Null zu erachten.

Ist das Oberflächenwasser nicht durch seine Lage geschützt, und muss es trotzdem zur Versorgung herangezogen werden, so ist es vor dem Genuss bzw. Hausgebrauch von den darin enthaltenen Keimen zu befreien; das geschieht durch Erhitzen, durch Abkochen, durch Filtration, oder durch chemische Mittel z. B. Zusatz von Chlorkalk oder Brom.

Wie wir sehen werden, ist gewachsener feinporiger Boden nur in seinen oberen Schichten, bis durchschnittlich in etwa 4 m Tiefe bakterienhaltig. Auf die Erde gelangte Infektionserreger werden in den oberen Bodenschichten zurückgehalten und gehen dort über kurz oder lang zu grunde. Ist der Boden aber weitporig oder zerklüftet, dann kann das Oberflächenwasser möglicherweise direkt, ohne sich durch Filtration von den Bakterien gereinigt zu haben, in das Grundwasser oder in die Quellwasserläufe gelangen. Die tieferen feinporigen Bodenschichten und das in ihnen stehende Wasser sind keimfrei. Ein bis in diese Bezirke „wasserdicht“ hinabgeführter Brunnen enthält daher ein unverdächtigtes Wasser. Reicht indessen der Brunnen nicht in die bakterienfreien Bodenschichten hinein, ist seine Eindeckung undicht, sind seine Wandungen durchlässig konstruiert, oder ist der Boden weitporig, so können zufällig in die Nähe des Brunnens gebrachte pathogene Keime ohne grössere Schwierigkeiten durch

Brunnenwasser.

den Deckel, von der Seite oder von unten her in den Brunnen gelangen.

Der Grad der Verdächtigkeit oder mit anderen Worten die Grösse der Infektionsgefahr hängt von lokalen Umständen ab. Der Brunnen des einsam gelegenen Bauernhauses oder der vom Garten eingeschlossene Brunnen der Vorstadtvilla ist trotz seiner schlechten Konstruktion und mangelhaften Eindeckung so lange ungefährlich, bis eines der Familienmitglieder an infektiöser Krankheit erkrankt. Der undichte Gemeindebrunnen des Dorfes hingegen, der schlechtgedeckte, am Rinnstein stehende Strassenbrunnen der Ortschaften, der Ziehbrunnen oder die offene Quellstube der Landstrasse sind nie unverdächtig, weil man keinen Augenblick sicher ist, dass nicht irgendwoher Krankheitskeime dahinein übertragen werden. Liegen dicht neben derartigen Wasserbezügen Schmutzstätten, z. B. Jauchegruben, oder liegen sie weiter entfernt und fliesst der Grundwasserstrom in grobporigem Boden rasch auf die Wasserentnahmestellen zu, sind stagnierende Pfützen vorhanden, wird am Brunnen gewaschen, so ist damit die Infektionsmöglichkeit wesentlich gesteigert.

Aehnlich liegen die Verhältnisse bei den Quellen. Wird das Wasser, bevor es zu kleinen Gerinnen in den Erdspalten zusammenläuft, gut filtriert, so ist es, eine gute Quelfassung vorausgesetzt, unverdächtig; ist jedoch die Filtration ungenügend, oder bekommt die Quelle Zuflüsse von Oberflächenwasser, dann richtet sich ihre Gefährdung danach, ob das Gelände, welches sie entstehen lässt, also ihr tributäres Gebiet, von kranken Menschen unberührt ist, (intakt erscheint der Wald, oder nichtbeackertes Gebirge, in welchem Ansiedlungen und Dörfer fehlen), oder ob das Gebiet von Menschen bewohnt wird, somit von ihnen aus Krankheitskeime durch die schlecht filtrierenden Schichten eindringen, oder ob die Oberflächenwässer, die der Quelle zufließen, infiziert werden können oder nicht.

Aus dem vorstehenden folgt, dass die örtlichen Verhältnisse meistens über die Möglichkeit einer Infektion eines Wassers entscheiden. Ihre richtige Abschätzung und die sachverständige Beurteilung der Konstruktion der Wasserbezüge birgt die Lösung der ganzen Wasserfrage, soweit dabei die Infektionsmöglichkeit des Wassers in Betracht kommt.

Zeigt die Oertlichkeit eine Gefahr an, dann kann weder die chemisch gute Beschaffenheit, noch die Keimarmut über die Gefahr hinwegtäuschen. Ist andererseits die Wasserfassung gut

Quellwasser.

Oertliche Verhältnisse.

konstruiert, oder ist die Oertlichkeit ungefährdet, dann wird eine hohe Bakterienzahl, eine nicht gute chemische Beschaffenheit noch nicht für eine Infektionsmöglichkeit sprechen.

b) Die mikroskopischen, bakteriologischen und chemischen Befunde. Sie müssen herangezogen werden, wenn die lokalen Verhältnisse nicht klar liegen. Leider vermögen sie über die Infektionsmöglichkeit nur in relativ seltenen Fällen eine sichere Auskunft zu geben.

Ihren Hauptwert haben sie vielmehr, wenn es gilt, über die Annehmlichkeit und die mehr oder minder grosse Gebrauchsfähigkeit eines Wassers ein Urteil zu gewinnen und bei sonst gut angelegten Wasserbezügen eine gewisse Kontrolle auszuüben, ob die ursprünglich guten Verhältnisse auch Bestand haben.

Die chemische Untersuchung des Wassers ist überdies ein vorzügliches Mittel, um den Grad der Bodenverunreinigung festzustellen, und sie wird vielfach die Handhabe bieten zu wichtigen sanitären Massnahmen.

Küchenabfälle
und Fäkalreste.

Zeigt das Mikroskop in dem Sediment des freien Wassers oder im Schlamm Partikelchen, welche auf den Menschen und seine Haushaltung hindeuten, finden sich Stärkekörner von Getreide oder Kartoffeln, Stückchen Holzkohle und ähnliches oder gar Fäkalreste, z. B. Fleischteilchen, welche durch Imbibition mit Gallenfarbstoff als gelbe Schollen sich darstellen, so ist die gefährdende Verunreinigung erwiesen, und die Möglichkeit der Infektion liegt vor.

Derartige Befunde sind nicht häufig, und es wird daher vielfach der bakteriologische Befund zur Hilfe herangezogen.

Die grosse
Zahl der Bak-
terien
im Wasser.

Man hat gemeint, dass eine grosse Zahl von Mikroorganismen in einem Wasser auf unreine bakterienhaltige Zuflüsse schliessen lasse, und dass dorthin, wohin unschädliche saprophytische Bakterien kämen, auch bei Gelegenheit pathogene Keime gelangen könnten, man hielt deshalb eine grosse Bakterienzahl in einem Brunnenwasser für ein verdächtiges Zeichen; diese Folgerung war nicht ganz richtig.

Die Vermehrung
zufällig hinein-
gelangter
Keime.

Schon bei der Konstruktion gelangen in jeden Brunnen Bakterien hinein; manche Arten vermehren sich in dem reinen Brunnenwasser und finden sich später in erheblicher Anzahl, wenn sie nicht im Laufe der Zeit absterben, oder durch Sedi-mentieren aus dem Wasser grösstenteils verschwinden, oder durch Abpumpen entfernt werden. Eine grosse Zahl von Mikroorganismen an und für sich ist daher für unreine Zuflüsse noch nicht beweisend.

Anders ist das bei Quellen, wo das Wasser in dem Masse wie es zufließt, auch wieder abfließt, ein Stagnieren also nicht statt hat. Werden in dem zufließenden Wasser viel Bakterien gefunden, so spricht das für eine ungenügende Filtration. Die Oertlichkeit muss entscheiden, ob eine Gefahr vorliegt oder nicht. Wird das Quellwasser aber aus der Brunnenstube geschöpft; so ist, da es dort einige Zeit verweilt, und sich stagnierende Wassertheile bilden die Gefahr vorhanden, dass eine zu hohe Bakterienzahl erhalten wird.

Auch die Verringerung der Bakterienzahl durch Abpumpen spricht nicht gegen die Möglichkeit der Verunreinigung bezw. nicht gegen eine Infektionsgefahr, denn zunächst ist die Wirkung des Abpumpens auf die Bakterienzahl nicht konstant, sie hängt vielmehr ab von dem Verhältnis der entfernten zur ganzen Wassermasse einschliesslich des Zuflusses, sowie von dem Keimgehalt des Pumpenrohres und der Pumpe, und dann zeigt sie intermittierende Zuflüsse überhaupt nicht an.

Der geringe Einfluss des Abpumpens auf die Keimzahl.

Ebensowenig ist die Anzahl der Arten für den Nachweis einer Infektionsmöglichkeit zu verwerten. Wenn auch im verunreinigten Wasser mehr Bakterienarten enthalten sind als im reinen, so verschwinden sie doch; wenn der Zufluss nicht kontinuierlich ist, bald aus dem Wasser, und ferner richtet sich der Artenreichtum auch nach der chemischen Beschaffenheit des Brunnenwassers, nach der Beschaffenheit des Pumpapparates, nach der absoluten Wassermenge, nach der Bewegung und Nähe des Brunnenschlammes, der Temperatur und nach manchen anderen Verhältnissen.

Artenzahl.

Ein Bakterium, welches direkt auf eine Verunreinigung mit Kot hinweist, ist das *Bact. coli*; jedoch findet es sich nicht nur im Kot der Menschen, sondern auch der meisten Tiere. Ob das Bakterium in offenen Wässern, wozu auch die schlecht konstruierten und schlecht eingedeckten Brunnen gehören, vorkommt, ist irrelevant; das „Offensein“ an sich genügt. Findet man es aber im Wasser von geschlossenen Brunnen, oder in Quellen, so deutet es darauf hin, dass Brunnen oder Quellen schlecht filtrierte Zuflüsse erhalten.

Die chemische Untersuchung lässt im Wasser die Zersetzungsprodukte der auf oder in den Boden gebrachten Verunreinigungen erkennen.

Die Produkte der Zersetzung.

Unter diesen steht in erster Linie die organische Substanz; dann folgen das Ammoniak und die salpetrige Säure, zuletzt die Kalksalze, die Chloride und Nitrate. Sie weisen auf eine Ver-

unreinigung des Bodens bezw. des Wassers hin, sind aber an sich unschädlich und können als wasserlösliche Substanzen niemals eine ungenügende Filtration für die korpuskulären Elemente, die Bakterien, angeben. Die Wege, welche die gelösten Stoffe einschlagen, um in die Brunnen zu gelangen, sind meistens andere als diejenigen, welche die Bakterien benutzen. Letztere gelangen durch die weiteren Kanäle und rasch von der Bodenoberfläche in die Brunnen hinein; erstere können dieselben Wege gehen, sie können jedoch auch die engsten Kapillaren durchwandern, und es vergehen oft Wochen und Monate, ehe sie das Brunnenwasser erreichen.

Der blosse chemische Befund ohne genaue Kenntnis der Oertlichkeit sagt also über die Infektionsmöglichkeit nichts aus, aber er weist event. auf eine starke Verunreinigung des Bodens hin und gibt dadurch die Veranlassung zu einer sorgfältigen örtlichen Untersuchung und zur Abstellung unhygienischer Zustände, welche die Reinhaltung des Bodens und des Wassers betreffen.

Massnahmen
gegen die in
Brunnen ge-
langten Krank-
heitskeime.

Sind Krankheitskeime in einem Wasser gefunden worden, oder liegt die Möglichkeit vor, dass solche hineingeraten seien, so ist sein Bezug zu verhindern. Bei Brunnen dürften während einer mehrere Monate fortgesetzten Nichtbenutzung die Keime im Wasser abgestorben sein. Soll, was immer rätlich ist, desinfiziert werden, so lässt sich der möglichst leer gepumpte Kesselbrunnen mit Kalkmilch auspinseln, darauf ist eine grössere Menge Kalkmilch einzuschütten, und von Zeit zu Zeit umzurühren; nach 24 Stunden ist auszupumpen, bis der Kalk verschwunden ist. Wo eine Lokomobile zur Verfügung steht, leitet man Dampf ein, wodurch das Wasser bis über 95° erhitzt wird. Wenn diese Temperatur erreicht ist, sind alle Typhus- und Cholerakeime des Brunnenwassers und der Brunnenwände abgestorben. Rasches Abpumpen des heissen Wassers ist erforderlich. Röhrenbrunnen werden durch Eingiessen von Karbolschwefelsäure keimfrei gemacht; auch durch Dampf lassen sich die Rohre desinfizieren.

Brunnen-
Desinfektion.

Das Verschwinden der Karbolsäure wird durch Zusatz von Bromwasser bewiesen, wobei die Mischung klar bleibt, während bei Vorhandensein von Karbolsäure ein weisslicher Niederschlag entsteht. Ist das Rohrnetz einer Wasserleitung infiziert, so füllt man dasselbe mit einer 2⁰/₀₀ Lösung der gewöhnlichen 60 % Schwefelsäure und lässt sie 4—6 Stunden einwirken.

C. Eigenschaften, welche ein Wasser zum Genuss und Gebrauch angenehm machen.

Ein Wasser ist appetitlich, zum Genuss anregend, wenn es kühl, gleichmässig temperiert, klar, farb- und geruchlos und von angenehmem, erfrischendem Geschmack ist und wenn es keine Substanzen enthält, die ihrer Art oder Herkunft nach Ekel erregen.

Die Wassertemperatur soll nicht viel von der mittleren Jahrestemperatur des Ortes abweichen. Hohe Sommer-, niedrige Wintertemperatur eines Wassers ist ein Zeichen dafür, dass es dicht unter der Erdoberfläche steht oder fliesst, oder dass es Zuflüsse von der Erdoberfläche, aus Seen, laufenden Wässern etc. erhält. Wechselt die Temperatur eines sonst guten Wassers, z. B. eines Leitungswassers, beträchtlich, so wendet die Bevölkerung sich leicht von dem guten Wasser ab und dem Wasser der alten, undichten, gefährlichen Kesselbrunnen wieder zu. Eine gleichmässig kühle Temperatur ist ein Hauptfordernis für ein gutes Trinkwasser.

Die Temperatur.

Fade, laugenhaft, süsslich, faulig oder unbestimmt widerlich schmeckende oder übelriechende Wässer sind als Genusswässer zu verwerfen. Ebensowenig ermuntern gefärbte oder getrübe Wasser zum Genuss.

Frischer Geschmack und Klarheit.

Die chemischen Eigenschaften des Wassers geben einen Anhalt über die Herkunft bzw. über die Wege, welche das Wasser im Boden zurückgelegt hat.

Chemische Reinheit.

Durch eine grosse Reihe von Untersuchungen hat sich herausgestellt, dass, ganz im allgemeinen, reine Wasser in 1 l enthalten

Die chemische Zusammensetzung reiner Wasser.

1. nicht mehr als 500 mg mineralische und organische, bei dem Verdampfen auf dem Wasserbade zurückbleibende Stoffe,
2. nicht mehr als 180—200 mg Erdalkalimetalloxyde (Kalzium-Magnesiumoxyd),
3. nicht mehr als 20—30 mg Chlor, entsprechend 33—50 mg Kochsalz,
4. nicht mehr als 80—100 mg Schwefelsäure,
5. nicht mehr als 5—15 mg Salpetersäure,
6. Ammoniak und salpetrige Säure entweder gar nicht oder in kaum nachweisbaren Spuren,
7. die in 1 l enthaltenen organischen Stoffe reduzieren aus einer Chamäleonlösung nicht mehr als 8—10 mg Kaliper-manganat.

Diese Zahlen stellen nur ganz allgemeine Anhaltspunkte, Vergleichswerte dar, von welchen aus man an die Beurteilung eines Wassers herangehen soll. Eigentlich müsste man für jede Gesteinsart, für jede Gegend, also lokale, Vergleichswerte haben, denn tales sunt aquae, qualis terra, per quam flant, die Bodenart

Vergleichswerte, keine Grenzzahlen.

entscheidet über die chemische Beschaffenheit des Wassers. Deshalb dürfen die vorstehenden Werte niemals als sogen. Grenzwerte betrachtet und Wasser nur aus dem Grunde für unappetitlich, verdächtig oder gar für schädlich erklärt werden, weil ihr Gehalt an gelösten Bestandteilen die durch vorstehende Zahlen gegebenen Grenzen übersteigt.

Ob in einem Wasser organische Substanzen, Salpetersäure, etwas Ammoniak oder salpetrige Säure, Kalksalze etc. oder Chlorverbindungen etc. enthalten sind, übt auf die Genussfähigkeit und Annehmlichkeit des Wassers so lange keinen Einfluss aus, als diese Körper sich nicht im Geruch, Geschmack und Aussehen bemerkbar machen, und als sie der Gebirgsformation, der Bodenart entsprechen, also nicht aus verunreinigten Lokalitäten, Dungstätten, Jauchegruben, verunreinigtem Stadtboden, üblen Pfützen her Zuflüsse erhalten haben.

In diesem Falle bewirken sie Ekelgefühle und beeinflussen die Appetitlichkeit wesentlich, und zwar um so mehr, je höher der Gehalt an gelösten Stoffen ist und je weniger zerlegt die ursprünglichen Faulnisstoffe sind; organische Substanzen, Ammoniak und salpetrige Säure sind also unangenehmer als Salpetersäure.

Das Wasser von Tiefbrunnen ist zuweilen reich an den erwähnten Bestandteilen, es kann Ammoniak und organische Substanzen, sogar Schwefelwasserstoff enthalten, ohne dass dadurch seine Appetitlichkeit ungünstig beeinflusst wird, wenn auch seine Genussfähigkeit zunächst dadurch leiden kann.

Härte.

Harte Wasser sind nicht geeignet für die Bereitung mancher Speisen (Kaffee, Tee, Hülsenfrüchte); ferner bilden sie mit Seife unlösliche Verbindungen, worauf bei Reinigungsarbeiten Rücksicht zu nehmen ist, und bedingen starke Kesselsteinbildung, welche im Haushalt lästig ist und das Wasser zur Kesselspeisung minderwertig macht.

Eisen.

Eisenhaltige Wasser schmecken nach Eisen (Tinte), sehen dann unappetitlich aus, riechen auch zuweilen nach Schwefelwasserstoff, bilden in den Leitungsrohren Ablagerungen von Eisenschlamm (Oker) und sind für manche technische Zwecke nicht brauchbar. Das Wasser lässt sich jedoch leicht vom Eisen befreien und in ein tadelloses Trink- und Gebrauchswasser umwandeln.

Bakterien.

Wasser, welche grössere Mengen von Bakterien enthalten, die darin durch Vermehrung entstanden sind, schmecken gewöhnlich fade, sind wenig kohlenensäurehaltig, besitzen meistens eine etwas erhöhte Temperatur, haben also an Frische verloren und sind hauptsächlich aus letzterem Grunde weniger angenehm.

D. Die Menge des erforderlichen Wassers und sein Preis.

Die Menge des pro Tag und Kopf erforderlichen Wassers wird gewöhnlich mit 50—150 l veranschlagt. Die erstere Zahl gilt für kleine Gemeinden, die letztere für Grossstädte. Ungefähr 3—5 l dienen zur Löschung des Durstes und zur Bereitung der Speisen; das übrige Wasser wird verbraucht für die Nebenarbeiten in der Küche, für Bader und Wasche, die Reinigung der Häuser und der Strassen, sowie für die Industrie.

Wasser-
quantum.

Reichliches Wasser ist eine Hauptforderung der Hygiene. Nichts ist für die Reinlichkeit, diesen ersten Faktor der Gesundheitspflege, beschränkender als Wassermangel. Im Interesse einer grösseren Wassermenge kann man sich veranlasst sehen, von zwei unverdächtigen Wasserquellen diejenige zu wählen, welche ein reichlicheres, wenn auch weniger angenehmes Wasser liefert. Ist nicht die genügende Menge unverdächtigen Wassers vorhanden, so sucht man entweder durch Filtration ein brauchbares und fast unverdächtiges Wasser zu gewinnen, oder man macht Doppelanlagen, von welchen die eine das tadellose Trink- und Hausgebrauchswasser, die andere ein minder gutes Wirtschafts- und Industrierwasser liefert. Die Doppelanlagen haben den grossen Uebelstand, dass sich in praxi die scharfe Trennung nicht immer durchführen lässt, sie sind daher nach Möglichkeit zu vermeiden.

Um die Ergiebigkeit eines laufenden Wassers zu bestimmen, misst man den Querschnitt des Wasserlaufes an einer Stelle und multipliziert die erhaltene Zahl mit der Zahl, welche die Schnelligkeit des Wassers an derselben Stelle angibt, oder man misst die Zeit, in welcher ein bekanntes Raummass von dem Wasser gefüllt wird.

Ergiebigkeit
von Wasser-
bezugsquellen.

Bei Grundwasserbenutzung pumpt man mit einem Motor Wochen oder Monate hindurch, bestimmt das entfernte Quantum und sieht, wie tief sich der Grundwasserspiegel senkt, und wie weit sich das Depressionsgebiet erstreckt. Manche Quellen sind in ihrer Ergiebigkeit sehr wechselnd. Sorglosigkeit in der Bestimmung der Wassermasse kann von den übelsten Folgen sein! Stets ist der wasserärmste Monat massgebend.

Um der Wasservergeudung vorzubeugen, empfiehlt es sich, den Verbrauch durch „Wasseruhren“ messen und die entnommenen Kubikmeter bezahlen zu lassen.

Der Wasserzins muss jedoch möglichst niedrig sein, damit nicht aus Sparsamkeitsrücksichten der Wasserverbrauch und damit die Reinlichkeit beschränkt werde.

II. Die Methodik der Untersuchung des Wassers.

Oertlichkeit
a) bei offenen
Wässern und
Quellen

1. Die Untersuchung der Oertlichkeit. Hier steht, wie schon erwähnt, die Frage nach der Infektionsmöglichkeit im Vordergrund, in zweiter Linie steht die Frage der Annehmlichkeit, der Appetitlichkeit. Bei offenen Wässern und bei Quellen ist zu berücksichtigen, ob das Wasser bzw. das tributäre Gebiet der Quelle in stark bewohnter bzw. bebauter Gegend liegen, oder ob sie vom Verkehr abgeschlossen sind, oder abgeschlossen werden können, ob unreine oder verdächtige Zuflüsse erfolgen, wie die Gebirgsformation ist, welche Einflüsse auf die Temperatur einwirken und ihre Schwankungen bedingen, ob Trübungen oder Färbungen des Wassers zu befürchten sind u. dergl.

Auch bedarf die Entnahmestelle und Quellenstube der Berücksichtigung; erstere muss so liegen, dass sie möglichst reines Wasser schöpft, letztere darf Oberflächenwasser keinen Zufluss gewähren und muss vor jeder Verunreinigung geschützt sein.

b) bei Brunnen.

Bei Brunnen gehört zur örtlichen Untersuchung zunächst die Feststellung der Lage des Wasserbezuges zum menschlichen Verkehr, z. B. ob der Brunnen in einem weiten Garten oder in dem engen Hofe eines dicht bewohnten Hauses liegt, ob er konstant oder zu Zeiten (Hochwasser) von einem nahen Fluss mitgespeist wird, wie die Wasserableitung ist, ob sich Schmutzstätten irgend welcher Art in der Nähe befinden, wie der Untergrund beschaffen ist (ob eng- oder weitporig), in welcher Richtung das Grundwasser strömt und wie tief dasselbe steht; ferner kommt hinzu die Besichtigung der Eindeckung und der Konstruktion der Brunnenwand; es ist nachzusehen, ob sich an Eindeckung und Wand Schmutzstreifen oder Algenvegetationen finden, welche auf Zuflüsse aus den oberen und obersten Erdzonen hinweisen; auch ist die Beschaffenheit der Pumpe und ihr Stand zu untersuchen.

a) Temperatur.

2. Die physikalisch-chemische Untersuchung. Die Temperatur des Wassers bestimmt man mit Thermometern, deren Kugeln entweder in einem besonderen Wassergefäß stecken oder mit einem schlechtleitenden Körper, z. B. Wachs, umgeben sind, oder man entnimmt eine grössere Menge Wasser und stellt ein empfindliches Thermometer hinein.

Die zur chemischen Untersuchung erforderliche Wassermenge beträgt ungefähr 3 Liter. Die Probe wird so in Flaschen mit Glasstopfen geschöpft, dass zufällige Verunreinigungen ausgeschlossen sind.

b) Geruch und
Geschmack.

Ein eventuell vorhandener abnormer Geschmack wird am leichtesten erkannt bei einer Erwärmung auf etwa 20°, ein Geruch bei un-

gefähr 60° C. Ueber Farbe und Klarheit bekommt man ein Urteil, wenn man zwei gleich grosse Zylinder auf weisses Papier stellt, den einen mit destilliertem, den andern mit dem zu untersuchenden Wasser füllt und von oben hindurchsieht.

e) Farbe und Klarheit.

Der Rückstand wird bestimmt durch Verdunsten von 200 bis 500 g Wasser im Platintiegel auf dem Wasserbad und Trocknen des Rückstandes bei 110°, bis kein Gewichtsverlust mehr eintritt.

d) Rückstand.

Zur Bestimmung der salpetrigen Säure versetzt man etwa 10 ccm des Wassers mit 1 ccm einer farblosen schwachen Lösung von Metaphenylendiamin in mit Schwefelsäure angesäuertem, destilliertem Wasser. Das Auftreten einer braunroten Färbung beweist die Anwesenheit von salpetriger Säure.

e) Salpetrige Säure.

Zur Prüfung auf Salpetersäure versetzt man 1 ccm des zu untersuchenden Wassers in einem weissen Porzellanschälchen zunächst mit einigen Kristallen von Harnstoff und 0,5 ccm verdünnter Schwefelsäure, um die etwa vorhandene salpetrige Säure zu zerstören, fügt darauf einige Körnchen Diphenylamin und dann zweimal schnell hintereinander je 0,5 ccm konzentrierte reine Schwefelsäure hinzu. Bläuung der Flüssigkeit zeigt Salpetersäure an.

f) Salpetersäure.

Eine genaue Bestimmung macht man am besten nach der Methode von Schulze-Tiemann: das unter der Einwirkung von Salzsäure und Eisenchlorür aus den Nitraten des Wassers entwickelte Stickoxyd wird im Eudiometer über ausgekochter Natronlauge aufgefangen und auf Salpetersäure umgerechnet.

Ammoniak. In einen zu $\frac{3}{4}$ mit dem zu untersuchenden Wasser gefüllten Reagierzylinder gibt man $\frac{1}{2}$ ccm Nesslersches Reagens und schüttelt. Eine innerhalb 15 Minuten auftretende gelbe Farbe oder ein rotgelber Niederschlag zeigt Ammoniak an. Im Wasser enthaltene Kalksalze geben weisse oder graugelbliche Niederschläge.

g) Ammoniak.

Durch Vergleiche mit den Farbreaktionen von Salmiaklösungen verschiedener Konzentration kann man den Gehalt des Wassers an Ammoniak ziemlich genau bestimmen.

Chlor. 100 ccm des Wassers werden in einen Kolben gegeben und mit 3 Tropfen einer Kaliumchromatlösung (1:20) versetzt; dann wird $\frac{1}{10}$ normale salpetersaure Silberlösung (d. h. 17,0 g AgNO_3 im 1 destil. H_2O) hineintitriert, bis der weisse Niederschlag (Chlorsilber) eine gelbe Farbe annimmt (chromsaures Silber). Da 1 ccm Silberlösung 5,85 mg Kochsalz zersetzt, so multipliziert man die verbrauchten ccm Silberlösung mit 5,85 · 10 und findet die in 1 l enthaltenen mg Kochsalz. Durch Multiplikation der ccm Silberlösung mit 3,55 · 10 erhält man die mg Chlor im l.

h) Chlor.

Erdalkalimetalle. Die im Wasser gelösten Kalzium- und Magnesiumsalze bilden die Gesamthärte des Wassers.

i) Härte.

Durch Kochen werden die Bikarbonate in unlösliche Carbonate verwandelt und zum Ausfallen gebracht. Die gelöst bleibenden Chloride und Sulfate bilden in der Hauptsache die bleibende Härte des Wassers. Einen Teil CaCO_3 auf 100 000 Teile Wasser nennt man einen französischen Härtegrad, einen Teil CaO auf 100 000 Teile Wasser einen deutschen Härtegrad; sie verhalten sich wie 100:56.

Man fertigt sich (nach Boutron und Boudet) eine Seifenlösung an, von welcher 2,4 ccm genügen, um 8,8 mg Kalziumkarbonat in



40 ccm Wasser zu zersetzen. Die Lösung füllt man in eine Tropfbürette (Hydrotimeter), welche so eingeteilt ist, dass jeder Teilstrich einem französischen Härtegrad entspricht.

Das zu untersuchende Wasser wird in ein Gefäß geschüttet, welches bei 40 ccm eine Marke hat, dann träufelt man langsam unter kräftigem Umschütteln von der Seifenlösung hinein, bis ein feiner, mindestens fünf Minuten stehenbleibender Schaum die beendete Zersetzung anzeigt. Die Zahl der verbrauchten Teilstriche gibt die französischen Härtegrade, mit 0,56 multipliziert die deutschen Härtegrade an.

Wird die Probe mit $\frac{1}{2}$ Stunde lang gekochtem, dann abgekühltem Wasser gemacht, so erhält man die bleibende Härte.

k) Eisen.

Eisen. Man dampft 500 ccm Wasser, die mit 1 ccm eisenfreier Salzsäure und einigen Körnchen Kaliumchlorat versetzt sind, zur Umwandlung der Ferroverbindungen in Ferrichlorid, auf ungefähr 50 ccm ein, füllt zu 100 ccm mit destilliertem Wasser auf, gibt einen aliquoten Teil, bei wenig Eisen das Ganze, in einen etwa 2,5 cm weiten Zylinder von ungefärbtem Glase, der bei 100 ccm eine Marke hat, und füllt mit destilliertem Wasser bis dahin auf. In 3 gleiche Zylinder gibt man je 1, 2 und 4 ccm einer Lösung von Eisenalaun, die im ccm 0,1 mg Eisen enthält (0,898 g Eisenalaun:1000 Wasser); sodann schüttet man in jeden Zylinder $\frac{1}{2}$ ccm eisenfreie Salzsäure, fügt destilliertes Wasser bis zur Marke hinzu und gibt darauf in jeden der vier Zylinder 2 ccm Rhodanammonium (1:10), schüttelt um und vergleicht die allmählich entstehenden roten Färbungen.

Wasser, welche mehr als 0,3 mg Eisen im Liter enthalten, lassen das Eisen bis zu dieser Grenze ausfallen, werden also trübe und unappetitlich.

l) Organische Substanzen.

Organische Substanzen. Da man die Natur dieser Körper nicht kennt, so kann von ihrer genauen Bestimmung keine Rede sein; man schliesst auf ihre Menge aus dem Sauerstoff, welchen sie einer Chamäleonlösung entnehmen, deren Gehalt an Kaliumpermanganat durch $\frac{1}{100}$ normale Oxalsäurelösung bestimmt ist.

100 ccm des Wassers werden mit 3 ccm verdünnter Schwefelsäure (1:3) und 10 ccm einer Kaliumpermanganatlösung von ungefähr 0,34 g in 1 versetzt und 10 Minuten lang in gelindem Kochen erhalten. Nach dem Kochen gibt man 10 ccm einer $\frac{1}{100}$ normalen Oxalsäurelösung (0,63 g im l) zu und titriert die farblos gewordene Flüssigkeit mit der Chamäleonlösung bis zur schwachen Rötung.

Von der Summe der verbrauchten ccm der Chamäleonlösung werden die ccm abgezogen, welche notwendig waren, um 10 ccm Oxalsäurelösung zu zersetzen. Der Rest wird mit 3,16 · 10 multipliziert und durch die Zahl dividiert, welcher 10 ccm Oxalsäurelösung in Kubikzentimetern Chamäleonlösung entsprechen. Sind z. B. 9,9 ccm Kaliumpermanganatlösung notwendig, um 10 ccm Oxalsäurelösung gerade eine rötliche Färbung zu geben, so ist durch 9,9 zu dividieren.

Auf diese Weise erhält man die Zahl der reduzierten mg Kaliumpermanganat in einem Liter Wasser. Will man die Menge des verbrauchten Sauerstoffes angeben, so multipliziert man anstatt mit 3,16 mit 0,8.

Da die Chamäleonlösung veränderlich ist, muss ihr Titer vor jeder Benutzung festgestellt werden. Zu diesem Zwecke versetzt man 90 ccm

frisch destillierten Wassers mit 3 ccm verdünnter Schwefelsäure nebst 10 ccm $\frac{1}{100}$ normaler Oxalsäurelösung und erhitzt zum Sieden. In die heisse Flüssigkeit wird so lange Chamäleonlösung hineintitriert, bis eine schwache, 5 Minuten bleibende Rötung entsteht. Die verbrauchten ccm entsprechen 10 ccm der Oxalsäurelösung, oder enthalten soviel mg Kaliumpermanganat, als notwendig sind, um 6,3 mg Oxalsäure zu zerlegen.

3. Die bakteriologische und mikroskopische Untersuchung.

Die Bakteriologie vermag in bezug auf Wasseruntersuchungen Auskunft zu geben über die Anwesenheit bestimmter Arten von Bakterien — in erster Linie der pathogenen — im Wasser und über die Leistung der Filtration durch künstliche oder natürliche Filter hindurch. Hiermit ist die Aufgabe und zugleich die Grenze der Leistungsfähigkeit der bakteriologischen Wasseruntersuchung gegeben, und es ist ebenfalls angedeutet, worauf es bei der Probeentnahme ankommt.

Leistung der bakteriologischen Untersuchung.

Soll auf Anwesenheit von Cholera- und Typhusbazillen untersucht werden, so sind wegen der Vorliebe derselben für Luftsauerstoff und Nahrungszentren die Proben von der Oberfläche und zugleich vom Rande der offenen Wässer oder der zugänglich gemachten Brunnen zu entnehmen. Bei Verdacht auf Typhus werde, um im Laufe der Zeit ausgefallene Bakterien mitzufassen, der Grund aufgerührt; bei Benutzung der Pumpe soll nicht zuvor abgepumpt, sondern das nach längerer Ruhe zuerst kommende Wasser untersucht werden. Bei Verdacht auf Milzbrand bedenke man, dass die Sporen viel widerstandsfähiger als die Bazillen und schwerer als Wasser sind, man wird sie daher im Schlamm suchen müssen.

Soll die Untersuchung ein Urteil über die Filtration gewähren, so ist mit aller Sorgfalt zu verhüten, dass fremde Bakterien in die Probe gelangen. Man muss also bei Filtern mit sterilisierten Gefässen und ohne die Wand des Kanals etc. zu berühren, möglichst dicht hinter dem Filter die Probe schöpfen. Bei Quellen ist das Wasser nicht aus der Quellstube, sondern möglichst aus dem Einlauf der Quelle event. mit besonders konstruierten Apparaten zu entnehmen. Will man sich darüber unterrichten, ob ein Brunnen keimfreies Grundwasser führt, so ist wieder das in den Brunnen eintretende Wasser zu schöpfen. Bei Zentralbrunnen bringt man ein zu einer Spitze ausgezogenes, fast luftleeres Reagenzröhrchen zwischen Boden und

Probeentnahme.

Saugerkopf und bricht dort die Spitze ab, worauf das Wasser eintritt (Fig. 23). Bei einem gewöhnlichen Brunnen schlägt man in seinen Boden oder durch die Seitenwand hindurch besondere Rohre oder man treibt neben dem Brunnen bis zur Eintrittstiefe des Wassers in den Brunnen ein Rohr ein; die Rohre werden ebenso wie die Pumpe sorgfältigst desinfiziert. Nicht alle Modalitäten der Wasserentnahme können hier angegeben werden, nur sei nochmals betont, dass jeder Zufluss von im Brunnen bereits vorhandenem Wasser und jeder Bakterienzufluss aus den oberen, nicht beteiligten Bodenschichten unbedingt zu vermeiden sind.

Die entnommenen Wasserproben sind sofort zu untersuchen, andernfalls, um die Vermehrung der Bakterien zu verhindern, in Eis aufzuheben.

Plattenkultur.

Um die Zahl und Art der Mikroorganismen einer Probe zu bestimmen, entnimmt man ihr mit sterilisierter Pipette je 1 ccm, 0,5 ccm und 1 Tropfen Wasser und überträgt jeden Teil in ein Röhrchen mit etwa 6 ccm verflüssigter Nährgelatine. Durch vorsichtiges Neigen des Röhrchens wird das Wasser in der Nährgelatine oder besser salzfreiem Peptonagar (1 % Pepton, 1,25 % Agar) gleichmässig verteilt. Der Inhalt des Röhrchens wird auf sterilisierte Glasplatten ausgegossen, wo man ihn erstarren lässt. Die so beschickten Glasplatten werden auf Glasbänken gelegt und in eine mit angefeuchtetem Papier ausgekleidete Glasglocke gestellt. In derselben kommen bei einer Temperatur von 21 ° C. die in dem erstarrten Nährboden ausgestreuten einzelnen Bakterien zum Auswachsen und bilden sog. „Kolonien“, die zunächst mit der Lupe, dann mit blossem Auge als kleine Punkte erkennbar sind.

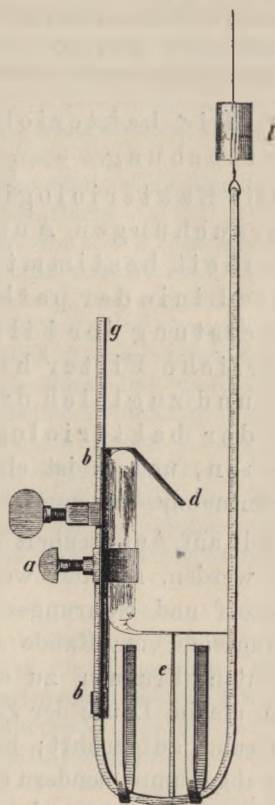


Fig. 23. Apparat zum Schöpfen des Wassers aus grösseren Wassertiefen.

g das Traggestell des Apparates;
b auf g beweglicher Schlitten;
a zwei Schrauben zum Feststellen des Schlittens und des ausgezogenen luftleeren Reagensröhrchens; d Schutzblech und Stütze f. d. Röhrchen; e Schneide, auf welcher das ausgezogene Ende durch das niederfallende Bleigewicht i abgeschlagen wird; neben e zwei Schutzbleche.

Zur Artbestimmung ist erforderlich, die Kolonien mit einer Platinadel zu entnehmen und, soweit Typhus und Cholera in Betracht kommen, nach den angegebenen Regeln zu behandeln. Zur Bestimmung der Zahl werden die Platten auf eine schwarze Unterlage gelegt, mit einer Zählplatte (Fig. 24) überdeckt und unter Anwendung einer Lupe gezählt. Durch Farben der entnommenen Kolonien sowie durch Beobachtung des Wachstums und der physiologischen Eigenschaften lässt sich die Art der Mikroben bestimmen.

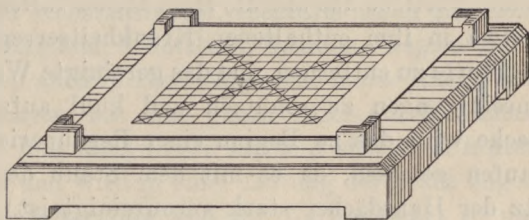


Fig. 24. Zählplatte nach Wolffhügel.

Das Wasser für die mikroskopische Untersuchung entnimmt man am besten den Flaschen, welche für die chemische Untersuchung bestimmt sind und einige Stunden gestanden haben. Man giesst den oberen Teil des Wassers vorsichtig ab, vereinigt die Reste in einem Spitzglas, zentrifugiert oder lässt sie sich absetzen. Die niedergesunkenen Partikel nimmt man mit einer Pipette heraus, bringt sie auf Objektträger und untersucht zunächst mit 50—100facher, dann mit 250—500facher Vergrößerung.

III. Die Wasserbezugsquellen und die Wasserversorgung.

Die natürlichen Wässer, aus welchen der Bedarf an Trink- und Gebrauchswasser gedeckt wird, sind:

A. Das Regenwasser.

Dasselbe enthält die aus der Luft ausgewaschenen Gase, d. h. es ist mit O und N gesättigt und hat etwas Kohlensäure absorbiert; in industriereichen Gegenden nimmt es nicht unbedeutliche Mengen von Ammoniak, salpetriger Säure und Mineralsäuren auf. Ein Liter Regenwasser enthält, bei 0° gesammelt, 32, bei 15° gesammelt 25 ccm Gase. Davon ist ungefähr $\frac{1}{3}$ Sauerstoff, $\frac{2}{3}$ Stickstoff und $\frac{1}{15}$ Kohlensäure.

Ferner reisst es die schwebenden Partikelchen der Atmosphäre mit sich; diese bestehen zum kleineren Teil aus anorganischer Materie, zum grösseren aus Trümmern organischer

Bestandteile,

Natur. Da auch die Mikroorganismen aus der Luft mitgerissen werden, so fault das hoch temperierte Regenwasser leicht. Das zu Ende einer Regenperiode aufgefangene Wasser besitzt diese Eigenschaft in geringerem Grade.

Versorgung mit Regenwasser.

Muss Regenwasser zur Versorgung verwendet werden, so benutzt man mit Vorliebe das auf die Hausdächer fallende Wasser; es sind die etwa in ihm enthaltenen Krankheitserreger und die suspendierten Stoffe zu entfernen, und das gereinigte Wasser ist vor neuen Verunreinigungen zu schützen und kühl aufzubewahren. Zu dem Zwecke wird das zu Beginn einer Regenperiode fallende Wasser ablaufen gelassen, da es mit dem Staub der Luft und dem Schmutz der Hausdächer stark verunreinigt ist. Das später niedergehende, erheblich reinere Wasser kann man durch ein Rohr bis dicht über den Boden einer mit feinem Sand ausgefüllten wasserdichten Grube führen; in dem Sand gibt das Wasser die noch vorhandenen suspendierten Bestandteile ab und fließt durch einen Ueberlauf in die daneben liegende, auf dem Hofe befindliche wasserdichte und von oben dick mit Erde überdeckte Zisterne. (Fig. 25.)

Zisternen für
den Einzel-
bedarf.

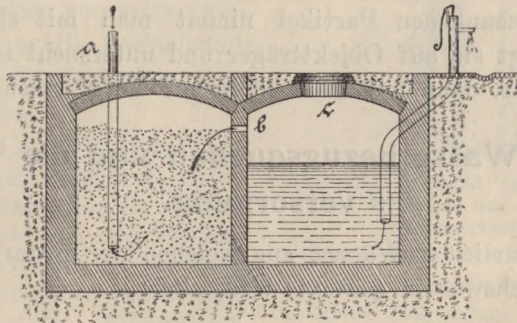


Fig. 25. Zisterne. a Dachrinne, bis zum Boden des Sandfilters reichend, b Ueberlauf in das Reservoir, c Mannloch.

Eine solche Einrichtung findet sich in dem auf Marschboden gelegenen Wilhelmshaven. Das Trinkwasser wird ihm durch eine Wasserleitung aus grosser Entfernung zugeführt. Das Zisternenwasser dient unter gewöhnlichen Verhältnissen nur als Gebrauchswasser. Zur Zeit eines Krieges jedoch ist Wilhelmshaven durch seine Zisternen von der Wasserleitung, welche der Gefahr der Zerstörung ausgesetzt ist, völlig unabhängig.

Derartig filtriertes oder unfiltriertes Regenwasser würde zu Epidemiezeiten abzukochen sein, da die Siedehitze alle bis jetzt

bekanntem Krankheitserreger zerstört. Das abgekochte, fade schmeckende Wasser wird durch einfaches Abkühlen auf 8—9° C. oder durch Zusatz von Tee oder Kaffee etc. wieder schmackhaft.

Man kann auch Gemeinwesen zentral mit Regenwasser versorgen, so existieren z. B. in der Nähe von Aden kolossale, angeblich unter der Römerherrschaft in den Fels gehauene Zisternen, welche das aus den Schluchten zusammenlaufende Regenwasser auf sammeln. Andernorts, so in den grossen Wäldern des Dorfes Belgrad bei Konstantinopel, ebenfalls schon zur Römerherrschaft, sodann in England, Schottland, Spanien, Belgien und in den letzten Jahrzehnten auch in Deutschland, so in der Rheinprovinz, am Harz und in Sachsen, hat man ganze Täler durch Mauern abgesperrt; das Regen- und Bachwasser sammelt sich dann hinter den Sperren im Tale an und wird in einer Leitung der Stadt zugeführt. Liegen diese Wasserreservoirs und ihr Zuflussgebiet in unbebauter, unbewohnter Gegend, ist die Wassermenge eine sehr grosse und hat das Wasser Zeit, mitgenommene Körperchen sich absetzen

Zisternen für den Gesamtbedarf und Talsperren.

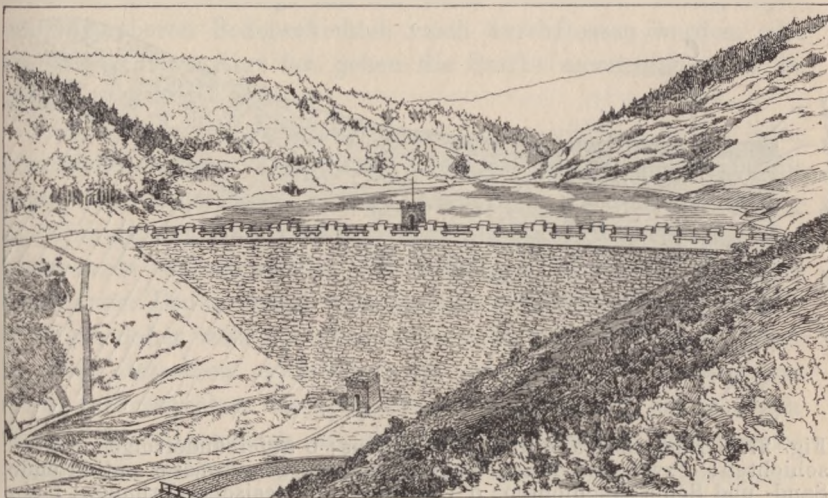


Fig. 26. Talsperre mit dem Stauweiher für Komotau in Nordböhmen.

zu lassen, so bedarf es einer künstlichen Reinigung nicht; andernfalls wird das Wasser in gleicher Weise filtriert wie das Flusswasser; letzteres ist die Regel. Die Temperatur des Sperrwassers richtet sich nach der Jahreszeit; kann jedoch das abzuleitende Wasser aus einer Tiefe von 12 m genommen werden, so ist seine Temperatur eine ziemlich konstante und ungefähr der mittleren Jahreswärme gleich.

Die Stauweiher werden nicht nur für Trink-, sondern auch für Betriebszwecke eingerichtet und stellen bei dem Wachsen der Städte zuweilen die einzige Möglichkeit der Wasserversorgung dar. Selbstverständlich muss das Streben dahin gehen, das Zuflussgebiet, welches oft viele Quadratkilometer umfasst, möglichst rein zu halten. Leider lässt sich das in den betriebsreichen Gegenden, wo die Sperren zuweilen angelegt werden müssen, nicht immer vollständig durchführen; in solchen Fällen muss notwendigerweise eine sorgsame Filtration Platz greifen. Einen in tiefer Waldeinsamkeit sicher gelegenen Stauweiher bringt die Figur 26. Die Kronenlänge der Sperrmauer beträgt 150 m, ihre Breite 4 m, die Dicke der Mauer in der Talsohle 29 m, die Höhe 33 m. Der Inhalt des Beckens beläuft sich auf 750 000 cbm.

B. Das Grundwasser.

Das Regenwasser dringt zum Teil in den Boden ein, bis es zuletzt über einer undurchlässigen Schicht stehen bleibt, wo es allein oder zusammen mit dem seitwärts zufließenden Wasser

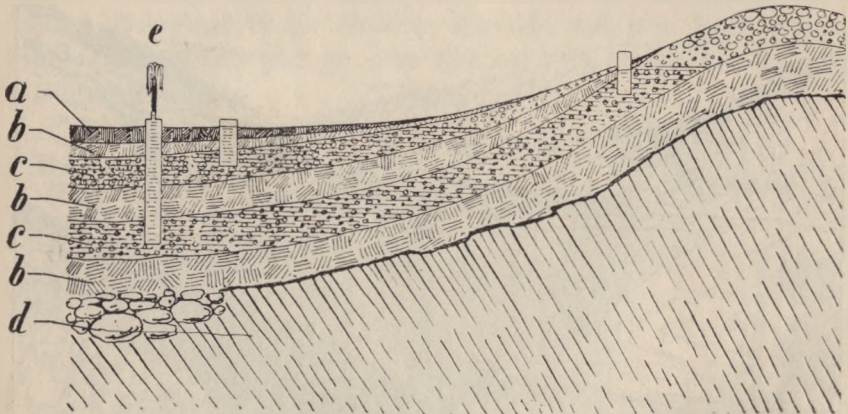


Fig. 27. Grundwasseranordnung. a Humus; b aufeinanderfolgende Tonschichten; c zwei von ihnen eingeschlossene, Grundwasser enthaltende Sand- und Schotterschichten; d Urgestein; e artesischer Brunnen; f ein in derselben Schicht stehender gewöhnlicher Brunnen; i ein in der höherliegenden Grundwasserschicht stehender gewöhnlicher Brunnen.

das Grundwasser bildet. Zuweilen geben auch Oberflächenwässer von ihrem Wasser an die tieferen Bodenschichten und damit an das Grundwasser ab.

Nicht selten liegen durchlässige und undurchlässige Schichten in wechselnder Reihenfolge übereinander und laufen an der Erdoberfläche aus; dann wird über jeder undurchlässigen Schicht ein Grundwasser stehen (Fig. 27).

Das Grundwasser ist in seiner chemischen Konstitution abhängig von den chemischen und physikalischen Eigenschaften des Erdreiches, welches es in vertikaler und horizontaler Richtung durchfließt.

Chemische
Beschaffenheit
des Grund-
wassers.

Das Regenwasser lässt seine suspendierten Partikel in den obersten Bodenschichten zurück, gibt etwaige Säuren ab, verliert seinen Sauerstoff und nimmt von der Kohlensäure des Bodens auf. Kohlensaures Wasser vermag die Karbonate des Kalziums und Magnesiums, ja sogar Silikate und Eisenverbindungen zur Lösung zu bringen. Das Wasser laugt die in den oberen Bodenschichten vorhandene organische Materie aus, nimmt die gelösten organischen Substanzen mit und beladet sich mit ihren Zerfallprodukten, dem Ammoniak, der salpetrigen Säure und der Salpetersäure. Einen grossen Teil der gelösten Stoffe gibt das Wasser rasch wieder ab, so überweist es schon in den oberflächlichsten Schichten das Kalium, die Stickstoffverbindungen, die organischen Substanzen und die Phosphorsäure den Pflanzen und Bakterien zur Nahrung, und nur unter besonderen Bedingungen, wenn die oberen Bodenschichten rasch durchflossen werden, oder der Boden übersättigt ist, gehen die Stoffe unvermindert in die Tiefe.

Ammoniak und salpetrige Säure deuten vielfach in der Nähe befindliche frische Zersetzungsvorgänge an; dasselbe tun die organischen Substanzen, welche gewöhnlich bis auf sehr widerstandsfähige, den Huminkörpern angehörende Bruchteile rasch und grösstenteils zerlegt werden. Die Salpetersäure und das Kochsalz werden vom Boden weder zurückgehalten noch weiter verändert; sie zeigen daher wohl eine Verunreinigung an, ohne indessen über die Zeit derselben Aufschluss zu gewähren. Je weitere und tiefere Bodenstrecken das Grundwasser durchfließt, um so ärmer wird es im allgemeinen an gelösten Substanzen. Tiefstehendes Grundwasser ist daher meistens „reiner“ und in seiner Zusammensetzung beständiger als hochstehendes; auch wird ein in weitporigen Kiesschichten lebhaft strömendes Grundwasser bei gleicher Menge in der Zeiteinheit von oben zugeführter Verunreinigungen naturgemäss reineres Wasser liefern als ein im schwer durchlässigen Lehm oder feinen Sand stehendes oder langsam sich bewegendes Grundwasser. — Dieser Umstand macht sich nicht selten in Städten bemerkbar, wo bei gleicher Verschmutzung die in gut durchlässigem Boden stehenden Brunnen ein chemisch gutes Wasser, die in schwer durchlässigem stehenden ein schlechtes Wasser aufweisen (Fl ü g g e).

Die Bedeutung
der gelösten
Substanzen.

Korpuskuläre
Elemente.

Die Zahl der im Grundwasser schwimmenden korpuskulären Elemente ist im allgemeinen gering, wegen des langsamen Fliessens des Grundwassers, der Flächenattraktion und der Enge der Poren. Am leichtesten werden die kleinsten Partikel, die Tonteilchen, fortgeschwemmt; diese setzen sich selbst bei ruhigem Stehen des Wassers nur äusserst langsam ab und gehen durch sehr dichte Filter hindurch.

Herkunft der
Bakterien.

Ein besonderes Interesse bieten die Bakterien. Nach den Untersuchungen von Fränkel ist das Grundwasser im allgemeinen keimfrei. Die Mikroorganismen gelangen von der Bodenoberfläche und den oberen Bodenschichten gar nicht in das Grundwasser hinein, sobald der Boden gleichmässig fein porös ist, sie bleiben in den Poren haften; schon bei ungefähr 3 m Tiefe kann der Boden pilzfrei sein. Ist jedoch das Erdreich von weiten, nicht mit Detritus ausgefüllten Poren durchsetzt, finden sich Spalten, Risse, von Tieren gegrabene Kanäle, dann läuft das Oberflächenwasser unfiltriert in das Grundwasser hinein und nimmt seine Bakterien mit. Man darf indessen annehmen, dass die Existenz der Mikroorganismen im tiefstehenden Grundwasser keine langdauernde ist, jedenfalls eine Vermehrung dort nicht stattfindet; auch werden bei langsamem Fliessen des Grundwassers die Mikroben durch Sedimentation, Flächenattraktion und Filtration verschwinden. Ferner ist das Grundwasser dann keimhaltig, wenn es bis in die bakterienführende Schicht des Bodens hinaufreicht.

Bakterien in
Privatbrunnen

Da das Brunnenwasser Grundwasser ist, so sollte es ebenfalls keimfrei sein; man findet jedoch keinen keimfreien Hausbrunnen; bei der Ausschachtung und Ausmauerung, bei dem Einsetzen der Pumpe etc. gelangen Bakterien hinein. Die Vermehrung derselben hängt von verschiedenen, nicht immer genau bekannten Bedingungen ab; wesentlich begünstigt wird sie durch eine höhere Temperatur und leicht assimilierbare organische Substanzen. Auch später können Mikroorganismen durch Undichtigkeiten in der Wandung und in der Eindeckung in die Brunnen eindringen. Sind die Brunnen nicht bis zum Grundwasser wasserdicht konstruiert, so dienen sie als senkrecht gestellte Drainröhren für die Umgebung. Im grobporigen Boden fliesst das Aufschlagswasser direkt durch die weiten Kanäle in die Brunnen hinein, im feinsporigen bilden sich mit der Zeit kleine Rinnsale aus, durch welche das Aufschlagswasser, vermischt mit suspendierten anorganischen und organischen Stoffen, Bakterien etc, von der Seite her eindringt.

in Zentral-
brunnen

Die grossen Zentralbrunnen jedoch, aus welchen täglich Hun-

derte und Tausende von Kubikmetern Wasser entnommen werden, führen regelmässig keimfreies Wasser, wenn sie bis unten wasser dicht konstruiert, in gut filtrierendem Sand oder feinerem Kies stehen, und wenn die über der wasserführenden Schicht gelagerten Schichten ebenfalls ein bakteriendichtes Filter darstellen. In den weiten Ebenen des deutschen Diluviums sind solche Brunnen die Regel. Stehen jedoch die Brunnen in engen Flusstälern mit dürftigem Grundwasserstrom, dann kann sowohl seitwärts vom Flusse ungenügend filtriertes Flusswasser angesogen werden, als auch kann bei Ueberflutungen keimhaltiges Wasser vor allem in den den Brunnen benachbarten Teilen der Depressionszone von oben her eintreten.

Flachbrunnen stehen in geringer Tiefe auf oder über der ersten undurchlässigen Schicht. Tiefbrunnen durchsetzen diese erste Lage und entnehmen das Wasser einer folgenden Schicht, wobei das Wasser artesisch zutage treten kann (Fig. 27 e), oder sie stehen auf der oberen undurchlässigen Schicht, wenn diese sehr tief (30 m) liegt.

Tiefbrunnen-
wasser.

Das Wasser der Tiefbrunnen ist oft vorzüglich, zuweilen kann es nicht ohne weiteres zu Trink- und Gebrauchszwecken dienen, denn nicht selten enthält es Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Eisenoxydul. Diese drei Körper entstehen durch Reduktionsprozesse in den sauerstofffreien Bodentiefen aus Nitraten, Sulfaten und Eisenverbindungen. Selbstverständlich zeigt hierbei das Ammoniak und der Schwefelwasserstoff keine Verunreinigung durch den menschlichen Haushalt an. Das Eisenoxydul, welches zunächst in dem kohlen säurehaltigen Wasser völlig gelöst ist, wandelt sich unter der Einwirkung des Sauerstoffes der Luft zu Eisenoxydhydrat um, welches in Gestalt brauner Flocken ausfällt; es muss, wenn das Wasser als Trink- und Hausgebrauchswasser dienen soll, entfernt werden. Auch organische Substanzen sind in einzelnen Tiefbrunnen des öftern in ziemlich reicher Menge enthalten; sie sind ebenfalls indifferent. Die Temperatur des Tiefbrunnenwassers richtet sich nach der Tiefe der Brunnen und kann so hoch sein, dass das Wasser vor dem Gebrauch abgekühlt werden muss. Das Wasser ist ursprünglich in den meisten Fällen keimfrei: die engen artesischen Brunnen, der meist starke Wasserverbrauch lassen eine bedeutende Vermehrung etwa hineingelangter Keime nicht zu, bei reinlich gehaltenen Wasserversorgungen aus Tiefbrunnen ist daher die Bakterienzahl gering. In seltenen Fällen stehen die Tiefbrunnen mit unterirdischen Klüften in Verbindung,

Eisengehalt.

welche Oberflächenwasser und infolgedessen auch Bakterien und andere Lebewesen zuführen.

Eisenhaltiges Wasser bildet ein gutes Nährmaterial für den über weite Bezirke des In- und Auslandes verbreiteten Brunnenfaden, die *Crenothrix polyspora* (Fig. 28). Diese Fadenbakterie

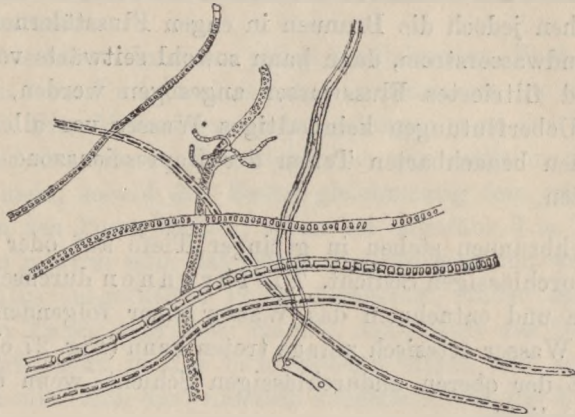


Fig. 28. *Crenothrix polyspora* (500 fache V.) mit Gliedern, sog. Makro- und Mikrogonidien; letztere sind Sporen; sie keimen bei · aus. Rechts liegt eine leere Hülle, aus welcher die Glieder bis auf 4 Mikrogonidien herausgefallen sind.

bildet Flocken, welche sich mit Eisensalzen inkrustieren, wodurch sowohl Unansehnlichkeit des Wassers als auch Verstopfung der Leitungsrohre bewirkt wird; sie wird durch Abfiltrieren entfernt.

Versorgung mit Grundwasser.

Das durch Brunnen erschlossene Grundwasser dient sowohl zur Versorgung einzelner Häuser als auch ganzer Städte.

a) Lokale Versorgung. Die zu ersterem Zwecke gesenkten Brunnen stehen meistens in grösster Nähe der Häuser, ihre Verunreinigung und Infektion ist daher leicht möglich, wenn nicht entsprechende Massnahmen getroffen sind. In der Nähe von Abortgruben, Dungstätten etc. sollen Brunnen nicht angelegt werden; sie müssen die bakterienhaltige Erdschicht durchsetzen, also mindestens 4—5 m tief sein. Kesselbrunnen sind mit festen Steinen in Zement wasserdicht zu mauern und event. mit einer Lehmschicht zu umgeben, ausserdem sind sie wasserdicht zuzuwölben oder in ungefähr 0,25 m Höhe über Niveau abzudecken, so dass das Oberflächenwasser nicht eindringen kann. Die Pumpe stehe nicht auf dem Brunnen, sondern in 2—3 m Entfernung. Das Abwasser der Pumpe ist in möglichst undurchlässiger Rinne gut abzuführen.

Lage der
Brunnen.

Kesselbrunnen.

Schlechte Kesselbrunnen lassen sich verbessern durch Neuaufmauerung oder Dichtung des Mantels von aussen mit Zementputz und Tonschlag bis zu den keimfreien Bodenlagen oder durch Ueberdeckung des Brunnens innerhalb der bakterienfreien Zone und Zufüllung des Brunnenschachtes mit Sand; das eiserne Pumpenrohr wird in letzterem Falle zum Rohrbrunnen.

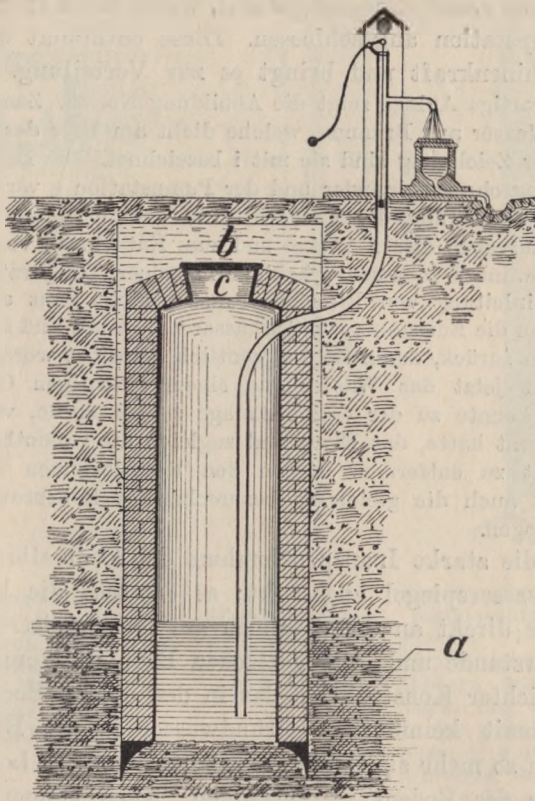


Fig. 29. Guter Pumpbrunnen. a Wasserführende Kiesschicht; b Lehm-schlag; c Mannloch mit eisernem Deckel.

Rohrbrunnen haben vor den Kesselbrunnen den Vorzug der grösseren Billigkeit und der Keimdichtheit. Sie bestehen aus einem Eisenrohr mit Stahlspitze oder Schraube und sind in ihrem unteren Teil durchlöchert oder mit einem Filterkorb von feiner Drahtgaze versehen; auf dem oberen Teil des Rohres befindet sich die Pumpe. Sie eignen sich vorzüglich, um bei grobporigem Boden oder bei hochstehendem, also unreinem und verdächtigem Grundwasser den Bedarf aus grösserer, somit reiner und keimfreier Tiefe zu entnehmen.

Rohrbrunnen.

a) Kesselbrunnen.

b) Zentrale Versorgung. Werden Brunnenanlagen für eine Zentralversorgung benutzt, so kommen entweder Kessel- bzw. Röhrenbrunnen zur Verwendung, oder das Grundwasser wird in liegenden Brunnen, sog. Galerien, abgefangen. Bei der ersteren Anlage werden auf vor Verunreinigungen geschütztem Terrain in Entfernungen von etwa 50 bis 100 m und mehr Brunnen in einen Grundwasserstrom eingesenkt, wasserdicht eingedeckt und an die Pumpstation angeschlossen. Diese entnimmt das Wasser durch Maschinenkraft und bringt es zur Verteilung.

Eine derartige Anlage zeigt die Abbildung No. 38. Zuerst entnahm Berlin sein Wasser aus Brunnen, welche dicht am Ufer des Tegelersees lagen; auf der Zeichnung sind sie mit i bezeichnet. Die Brunnen waren durch ein Saugrohr miteinander und der Pumpstation e verbunden. Die massenhafte Wucherung der Crenothrix in dem eisenhaltigen Wasser zwang zum Aufgeben dieser Anlage und zum Entnehmen von Seewasser. Letzteres schwankte indessen erheblich in seiner Temperatur und war wegen der Einleitung von Rieseldrainwasser nicht ganz einwandfrei. Daher gab man die Entnahme von Seewasser wieder auf und kehrte zu den alten Brunnen zurück, deren Zahl wesentlich vermehrt worden war, und schöpft somit jetzt das Wasser aus einem mächtigen Grundwasserstrom. Man konnte zu der ersten Anlage zurückkehren, weil man inzwischen gelernt hatte, das Eisen und zugleich die Crenothrix aus dem Wasser leicht zu entfernen. Neben den Kesselbrunnen hat man in neuester Zeit auch die gleich zu besprechenden Rohrbrunnen in Anwendung gezogen.

Depressionszone.

Durch die starke Inanspruchnahme der Zentralbrunnen wird der Grundwasserspiegel abgesenkt; es entsteht die Depressionszone, welche direkt an den Brunnen am tiefsten ist. Bei hohem Grundwasserstande und relativ flachen Brunnen kann also selbst bei wasserdichter Konstruktion das in den oberen Bodenschichten stehende, somit keimhaltige Grundwasser in die Brunnen eindringen; um so mehr sind daher eine unverdächtige Lokalität und Reinhaltung des Bodens zu verlangen. Auch können, wenn die Absenkungskurven ein offenes Wasser unterschneiden, Bakterien aus dem letzteren durch den Boden hindurchgedrückt werden.

Die grossen Zentralbrunnen haben eine Konkurrenz in den Rohrbrunnen erhalten.

b) Rohrbrunnen.

Durch Senken der leicht und billig anzulegenden Röhrenbrunnen und Verbindung derselben untereinander kann man einen Grundwasserstrom in grosser Breite erschliessen und an vielen Stellen anzapfen. Auf diese Weise hat man an Orten grosse Massen Wasser zur Verfügung gestellt, wo früher die Wasserversorgung die grössten Schwierigkeiten bereitete.

Eines der lehrreichsten Beispiele ist Frankfurt a. M. Um den Bedarf an Trinkwasser zu decken, wurde in dem Frankfurter Stadtwalde, einem

vor Verunreinigung geschützten Terrain, das in jeder Beziehung zum Trink- und Nutzwasser geeignete, zum Maintal niedergehende Grundwasser durch 280 Röhrenbrunnen erschlossen. (Fig. 30, 31, 32.) Jedes der 5 cm weiten, mit 3—4 m langem Sauger versehenen kupfernen Brunnenrohre wurde in einem 15 cm weiten Futterrohr bis in das Grundwasser gesenkt. Nach Entfernung des letzteren Rohres wurde

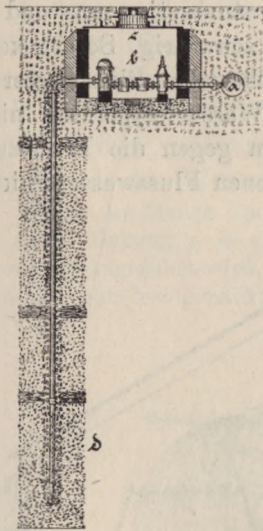


Fig. 30. Ein einzelner Röhrenbrunnen d, mit Anschluss an das Hauptsaugrohr a durch die Kammer b, welche einen Abstellschieber, Wasser- und Vacuummesser enthält.
c Mannloch.

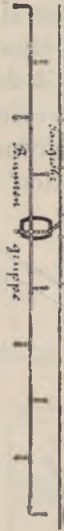


Fig. 31. Eine Brunnen-
gruppe in Ver-
bindung mit
dem Saugrohr.

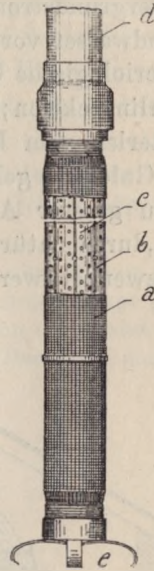


Fig. 32. Sauger; a sehr
feinmaschiges Kupfer-
gewebe; b aufgelötete
Kupferdrähte; diese ver-
hindern das dichte An-
liegen des Gewebes (a)
an der gelochten Kupfer-
hülse c; d das nach oben
führende Rohr; e Fuss,
im Kies stehend.

Kies eingeschüttet. Je 10 Rohre bilden eine Gruppe, welche an das gemeinsame Hauptpumprohr angeschlossen wurde. Die Entleerung findet von einer gemeinsamen Pumpstation aus statt. Jeder Brunnen liefert 0,5 Sekundenliter, d. h. die Anlage schafft täglich über 10 000 cbm. Die Kosten betragen rund 890 000 Mk., die Bauzeit dauerte nur 3 Monate.

Unter Sammelkanälen oder Sammelgalerien versteht man unterirdisch angelegte Kanäle mit durchlässiger Wandung, in welche das Grundwasser eintritt, um an einer Stelle abgepumpt zu werden oder in einen Brunnen oder ein Reservoir abzufließen. Solche Sammelröhren müssen entweder in der bakterienfreien Bodenzone oder, sofern das nicht zugänglich ist, in einem

c) Galerien.

vor Verunreinigungen geschützten Terrain liegen. Häufig hat man Galerien in Talsohlen parallel den Flüssen gebaut mit der Idee, das vom Fluss versickernde Wasser durch natürliche Filtration zu reinigen und in reichlicher Menge der Stadt zuzuführen. Meistens hat man jedoch auf diese Weise nicht Flusswasser, sondern dem Flusse zuströmendes Grundwasser oder den ihm parallelen „Untergrundstrom“ erschlossen. Ueber die Frage, ob Fluss- oder Grundwasser vorliegt, entscheidet die vergleichende chemische und bakteriologische Untersuchung; die Temperaturbestimmung und die Lokalinspektion; die Entscheidung ist oft schwierig. Sofern keine Bakterien vom Fluss aus mit dem einsickernden Flusswasser in die Galerien gelangen und sofern die Wassertemperatur nicht in zu grosser Amplitude schwankt, kann gegen die Benutzung des „durch natürliche Filtration“ gewonnenen Flusswassers nichts eingewendet werden.

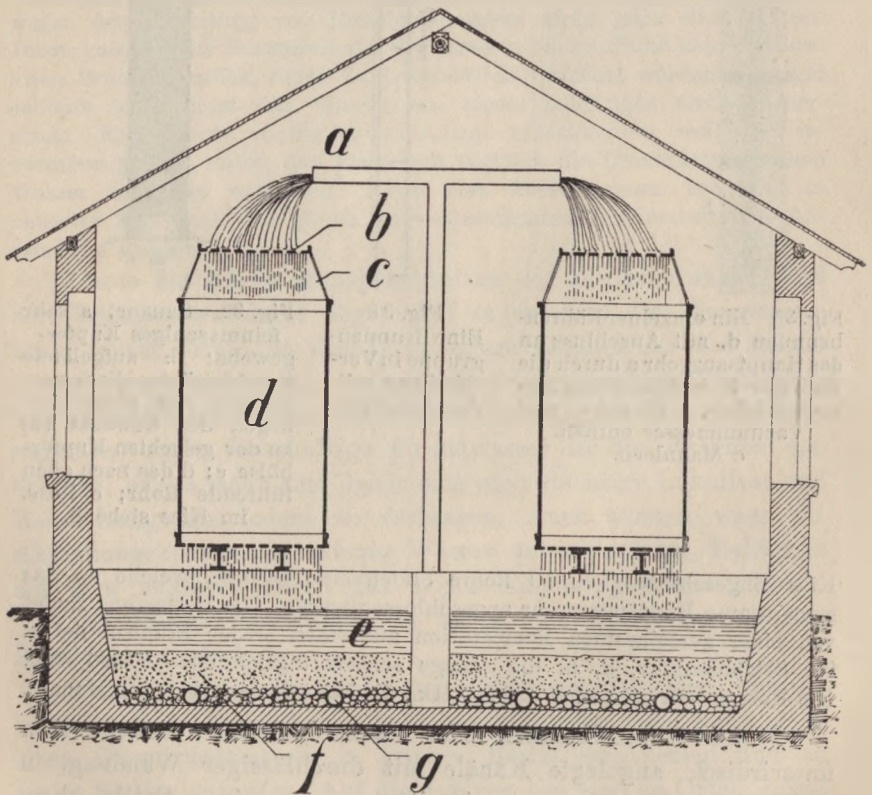


Fig. 33. Enteisungsanlage. a Rohr, welches das „Rohwasser“ zuführt; b gelochtes Blech, von welchem das Wasser in feinen Strahlen (c) in die mit Koks gefüllten Türme (d) fällt. Unten fällt das „gelüftete Wasser“ heraus und steht in dem Filterbassin bei (e) über der filtrierenden Grobsandschicht (f); g Reinwasserrohr.

Wo auf der oberen undurchlässigen Schicht Grundwasser von entsprechender Quantität oder Qualität nicht vorhanden ist, kann man die Durchbrechung der oberen abschliessenden Schicht unter Tiefbrunnenanlage versuchen. Enthält das tiefstehende Grundwasser Eisenoxydulverbindungen, so bildet sich bei Berührung mit Luft Eisenoxydhydrat. Man befreit das Wasser dadurch von dem Eisen und Mangan, welches sich ganz ähnlich verhält wie das Eisen, aber schwerer ausfällt, und dem Schwefelwasserstoff, dass man es in feinem Regen aus 2 m Höhe durch die Luft fallen (Oesten, Proskauer), oder es durch Kokstürme von 2 m Höhe auf ein Sandfilter rieseln lässt (Piefke) oder beide Lüftungsverfahren kombiniert. Das gelüftete Wasser wird auf Sandfilter geleitet, welche auf 1 qm Filterfläche stündlich ungefähr 1 cbm Wasser liefern.

d) Tiefbrunnen.

Enteisenung.

Wenn die Menge des Eisens nicht gross ist und dem Wasser schon bei seiner Hebung z. B. durch eine Druckluft- (Mammut-) Pumpe genug Sauerstoff zugeführt wird, kann man das Eisen dadurch los werden, dass man es durch fest gepackte Rotbuchenspäne drückt. Das Eisen scheidet

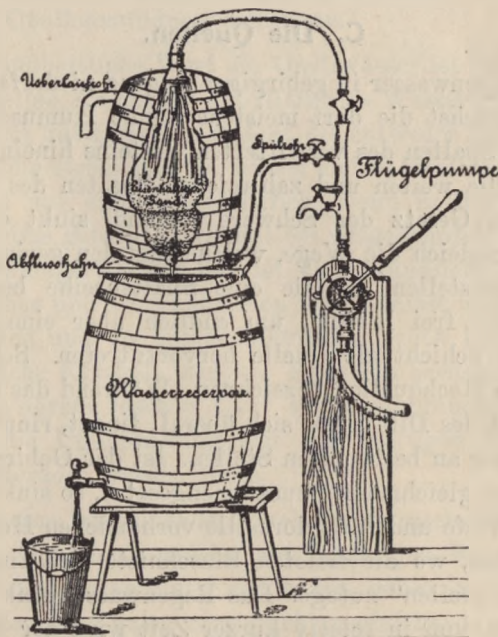


Fig. 34. Enteisenungsfilter mit Flügelpumpe nach Dunbar.

sich an den Spänen ab und bleibt dort liegen, das Wasser läuft völlig blank ab. Die Späne werden von Zeit zu Zeit gereinigt.

Für kleinere Betriebe mit beschränktem Raum eignet sich das Kröhnke-Dunbarsche Verfahren: durch Zusatz von Eisenchlorid und

Kalkmilch entsteht ein flockiger Niederschlag, welcher sehr rasch ausfällt; das so geklärte Wasser wird durch Sand filtriert, welcher in einer Trommel mit beweglichen Siebböden eingeschlossen ist; zur Reinigung lockert man die Böden und spült mit Reinwasser aus. — Für den Hausgebrauch richtet Steckel den Brunnen doppelwandig ein mit zum Teil offenen Fugen; in den Wandzwischenraum und auf den Brunnenboden kommt eine Schicht zerschlagenen gebrannten Kalkes. Lübbert lässt das Eisenwasser durch Luft in einen mit fast bis unten reichender Scheidewand versehenen Kasten fallen, dessen unterer Teil Sand enthält; an der Reinwasserseite liegt über ihm eine Schicht Kalkstückchen, dann wieder Sand. — Kurt pumpt mit einer Doppelpumpe gleichzeitig sowohl eisenhaltiges Wasser aus einem Brunnen in ein unterirdisch gelegenes kleines Reservoir, wobei das Wasser durch die Luft fällt, dann eine Filterschicht passiert und von dort in das tiefer gelegene kleine Reinwasserreservoir fließt, als auch das klare Wasser aus letzterem. — Dunbar lässt das Wasser aus dem Pumprohr durch eine Brause austreten, welche ihr Wasser in eine halb mit Sand gefüllte Tonne entleert; ein Zapfhahn lässt das enteisente Wasser von dort in eine als Reservoir dienende zweite Tonne laufen. Wo wenig Eisen im Wasser vorhanden ist, genügt schon die Anbringung eines Kohlenfilters, um das Eisen zurückzuhalten.

C. Die Quellen.

Wenn Regenwasser in gebirgiger Gegend niederfällt, so durchdringt es zunächst die dort meistens dünne Humusdecke, sickert in die feinen Spalten des verwitterten Gesteins hinein und gelangt von dort in die weiten und zahlreichen Spalten des gewachsenen Felsens. Dem Gesetz der Schwere folgend, sinkt es tiefer und läuft dabei zugleich die Wege, welche ihm den geringsten Widerstand entgegenstellen, so die eine Spaltenreihe benutzend und andere Spalten frei lassend, um endlich über einer relativ undurchlässigen Schicht als Quelle hervorzutreten. Solche Quellen kann man als Hochquellen bezeichnen. Während das Grundwasser in den Ebenen des Diluviums sich überall findet, rinnt das Wasser im Gebirge nur an bestimmten Stellen. Ist das Gebirge aber stark zerklüftet und gleichmässig zusammengesetzt, so sinkt das Wasser rasch in die Tiefe und füllt dort alle vorhandenen Hohlräume aus. An den Stellen, wo die tiefsten Einschnitte sich finden, tritt es in „Ueberlaufquellen“ zutage. Das Regenwasser sinkt im Gebirge sehr rasch ein, und in relativ kurzer Zeit wird der Weg von der Quellenwurzel bis zur Quellenmündung in ausgewaschenen Bahnen durchlaufen. Wo die filtrierende Schicht wenig stark ist und im weiteren Laufe des Wassers keine Filtration statt hat, wie z. B. im zerklüfteten Kalkgebirge, da ist das Quellwasser zur Zeit von Regen und kurz nachher trübe und bakterienhaltig.

Hoch- und Ueberlaufquellen.

Entstehung.

Gute und schlechte Quellen.

Wo die filtrierende Schicht dicht ist und wo die ursprünglichen Spalten im Gestein durch gut filtrierendes Material, z. B. feine Quarzteilchen, ausgefüllt sind, wie vielfach im Sandsteingebirge, oder wo das Gebirge nicht aus festem Fels, sondern aus diluvialen Anschwemmungen oder Moränenschutt besteht, da zeigt das Quellwasser wegen seiner guten Filtration die schlechten Eigenschaften nicht, da ist es klar und bakterienfrei. Wo eigentliches Grundwasser als Quelle hervortritt, wie z. B. in alten Dünengebieten, da ist ebenfalls Klarheit und Reinheit die Regel.

Wieder andere Quellen gibt es, die auf ihrem Wege Zuflüsse aus Seen, Teichen oder Wasserläufen erhalten oder nichts anderes als versunkenes und an einer entfernten Stelle wieder hervortretendes Fluss- oder Seewasser sind. Sie führen also Oberflächenwasser. Der Beweis, dass eine Quelle Oberflächenwasser, sei es schlecht filtrierte Tagewasser, sei es Bach-, Fluss- oder Seewasser, aufnimmt, lässt sich durch Einschütten von Kochsalz, alkalischer Fluoreszeinlösung (Uraninkali) oder leicht kenntlichen Bakterien oder Hefen an den verdächtigen Stellen und deren Nachweis an der Quellenmündung erbringen.

Sekundäre
Quellen.

Der gesundheitliche Wert der Quellwässer ist danach sehr verschieden. Quellen, welche ein gut filtrierte Wasser führen, sind für die Versorgung gut geeignet; andere, die entweder immer oder nach Regen und Schneeschmelze ein trübes und bakterienreiches Wasser bringen, sind nur dann ungefährlich, wenn in ihr Gebiet keine Krankheitskeime gelangen, wie das bei ausgedehnten Waldgebieten oder sterilen Felspartien der Fall ist. Eine gründliche Untersuchung der geologischen und orographischen Verhältnisse wird, unterstützt von chemischen und vor allem bakteriologischen Untersuchungen, die erforderliche Klarheit bringen. Es ist zu berücksichtigen, dass die Quelle in ihrem raschen Lauf Verunreinigungen sehr schnell fortschafft, die Untersuchung also zur richtigen Zeit angestellt und oft wiederholt werden muss.

Gesundheits-
wert der
Quellen.

Unangenehm ist bei vielen Quellen der rasche Wechsel in der Ergiebigkeit. Quellen, welche ein mächtiges Reservoir in Gestalt feinsten Kanälchen hinter sich haben, geben ihr Wasser gleichmässig ab; die Poren haben eine stark ausgleichende Wirkung. Wo statt der Poren sich feinere und gröbere Kanäle finden, da ist die Ergiebigkeit eine sehr wechselnde; in trockenen Zeiten sickert das Wasser aus den wenig zahlreichen Poren schwach heraus, die kleinen Spalten geben ihr Wasser ab, die Quelle geht zurück; kommen aber Regen, so fehlt die mächtige ausgleichende Poren-

Ergiebigkeit.

schicht, und fast unvermittelt tritt das eingesunkene Regenwasser als „Quellwasser“ wieder zutage.

Versorgung mit Quellwasser.

Die Versorgung mit Quellwasser wird von den Gemeinden deshalb vielfach bevorzugt, weil wegen der hohen Lage manche Quellen gestatten, ihr Wasser in einer Gravitationsleitung zuzuführen. Wo, wie bei vielen Ueberlaufquellen, das nicht möglich ist, da bieten oft die neben den Quellen befindlichen Wasserläufe die Kraft, das Wasser zu heben. Hiervon hat man z. B. im Jura Süddeutschlands vielfach Gebrauch gemacht. Dort wird das Wasser mächtiger Quellen in tiefen Einschnitttalern durch Maschinen, die ihren Antrieb erhalten durch die Kraft der Bäche, die in den engen Talern niederfließen, auf die Hochebene gehoben und in Reservoirs gedrückt, die nun wieder ganze Reihen von Weilern und Dörfern speisen.

Quellfassung.

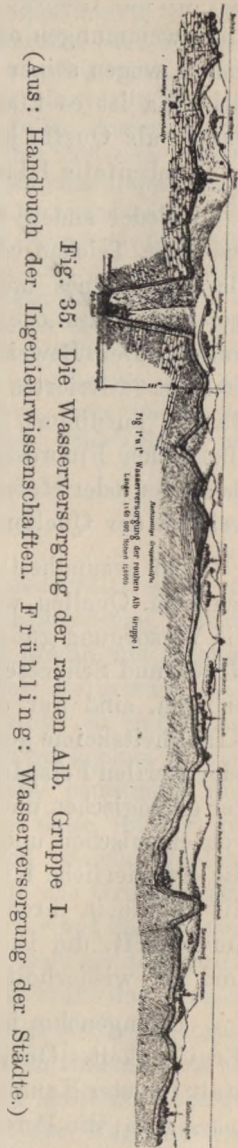
Um zu verhindern, dass an der Quellmündung unreine Oberflächenwasser dem Quellwasser sich beimischen, oder dass das Wasser mit unsauberen Schöpfgefäßen entnommen oder durch Spülen der Wäsche, Hineinwerfen von Gegenständen usw. verunreinigt werde, ist die Quelle in Mauerwerk tief und absolut dicht zu fassen und die entstehende Brunnenstube mit einer eisernen geschlossenen Tür mit übergreifendem Deckel zu schützen.

Ist das Wasser der Quelle bedenklich, so muss es von den event. darin befindlichen pathogenen Keimen befreit werden, sei es durch Filtration, sei es durch Sterilisierung, z. B. mittels Ozons.

D. Die Flüsse, Bäche und Seen.

Laufende Wässer nehmen Quellwasser, Grundwasser, das oberflächlich ablaufende Regenwasser und in vielen Fällen auch

Boschaffenheit
der laufenden
Wässer.



(Aus: Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Frühling: Wasserversorgung der Städte.)

Industrie- und Stadtabwasser auf; damit ist ihr Charakter bezeichnet; die Flüsse können sowohl — besonders in dem Oberlauf — sehr rein sein, als auch — meistens in dem späteren Verlauf — viel suspendierte und gelöste Substanzen enthalten.

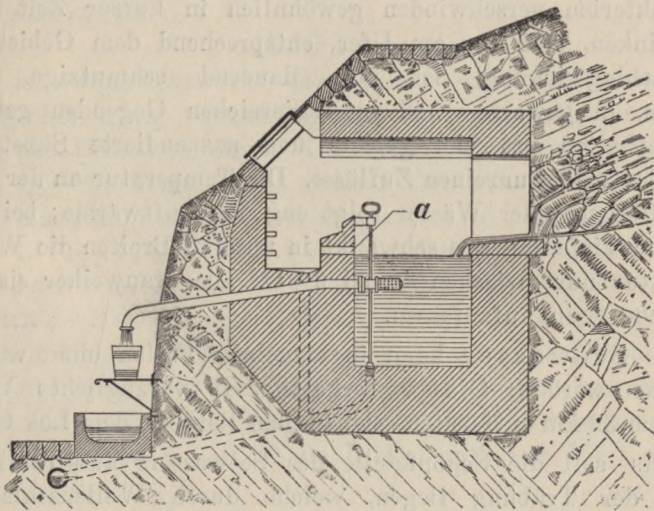


Fig. 36. Geschlossene Brunnenstube. a Ueberlauf, in das Ablaufrohr führend.

Durch den steten Kontakt mit der Luft wird die Kohlensäure des Wassers zum grössten Teil abgegeben, wodurch ein Teil der Kalksalze ausfällt; Fluss- und Seewasser ist daher gewöhnlich weicher als das Grundwasser der gleichen Gegend; von dem Sauerstoff des Wassers wird etwas verbraucht zu der durch Mikroorganismen hervorgerufenen Zerlegung der organischen Substanzen. Die suspendierten anorganischen und organischen Partikel, sowie die Mikroorganismen werden den Bächen, Flüssen und Seen vorzugsweise durch die Regenwasser und die Stadt- und Industrieabwässer zugeführt. Jeder stärkere Regen hat eine neue Verunreinigung der Wässer zur Folge. Dabei nimmt die Menge der gelösten Substanzen infolge der eintretenden Verdünnung gewöhnlich ab, die Zahl der Bakterien und suspendierten Bestandteile jedoch zu. Die Wasserläufe und die Seen geben indessen einen Teil der ihnen anvertrauten gelösten und suspendierten Stoffe bald ab und werden wieder rein. Man nennt diesen Vorgang die Selbstreinigung. Die Faktoren, welche sie bedingen und beeinflussen, sind in dem Kapitel über die Einleitung der Abwässer

Selbst-
reinigung.

in die Flüsse genauer angegeben. Die Temperatur der offenen Wässer schwankt entsprechend der Jahreszeit.

Seewasser.

Von den Seen sind die Bergseen am reinsten, ihr Gehalt an gelösten und suspendierten Bestandteilen ist oft auffallend gering. Die in die Seen eingeschwemmten schwebenden Teilchen und Bakterien verschwinden gewöhnlich in kurzer Zeit durch Niedersinken, und nur am Ufer, entsprechend dem Gebiete der Wellenschlagwirkung, ist eine dauernd schmutzige Zone. Kleinere, in gewerbe- und industriereichen Gegenden gelegene Seen enthalten oft viel gelöste und suspendierte Substanzen wegen der vielen unreinen Zuflüsse. Die Temperatur an der Oberfläche stagnierender Wässer folgt eng der Luftwärme; bei etwa 12—15 m Tiefe dagegen schwankt in unseren Breiten die Wassertemperatur nur zwischen 4 und 9° C. Die Stauweiher sind als künstliche Seen aufzufassen.

Das Seewasser kann in einzelnen Fällen ohne weiteres getrunken werden; Glasgow erhält z. B. vorzügliches Wasser aus einem 39 km entfernten schottischen Bergsee, dem Lok Catrin.

Stets soll die Schöpfstelle des Seewassers ausserhalb der Grenze der Trübung liegen, welche durch Wellenschlag im Wasser erzeugt wird. (Vergleiche die Zeichnung No. 38, bei g I ist die Schöpfstelle unrichtig, bei g richtig angelegt.) Bei tiefgrundigen Seen ist das Wasser aus den Schichten mit kühler, möglichst gleichmässiger Temperatur zu entnehmen. Ist das Seewasser der Gefahr der Infektion ausgesetzt, so ist es wie verunreinigtes Flusswasser zu behandeln.

Bachwasser.

Die aus bewaldeten, unbebauten und wenig bewohnten Gegenden hervorkommenden Bäche können direkt zu Trink- und Gebrauchszwecken geeignetes Wasser liefern. Will man eine grosse Stadt mit derartigem Wasser versorgen, so fasst man die Bäche und führt sie in geschlossenem Rohr der Stadt zu. Wenn jedoch der Zufluss unregelmässig ist, die Bäche z. B. im Sommer versiegen, so baut man Reservoirs oder sperrt Täler ab und schützt sie vor Verunreinigung durch Umpflanzung mit Gehölz und durch Bewachung. Die zur Zeit des Ueberflusses sich füllenden Reservoirs, Stauweiher, geben ihr Wasser in einer dem Bedarf entsprechenden Menge ab.

Versorgung mit Fluss-, Bach- oder Seewasser.

Gewöhnlich kann Sperr-, See- und Flusswasser nicht ohne weiteres genossen werden. Entweder liegt die Möglichkeit vor,

dass Infektionserreger hinein gelangen, oder suspendierte Partikel machen das Wasser unansehnlich, oder die gelösten Substanzen verleihen ihm einen unangenehmen Geschmack bzw. Geruch oder Farbe.

Das Hauptmittel, derartiges Wasser zum Genuss brauchbar zu machen, ist

die Filtration.

Es ist wünschenswert, dass schon das unfiltrierte Wasser möglichst wenig verunreinigt sei; anderen Falles lässt man es vor der Filtration durch Klärbecken gehen, wo es im Verlauf von $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ Tagen einen grossen Teil seiner Sinkstoffe abgibt.

Man unterscheidet zwischen zentraler und Hausfiltration.

1. Zentrale Filtration. Bei ihr kommt das Wasser vor der Verteilung an die Konsumenten auf die Filter. Dieselben stellen 1—3000 qm grosse, gemauerte Becken dar, an deren Boden die mit vielen Oeffnungen versehenen Sammelkanäle für das Reinwasser liegen; über dem Boden lagert eine unten aus Feldsteinen, dann aus grobem Kies, darauf aus feinem Kies bestehende Schicht von im ganzen bis zu 80 cm Dicke; auf diese folgt eine dünne

Konstruktion
der Filter.

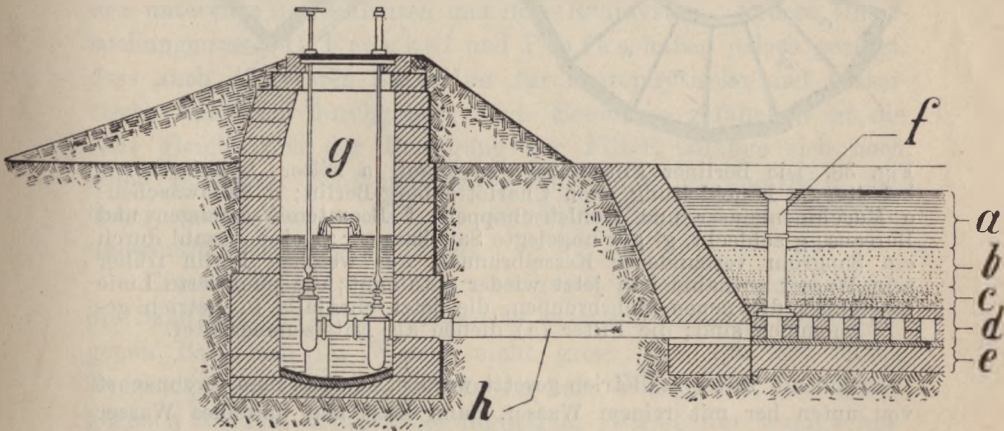


Fig. 37. Durchschnitt einer Filterabteilung. a Unreinwasser; b Feinsand und Grobsand; c Feinkies und Grobkies; d Schicht aus lose zusammengesetzten Ziegeln; e Zementmauerwerk; f Kanal für Unreinwasser; g Regulierkammer für den Reinwasserabfluss; h Reinwasserkanal.

Lage groben Sandes, über welche 60—120 cm hoch feiner, scharfer Sand geschüttet ist. Die Schichten werden an mehreren Stellen von den Zuflussrohren für das unreine Wasser durchsetzt. Ueberwölbung der Filter schützt vor Verunreinigung von aussen und verhindert die für den Betrieb störende Eisbildung, schützt aber vor Erwärmung durch die Sonne nur wenig; das Wasser in über-

wölbten Filtern ist höchstens 1° kühler als in offenen. Die Reinwasserkanäle münden, nachdem sie die Aich- und Regulierkammern passiert haben, in das Reinwasserreservoir, von wo aus das Wasser zum Konsum abgegeben wird. Als Paradigma für eine grössere Anlage diene die nachstehende Ansicht des Tegeler Wasserwerks. (Fig. 38.)

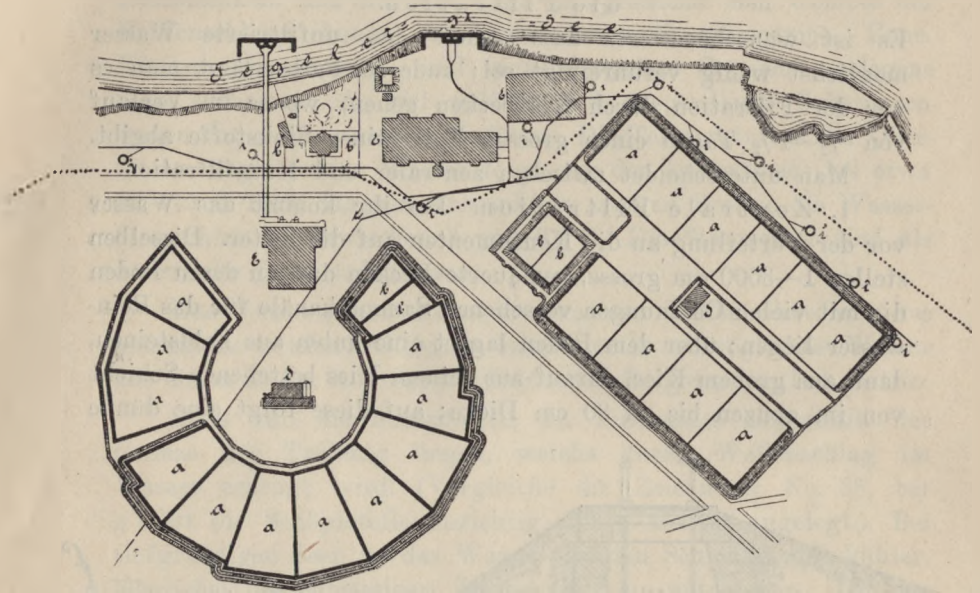


Fig. 38. Die Berliner Filteranlage zu Tegel. a Filter; b Reinwasserbehälter; c Druckleitung nach Charlottenburg-Berlin; d Sandwaschen; e Maschinenhäuser und Kohlenschuppen; f Beamten-Wohnungen und Bureaus; g schlecht, g¹ gut angelegte Saugkammer; i eine Anzahl durch ein Saugrohr verbundener Kesselbrunnen, aus welchen Berlin früher sein Wasser entnahm und jetzt wieder entnimmt; die punktierte Linie bezeichnet die neuen Rohrbrunnen, die jetzt ebenfalls in Betrieb genommen sind; die Filter (a) dienen als Enteisungfilter.

Soll ein Filter in Betrieb gesetzt werden, so füllt man es zunächst von unten her mit reinem Wasser, dann lässt man unreines Wasser zu. Aus diesem senken sich die suspendierten Bestandteile auf den Feinsand nieder und bilden dort eine sehr feinporige, aber durchlassende Haut. Sie ist die eigentliche Filterschicht; die übrigen Schichten, auch der Feinsand, dienen ihr hauptsächlich als Unterlage, jedoch hält der Feinsand in seiner ganzen Dicke noch eine grosse Menge Bakterien zurück, welche die Schlammschicht durchdrungen haben. Wenn sich nach 12—24 Stunden etwas Schlamm abgesetzt hat, so beginnt man die Filtration durch vorsichtiges Ablassen des Reinwassers. Je mehr Wasser durchfiltriert ist, desto dicker und dichter wird die Schlammschicht, desto besser werden die suspendierten Bestandteile zurückgehalten, aber desto weniger Wasser fliesst hindurch. Um die notwendige Quantität zu erhalten, erhöht man den Filtrationsdruck durch

Filtrierende
Schlamm-
schicht.

Quantität der
Filterleistung.

vermehrten Zufluss von unreinem Wasser, bis bei ungefähr 60 cm Wasserhöhe eine weitere Steigerung sich verbietet, da bei stärkerem Druck das Filter Gefahr läuft, durchbrochen zu werden, d. h. die Schlammdecke und die Sandschichten werden an einer oder der anderen Stelle auseinander gedrückt, und ungereinigtes Wasser strömt durch die entstandene Lücke.

Das totgearbeitete Filter wird gereinigt durch Abschaufeln der Schlammage einschliesslich der obersten 1 cm starken Feinsandschicht. Wenn die Dicke des Feinsandes bis auf 30 cm Höhe vermindert ist, wird neuer oder wieder gewaschener Sand aufgefüllt.

Der Betrieb ist so zu regeln, dass möglichst langsam filtriert wird; 1 qm Filterfläche soll in 24 Stunden 2, höchstens 3 cbm Wasser liefern, d. h. die Filtrations-(Arbeits-)geschwindigkeit beträgt etwa 100 mm; ihre Grösse richtet sich nach der Beschaffenheit des Rohwassers und der bakteriologischen Leistungsfähigkeit der Filter. Der Betrieb muss möglichst regelmässig sein, d. h. die Filtrationsschnelligkeit und Filtrationsleistung müssen in der Zeiteinheit die gleichen bleiben. Ungleichheiten, sog. Druckschwankungen, bewirken eine Störung der Ruhelage der feinen Partikel und einen vermehrten Durchtritt derselben.

Früher glaubte man, ein gut konstruiertes Sandfilter halte bei einem regelmässigen Betrieb alle auf dasselbe gegebenen Keime zurück, und die im Filtrat enthaltenen Bakterien entstammten den unteren Filterschichten und dem Rohrsystem. Neuere Untersuchungen von C. Fränkel und Piefke haben jedoch gezeigt, dass auch die besten Sandfilter für saprophytische und parasitische Bakterien durchgängig sind. Besonders gefährlich ist die Zeit gleich nach der Reinigung der Filter, solange sich noch keine genügende Schlammdecke gebildet hat; es empfiehlt sich daher, event. das im Anfange der Filtration gewonnene Wasser unbenutzt fortlaufen zu lassen.

Qualität
derselben.

Einen absoluten Schutz gegen Infektion bieten somit die Sandfilter nicht. Indessen ist meistens die Zahl der pathogenen Bakterien im Wasser nicht gross, und von den vielen Tausenden von Keimen, welche im ccm Wasser auf das Filter gegeben werden, dringen bei regulärem Betrieb nur wenige hindurch. Wird aber die Schnelligkeit der Filtration über Gebühr gesteigert, oder kommen Betriebsstörungen vor, dann ist allerdings die Möglichkeit des reichlichen Durchtrittes der Bakterien gegeben.

Die übrigen schwebenden Bestandteile des Wassers werden durch die Sandfilter fast alle vollständig zurückgehalten; die feinsten Tonpartikelchen indessen werden wenig beeinflusst. Die chemische Beschaffenheit wird insofern modifiziert, als vorhandener widriger Geruch und Geschmack entfernt oder stark abgeschwächt werden, und salpetrige Säure und Ammoniak aus

dem Wasser verschwinden, ferner durchweg die Oxydierbarkeit etwas abnimmt, während die Rückstandsmengen, der Kalk- und Chlorgehalt, unbeeinflusst bleiben.

Kontrolle.

Die häufige, regelmässige bakteriologische Untersuchung des zu filtrierenden und des filtrierten Wassers jeden einzelnen Filters, nicht etwa des Mischwassers, ist das unerlässliche Mittel, sich über die Art des Betriebes zu unterrichten, den Gang der Filtration zu kontrollieren und eingeschlichene Schäden zu entdecken. Der bakteriologische Befund ist massgebend für die Betriebshaltung. Die Anzahl der Bakterien im ccm des filtrierten Wassers soll 100 nicht übersteigen.

2. Hausfiltration. Wenn die Sandfilter schon keinen absoluten Schutz gegen die Infektion gewähren, so tun das die gewöhnlichen Hausfilter noch weniger. Sie bestehen aus porösem, manche sogar aus organischem Material; die Bakterien können sich in letzterem in ausgezeichneter Weise vermehren, sie durchwachsen das Filter, und es ereignet sich nicht selten, dass das filtrierte Wasser mehr Mikroorganismen enthält, als das zu filtrierende.

Es gibt bis jetzt nur sehr wenig Filter, welche keimdicht sind, so das von Chamberland, von Pukall, von Breyer und von Berkefeld-Nordtmeyer.

Bakterienfilter.

Das zur Zeit viel gebrauchte Chamberlandsche Filter besteht aus einer Metallhülse, welche an die Wasserleitung angeschraubt wird, in die Hülse ragt, wasserdicht angeschlossen, eine innen hohle Kerze aus feinporigem Kaolin hinein. Das Wasser tritt zwischen Hülse und Kerze, durchdringt den Tonzylinder von aussen nach innen und fliesst aus der unten frei vorstehenden Oeffnung der Kerze aus. Das Filtrat ist keimfrei, aber dafür ist seine Menge sehr gering, nach wenig Tagen nicht mehr als einige Liter in 24 Stunden betragend. Man kann durch Abbürsten der Kerze die Durchgängigkeit wieder herstellen. Das Pukallsche Filter ist in Material und Konstruktion dem Chamberlandschen ähnlich. Nach derselben Idee ist das Berkefeld-Nordtmeyersche Filter konstruiert. (Fig. 40.) Es besteht aber statt aus Kaolin aus gebrannter Kieselguhr. Die zur Reinigung erforderliche Bürste ist in den grösseren Filtern selbst untergebracht. Das Breyersche Filter beruht auf anderem Prinzip: auf einen hohlen, mit Tuch überspannten Metallkern wird Asbest in feiner Verteilung aufgeschwemmt. Die Poren sind so fein, dass sie Bakterien nicht durchlassen. Durch sehr häufige Erneuerung des Asbestes wird reichliche Wasserlieferung gewährleistet. Im allgemeinen ist die quantitative Leistung bei dem Berkefeldschen Filter wesentlich grösser als bei dem Chamberlandschen Filter. Daher ist ersteres für den Hausgebrauch empfehlenswerter. Die mehr oder minder grosse Reinheit des Rohwassers ist von ausschlaggebendem Einfluss auf die Menge des Filtrates. Alle Filter werden von den Bakterien durchwachsen,

die Berkefeldschen schneller — bei relativ reinem Rohwasser in längstens einer Woche — als die Chamberlandschen; aber es scheint (Gruber), dass das Wasser für die pathogenen Bakterien ein zu schlechtes Nährmaterial ist und dass bei ihnen ein Durchwachsen nicht vorkommt. Die Neusterilisation geschieht am vorteilhaftesten durch Kochen in zweiprozentiger Sodalösung.

Hausfilter liefern nur bei sorgfältigster Pflege und Handhabung ein unverdächtiges Wasser und bedürfen steter bakteriologischer Kontrolle, sie sind daher bis jetzt für den allgemeinen Gebrauch nicht geeignet und ersetzen keineswegs die zentralen Filter.

Soll ein Filter nur indifferente, suspendierte Partikel abfangen, so tut eines der in den verschiedensten Formen und Kombinationen gefertigten Kohlenfilter ausreichende Dienste. Die aus Schwamm, Zeug und sonstigem organischen Material hergestellten Filter sind nicht zu empfehlen.

Filter für indifferente Partikel.

Andere Methoden, verdächtige Wasser brauchbar zu machen.

1. Ozonisierung des Wassers. In den letzten Jahren hat man versucht, das Wasser mittels Ozons zu desinfizieren. In besonderen Apparaten wird der zwischen zwei Glaszylindern hin-

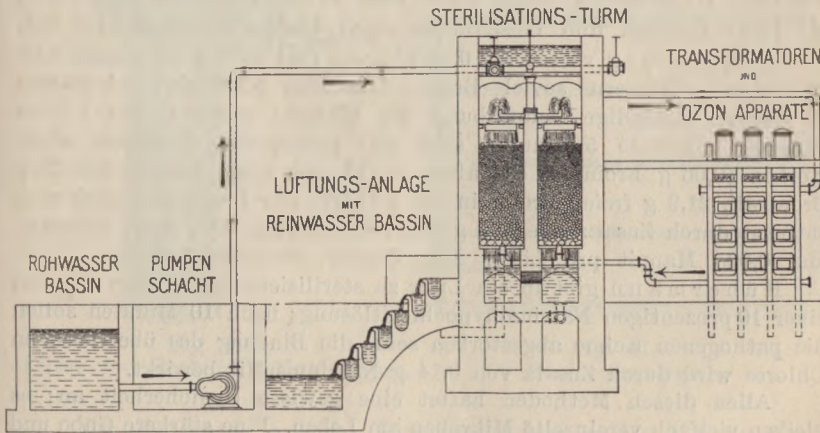


Fig. 39. Ozonisierungsanlage in Paderborn; ausgeführt von Siemens u. Halske, Erlwein.

durchtretende Luftsauerstoff durch stille elektrische Entladungen in Ozon umgewandelt, so dass bis zu 2,8 g Ozon in 1 cbm Luft enthalten sind.

Die stark ozonisierte Luft wird dann von unten nach oben durch Kiestürme geschickt, welche von oben nach unten das zu

desinfizierende, vorgeklärte Wasser durchströmt. Hierbei werden die organischen Substanzen zerlegt und die Bakterien getötet. Versuche haben ergeben, dass die Krankheitskeime bei passender Korngrösse des Kieses und genügendem Ozon allesamt absterben.

Ob das, was im kleinen gut gelungen ist, in der Praxis auch erreicht wird, muss die Zukunft lehren.

2. Das Erhitzen des Wassers. Für die meisten Krankheitserreger, die nicht Sporen bilden, liegt die Abtötungstemperatur bei 70—75° C., aber es ist einfacher und sicherer, das Wasser bis zum Sieden zu erhitzen. Im Kleinbetriebe, in der Familie kann man von diesem Hilfsmittel in Epidemiezeiten Gebrauch machen; für den Grossbetrieb ist das Verfahren zu umständlich und zu teuer. Gegen den faden Geschmack des abgekochten Wassers werden Korrigentien, Tee, Kaffee, Zucker, Fruchtsäfte verwendet; meistens indessen genügt schon ein ordentliches Abkühlen des Wassers auf etwa 9—10° C. und ein kurzes Schütteln mit Luft, um jeden faden Geschmack zu nehmen.

3. Chemische Methoden. Keimfreiheit des Wassers und damit Abtötung der Krankheitserreger soll sich erreichen lassen (Traube-Bassenge) durch Einwirkung von 0,15 g käuflichen guten Chlorkalkes (= 0,1 g aktiven Chlors) auf 1 Liter Wasser während 10 Minuten; dann setzt man soviel Kalziumbisulfit zu, bis jeder Geruch und Geschmack nach Chlor verschwunden ist.

Schumburg verwendet 0,06 g Brom (bei harten oder stark unreinigten Wässern soviel Brom, dass eine schwache, mindestens $\frac{1}{2}$ Minute beständige Gelbfärbung des Wassers entsteht) auf 1 Liter Wasser; innerhalb 5 Minuten sind alle pathogenen Bakterien abgestorben (0,06 g Brom ist enthalten in 0,2 ccm einer Lösung von 20 g Bromkali, 21,9 g freien Broms in 100 g H₂O). Der Bromgeschmack wird entfernt durch Zusatz von 0,05 g Natr. sulfosorum, 0,04 Natr. carbonic. und 0,025 Mannit pro Liter. Das Wasser schmeckt tadellos.

Hünemann gibt in ein Liter zu sterilisierendes Wasser 0,4 ccm einer 10 procentigen Natriumhypochloritlösung; nach 10 Minuten sollen die pathogenen Keime abgestorben sein; die Bindung des überflüssigen Chlores wird durch Zusatz von 0,14 g Natriumsulfit bewirkt.

Allen diesen Methoden haftet eine gewisse Unsicherheit an; es bleiben vielfach vereinzelte Mikroben am Leben. Eine stärkere Gabe und eine längere Einwirkungsdauer wie angegeben, ist anzuraten. Jedenfalls ist das Abkochen den anderen Verfahren vorzuziehen.

Die Zuleitung des Wassers zum Konsum.

Die Zuleitung des reinen Gebrauchswassers zu den Städten geschieht entweder durch natürliches Gefälle oder durch Maschinenkraft. Das Wasser fliesst in gusseisernen, innen asphaltierten, mindestens 1,5 m tief gelegten Röhren, welche sich in den Strassen

der Stadt so verzweigen und wieder mit einander verbinden, dass möglichst wenig „tote Stränge“ entstehen, um ein Stagnieren des Wassers zu verhindern.

Um die Filter bei Schwankungen im Tagesgebrauch gleichmässig fortarbeiten lassen zu können, oder um bei nicht grossem Wasserreichtum das zur Nachtzeit zufließende, überschüssige Wasser für den Tagesgebrauch aufzuheben, um ferner bei Feuersgefahr eine grosse Menge Wasser zur Verfügung zu haben, schliesst man gegen Verunreinigungen und Temperaturschwankungen möglichst geschützte Reservoirs an die Hauptleitung an. Das Wasser fliesst gänzlich (Durchgangsreservoir) oder teilweise, d. h. soweit es nicht direkt gebraucht wird (Anschlussreservoir), in dieselben hinein und kommt von da je nach Bedarf zur Verteilung. Um in grösseren Reservoirs tote Winkel, in welchen das Wasser längere Zeit stagniert, zu vermeiden, baut man Schiedwände ein und legt Ein- und Ausfluss an die entgegengesetzten Enden. Jedes Reservoir muss behufs Reinigungsmöglichkeit einen Grundablass haben.

Reservoirs.



Fig. 40.
Filter von Berkefeldt-Nordtmeyer.

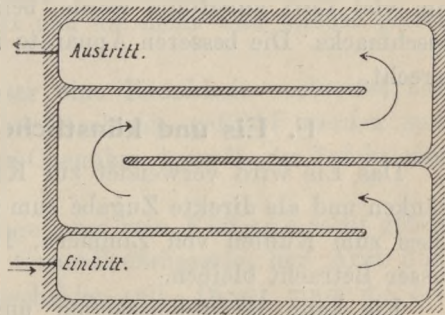


Fig. 41.
Reservoiranlage.

Die Zuleitung aus der Strassenleitung in die Häuser findet gewöhnlich durch Bleirohre statt. Blei ist gut zu verarbeiten und billig, involviert jedoch gelegentlich, wie schon angegeben, die Gefahr einer Intoxikation. Die Hausrohre sollen so liegen, dass sie im Winter nicht einfrieren, im Sommer keinen Temperaturanstieg des Wassers bewirken.

Hausleitungen.

Werden Bleirohre nicht gewünscht, so finden vielfach Zinnrohre mit Bleimantel Verwendung. Auf eine besonders gute

Lötung und Vermeidung von Rissen im Zinnrohr ist zu achten, damit nicht durch Elektrolyse Blei in Lösung gehe. Weiches lufthaltiges Wasser, welches über Nacht in Bleirohren gestanden hat, wird besser nicht zum Trinken verwendet. Man kann die Gefahr der Bleilösung auch dadurch vermeiden, dass man dem Wasser kohlensaure Salze zuführt, wie es z. B. in Dessau mit gutem Erfolg geschehen ist. Da ummantelte Zinnrohre teuer sind, benutzt man oft Rohre aus Schmiedeeisen, die zuweilen noch verzinkt sind; gesundheitliche Schädigungen sind weder bei Zinn noch bei verzinkten Rohren bis jetzt bekannt geworden.

E. Die Versorgung mit destilliertem Wasser.

Unter Umständen kann es notwendig werden, das Trink- und Hausgebrauchswasser durch Destillation zu gewinnen; so decken z. B. Iquique und Aden einen grossen Teil ihres Wasserbedarfes durch aus Seewasser gewonnenem destilliertem Wasser; ebenso wird auf den grossen Kriegsschiffen aller Nationen der bei weitem grösste Teil des Trinkwassers durch Destillation gewonnen. Bei der Erzeugung des Destillates kommt es darauf an, dass demselben kein Seewasser beigemischt werden kann, dass die Abkühlung eine möglichst grosse sei, und dass ihm viel Luft zugeführt werde, beides behufs Verbesserung des Geschmacks. Die besseren Apparate werden diesen Anforderungen gerecht.

F. Eis und künstliche Mineralwässer.

Das Eis wird verwendet zur Kühlung von Speisen und Getränken und als direkte Zugabe zum Getränk. Die Benutzung des Eises zum Kühlen von Zimmern, Theatern u. dergl. kann hier ausser Betracht bleiben.

Eis kann Krankheitskeime und Gärungserreger enthalten. Gefriert das Wasser langsam, so fällt ein grosser Teil der Salze aus und die suspendierten Teilchen werden durch den Akt des Gefrierens ebenfalls zu einem beträchtlichen Teil aus dem Wasser entfernt; infolgedessen ist das Eis vielfach reiner und bakterienärmer, also gegebenen Falles auch weniger infektiös, als das Wasser, aus welchem es entstanden ist. Die pathogenen Keime vertragen aber einen Wochen und Monate anhaltenden Frost und ebenso wiederholtes Auftauen und Gefrieren. Daher gebietet es die Vorsicht, aus nicht ganz einwandfreiem Wasser auf natürlichem Wege entstandenes oder künstlichem Wege erzeugtes Eis weder zu geniessen, noch mit Speisen oder Getränken zusammen zu

Ausfrieren der
Bakterien.

bringen. Ebenso wenig darf Eis, welches in der Krankenpflege Verwendung findet, aus infizierbarem Wasser hergestellt werden.

Künstliche Mineralwässer müssen aus reinem unverdächtigem Wasser gemacht werden. Die Kohlensäure ist zwar ein Bakteriengift, aber ein wenig wirksames; so darf es nicht befremden, dass sich Typhuskeime drei Wochen, Cholerakeime eine Woche, im Wasser halten. Die Reinhaltung der Flaschen und der Verschlüsse ist von um so grösserer Bedeutung, als viele der Flaschen in direkter Verbindung mit Kranken gewesen sind.

Mineralwasser.

IV. Allgemeines über Wasseruntersuchungen.

Bei einer Wasseruntersuchung kann es sich handeln um die Fragen: 1. Ist das vorliegende Wasser zu einer einzurichtenden Versorgung geeignet? 2. Hat der Wassergenuss eine bestimmte Krankheit erzeugt? 3. Ist ein Wasser infektiösverdächtig?

Zur Entscheidung der ersten Frage sind die örtlichen Verhältnisse die wichtigsten, denn sie geben Auskunft über die Infektionsmöglichkeit. Die bakteriologische Untersuchung macht die Probe auf das Exempel, indem sie nachweist, ob das Quellwasser oder das Grundwasser der tieferen Bodenschichten, welches im allgemeinen als keimfrei angesehen wird, auch wirklich keimfrei ist. Die chemische Untersuchung gibt Aufschluss über die Gebrauchsfähigkeit, die Herkunft und die mehr oder minder grosse Appetitlichkeit des Wassers.

Die Frage, ob ein Wasser eine Krankheit verbreitet hat, entscheidet, soweit der direkte Nachweis geführt werden soll, betreffs der Intoxikationen der Chemiker, betreffs der Infektionen der Bakteriologen.

Bezüglich der dritten Frage muss man Flüggerecht geben, wenn er verlangt, dass der Gesundheitsbeamte, der Arzt über die Infektionsmöglichkeit entscheiden soll. Dieser muss die örtliche Untersuchung vornehmen; fehlt ihm zur bakteriologischen und chemischen Untersuchung die notwendige Übung oder die Musse, so möge er sich die Untersuchung von anderen machen lassen, aber das Endurteil muss der Arzt als Hygieniker fällen, er allein ist kompetent. Als Richtschnur für seine Urteilsbildung mögen ihm die in dem ersten Teil dieses Kapitels niedergelegten Betrachtungen über die Eigenschaften des Trinkwassers dienen.

Falls auf die zweite Frage der Chemiker oder Bakteriologe eine bestimmte Antwort nicht erteilen kann, so entscheidet über Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit der Infektion wiederum der Sanitätsbeamte, der Arzt oder der Hygieniker.

Bei der Inhibierung eines Wasserbezuges ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass 1. die Weiterbenutzung unmöglich gemacht werde, z. B. durch Aushängen des Pumpenschwengels, 2. für Ersatz gesorgt werde.

Literatur: Tiemann-Gärtner, Handbuch der Untersuchung und Beurteilung der Wasser 1895. Gärtner, Zur Hygiene des Trinkwassers, Schillings Journal 1894. Flüge, Die Beziehungen zwischen Grund- und Flusswasser in Breslau nebst kritischen Bemerkungen über die Leistungsfähigkeit der chemischen Trinkwasseranalyse. Zeitschr. für Hyg. und Inf. 1896, Bd. 22. Fischer u. Thiem, Grundwasserversorgung mit besonderer Berücksichtigung der Enteisung. Viertelj. f. öff. Gesundheitspfl. Bd. 29. Dunbar, Zur Frage über die Natur und Behandlung eisenhaltigen Grundwassers. Zeitschr. für Hyg. und Inf. Bd. 22. R. Koch, Wasserfiltration und Cholera, Ztschr. f. Hyg. Bd. 14. Gruber, Die Grundlagen der hygienischen Beurteilung des Wassers, Viertelj. f. öff. Ges. 1893. Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften von Franzius, Frühling, Schlichting, Sonne. Der Wasserbau 1893. Gärtner, Die Quellen in ihren Beziehungen zum Grundwasser und z. Typhus, Jena 1903. Springfield, Die Typhusepidemien im Regierungsbezirk Arnberg, Jena 1903. Erlwein, Trinkwasserreinigung durch Ozon und Ozonwasserwerke, Gesundheit 1903. Traveaux des Années 1899—1902 sur les eaux de sources de Paris.

Der Boden.

I. Die Zersetzungsvorgänge im Boden.

Bereits von Alters her hat man gewisse Krankheiten mit dem Boden in ursächliche Beziehung gebracht und den Boden für die Salubrität der Wohnungen mit verantwortlich gemacht, insofern als feuchtes, schmutziges, mit Faulstoffen imprägniertes Erdreich als gesundheitsschädlich betrachtet wurde. Die in reichem Masse dem Boden übergebenen fäulnisfähigen Stoffe werden dort zerlegt und zuletzt in die einfachsten Verbindungen, in Kohlensäure, Wasser, Salpetersäure und Salze, übergeführt. Früher glaubte man, dass es nur des freien Sauerstoffs zu diesem Zerfall bedürfe; jetzt weiss man, dass lebende Wesen, niedere Tiere, höhere und niedere Pflanzen und unter letzteren vor allen die Bakterien die Zersetzung einleiten, durchführen und vollenden.

Mikroorganismen finden sich in jedem Boden. Ihre Zahl ist an der Oberfläche bis zu etwa 10 cm Tiefe am grössten, sie beträgt dort im ccm viele Hunderttausende bis mehrere Millionen. Das Erdreich bleibt stark bakterienhaltig bis zu 1 oder 2 m Tiefe, dann sinkt plötzlich die Keimzahl auf einige Tausend bis einige Hundert, und in 3—6 m Tiefe ist der Boden gewöhnlich keimfrei. Dieses Verhältnis findet sich in nicht umgewühltem, feinporigem Erdreich anscheinend überall.

Um den Bakteriengehalt zu prüfen, entnimmt man 0,1 bis 1,0 ccm Erde und verteilt sie sofort in Nährgelatine oder in Wasser; dem Gemisch werden aliquote Teile entnommen und in neue Röhrchen mit Nährgelatine hineingegeben. Der Inhalt der Röhrchen wird entweder zu Rollplatten verarbeitet oder in Petrische Schalen bezw. auf Kochsche Platten ausgegossen; die

Zahl und Verteilung der Mikroben.

Nachweise derselben.

Keime lässt man auswachsen und zählt und untersucht die Kolonien. Um die nur bei Luftabschluss wachsenden Bakterien zu Gesicht zu bringen, bedarf es einer der hierfür geeigneten Methoden; die Anaeroben scheinen in den tieferen Bodenschichten zu fehlen, während sie in den oberen Schichten nicht selten sind; sie vermögen dort zu gedeihen, wo die Aeroben ihnen den Sauerstoff weggenommen haben.

Art der
Zerlegung.

Indem die Bakterien ihr Nährmaterial der präformierten organischen Materie entnehmen, spalten sie die Verbindungen. Unter Faulnis versteht man die intensive Zerlegung stickstoffhaltiger Substanzen durch gewisse Bakterien, in erster Linie durch den *bac. putrificus*, unter Luftabschluss oder bei beschränktem Luftzutritt; hierbei treten die Reduktionen in den Vordergrund, und es entstehen Ammoniak und übelriechende Gase in grösserer Menge. Bei reichlicher Anwesenheit von Sauerstoff hingegen verläuft die Zersetzung unter der Betätigung aerober Bakterien, wobei also die Oxydationen vorherrschen, als fast geruchlose Verwesung. Die Zerlegung stickstoffreier oder stickstoffarmer Pflanzenteile durch bestimmte Bakterien nennt man Vermoderung. Wollny wies nach, dass die Zerlegungen im Boden aufhören, wenn der Boden sterilisiert wird, dass sie wieder anheben, wenn neue Bakterien zugeführt werden.

Cohn und Hoppe-Seyler fanden, dass ein *Amylobakter* die Kohlehydrate zerlegt. Das Fett wird hauptsächlich durch Schimmel und nur zu einem geringen Teil und unter gewissen Bedingungen von Bakterien gespalten.

Schlösing und Münz, Müller und viele andere zeigten, dass die Nitrifikation im Boden auf Bakterien beruhe, und Winogradsky züchtete den betreffenden Mikroorganismus rein — kurz, es ist zur Zeit kein Zweifel mehr, dass ohne Mikroorganismen eine Mineralisierung der organischen Substanzen nicht statthat. Hiermit ist zugleich zugegeben, dass die Zerlegung nur in den oberen Schichten, soweit eben die Bakterien reichen, vor sich gehen kann. Gelangen soviel Schmutzstoffe auf einen Boden, dass sie von den Bakterien und den übrigen Pflanzen nicht bewältigt werden können, so dringen sie allmählich in Tiefen, wo die Bakterien fehlen. Derartigen Boden nennt man übersättigt.

Die Nitratbildung wird, wie die übrigen Zersetzungen im Boden, beeinflusst durch 1. die Temperatur (5° — 55°), 2. die Feuchtigkeit (nicht unter 2%), 3. die Konzentration (aus unverdünntem Urin war noch nicht in zwei Monaten, aus einer

1 % Urinmischung schon nach 4 Tagen Salpetersäure gebildet),
4. die Anwesenheit von löslichen Salzen und von Sauerstoff.

Für die Grösse der Zersetzung hat man einen gewissen, allerdings sehr ungenauen Massstab in der Zusammensetzung der Bodenluft. Der Sauerstoff-, Stickstoff- und Kohlensäuregehalt der obersten oder der ganz reinen Bodenlagen ist ungefähr dem der Atmosphäre gleich; je tiefer man jedoch in den Boden eindringt, um so mehr nimmt der Sauerstoff ab, nimmt die Kohlensäure zu. In den bakterienhaltigen Bodenlagen sollte die Menge der Kohlensäure mit der Zerlegung der organischen Substanzen parallel gehen; aber die Luft bewegt sich im Boden, und so kann an einer Stelle Kohlensäure zugeführt, an einer anderen abgeführt, also trotz gleicher Zersetzung eine grosse lokale Differenz erzeugt werden (Fodor). Der Gehalt an Kohlensäure schwankt von 0,9 ‰ in dem sterilen Boden der Wüste bis zu 14 % im Ackerboden. Er richtet sich nach der Bodenart, nach der Art, Konzentration und Menge der aufgebrauchten, faulfähigen Substanzen und nach der Strömungsgeschwindigkeit der Bodenluft.

Massstab für
die Zerlegung.

Um die Menge der Kohlensäure zu bestimmen, saugt man die getrocknete Bodenluft durch Kaliapparate und wiegt vor- und nachher, oder man bestimmt sie mit den Pettenkofer'schen Apparaten.

Bestimmung
einiger Boden-
bestandteile.

Die Gesamtmasse der organischen Substanzen des Bodens lässt sich annähernd durch den Glühverlust ermitteln. Zur genaueren Bestimmung oxydiert man den Kohlenstoff der organischen Substanzen mittels Schwefelsäure und Kaliumbichromat zu Kohlensäure und bemisst ihren Stickstoff nach der Kjeldahlschen Methode. Die feineren Bodenarten besitzen ein starkes Absorptionsvermögen nicht nur für Gase, sondern auch für anorganische und für organische Substanzen, z. B. für Alkaloide und ihnen ähnliche Körper (Toxine etc.). Giesst man Schmutzwasser oder gefärbtes Wasser in ein mit feinporigem Boden gefülltes Rohr, so fliesst es unten klar und ungefärbt wieder ab.

Die Vegetation der Bakterien und damit zugleich die Intensität der Zersetzungen wird wesentlich beeinflusst durch die Bodenbeschaffenheit, die Bodentemperatur und die Feuchtigkeit.

II. Die mechanische Struktur des Bodens.

Der Boden setzt sich, sofern er nicht starrer Fels ist, aus einzelnen Partikeln, den „Körnern“, zusammen.

Korngrösse.

Ist das Korn feiner als 0,3 mm im Durchmesser, so hat man nach der Einteilung von Knopp Feinsand,

ist der Durchmesser zwischen 0,3—1,0 mm Mittelsand,

„ „ „ „ 1—2 „ Grobsand,

„ „ „ „ 2—4 „ Feinkies,

„ „ „ „ 4—7 „ Mittelkies,

„ „ „ „ über 7 „ Grobkies.

Teilchen mit weniger als 0,05 mm Durchmesser bezeichnet man als Staub, sie bestehen meistens aus Ton.

Porenvolumen.

Durch die Aneinanderlagerung der einzelnen Körner werden die Poren gebildet. Unter Porenvolumen versteht man das Verhältnis der Poren zu den Körnern, bzw. bei den Gesteinen das Verhältnis der feinen Hohlräume in den Steinen zu ihrer soliden Masse. Man bestimmt das Porenvolumen eines Erdreiches, indem man ein bestimmtes Volumen Boden langsam von unten mit Wasser füllt. Das verbrauchte Wasser gibt direkt das Porenvolumen in Kubikzentimetern an.

Das Porenvolumen beträgt, wenn die Körner gleiche Grösse haben, etwa 38 %; es wird viel geringer, wenn sich feinere Erdteilchen in die Hohlräume zwischen den grösseren eingelagert haben; Flüge fand, dass ein Gemenge aus gleichen Teilchen Kies und Sand nur 23—28 % freie Hohlräume hatte.

Porengrösse
und Permea-
bilität.

Die „Porengrösse“ ist abhängig von der Korngrösse, je bedeutender diese, desto grösser jene; sie ist für die Durchlässigkeit, die „Permeabilität“ eines Bodens in erster Linie massgebend. Fleck saugte Luft durch gleich hohe Schichten lufttrockener Bodenarten. Setzte er die Menge der durch den Kies gesaugten Luft gleich 100, so gingen durch Kies und Sand 62, durch feinkörnigen Sand 46, durch lehmigen feinkörnigen Sand 1, durch Lehm 0,5. Wesentlich wird die Durchgängigkeit für Luft beschränkt durch die Bodenfeuchtigkeit, sie ist in den feineren Poren schon aufgehoben, wenn sie etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt sind, z. T. beruht dies starke Schwinden der Durchlässigkeit auf der Schwellung des kolloidalen Tones durch Aufnahme des Wassers. Eisbildung hebt die Durchlässigkeit meistens vollständig auf. Das Vermögen des Bodens, durch Adhäsion Wasser in seinen Poren zurückzuhalten, nennt man seine „wasserbindende Kraft“ oder seine „kleinste Wasserkapazität“; sie ist hauptsächlich abhängig von der Porengrösse und steht zu ihr im umgekehrten Verhältnis. Man findet ihren Wert, wenn man ein bestimmtes, abgewogenes Volumen trockener Erde in ein Gefäss mit durchlöchertem Boden füllt, dies mit seinem untersten Teil in destilliertes

Wasser-
kapazität.

Wasser einstellt, bis die Erde sich vollgesogen hat, dann das Gefäss herausnimmt, ablaufen lässt, bis nur noch vereinzelte Tropfen kommen, und abermals wiegt. Während bei Kies von etwa 5 mm Korngrösse durch die wasserbindende Kraft etwa 12 % des Porenvolums mit Wasser gefüllt bleiben, sind bei Sand von 1 mm Korngrösse 37,5, unter 0,5 mm 84 % gefüllt. Das „Wasserfassungsvermögen“ oder die grösste Wasserkapazität ist gleich dem Porenvolumen.

Das „kapillare Aufsaugungsvermögen“ oder die „kapillare Leitung“ beruht, wie der Name sagt, auf der Wasseranziehung der feinsten Haarröhrchen, wodurch bei gleicher Kapillarität die Feuchtigkeit im Boden gleichmässig von den feuchteren Bodenschichten zu den trockneren hin verteilt wird; allerdings werden etwas grössere Hohlräume ebenfalls gefüllt, in derselben Weise, wie die Ampulle des Lymphröhrchens, welche nicht mehr kapillar ist, durch die Kapillarattraktion des unteren Röhrenteiles gefüllt wird. Je feiner die Kapillaren sind, um so grösser ist die Steighöhe. So steigt in einem Sandboden mittlerer Feinheit das Wasser nur 0,4 m, in einem Tonboden aber, wenn auch erst in längerer Zeit 1,50 m hoch.

Kapillares Aufsaugungsvermögen.

III. Die Beziehungen des Bodens zur Wärme, Feuchtigkeit und Luft.

A. Die Bodentemperatur.

Die Temperatur der Bodenoberfläche geht bei bedecktem Himmel der Lufttemperatur parallel. Bei Sonnenbestrahlung wird der Boden stärker erhitzt, und zwar um so mehr, je dunkler, je grobkörniger, je trockner, und um so weniger, je hellfarbiger, kompakter und feuchter er ist. Die Wärme dunklen, trocknen Sandes kann in Mitteleuropa bis über 50° steigen. Je stärker die Absorption, um so stärker ist im allgemeinen auch die Wärmeemission. Die spezifische Wärme der verschiedenen trocknen Bodenarten ist nicht wesentlich verschieden, sie schwankt, die spezifische Wärme des Wassers gleich 1 gesetzt, etwa um 0,3 herum; also gilt mit Recht trockner Boden als warm, feuchter als kalt; zudem geht bei feuchtem Boden noch Wärme durch Wasserverdunstung verloren.

Wärmeaufnahme.

Die Bewegung der Wärme geht im allgemeinen im Humus am langsamsten, im Quarz (Sand) am raschesten, im Ton- und Kalkboden mit einer zwischen den beiden Extremen liegenden Schnelligkeit vor sich.

Wärme-
verteilung.

Unterhalb der Bodenoberfläche werden die Temperaturdifferenzen bald und wesentlich herabgesetzt; schon in ungefähr 5 cm Tiefe ist die Bodentemperatur der Lufttemperatur gleich; bei 0,5—1,0 m Tiefe verschwinden bereits die Tagesschwankungen zwischen der höchsten Mittags- und der kühlestn Nachttemperatur.

Im Bereich der Tagesschwankung folgt für jeden Dezimeter Tiefe die Temperatur des Bodens der der Luft um ungefähr $2\frac{1}{2}$ Stunden nach (Fodor). Der Einfluss der Jahreszeiten macht sich, verschieden nach Ort und Bodenart, bis zu einer Tiefe von 16—33 m geltend. Die infolge der schlechten Wärmeleitung durch den Boden bewirkte Verspätung der Temperatur beträgt für jeden Meter annähernd 3 Wochen. Die obersten Bodenschichten von 0—4 m Tiefe sind also im Herbste am wärmsten und im Frühjahr am kühlestn; es vegetieren daher die dort vorhandenen Saprophyten und die zufällig dort hingelangten Krankheitserreger im Beginn des Herbstes am lebhaftesten, im Beginn des Frühjahres am wenigsten. Sinkt die Temperatur unter $2-3^{\circ}$, so stockt das Bakterienleben, ohne indessen zugrunde zu gehen.

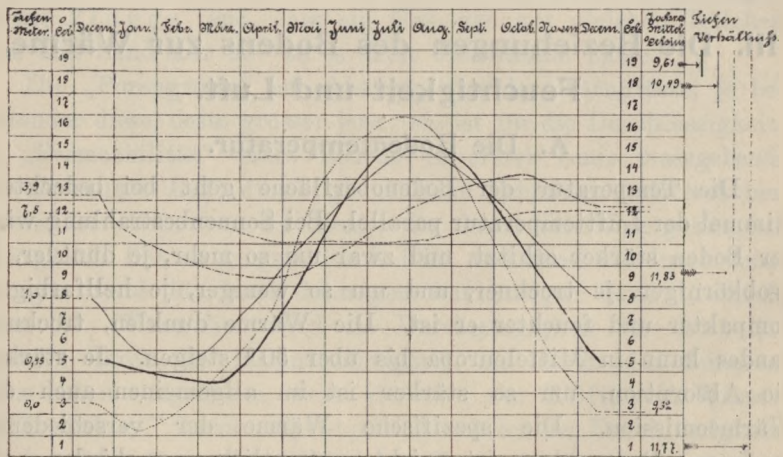


Fig. 42. Die Bewegung der Bodentemperatur in Brüssel.

Die Temperatur der obersten Schicht der gleichmässig warmen Bodenzone ist etwas höher als die der mittleren Jahrestemperatur, weil die Erdwärme ihren Einfluss geltend macht. Letztere nimmt für ungefähr 35 m um 1° zu. Wie sich die Temperatur in verschiedenen Tiefen und den einzelnen Monaten verhält, zeigt die Tabelle. (Fig. 42.)

B. Die Bodenfeuchtigkeit.

a) Der Wassergehalt der oberen Bodenschichten. Das Wasser, welches die Bodenfeuchtigkeit der oberen Schichten bedingt, in welchen allein die Mikroorganismen leben und die Zersetzungen vor sich gehen, wird gewöhnlich von oben als Regen aufgenommen.

Die Menge desjenigen Regenwassers, welche abläuft, ohne in den Boden zu dringen, richtet sich nach der Art und Konfiguration des Bodens, nach der Bewachsung, der bereits bestehenden Anfüllung der Poren mit Wasser und der Art des Regens. Bei starken Regengüssen verschliesst sich das Wasser selbst den Weg in die Erde, da es der Luft keine Gelegenheit gibt, aus den Poren zu entweichen. Die Annahme, ungefähr $\frac{1}{3}$ des Regens laufe ab, ist ganz willkürlich; von der Regenmenge, welche auf eine gut gehaltene Stadt trifft, läuft z. B. viel mehr ab, denn nur die in der Stadt verstreuten Gärten und Anlagen und die schlecht gehaltenen Höfe bilden die Eingangspforten.

Das in den Boden gelangende Wasser dringt verschieden schnell in die Tiefe. Sind die Poren weit, besteht z. B. der Boden aus Schotter, grobem Kies ohne viel Einfüllungen feineren Materials, oder ist zerklüftetes Gestein vorhanden, so sinkt das Wasser sofort in die tieferen Bodenschichten hinein, und in den oberen Bodenlagen bleibt trotz starken Regens sehr wenig Wasser.

Ist das Erdreich hingegen feinporig, so füllt das Aufschlagswasser die Luft enthaltenden Poren der oberen Erdschichten aus. Nimmt man beispielshalber an, der Boden sei auf eine Tiefe von 0,25 m trocken, und das verfügbare Porenvolumen betrage nicht 38 %, sondern nur 20 %, so kann 1 qm Fläche immerhin 50 l Wasser aufnehmen, ohne dass ein Tropfen über die 25 cm hinaus und in die Tiefe dringt. (50 l auf den qm bedeuten 50 mm Regenhöhe und betragen $\frac{1}{12}$ der Jahresregenmenge unserer Gegenden.) Dabei besteht noch die Annahme, dass alles Regenwasser eindringt, nichts abfließt, nichts verdunstet.

Je grösser das Sättigungsdefizit und die Luftbewegung, je kleiner die Porengrösse und je grösser die wasserbindende Kraft des Bodens, sowie der Wassergehalt der zunächst darunter liegenden Erdschichten ist, um so mehr Wasser geben die obersten Bodenlagen von dem eingesickerten Wasser an die Luft durch Verdunstung wieder ab. Die Schicht, aus welcher die Verdunstung statthat, nennt man nach Hofmanns Vorgang die „Verdunstungszone“. Sind die Poren der oberen Schichten mit Feuchtigkeit

Menge des ablaufenden Wassers.

Eindringen in grobporigen,

in feinporigen Boden.

Verdunstungszone.

Durchgangs-
zone.

angefüllt, und kommt Regen hinzu, so drückt derjenige Teil, welcher nicht abfließt, das in den Poren stehende Wasser tiefer, und zwar um soviel, als der eindringenden Regenmenge entspricht. Die grösseren Hohlräume der nächsten Bodenlagen füllen sich daher zunächst mit Wasser, lassen es jedoch entsprechend ihrer „wasserbindenden Kraft“ bald nach unten hin abfließen. Der Wassergehalt dieser Schichten, der sogenannten „Durchgangszone“, kehrt zu seiner früheren Gleichgewichtslage zurück, die grösseren Hohlräume, die Kanäle und die weiteren Kapillaren sind wasserleer, die feinen Kapillaren hingegen sind entsprechend ihrer wasserbindenden Kraft gefüllt.

Verschwindet das Aufschlagswasser aus der Verdunstungszone, so gibt bei grossem Sättigungsdefizit der Luft die Durchgangszone von ihrem Wasser an die Verdunstungszone ab, ein Strom kapillaren Wassers strebt nach oben.

Die Abgabe von Wasser an die „Verdunstungszone“ vom Grundwasser aus findet nur bei sehr hohem, bis dicht an die erstere Zone ragendem Grundwasserstande statt.

Grundwasser-
zone.

b) Das Grundwasser. Stösst das niedergehende Wasser auf eine undurchlässige Schicht, auf Ton oder undurchlässiges Gestein, so staut es sich darüber an und füllt alle Hohlräume. Dieses Wasser bildet das „Grundwasser“; die Bodenschicht, in welcher es sich befindet, ist die „Grundwasserzone“.

Je nach der Weite der Kapillaren verschieden hoch hinaufreichend, liegt über der eigentlichen Grundwasserschicht ein Bezirk, in welchem durch die kapillare Attraktion alle Kapillaren und ein Teil der etwas weiteren Hohlräume mit Wasser gefüllt sind, es ist dieses die „Zone des kapillaren Grundwassers“.

Einfluss der
Jahreszeit.

Wenn, wie in vielen Gegenden Nord- und Mitteldeutschlands, die Regen ziemlich gleichmässig — mit geringer Sommersteigerung — auf die einzelnen Monate verteilt sind, wenn, wie fast immer in den Sommermonaten, das Sättigungsdefizit gross ist, und wenn der Boden mit Pflanzen bestanden und nicht weitporig ist, so wird in der warmen Jahreszeit, weil grosse Mengen Wasser aus der „Verdunstungszone“ wieder in die Luft entweichen und von den Pflanzen verbraucht werden, bei nicht sehr hoch stehendem Grundwasser kein Abfluss in das Grundwasser stattfinden.

Dahingegeben sind die Niederschläge des Herbstes, die Schneeschmelze und die Frühjahrsregen von erheblicherem Einfluss auf das Grundwasser. In den Bezirken mit geringem Wasserreichtum weiss man sehr genau, dass die Ergiebigkeit der Quellen, der

Stand des Brunnenwassers hauptsächlich von der Feuchtigkeit der kalten Jahreszeit, von der Langsamkeit der Schneeschmelze abhängig. Mit steigendem Grundwasserspiegel hebt sich die Zone des kapillaren Grundwassers.

Die Zeit, welche vergeht, bis das Aufschlagswasser in das Grundwasser eindringt, richtet sich nach der Porenweite. Bei weitporigem Boden läuft das Regenwasser sehr rasch durch die präformierten Kanäle in das Grundwasser hinein. Die zwischen den weiteren Abflusswegen liegenden feinporigen, verschlammten Schichten halten die Feuchtigkeit, geben sie nur durch Verdunstung ab und ersetzen den Verlust bei dem nächsten Regen. Bei mittelfeinem Boden staut sich das Regenwasser zunächst in der Verdunstungszone und sinkt dann entsprechend der Porengröße allmählich durch die Durchgangszonen in das Grundwasser.

Langsamkeit
des Uebertritts
in das Grund-
wasser.

Bei sehr feinporigem, nicht von Kanälen und Rissen durchsetztem Boden kann es Jahre dauern, bis das Grundwasser erreicht wird.

Wenn z. B. die jährliche Regenmenge mit 600 mm angenommen wird und die Hälfte durch Abfließen und Verdunsten verloren geht, wenn ferner der Annahme nach das Grundwasser in 6 m Tiefe steht und das verfügbare Porenvolumen 20 % beträgt, dann wird das in diesem Jahre einsickernde Regenwasser — 300 l pro qm — 1,5 m tief eindringen, im nächsten Jahre wird es wiederum um 1,5 m tiefer gedrückt, und erst in vier Jahren ist das Grundwasser erreicht. Ein so langsames Eindringen findet jedoch nur dann statt, wenn alle Kapillaren sehr fein sind; in den gröberen Kapillaren schon hat die Schwere ein Übergewicht über die Kapillarattraktion; das Wasser hängt nicht mehr, sondern sinkt langsam in die Tiefe.

Die Höhe des Grundwassers misst man durch Messstangen, Messbänder, Schalenapparate oder durch Schwimmer, die mit Indizes versehen sind, in besonderen Schächten oder in Rohren, welche zu dem Zwecke eingeschlagen sind, oder in zweckmässig liegenden Brunnen.

Der jeweilige Stand des Grundwassers richtet sich nach dem Zufluss und nach dem Abfluss. Der Zufluss kann von oben und von der Seite her erfolgen. Der erstere ist soeben besprochen. Der seitliche Zufluss macht sich geltend, wenn in grösserer oder geringerer Entfernung von dem Beobachtungsort Niederschläge stattgefunden haben, die in das Grundwasser eindringen, er ist vielfach erheblich stärker als der von oben kommende. Weiter können seitliche Zuflüsse dadurch entstehen, dass Flüsse und Seen von ihrem Wasser an das Grundwasser abgeben. Im allgemeinen fliesst häufiger das Grundwasser in die Flüsse und

Seitlicher
Zufluss.

Seen hinein, als das Flusswasser in das Grundwasser eindringt; letzteres ereignet sich jedoch bei Flüssen, die nicht verschlammt sind, und deren Bett in lockerem Boden liegt. Auch tritt vielfach bei Hochwasser und Ueberflutungen Wasser in den Untergrund bei solchen Flüssen, die bei gewöhnlichem Wasserstand nichts durchlassen. An manchen Orten wirkt die seitliche Zuströmung auf den Stand des Grundwassers ein, an anderen die vertikale und an dritten beide.

Abfluss.

Der Abfluss hängt von den Bodenverhältnissen ab. Ist er behindert oder fehlt er völlig, so wird bei Zufluss ein Steigen des Grundwassers statthaben; ist er frei, so braucht trotz vermehrten Zuflusses ein Steigen nicht einzutreten. Die Schnelligkeit des Grundwasserstromes schwankt von 0 bis 20 und mehr Metern in 24 Stunden.

Der Stand des Grundwassers ist nur unter gewissen Bedingungen ein Index für die Feuchtigkeit der oberen Bodenschichten. Will man sie bestimmen, so stütze man sich nicht auf vage Abschätzungen mit Rücksicht auf den Grundwasserstand, sondern entnehme eine Bodenprobe, wiege sie, trockne und wiege sie wieder.

Massgebend für die Feuchtigkeit der oberen Schichten sind die Bodenkonstitution und -konfiguration, die Niederschläge und das Sättigungsdefizit. Unter grossen, gut gehaltenen Städten ist der Feuchtigkeitsgehalt überall dort, wo die kapillare Grundwasserzone nicht in Frage kommt, nur geringen Schwankungen unterworfen.

Die Luft der Durchgangszone ist stets mit Feuchtigkeit gesättigt, die Luft der Verdunstungszone hingegen nicht immer.

C. Die Bodenluft.

Der Boden ist von Belang als Untergrund der Häuser. Aus dem Erdreich können Feuchtigkeit und Bodengase, nicht aber Mikroorganismen in die Wohnungen hindringen.

Wenn im Winter der Boden gefroren, die Aussenluft kalt ist, so wirken die in ihrem Innern erwärmten Häuser ansaugend auf die Bodenluft, vorausgesetzt, dass keine Kommunikation der Räume unter dem Fussboden des Erdgeschosses mit der Aussenluft besteht; sind aber z. B. die Kellerfenster offen, so wird die leicht bewegliche Aussenluft und nicht die in den engen Poren schwer bewegliche Bodenluft angesogen. Im Sommer wirken die Diffusion, der wechselnde Atmosphärendruck, eindringende Meteorwasser, der Unterschied zwischen Boden- und Luftwärme und

der Wind auf die Bodenluft ein; indessen ist ihr Austritt in die Wohnungen im Sommer nicht bedeutend.

Die in der Bodenluft enthaltenen Gase, welche einen schädigenden Einfluss ausüben könnten, sind Schwefelwasserstoff und Kohlensäure. Ersterer kommt, besondere Fälle ausgenommen, in erheblicher Menge im Boden nicht vor, die letztere aber stellt ein relativ unschädliches Gas dar, welches, bis zu 1,0 % eingeatmet, noch keine Störungen hervorruft. Mehr Kohlensäure als 0,5 % dürfte sich kaum in einer Kellerluft, geschweige in der Luft der oberen Stockwerke finden. Ueber den grossen Gehalt der Luft an Kohlensäure in Gräften, Schächten etc. ist bereits gesprochen worden.

Schädliche
Gase.

Schädigungen sind dort zu fürchten, wo infolge des Platzens von Gasröhren Leuchtgas der Bodenluft beigemischt ist. Dasselbe kann auf viele Meter weit, besonders bei asphaltiertem oder gefrorenem Boden, von der Strasse her in die Keller und Erdgeschosse der anliegenden Häuser eindringen und Kohlenoxydvergiftungen bewirken. Da das Gas bei dem Durchgang durch den Boden seinen spezifischen Geruch zu verlieren pflegt, ist es durch seinen Kohlenoxydgehalt nachzuweisen.

IV. Die pathogenen Bakterien im Boden und die „Bodenkrankheiten“.

Leben und Bewegung der pathogenen Bakterien im Boden.

Ausser den saprophytischen können auch pathogene Mikroorganismen im Boden vorkommen, und ihre Anwesenheit und ihr Verhalten sind der wichtigste Teil der ganzen Bodenhygiene.

Lebens-
bedingungen.

An der Bodenoberfläche werden pathogene Bakterien sowohl vorkommen, als auch leben können, wenn nur genügende Feuchtigkeit und Wärme vorhanden sind; entwicklungshemmend sind die starke Belichtung und die Konkurrenz mit den robusten Bakterien der Ackerkrume, welche über sie fortwuchern. In den oberen Bodenschichten, bis zu 25 cm Tiefe, wo die Schädigung durch das Licht fortfällt, kann bei genügender Wärme und Feuchtigkeit die Bakterienentwicklung eine gute sein. Der Annahme nach soll ein poröser Boden mit mittlerem Feuchtigkeitsgehalt und starker Verunreinigung der Entwicklung der pathogenen Keime günstig sein. Typhus- und Cholera Bazillen gedeihen allerdings bei Sauerstoffzufuhr besser als bei Sauerstoffmangel, und sie be-

Poröser
feuchter.

verunreinigter
Boden.

dürfen der Feuchtigkeit, aber über das Minimum oder Maximum ihres Wasserbedarfes liegen Untersuchungen nicht vor, „mittlere Feuchtigkeit“ ist daher ein ganz unbestimmter Begriff. Ob der Boden verunreinigt ist oder nicht, erscheint nicht von wesentlichem Belang. Ein zerfallenes Pflanzenteilchen, das kleinste Partikelchen animalischer Substanz enthält Nahrung genug für Millionen pathogener Bakterien. Aber wenn ein Boden sehr verunreinigt wird, d. h. viel Abfallstoffe aus dem menschlichen Haushalt auf ihn gebracht werden, dann liegt die Gefahr vor, dass mit dem Unrat zugleich infektiöse Keime dorthin gelangen. Es schliesst also die Verunreinigung nicht selten die Infektionsmöglichkeit ein.

Eindringen in
die Tiefe des
Bodens.

In grössere Tiefen können die pathogenen Keime gelangen und zwar durch die Beackerung bis in Grabscheit- oder Pflugschartiefe, durch Hineinwachsen nur bis auf eine geringe Zahl von Zentimetern (Rollmann und Martin), durch Tiere bis auf etwa 2 m, denn tiefer gehen deren Gänge nicht, bis in dieselbe Tiefe durch das Begraben der Leichen Infektiöser, — Untersuchungen haben ergeben, dass die pathogenen Bakterien in relativ kurzer Zeit absterben und sich höchstens einige Zentimeter über den Sarg hinaus verbreiten, — endlich können sie mit dem Wasser tiefer geschwemmt werden. In feinporigem Boden werden die mit dem Wasser verschleppten Bakterien, wie vorhin gezeigt worden ist, bald abgefangen, in grobporigem gelangen sie rasch in das Grundwasser. Dort treffen die an Körperwärme und gute Nährmaterialien gewöhnten Bakterien auf niedrige Temperatur und geringe Nahrung, eine Vermehrung ist also ausgeschlossen, sie dürften bald durch Sedimentation und Attraktion aus dem freien Wasser verschwinden. Allerdings können die Keime durch weite Spalten rasch in Brunnen und Quellläufe dringen, und eine Reihe von Typhusepidemien, die durch Brunnen- und Quellwasser entstanden sind, beweisen, dass dieser Weg von den Krankheits-erregern nicht gerade selten beschritten wird. Er ist aber der einzige, auf welchem die pathogenen Keime die tieferen Bodenschichten wieder verlassen können. Luftströme oder kapillare Wasserströme vermögen die versunkenen Bakterien nicht wieder an die Bodenoberfläche zu bringen.

Austritt aus
dem Boden.

Rückkehr zum
Menschen von
der Bodenober-
fläche.

Aus den obersten Bodenschichten kehren die Krankheitskeime leichter zum Menschen zurück. Diejenigen, welche das Austrocknen vertragen, können verstäubt und eingeatmet werden und von dort aus eine Infektion bewirken, sofern die Lungen für sie angreifbar sind, jedoch sind Fälle dieser Art nicht bekannt. Bei starkem Regen

könnten pathogene Keime, in feinste Tröpfchen eingeschlossen, eingeatmet oder verschluckt werden.

Auch können von den obersten Bodenschichten aus Infektionen durch Menschen und Tiere, welche die Bakterien an ihren Füßen weitertragen oder sie in ihrem Darm einige Zeit beherbergen (Insekten), oder durch gewisse Gemüse, die roh genossen werden, oder durch direkte oder indirekte Einführung von Bodenteilchen in den Mund vermittelt werden.

Bodenkrankheiten.

Fruher hat man eine ganze Reihe von Krankheiten als Bodenkrankheiten bezeichnet, von diesen ist ausser der zunächst zu erwähnenden fast nichts übrig geblieben.

a) Tetanus und Trismus.

Schon lange hatte man die Beobachtung gemacht, dass der Tetanus mit Vorliebe von Wunden ausgeht, die mit Erde besudelt sind. Genaue Angaben über die Aetiologie brachte Nicolaier. Als er Mäuse mit Gartenerde impfte, um malignes Oedem zu erzeugen, starb ein Teil dieser Tiere nicht daran, sondern an ausgesprochenem Tetanus. Der Erreger war ein ziemlich dünner, anaërober, sporenbildender Bazillus. Seit der Zeit ist der Tetanusmikrobe vielfach in Wunden sowohl bei Menschen und Tieren als auch in der Erde, im Mauerschutt, im Dung der Pferde etc. gefunden worden. Es besteht die Annahme, dass der Darm der Haustiere, insonderlich der Pferde, seine eigentliche Heimat sei (Verneuil, Sormani). Solange die Kotballen warm, feucht und somit luftleer bleiben, also auch im aufgestapelten Mist, kann die Entwicklung und Sporenbildung weiter gehen; eine Vermehrung in der Erde findet vielleicht statt, wenn bei hoher Wärme und genügender Feuchtigkeit durch lebhafte Bakterienwucherung Sauerstoffmangel eingetreten ist. Die Bazillen sind übrigens nicht gleichmässig verteilt: während z. B. in Bombay in 5 Jahren 1955 Menschen an Wundstarrkrampf starben, kamen unter 8122 aufgenommenen Kranken in Bellary nur 5 Fälle von Tetanus vor (Hirsch).

Im Waldboden sind die Bazillen selten, in gedüngter Ackererde häufig. Während bei anderen Krankheiten der Mensch selbst das Gefährliche ist, da durch ihn Krankheitserreger verbreitet werden, ist das beim Tetanus nicht der Fall. Der Boden birgt die Keime, von ihm aus entsteht die Krankheit, und man kann den Tetanus in der Tat als eine echte Bodenkrankheit bezeichnen. Im Menschen und Tier entwickeln sich die Bazillen schlecht, oft ist ein Reiz zu ihrer Entwicklung oder Giftproduktion notwendig, wie er in der Anwesenheit von Erdpartikelchen oder anderen Bakterien gegeben ist. Der Bazillus ist deshalb so bösartig, weil er ein Gift erzeugt, welches imstande ist, schon zu 0,25 mg einen Menschen zu töten (Brieger, Cohn).

b) Malignes Oedem.

Eine andere echte Bodenkrankheit ist das maligne Oedem. Besonders im gedüngten Boden und im Mist mancher Tiere finden sich anaërober,

sporenbildende pathogene Bazillen, welche kleiner und schlanker als Milzbrandbazillen sind. Bringt man Erde unter die Haut von Tieren, so entsteht an der Impfstelle ein seröses, blutiges Oedem von starker Wucherung der erwähnten Bazillen: der Tod erfolgt in 2 bis 6 Tagen. Beim Menschen tritt diese Krankheit selten auf; es scheint, als ob ein Teil der als „gangränöses Emphysem“ bezeichneten Affektionen auf den Bazillus des malignen Oedems zurückgeführt werden muss.

c) Malaria.

Früher betrachtete man die Malaria als den Typus einer Bodenkrankheit; jetzt weiss man, dass die Krankheit durch Mücken übertragen wird, die das Virus nicht aus dem Boden, sondern aus dem erkrankten Menschen holen. Trotzdem ist die Beobachtung, dass der Boden eine Rolle spielt, richtig; denn die Anopheles haben feuchten, warmen Boden notwendig für ihre Fortpflanzung, und nur dort kann Malaria stärker auftreten, wo Anopheles in grosser Anzahl vorhanden ist. Auch die Beobachtung, dass das Umbrechen eines Bodens, also grössere Erdarbeiten, Malaria begünstigt, ist richtig. Zunächst ist denkbar, dass der Geruch des frisch aufgeworfenen Bodens oder der Geruch der vielen dort arbeitenden Menschen die Mücken anzieht; dann befanden sich unter den Erdarbeitern immer einige, welche Malaria hatten; von ihnen entnahmen die Mücken die Protozoen und übertrugen sie auf Gesunde. Also nicht der Boden als solcher, sondern der ihn bearbeitende Mensch ist die Quelle der Malaria. Es sind in den letzten Jahren Beobachtungen gemacht worden, die beweisen, dass infizierte Erdarbeiter zum Ausgangspunkt von Malariaepidemien geworden sind.

Von anderen Krankheiten, welche man allerdings mit nur sehr geringem Recht mit dem Boden in Zusammenhang zu bringen versucht hat, z. B. Kropf, Kretinismus, Diarrhöen, Dysenterie, Diphtherie, Tuberkulose, Cholera, Typhus, gewähren die beiden letzteren bezüglich ihrer Bodenätiologie einiges Interesse.

d) Cholera und Typhus.

Die epidemiologische Forschung lehrt, dass beide Krankheiten gewisse Oertlichkeiten in auffälliger Weise verschonen, andere wiederum mit Vorliebe aufsuchen. Diese Beobachtungen führten zu der Annahme, dass örtliche Verhältnisse massgebend seien, und zwar sollte undurchlässiger Boden für die Ausbreitung ungünstig, hingegen feuchter, lockerer, verschmutzter Boden günstig sein. Die direkte Ansteckung wurde geleugnet und die Hypothese aufgestellt: die von dem Menschen ausgeschiedenen Krankheitskeime seien nicht sofort infektiös; um die Krankheit erzeugen zu können, müssten sie erst in die Erde gelangen, wo eine Art „Reifung“ stattfände (monoblastische Hypothese). Von anderer Seite wurde angenommen, der vom Menschen kommende Keim sei an sich nicht ansteckend, nicht „kontagiös“; es müsse eine individuelle Disposition, welche in der Regel durch einen aus „siechhaftem“ Boden kommenden anderen Pilz erzeugt würde, „miasmatische Infektion“, hinzutreten, um die Krankheit zu erzeugen (diblastische Hypothese).

Beide Theorien sind hinfällig geworden durch die Auffindung spezi-

Oertliche Disposition.

Monoblastische Hypothese.

Diblastische Hypothese.

fischer pathogener Bakterien und die Erkenntnis ihrer Lebens-, Vermehrungs- und Infektionsbedingungen.

Ihre Hinfalligkeit.

Viele Beispiele am Menschen haben die direkte Infektionsmöglichkeit für Cholera und Typhus bewiesen.

Nur zwei Beispiele seien angeführt. Im Winter 1885/86, als deutsche Medizinalbeamte im Gesundheitsamt zu Berlin in der Untersuchung auf Cholera ausgebildet wurden und mit Cholerareinkulturen arbeiteten, erkrankte einer der Herren an Cholera. Die Krankheit wurde sowohl durch ihre Symptome als durch den Nachweis der Bazillen im Stuhl identifiziert. Damals war in ganz Deutschland keine Cholera, der Erdboden war fusshoch mit Schnee bedeckt, und die Arbeitsräume lagen im ersten Stockwerk des Hauses.

Ein benommener Typhuskranker entleerte seinen bazillenhaltigen Urin in ein Weinglas, die Wärterin trank davon und bekam einen schweren Typhus.

Ferner spricht das Auftreten von Choleraepidemien auf Schiffen, wie sie mehrfach in den letzten Jahren beobachtet worden sind, gegen die Notwendigkeit eines Bodeneinflusses. Andererseits ist unzweifelhaft, wie wir gesehen haben, der Boden in seinen obersten Schichten eines der Medien, auf und in welchen sich die Erreger von Cholera und Typhus eine Zeitlang halten und vermehren können. Selbstverständlich sagt den Mikroorganismen die eine Bodenart mehr zu als die andere. Starrer Fels, kalter, wenig poröser Lehm eignen sich nicht so gut für die Entwicklung als humoser, lockerer Boden; letzterer ist mehr „disponiert“ als ersterer. Saubere, reinlich gehaltene Städte und Ortschaften werden nicht soviel von den Seuchen zu leiden haben als unsaubere; erstere sind weniger disponiert.

Die Epidemiologie hat gezeigt, dass gewisse Orte bei dem einen Seuchenzuge verschont blieben, bei dem anderen betroffen wurden. Um diese mit der Theorie von der einfachen örtlichen Disposition nicht übereinstimmende Erscheinung zu erklären, sagte man, es müsse zu der „örtlichen“ Disposition die „zeitliche“ hinzukommen, erst wenn beide zusammentrafen, sei die Ausbreitung der Seuchen möglich.

Sofern man unter zeitlicher Disposition das Vorhandensein günstiger Umstände, z. B. entsprechender Wärme und Feuchtigkeit, grossen Verkehrs und dergl. versteht, lässt sich gegen einen solchen Ausdruck nichts einwenden. Zur Entwicklung der pathogenen Bakterien, zum Haften der Infektion, zur Massenansteckung sind immer und bei allen Krankheiten günstige äussere Momente notwendig.

In ausgesprochener Weise soll der Ausbruch von Cholera und Typhus von der Feuchtigkeit des Erdreichs abhängig sein, so zwar, dass bei sinkendem Grundwasser, der Annahme nach bei verminderter Bodenfeuchtigkeit, die Sterblichkeitskurve steigt, während sie bei steigendem Grundwasser sinkt. In München sinkt in den Wintermonaten der Grundwasserstand, und es fällt die grösste Höhe der Typhuskurve in die kalte Jahreszeit. Für München ist dieses Verhalten in bezug auf den Typhus durch langjährige Beobachtung nachgewiesen; ausserdem stimmt es für eine Reihe anderer Städte. Die Koinzidenz fehlt hingegen in anderen Orten, so z. B. fast überall für die Cholera, dann in Budapest, Basel Chemnitz usw. für den Typhus.

Grundwasser-Schwankungen.

Zweifellos ist die Bodenfeuchtigkeit von Belang. Indessen richtet sich ihre Einwirkung auf die Epidemien ganz nach den örtlichen Verhältnissen. Während in dem niedrig gelegenen, feuchten Kalkutta die grossen Regen die Cholerafälle vermindern, indem sie die Erreger derselben fortschwemmen oder ihr Nährmaterial stark verdünnen, wirken die Regen in Lahore gerade entgegengesetzt. Dort fehlt in der trockenen Zeit den eingeschleppten Cholerabazillen die notwendige Feuchtigkeit; diese tritt erst mit dem Regen ein.

Austritt aus dem Boden.

Wenn der Boden die Infektion bewirken bzw. begünstigen soll, so müssen die Bakterien aus ihm heraus und zum Menschen hingelangen. In welcher Weise das geschehen kann, ist vorhin besprochen; es ist aber gar nicht einzusehen, wie das Grundwasser an sich darauf irgend welchen Einfluss ausüben könnte.

Am ungünstigsten für den Austritt der Bakterien ist in zeitlicher Beziehung der Winter und in örtlicher Beziehung der feste, gut abgeschlossene Boden der grossen Städte. Will man die grössere Wintersterblichkeit mancher Städte, so z. B. Münchens, mit den im Boden enthaltenen Typhusbazillen in Verbindung bringen, so muss nachgewiesen werden, wie denn unter den ungünstigsten Verhältnissen die Bazillen aus dem Boden heraus durch Schnee und Eis hindurch zum Menschen kommen; die Konstatierung der blossen Koinzidenz ist noch keine Erklärung.

V. Schutzmassregeln gegen Schädigungen durch den Boden.

Schädigungen durch Krankheitskeime, Faulstoffe, Feuchtigkeit.

Der Boden kann schädlich wirken durch die krankheitserregenden Mikroorganismen, welche in ihm bereits enthalten sind oder bei passender Gelegenheit auf bzw. in ihn hineingelangen und von dort aus auf eine der angegebenen Weisen den Menschen infizieren.

Ferner kann er schädigen durch die Faulstoffe, welche ihm anvertraut werden. Die Produkte der Zersetzung verbreiten üble Gerüche, behindern damit den Genuss der freien Luft und vermögen durch das Erdreich hindurch in die Brunnen einzudringen und das Wasser unappetitlich, sogar ungeniessbar zu machen. Ausserdem stumpft der Anblick, der schlechte Geruch den Sinn für Reinlichkeit ab.

Eine weitere Schädigung liegt in zu grosser Bodenfeuchtigkeit; einerseits kann sie in die Wohnungen aufsteigen, diese feucht und damit gesundheitsschädlich machen, andererseits ermöglicht sie die Vermehrung oder wenigstens die Erhaltung der in den Boden gelangten pathogenen Keime.

Hieraus ergibt sich die Prophylaxis von selbst.

Die Zersetzung fäulnisfähiger Substanzen im Boden lässt sich nicht verhindern; befördert und damit um so rascher zum

Prophylaktische Massnahmen gegen Faulstoffe.

Abschluss gebracht, unter Prävalenz der indifferenten Oxydation, wird sie durch eine gewisse Feuchtigkeit bei Anwesenheit reichlicher Luft, also durch die Beackerung. Die zersetzungsfähigen Stoffe, d. h. die Unratstoffe, Fäkalien, Dung, Müll, Hausabwasser etc. sind baldigst durch Abfuhr und Ableitung aus der Nähe der Menschen zu entfernen. Brunnen sollen, wie bereits früher erwähnt, nicht in der Nähe von Schmutzstätten stehen, müssen die bakterienführende Schicht durchsetzen und bis unter dieselbe wasserdicht konstruiert sein. Ebenso müssen die Aufnahmebehälter der Unratstoffe wasserdicht gebaut und möglichst dicht eingedeckt sein.

Die Feuchtigkeit lässt sich verhindern durch geringe Zuführung von Wasser in den Boden der näheren Umgebung der Menschen; es darf z. B. kein Wasch-, Spül- oder sonstiges Gebrauchswasser auf den Hof geschüttet werden; weiterhin ist für zweckmässige Ableitung des Regenwassers und die Verhinderung von Ueberflutungen zu sorgen.

Die oberen Bodenschichten trocknen leicht unter dem Einfluss der Besonnung und des Windes; die tieferen sind im Bedarfsfalle durch Drainage trocken zu legen.

Um den Krankheiten vorzubeugen, erscheint die Reinhaltung des Erdreichs, die rasche Fortschaffung der Unratstoffe aus der Nähe der Menschen als das beste Mittel. Wo die Fäkalien zum Gemüsebau und ähnlichen Betrieben nicht entbehrlich sind, müssen sie zuvor längere Zeit kompostiert werden. In den Städten und Dörfern bietet der möglichst dichte Abschluss der Häuser, Strassen und Höfe, durch gute Pflasterung, Betonierung etc. die beste Garantie gegen die Infektionen des Bodens und gegen das Ausstreuen etwa in den obersten Schichten enthaltener Krankheitskeime. Durch Abwaschen, Abspülen und Abfegen in kurzen, regelmässigen Zwischenräumen sind die Strassen und Höfe zu reinigen. Eine gute Kanalisation erhält den Boden trocken, schützt ihn vor Verunreinigung und Infektion, denn dann werden die Hausabwässer und Schmutzstoffe nicht in der Umgebung der Menschen deponiert, sondern sofort abgeführt. Eine gute Wasserversorgung verhütet eventuelle durch Vermittelung des Wassers (der Brunnen) vom Boden ausgehende Infektionen. Um dem Tetanus und dem malignen Oedem vorzubeugen, muss auch die geringste mit Erde und Schmutz verunreinigte Wunde sorgfältig gereinigt und dann möglichst desinfiziert werden. Ferner empfiehlt sich bei schweren mit Erde besudelten Verletzungen die prophylaktische Injektion von Tetanusserum.

Feuchtigkeit.

Bodenkrankheiten.



Insonderlich bei Cholera- und Typhusepidemien darf frischer Unrat nicht in der Umgegend von Wohnstätten frei deponiert werden, er ist sofort mit Erde zu bedecken und zu entfernen; auch sei man zu Epidemiezeiten mit dem Genuss roher Erdfrüchte vorsichtig. Reinlichkeit der Fussbekleidung verhindert, dass vom Acker, von Dungstätten etc. aus Krankheitskeime in die Häuser verschleppt werden.

Literatur: von Fodor, Hygiene des Bodens in Weyls Handbuch der Hygiene, 1893, Jena; dort ist auch die gesamte Literatur angegeben. Wollny, Forschungen auf dem Gebiete der physikalischen, chemischen und bakteriologischen Vorgänge im Boden. Arbeiten der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, 1898, Heft 36.

Die Ernährung und die Nahrungsmittel.

I. Die Ernährung.

A. Allgemeines.

Die zugeführten Speisen, die Nahrung, müssen die nötigen Materialien liefern

- 1) für die Erhaltung,
- 2) für die Entwicklung des Körpers,
- 3) für die Erzeugung von Wärme und die Leistung von Arbeit.

Die Nahrung setzt sich zusammen aus den Nahrungsmitteln, diese enthalten die Nahrungsstoffe, d. h. Eiweisskörper, Fette, Kohlehydrate, Salze und Wasser. Das Bedürfnis nach Nahrung äussert sich in dem Hungergefühl; dasselbe lässt sich für einige Zeit durch Aufnahme unverdaulicher Stoffe zurückdrängen, späterhin wird es allein durch wirkliche Nährstoffe befriedigt. Das Nährmaterial kann nur in flüssigem Zustande in die Körpersäfte übergehen. Die Säfte tragen es den Körperzellen zu, wo es zum Aufbau der Zellen oder zum Ersatz ihrer Bestandteile verbraucht wird oder die in ihm angesammelten Spannkraft zur Wärmebildung und Arbeitsleistung abgibt.

Nahrungsstoffe

Der menschliche Körper besteht — oder 100 Teile Mensch bestehen

zu	16 %	aus Knochen	aus	65	Teilen	Wasser
„	42 %	aus Muskeln	„	16	„	Eiweiss
„	13—28 %	aus Fett	„	14	„	Fett
„	14—32 %	aus Drüsen, Haut, Nerven und Eingeweiden.	„	5	„	Asche.

Da Wärme und Arbeit aufeinander beziehbar sind —
1 Kalorie genügt, um 425 kg einen Meter hoch zu heben

Kalori-
metrischer
Effekt.

(1 Kal. = 425 Kilogrammometer) —, so kann man die Wirkung der Nahrungsmittel als kalorimetrischen Effekt auffassen. Je mehr Wärme ein Nährstoff liefert, um so grösser ist seine physiologische Wirkung, wobei allerdings diejenige Wärmemenge in Abzug zu bringen ist, welche den nicht völlig zerlegten, aber ausgeschiedenen Bestandteilen, den Kot- und Harnbestandteilen (Harnstoff- und Harnsäure), noch innewohnt; dieselbe beträgt nach Rubners Ermittlungen bei Eiweissstoffen 22—28 %.

1 g Eiweiss liefert 4,1 grosse Kalorien (d. h. es erzeugt soviel Wärme, als notwendig ist, um 4,1 kg Wasser um einen Grad zu erwärmen), 1 g Fett liefert 9,3, 1 g Kohlehydrate 4,1 Kalorien; in diesem Verhältnisse können sich die einzelnen Stoffe in ihrer Wirkung ersetzen; sie sind isodynam (Rubner). Es liefert also ein Teil Fett soviel potentielle Energie als 2,4 Teile Eiweiss oder Kohlehydrate. Das mechanische Aequivalent, d. h. die Arbeitsleistung, welche durch die Verbrennung von 1 g Eiweiss oder Kohlehydrat oder Fett entsteht, ist gleich 1753 bzw. 3975 Kilogrammometer, d. h. wieder 4,1 bzw. 9,3 Kalorien. Ein ruhender Erwachsener produziert (s. S. 175) 2300, ein schwer arbeitender 3400 Kalorien. Die mittlere Tagesleistung eines Erwachsenen, welche allein durch das Gehen erzeugt wird, beträgt ungefähr 38 000 Kilogrammometer.

Bei jeder Maschine tritt nur ein Bruchteil des verbrannten Materials als Arbeit in die Erscheinung, beim Menschen etwa 25 %, schwankend zwischen 6 % bei schwacher, und 29 % bei angestrengter Arbeit. Der wahre Wärmewert einer anstrengenden geleisteten Arbeit ist also mit dem Vierfachen ihres Wärmeäquivalents anzusetzen.

B. Die einzelnen Nährstoffe.

a) Das Eiweiss.

Unter den Nährstoffen nimmt das Eiweiss die erste Stelle ein. Die Konstitution seines Moleküls ist nicht bekannt, seine prozentische Zusammensetzung ist die folgende: C = 50—55 %; H = 6,8—7,3 %; N = 15,5—18,3 %; O = 23—24 %; S = 0,4—5,0 %. Zu den Eiweisskörpern gehören die eigentlichen Eiweisskörper, das Serumalbumin, Muskelalbumin, Pflanzenalbumin, das Pflanzenkasein, die fibrinoplastische und fibrinogene Substanz, die Acidalbumine, die Albumosen oder Propeptone, die Proteide, Peptone etc. Von den eigentlichen Eiweisskörpern getrennt durch das Fehlen der aromatischen Gruppe sind das Glutin und der Leim.

Die Eiweisskörper gehen anscheinend, soweit sie nicht

Eigentliche
Eiweisskörper.

Leim.

selbst löslich sind, bei der Verdauung in die löslichen Peptone über; diese verschwinden bereits wieder in der Darmwand, und man findet im zirkulierenden Blut kein Pepton; vielleicht wird es rasch in eine Eiweissart zurückverwandelt. Wahrscheinlich kann unter gewissen Umständen aus Eiweiss im Körper Fett gebildet werden.

Resorption.

b) Das Fett.

Das animalische Fett besteht aus Triglyzeriden von Fettsäuren, aus Tripalmitin ($C_3H_5(C_{16}H_{31}O_2)_3$), Tristearin ($C_3H_5(C_{18}H_{35}O_2)_3$) und Triolein ($C_3H_5(C_{18}H_{33}O_2)_3$); durchschnittlich enthält dasselbe 76,5 % C, 12,0 % H und 11,5 % O. Der Gehalt an Glycerin beträgt 8—9 %. Die Pflanzenfette, die Oele, bestehen zum grossen Teil ebenfalls aus Neutralfetten und aus Mischungen von solchen und freien Fettsäuren. Nur diejenigen Fette sind resorbierbar, welche bei Körperwärme flüssig sind. Der Uebergang in die Säftemasse hat statt durch Emulgierung oder Verseifung (Umsetzung mit einem Alkali); die freien Fettsäuren können direkt übertreten, anscheinend wandeln sie sich schon in der Darmwand wieder in Neutralfette um. Ob dem bei der Zersetzung der Neutralfette abgespaltenen Glycerin ein Nährwert zukommt, ist noch fraglich.

Animalisches
und pflanzliches
Fett.

Resorption.

c) Die Kohlehydrate.

Zu ihnen zählen a) die einfachen Zuckerarten (Monosaccharate, Glukosen) $C_6H_{12}O_6$: 1. Traubenzucker (Dextrose), 2. Fruchtzucker (Laevulose), 3. Galaktose, 4. Sorbinose, 5. Mannose.

DieZuckerarten.

b) Die zusammengesetzten Zuckerarten (Disaccharate, Saccharosen) $C_{12}H_{22}O_{11} = 2 C_6H_{12}O_6 - H_2O$: 1. Rohrzucker (Saccharose), 2. Milchzucker (Laktose), 3. Malzzucker (Maltose),

c) Kohlehydrate im engeren Sinne und Gummiarten (Polysaccharate = $n(C_6H_{12}O_6) - (n-1)H_2O$): 1. Stärke, 2. Zellulosearten, 3. Inulin, 4. Glykogen, 5. Dextrin, 6. Gummiarten.

Einige Kohlehydrate, z. B. die Maltose, Dextrose, der Milchzucker, werden ohne weiteres resorbiert, bei den übrigen tritt zunächst eine Umwandlung in Dextrose oder Maltose ein, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch der Rohrzucker so umgewandelt wird. Der in das Blut übergeführte Zucker wird zum Teil in der Leber als Glykogen aufgespeichert, zum Teil in den übrigen Organen zu Kohlensäure und Wasser oxydiert.

Resorption.

d) Die Salze.

Die Salze, welche aufgenommen werden, sind Verbindungen des Eisens, Kalziums und Magnesiums, des Kaliums und Natriums mit Phosphorsaure, Kohlensäure, Schwefelsäure und Chlor. Mit der Nahrung werden soviel Salze genossen, dass es ihrer besonderen Zuführung nicht bedarf. Die Salze werden verwendet zur Bildung der Organzellen und Körpersäfte. Die Einführung grösserer Mengen von Salzen beim wachsenden Individuum ist notwendig zum Aufbau des Körpers; aber auch der Erwachsene bedarf der Salze, denn durch die innere und äussere Arbeit des Organismus gehen Organteile zugrunde und müssen ersetzt werden. Andererseits sind sie notwendig zur Bildung der verschiedenen Verdauungsekrete. Der für das Kind erforderliche phosphorsaure Kalk, die Hauptmineralverbindung, wird in der Milch in ausreichender Menge genossen.

e) Das Wasser.

Wasser ist, da der Körper zu ungefähr 65 %, das Blut zu ungefähr 78 % aus Wasser besteht, ebenfalls aufzunehmen. Ein Teil wird als Getränk eingeführt, ein anderer nicht unbeträchtlicher Teil ist in den Speisen enthalten, ein dritter — über 350 g täglich beim Erwachsenen — entsteht aus den Zerlegungen, welche im Körper selbst statthaben.

C. Die Wirkung der Nährstoffe.

Organbildner.

Das Wasser, die Salze, ein Teil des Eiweisses und des Fettes bilden die Ergänzungsstoffe des Körpers, woraus er sich aufbaut und die Verluste ersetzt, die in ihm entstanden sind (organogene Stoffe).

Wärme- und Kraftspender.

Ein anderer sehr grosser Teil des Eiweisses, das meiste des genossenen Fettes und die Kohlehydrate liefern das Brennmaterial, woraus Wärme und Kraft je nach Umständen und Bedarf entstehen.

Die drei Brennstoffe können sich nach ihrem isodynamen Wert gegenseitig ergänzen (100 Fett: 236 Eiweiss oder Kohlehydrate).

Die Stoffe der ersten Gruppe dürfen, weil sie durch andere nicht ersetzbar sind, niemals fehlen. Trotzdem anscheinend Fett aus Eiweiss gebildet werden kann, vermag der Mensch bei der alleinigen Zufuhr von Salzen, Wasser und Eiweiss doch nicht zu bestehen und sich zu entwickeln, wahrscheinlich weil die

meisten Individuen nicht soviel Fleisch, wie hierzu erforderlich ist, zu verarbeiten oder aufzunehmen imstande sind.

Wird viel Eiweiss zugeführt, so wird viel zerlegt. Der Stickstoffgehalt des Urins bei vollständig ernährtem Körper ist dem Stickstoffgehalt der resorbierten Nahrung gleich, der Körper setzt sich in „Stickstoffgleichgewicht“. Diejenige Menge Eiweiss ist zur Erhaltung des Körperzustandes zum mindesten erforderlich, welche dem vom nicht gerade hungernden Körper abgegebenen Stickstoff entspricht, jedoch müssen dann neben dem Eiweiss noch Fett bzw. Kohlehydrate verabreicht werden; die alleinige Zufuhr selbst von überschüssigem Eiweiss genügt nicht. Der Körper setzt dann Eiweiss an, wenn ihm dasselbe im Ueberschuss und zugleich mit Fett oder besser noch Kohlehydraten geboten wird (zu beachten bei der Rekonvaleszenten-Ernährung)! Beim wachsenden Menschen findet bei reichlicher Ernährung eine Ablagerung von Eiweiss in den Zellen statt; bei dem Erwachsenen ist das nicht so der Fall, da wird das überschüssige Eiweiss rasch verbrannt; eine Fettmast ist bei ihm leicht auszuführen. Beim Rekonvaleszenten wird das verlorene Eiweiss bald ersetzt.

Eiweissansatz.

Dasjenige Eiweiss, welches in die Zelle eintritt, einen Teil derselben bildet, nennt man nach Voit „Organeiwiss“, dasjenige, welches die Zelle umgibt und durchdringt, für ihren Aufbau verfügbar ist, und je nach Bedarf verbrannt werden kann, heisst „zirkulierendes“ Eiweiss. Pflüger erkennt jedoch diese scharfe Trennung nicht an; nach ihm muss alles resorbierte Nahrungseiweiss in die Organmasse übergehen, ehe es zerlegt werden kann.

Organ- und zirkulierendes Eiweiss.

Die Albumosen sind Zellbildner, eine Anzahl Peptone ebenfalls. Vom Leim steht fest, dass er Eiweiss nicht als Organbildner ersetzen kann; dahingegen kann er statt des Eiweisses zur Wärme- und Krafterzeugung verbraucht werden, er gehört somit zu den „Eiweissparern“, also auch indirekt zu den Fettsparern, die Amidverbindungen haben keine eiweissparende Wirkung.

Eiweissparer.

Das resorbierte Fett kann im Körper zum Ansatz, zur Ablagerung kommen, soweit es nicht für Wärme und Kraft gebraucht wird. Es lagert sich zwischen dem Bindegewebe der Muskeln, unter der Haut und im Netz ab, bildet Reserven, aus welchen zur Zeit der Not, z. B. bei beschränkter Einfuhr, während der Krankheit oder bei grosser Kälte, starker Anstrengung und mangelhafter Ernährung der Bedarf gedeckt

Fett.

wird. Schwer arbeitende Leute nehmen in der Regel reichlich Fett zu sich.

Kohlehydrate.

An Stelle des Fettes können die Kohlehydrate treten. Sie beschränken die Zersetzung des Eiweisses erheblicher als das Fett, bewirken, zugleich mit Fett und Eiweiss aufgenommen, in reichem Masse Fettansatz, können als Glykogen in den Leberzellen und in den Muskeln abgelagert und bei stärkerer Zufuhr in Fett umgewandelt werden; sie liefern bei ihrer, schon bald nach der Aufnahme stattfindenden Verbrennung den grösseren Teil der Wärme und Arbeit. Dagegen genügen Fette und Kohlehydrate ohne Eiweisszugabe nicht zur Erhaltung des Körpers; soviel resorbierbares Eiweiss muss mindestens zugeführt werden, als der Eiweisszerfall im Hungerzustande beträgt; sonst geht der Organismus an Eiweiss hunger zugrunde.

Fettverbrauch.

Mangel der Nahrung. Wird dem Menschen die Nahrung vorenthalten, so stirbt er nicht plötzlich, wie bei Sistierung des Sauerstoffes, er kann vielmehr bei Ruhe und Wassergenuss noch 40 Tage und darüber leben bleiben. Während dieser Zeit zehrt er, um den Bedarf für Wärme und Arbeit zu decken, von dem eigenen Körper. Am grössten ist der Verbrauch an Fett; beim Hungertode sind über 90 % desselben verschwunden; die Drüsen und Muskeln gehen fast bis auf die Hälfte verloren, sogar das Gewicht der Knochen nimmt um ca. 10 % ab, während das Nervensystem trotz seines Fettreichtums nicht mehr als 2—3 % verliert. Der Tod erfolgt, wenn das Gewicht ungefähr auf die Hälfte heruntergegangen ist.

Eiweissverbrauch.

Während in den ersten Hungertagen das zirkulierende Eiweiss verbrennt, sinkt der Stickstoffgehalt des Urins erheblich. Ist dasselbe verzehrt, so dient allein das Fett zur Lieferung von Wärme und Arbeit; an Stickstoff wird nur soviel abgegeben, als der Menge des in den abgenutzten Zellen vorhandenen Organ-eiweisses entspricht. In dieser Periode ist daher die Stickstoffausscheidung konstant und niedrig, der Fettverbrauch konstant und hoch. In den letzten Tagen, wenn das Fett verbrannt ist, muss das Organeiweiss den Bedarf an Brennmaterial, welches für Wärme und Arbeit erforderlich ist, liefern; 100 g Fett sind dynamisch 978 g Muskelsubstanz gleich, ein steigender Stickstoffgehalt des Urins und beschleunigte Auflösung sind die Folge.

Dursttod.

Der Durst tötet schneller als der Hunger. Nach Untersuchungen von Nothwang an Tauben traten krankhafte Erscheinungen ein, wenn der Feuchtigkeitsgehalt des Tieres um 11 %, trat der Tod ein, wenn derselbe um 22 % abgenommen hatte.

D. Der Bedarf an Nährmaterial.

Für die Menge Nahrung, welche ein Mensch aufnehmen muss, sind verschiedene Faktoren bestimmend.

Abhängigkeit
von Körper-
zustand, Arbeit
und äusseren
Bedingungen.

a) Dem wachsenden Körper sollen reichliche Ueberschüsse an Eiweiss, Fett und Kohlehydraten über diejenige Menge hinaus gegeben werden, welche er für Wärme und Kraft verbraucht; die Zufuhr werde auf öftere, wenn auch kleinere Mahlzeiten verteilt.

b) Die Arbeitsleistung verlangt stärkere Nahrungsaufnahme. Früher meinte man, durch die Arbeit verbrenne der Muskel; wäre diese Annahme richtig, so hätte sich bei angestrenzter Arbeit mehr Stickstoff in den Ausscheidungen finden müssen. Das Experiment zeigte, dass zwar die Zufuhr stickstoffhaltiger Nahrung, aber nicht die Arbeit Einfluss auf die N-Ausscheidung ausübt. Dahingegen wurde durch Arbeit die Abgabe von Kohlensäure und Wasser erheblich vermehrt, ein Zeichen, dass die Arbeit nicht auf Kosten des Muskels, sondern auf Kosten des Fettes und der Kohlehydrate geleistet wird. Dem stark arbeitenden Manne ist daher eine hauptsächlich kohlehydrat- und fettreiche Kost zu verabreichen. Während des Schlafes ist der Stoffverbrauch des Menschen am geringsten, weil der Körper sich in Ruhe befindet, keine äussere Arbeit leistet; hinzukommt, dass im Schlaf die Bedeckung eine dichtere, die Wärmeabgabe also eine geringere ist wie am Tage.

c) Grosse, starke und auch sehr lebhaft Menschen haben zur Erhaltung ihres Körpers, welcher ausserdem mehr Wärme produzieren, mehr Arbeit leisten muss, ein absolut grösseres Mass von Nahrung notwendig als kleinere und schwächere, wenn auch die relative Menge geringer ist. Ebenso bedürfen stillende Frauen einer gesteigerten Zufuhr von Eiweiss, Fett und Kohlehydraten.

d) Hohe Aussentemperatur, warme Bekleidung, relativ geringe Körperoberfläche gestatten eine geringere Wärmeproduktion, setzen also das Nahrungsbedürfnis herunter.

Um den Nährstoffbedarf kennen zu lernen, hat man an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten für grössere Bevölkerungskategorien den täglichen Nahrungsverbrauch berechnet, ausgehend von der Idee, dass der Instinkt oder das Bedürfnis dem Menschen das richtige Mass zuweist.

Bestimmung
der Menge.

Ferner hat man die frei gewählte Kost einzelner unter bekannten Verhältnissen lebender Personen auf ihren Nährwert

untersucht mit Bestimmung des darin enthaltenen Eiweisses, Fettes und der Kohlehydrate; ergänzend machte man die Bestimmung des N und C in dem Kot, dem Urin und der Ausatemungsluft und kontrollierte das Körpergewicht.

Stickstoff-
bestimmung.

Der Stickstoff des aufgenommenen und verbrauchten Eiweisses findet sich im Kot und Urin wieder; der durch Haut und Lungen abgegebene ist so gering, dass man ihn vernachlässigen kann; der im Kot enthaltene Stickstoff gehört teils den nicht assimilierten, teils den aus den Darmsäften, Epithelien etc. stammenden, also den assimilierten Eiweisskörpern an. Die Menge des Stickstoffes multipliziert mit 6,25 ergibt die Menge des Eiweisses. Dabei ist indessen zu beachten, dass sämtliche genossenen stickstoffhaltigen Substanzen, so z. B. die Amidkörper, deren Menge bei einzelnen Nahrungsmitteln nicht gering ist, und nicht bloss die Eiweisskörper den Stickstoff im Urin und Kot wieder erscheinen lassen.

Kohlensäure-
bestimmung.

Um den Verbrauch an Fetten und Kohlehydraten festzustellen, wird die Menge der produzierten Kohlensäure bestimmt. Man benutzt dazu den Respirationsapparat von Pettenkofer, eine Kammer, in welcher die Versuchsperson sich aufhält, und aus welcher Luftproben behufs Bestimmung des Wassers und der Kohlensäure entnommen werden. Die Menge der gefundenen CO_2 wird mit 0,273 multipliziert, um das Gewicht des ausgeschiedenen Kohlenstoffs zu erhalten. Den im Kot und Urin enthaltenen Kohlenstoff findet man durch Verbrennung; die Fette des Kotes bestimmt man durch Aetherextraktion und Zerlegung der Fettseifen mittels salzsauren Alkoholes und abermaliger Aetherextraktion.

Mengenangabe.

Voit und Pettenkofer berechneten, dass von einem mittelkräftigen, 70 kg schweren Arbeiter täglich 18,8 g N, 328 g C und 2500 g Wasser ausgeschieden werden, was 118 g Eiweiss, 56 g Fett und 500 g Kohlehydraten entspricht. Selbstverständlich können die beiden letzten Zahlen auch in ein anderes Verhältnis zu einander gebracht werden; die beiden Stoffe treten nach ihrem isodynamen Verhältnis für einander ein. Bei schwerer Arbeit z. B. gibt man besser 100 g Fett und 400 g Kohlehydrate. Im allgemeinen kann man sagen, dass in der gewöhnlichen, ohne Zwang genommenen Kost von 100 Kalorien, 16—19 dem Eiweiss entstammen.

In der Ruhe, bei kleineren bzw. schwächeren Individuen ist das geforderte Kostmass herunter zu setzen, bei starker Arbeit,

bei schweren Leuten zu erhöhen. Man hat folgende Rechnung aufgestellt: bei mittlerer Arbeit verlangt ein Körper von

Kilogramm	Wärmewert der			
	Nahrungsstoffe	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
50	2472	96	44	409
60	2792	106	50	461
70	3094	118	56	500
80	3372	128	61	556

Bei reichlicher Fett- und Kohlehydratzufuhr kann der Eiweissgehalt geringer normiert werden, als Voit annahm. Es gelang schon mit Brot, welches 104 g Eiweiss, und mit 2500 g Kartoffeln, welche 66 g Eiweiss und 500 g Kohlehydrate enthielten, den Körper in Stickstoffgleichgewicht zu bringen. Aber das ist nur möglich bei reicher Gabe von gewissen Nahrungsmitteln, z. B. Kartoffeln, Mais und Reis, bei den übrigen indessen anscheinend nicht. So kann sich z. B. ein stark arbeitender Mann, wenn er viel Kartoffeln verzehrt, in Stickstoffgleichgewicht halten. Wollte er aber bei Ruhe nur soviel davon essen, als seinem Energieverbrauch entspricht, so würde er Eiweissunterbilanz haben. Es kommt jedoch bei der Ernährung nicht nur die erforderliche Kalorienzahl, sondern auch die Gewöhnung, die Magenfüllung in Betracht. Bedenkt man, dass der Eiweissverbrauch des hungernden Menschen zu rund 45 g Eiweiss täglich gefunden worden ist, so muss man schon mit einer nicht wesentlich höheren Eiweissmenge ausreichen können, immer vorausgesetzt, dass die Kraft- und Wärmespender, Fett und Kohlehydrate, in einer den ganzen Energieverbrauch deckenden Menge gegeben werden. Bis die Frage definitiv entschieden sein wird, ist es gerechtfertigt, die Voitsche Zahl nicht wesentlich zu unterschreiten; jedenfalls soll man einem Mann von etwa 70 kg bei mittlerer Arbeit und reichlicher Ernährung mit Fett und Kohlehydraten gegen 100 g Eiweiss geben.

Kranken gebe man, besonders wenn die Verdauung durch mangelhafte Produktion von Verdauungssäften oder grosse Empfindlichkeit gestört ist, mässige Mengen animalischen Eiweisses mit etwas reichlicheren Mengen leicht verdaulicher Kohlehydrate, z. B. Reis, Arrowroot etc., in breiiger Form. Rekonvaleszenten lasse man ebenfalls leicht verdauliches Eiweiss und Amylaceen, aber beide in grösserer Menge unter mässiger Fettzugabe geniessen.

Der Nahrungsbedarf für die Entwicklungsperiode wird erheblich beeinflusst durch die Körperzunahme, das ungünstige Verhältnis der Körperoberfläche zur Körpermasse und durch den infolge der Lebhaftigkeit der Kinder starken Kraftverbrauch.

Geringerer
Eiweissbedarf.

Kranken- und
Kinderbedarf.

Man gewähre für ein Kind von dem unten angegebenen Alter und Gewicht ungefähr die nachstehenden Mengen an Nährstoffen:

Alter	Mittl. Gewicht	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
	kg	g	g	g
3 Tage	3,2	8,7	9,6	9,5
Ende der 1. Woche	3,5	13,0	15,0	15,4
„ „ 3. „	4,2	20,2	22,5	24,0
„ „ 8. „	5,4	24,3	28,1	29,1
des 5. Monats	7,6	34,2	36,5	42,5
„ „ 12. „	9,6	38,4	38,4	76,8
„ „ 18. „	10,8	43,2	43,2	97,2
„ „ 2. Jahres	12,0	48,0	42,0	120,0
„ „ 4. „	15,1	52,4	45,3	151,0
„ „ 6. „	18,6	55,8	40,0	180,0
„ „ 10. „	26,1	64,2	41,6	234,9
„ „ 14. „	40,5	81,0	40,5	303,8
„ „ 20. „	65,0	118,0	56,6	450,0

E. Die Resorbierbarkeit.

Die Ausnutzung des in der Nahrung eingeführten Eiweisses, des Fettes und der Kohlehydrate im Darm ist abhängig von der Beschaffenheit der eingeführten Materialien und der aufnehmenden Organe. Katarrhe des Magens und des Darms behindern die Resorption erheblich. Die Empfindung des „Schwerverdaulichen“, das Gefühl von Druck und Fülle im Magen nach der Aufnahme einiger Nahrungsmittel beruht zum grossen Teil auf einer verlangsamten Zerlegung derselben; zur Resorption gelangt dabei doch zuletzt alles.

Es kann daher ein Nahrungsmittel „schwer verdaulich“, aber „gut resorbierbar“ sein; Beispiele dafür bieten die hartgesottenen Eier oder harte Käsesorten, die schwer vom Magensaft durchdrungen werden; ferner hält sich das Fett, in grösseren Mengen genossen, recht lange im Magen.

Die animalischen Nahrungsmittel werden sehr gut ausgenutzt, weniger gut die vegetabilischen. Der Grund für letztere Erscheinung beruht nicht auf einer an und für sich schwereren Resorbierbarkeit der pflanzlichen Nährstoffe, sondern darauf, dass Zellulosezellen das Eiweiss und vielfach auch die Stärke einschliessen, die Verdauungssäfte aber nicht imstande sind, die Zellulose zu zerstören und bis zu den eigentlichen Nährstoffen vorzudringen. Die Zubereitung der Speisen bezweckt ausser anderem auch die Sprengung der Zellenverbände. Durch den Zusatz von Fett zu Kohlehydraten wird ihre Ausnutzung wenig herabgesetzt. Das ist von Wichtigkeit, weil sich so die Zufuhr von Kohlenstoff leicht steigern lässt, ohne dass zu grosse Mengen,

Schwer ver-
daulich.

Gut
resorbierbar.

Geringere Aus-
nutzung der
Vegetabilien.

sei es von Kohlehydraten, sei es von Fett, gegeben werden müssen, denn es macht sich sonst leicht ein Widerwille gegen die Kost bemerkbar, und andererseits werden geringere Mengen eines Nahrungsmittels besser ausgenützt als grosse. Der Zusatz von Fett zur Fleischnahrung bleibt ohne Einfluss. Ueber die Resorbierbarkeit einiger Nahrungsmittel gibt die beifolgende Tabelle Aufschluss (Rubner).

Es werden nicht resorbiert in %

	von der Trocken- substanz	vom Eiweiss	von den Kohlehydraten
Fleisch	5,3	2,6	—
Eier	5,2	2,6	—
Milch	8,8	7,1	—
Erbsen	9,1	17,5	3,6
Eiweissreiche Makkaroni .	5,7	11,2	2,3
Brot aus feinstem Mehl .	4,2	21,8	1,1
Brot aus dekortiziertem grobgemahlenem Korn .	12,2	30,5	7,4
Reis	4,1	20,4	0,9
Kartoffeln	9,4	30,5	7,4

Bei der Bestimmung der Kostmengen ist der Verlust, welcher durch die mangelhafte Resorption entsteht, zu berücksichtigen. Mässige Mengen von Flüssigkeiten, Wein, Bier, Wasser, üben auf die Ausnützung keinen wahrnehmbaren Einfluss aus.

F. Die Kost.

a) Ihre Zusammensetzung.

Durch die grosse Masse der erforderlichen Kohlehydrate ist die Kost in der Hauptsache eine vegetabilische. Die verlangten 500 g Kohlehydrate sind enthalten in 1100 g Brot, in 650 g Reis oder Nudeln, in 2500 g Kartoffeln. Die Statistik lehrt, dass der erwachsene kräftige Arbeiter täglich gegen 750 g Brot mit ungefähr 45 g Eiweiss und 350 g Kohlehydraten verzehrt. Der mangelnde Bedarf an letzteren wird ersetzt durch Zuführung von Gemüse, insonderlich von Kartoffeln. In 800 g derselben sind ca. 150 g Kohlehydrate und 15 g Eiweiss enthalten. Es fehlen somit noch 60 g Eiweiss und 56 g Fett. — Werden 500 g Brot gegessen mit 30 g Eiweiss und 230 g Kohlehydraten, so können in einem Gemüse von 500 g Kartoffeln und 150 g Erbsen weitere 180 g Kohlehydrate und 45 g Eiweiss zugeführt werden. 45 g Eiweiss und 100 g Fett, oder statt des letzteren 56 g Fett und weitere 100 g Kohlehydrate würden in anderer Weise zu geben sein.

Deckung des
C-Bedarfs.

Deckung des
Stickstoff- und
Fettbedarfs.

Wollte man diese Fehlbeträge wieder mit Vegetabilien auffüllen, so würde ein erheblicher Ueberschuss von Kohlehydraten mit in den Kauf genommen werden müssen; hierdurch würde zunächst eine erhebliche Vermehrung der aufzunehmenden Nahrung und damit eine Verschlechterung der Ausnutzung und weiter eine erhebliche Verteuerung der Kost bedingt sein. Deshalb ist es richtig, den Fehlbetrag an Eiweiss und Fett durch animalische Nahrungsmittel event. unter Beigabe von Oel zu decken. 100 g reines Fett sind in 130 g käuflichem Fett, 60 g Eiweiss in 300 g Fleisch oder 200 g Magerkäse oder 1½ Liter Milch etc. enthalten. Bei dieser Rechnung ist ausser acht gelassen, dass gegen 25 % des Eiweisses aus Brot, Kartoffeln und Erbsen nicht resorbiert werden, es müssen daher noch weitere 15 g Eiweiss zugesetzt werden, um den Ausfall zu decken.

Wollte man die ganze Menge an N und C in Fleisch geben, so müsste man täglich 2600 g verzehren, denn erst in dieser Masse sind 328 g C enthalten, während der Stickstoffbedarf bereits mit 550 g Fleisch gedeckt ist.

Gemischte
Nahrung.

Die Zusammenstellung der Kost aus pflanzlichen und animalischen Nahrungsmitteln ist somit anzuempfehlen. Die animalische Kost ist des geringeren Wassergehalts wegen kompender als die vegetabilische. Das rohe Fleisch enthält 75 %, das gebratene oder gekochte gegen 60 % Wasser; die Vegetabilien nehmen gewöhnlich durch die Zubereitung Wasser auf; während im Weizenmehl 13 %, in trockenen Erbsen 14 % Wasser sich finden, sind im Weizenbrot 38, im Erbsenbrei 73, in der Erbsensuppe über 90 % enthalten. Der Wassergehalt der Kartoffel, gegen 76 %, ändert sich durch das Kochen nicht wesentlich.

b) Die Wirkung der Zubereitung auf die Nahrungsmittel; die Koch- und Essgeschirre.

Einfluss der
Zubereitung auf
animalische und

Die animalischen Nahrungsmittel werden durch die Zubereitung nach vier Richtungen hin beeinflusst. Zunächst werden sie zerkleinert und dadurch für die Verdauungsarbeit geeigneter gemacht, dann werden ihre bindegewebigen Hüllen zersprengt, auch geben die eiweisshaltigen Stoffe beim Braten und Kochen Wasser ab, während das Fett aus der festen in die flüssige, resorbierbare Form übergeführt wird, und ferner entstehen durch das Kochen, Dämpfen und Braten aromatische Produkte, welche appetiterregend wirken und die Ausscheidung der Verdauungssäfte befördern sollen.

Die vegetabilischen Nahrungsmittel erfahren durch die Zubereitung vielfach eine Zunahme an Wasser, ferner werden aromatische Stoffe gebildet und übelriechende entfernt, so z. B. Schwefelwasserstoff und Mercaptan bei den Kohlarten; weiter findet eine Eröffnung der Zellen durch die Zerkleinerung der Speisen (Mahlen, Zerschneiden) und durch die Zubereitung (Kochen, Backen) und damit erst die Erschliessung der Nährstoffe statt. Ausserdem wirkt die Zubereitung in vielen Fällen auf die Stärke ein durch ihre Ueberführung in den leichtlöslichen Kleister oder in Dextrin.

vegetabilische
Nahrungsmittel.

Durch die Hitzwirkung werden die Bakterien und manche der von ihnen erzeugten Giftstoffe zerstört. Die Anwesenheit von saprophytischen Bakterien ist in einigen Nahrungsmitteln erwünscht, in anderen nicht; von entscheidendem Einfluss ist das Nährmaterial selbst; weicher alter Käse beherbergt unzählige Bakterien und wird gern genossen; Fleisch, welches viele Mikroorganismen enthält, wird als faul zurückgewiesen. Die Abtötung von pathogenen Bakterien, welche auf oder in den Nahrungsmitteln enthalten sind, die Abtötung von Entozoen, ihren Eiern oder Larven durch die Hitze ist von hervorragender Bedeutung.

Bakterien-
Tötung.

Die Kochgeschirre, die Speisegefässe dürfen kein Blei an die Speisen abgeben. Speisen, welche Essigsäure enthalten oder Essigsäure bilden, sollen in Kupfergefässen nicht aufbewahrt werden, weil sich basisch essigsaures Kupferoxyd (Grünspan) bildet, welches wohl Erbrechen, aber ebensowenig als die anderen Kupfersalze sonstige Vergiftungserscheinungen hervorzurufen vermag; eine chronische Kupfervergiftung kennt man überhaupt nicht. Gute bleifreie Verzinnung deckt das Kupfer und schützt vor Grünspanbildung.

Gifte aus Koch-
geschirren.

Blei ist ein schon in kleinen Dosen wirkendes Gift. Das Reichsgesetz vom 25. 6. 87 bestimmt, dass Ess-, Trink-, Kochgeschirre sowie Gefässe zur Bereitung von Getränken und Fruchtsäften, Flüssigkeitsmasse etc (in Preussen auch Trinkgefässbeschläge) nicht ganz oder teilweise aus Blei oder einer Metallegierung hergestellt werden dürfen, die mehr als 10 % Blei enthält. Die innere Verzinnung soll bei ihnen und den Konservbüchsen nicht mehr als 1 %, die Lötung nicht mehr als 10 % Blei enthalten. Email oder Glasur darf bei halbstündigem Kochen mit Essig (d. i. 4 % wässrige Lösung von Essigsäure) kein Blei abgeben, die Metallegierungen an Bierdruckapparaten, an Siphons für kohlen-saure Getränke und an Kindersaugflaschen dürfen höchstens 1 Gewichtsteil Blei enthalten. Zu Mundstücken an Kindersaugflaschen, Saugringen, Warzenhütchen darf kein blei- oder zinkhaltiger, zu Leitungen für Wein, Bier und Essig, zur Herstellung von Trinkbechern und Spielwaren darf kein bleihaltiger Kautschuk verwendet werden. Zur

Blei.
Bleigesetz.

Verpackung von Käse, Kau- und Schnupftabak ist bleihaltige Metallfolie verboten.

Zink-, Zinn-, Nickel-, Aluminiumgeschirre sind ungefährlich. In kalifornischen Aepfelschnitten sind auf das Kilo 50—600 mg Zinkoxyd gefunden; die Einfuhr solcher Aepfel ist mit Recht beanstandet worden, da das Zink in die Aepfel nicht hineingehört.

Farben.

Gesundheitsschädliche Farben sind nach dem Gesetz vom 5. 7. 87 weder zulässig zur Herstellung von Oblaten, Nahrungs- und Genussmitteln, welche zum Verkauf bestimmt sind, noch zur Herstellung von Gefäßen und Umhüllungen zur Aufbewahrung oder Verpackung von Nahrungs- und Genussmitteln. Als gesundheitsschädlich gelten im allgemeinen die Verbindungen von Antimon, Arsen, Barium, Blei, Kadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Uran, Zinn, Zink, Gummigutti, Korallin, Pikrinsäure. Ebenso wenig sind die erwähnten Farben zulässig für Kosmetika, sodann für Spielwaren, Bilderbogen, Bilderbücher, Tuschfarben für Kinder, weil alle diese Sachen gern von den Kindern in den Mund genommen werden und Veranlassung zu Vergiftungen geben können. —

Zur Färbung der Nahrungsmittel und ihrer Umhüllungen finden die ungiftigen Farbstoffe, insonderlich die Pflanzenfarbstoffe, Anwendung.

c) Die Reizmittel in der Kost.

In der Beköstigung darf keine Eintönigkeit herrschen; das gilt in hervorragendem Masse von der Krankenkost. Wenn immer die gleiche Kost gereicht wird, tritt zuletzt eine solche Abneigung dagegen ein, dass schon beim blossen Anblick der Speise der Appetit verschwindet. Dagegen regt der Wechsel in der Kost das Verlangen nach Aufnahme von Nahrung an.

Schmackhaftigkeit.

Die Speisen sollen schmackhaft sein. Diese Eigenschaft wird, gutes Material vorausgesetzt, einerseits durch eine passende Zubereitung, andererseits durch den Zusatz von Gewürzen und die Beigabe von Genussmitteln erreicht. Die bei der Bereitung entstehenden Riechstoffe sind angenehm und den Appetit anregend. Die gleiche Wirkung übt die Zugabe von Salz und Gewürzen zur Speise. übt die scharfe Sauce, die saure Gurke aus, welche als Beigabe z. B. zu dem wenig ausgesprochen schmeckenden, aber ganz nahrhaften Suppenfleisch gereicht wird. Günstig für die Aufnahme von Nahrung ist ferner die vorherige Verwendung von Reizmitteln in kleinen Gaben, wie geringste Dosen Alkohols, ein wenig Kaffee, ein kleines Stück würzigen Käses, Kaviar etc.

Die Genussmittel regen den Appetit an, leiten die Verdauung kräftig ein, durch lebhaftere Ausscheidung der Verdauungssäfte, insbesondere des Speichels, und helfen sie rasch durchführen; dahingegen beeinflussen sie die eigentliche Ausnutzung anschei-

gend nicht. Auch in den Reiz- und Genussmitteln muss Abwechslung herrschen.

d) Die Massenernährung.

Für grosse Gruppen von Leuten, für alle weniger Bemittelten, für die Gefangenen, Soldaten etc. macht sich, um für das zur Verfügung stehende Geld eine ausreichende Kost zu gewähren, die Rücksichtnahme auf Sparsamkeit notwendig. Man muss dahin streben, diejenigen Nahrungsmittel zu bekommen, welche für das gleiche Geld den grössten Nährwert bieten. Nach De m u t h erhielt man in den Jahren 1880—1890 für eine Mark:

Preis-
würdigkeit.

Nahrungsmittel	Gesamtgewicht	Eiweiss		Fett		Kohlehydrate		Kalorien
		gesamt	resorbierbar	gesamt	resorbierbar	gesamt	resorbierbar	
Rindfleisch	666	139	136	34,6	33	3,2	3,2	1028
Schweinefleisch	666	97	94,5	249	236	—	—	2806
Leberwurst	833	108	105	183	174	111	111	—
Schellfisch	1000	178	167	3,4	3,3	—	—	898
Kuhmilch (volle)	6250	213	202	228	217	306	306	4409
Magermilch	10000	311	295	74	70	475	475	4172
Magerkäse	1250	437	419	142	135	67	67	3783
Erbsen	2500	571	457	45	41	1590	1431	8641
Reis	1500	88	70	27	26	1178	1166	5400
Weizenbrot	2000	141	114	3,2	3,1	1116	1105	5156
Roggenbrot	4000	244	188	17,2	15,5	1996	1890	8878
Kartoffeln	16666	325	221	25,0	23,3	3578	3291	14874
Schnittbohnen	10000	272	223	14	13,2	778	661	4000
Kopfsalat	3333	47	38,5	10,3	9,7	97	83	634
Alkohol								
Bier	4125	18,2	17,7	—	—	373,7	373,7	1624
Pfälzer Wein	1000	—	—	—	—	136,4	136,4	560

Um die wahren Werte zu finden, sind die Resorbierbarkeit und die für die Bereitung der Speisen erforderlichen Auslagen mit zu berücksichtigen. Die Tabelle zeigt deutlich, warum die Kartoffeln, das Brot, die Hülsenfrüchte in der Kost des minder Begüterten so bevorzugt sind.

Als Beispiele für Kossätze mögen die folgenden Angaben dienen: Die kleine Friedensportion des deutschen Heeres, d. h. die gewöhnliche Kost, bei welcher eine im ganzen mässige Arbeit zu leisten ist, besteht aus 750 g Brot, 150 g Fleisch, 90 g Reis oder für letzteren 120 g Graupen oder 230 g Hülsenfrüchte oder 1500 g Kartoffeln mit im ganzen 107 g Eiweiss, 35 g Fett, 420 g Kohlehydraten. In Kriegszeiten gewährt die sog. grosse Kriegsportion in 750 g Brot, 500 g Fleisch, 170 g Reis oder Graupen oder 340 g Hülsenfrüchten oder 2000 g Kartoffeln 181 g Eiweiss, 64 g Fett, 560 g Kohlehydrate. Die Gefangenenkost in

Kossätze.

Preussen enthält 100 g Eiweiss, 50 g Fett, 550 g Kohlehydrate. Eine Kost für Arbeiter ist in dem Kapitel „Arbeiterwohlfahrts-einrichtungen“ angegeben.

Konsumvereine
und Volks-
küchen.

Es ist ein gutes Streben, dem ärmeren Manne behülflich zu sein, für ein billiges Geld — mehr als 65 % des Verdienstes sollte der Arbeiter nicht für die Kost ausgeben — eine möglichst gute Nahrung zu erhalten. Das lässt sich erreichen entweder durch Abgabe von Nahrungsmitteln zu einem tunlichst geringen — en gros — Preise, wie das in Konsumvereinen statt- hat, oder durch die Zuführung und Einbürgerung besonders billiger und dabei doch gehaltreicher Nahrungsmittel, z. B. Mager- milch, Mager- (Quark) Käse, Kunstbutter bezw. vegetabilische Fette und durch die Einführung von Seefischen etc., oder durch die Einrichtung sog. Volksküchen. Letztere geben den Arbeitern ein den hygienischen Grundsätzen entsprechendes schmackhaftes Mittagmahl. Die Preise sollen derartig bemessen sein, dass so- viel bezahlt wird, als die Speise an sich kostet; dadurch kann sich die Anstalt selbst erhalten, und der Arbeiter hat nicht das drückende Gefühl des Almosenempfanges. Bei zu billiger Ab- gabe der Speise liegt die Gefahr vor, dass das ersparte Geld in Alkohol angelegt wird. Im Interesse der Billigkeit geben die Volksküchen statt des teuren Fettes und animalischen Eiweisses gern Amylaceen in überwiegender Menge. Diesem Streben muss gesteuert werden. Voit, Lina Morgenstern u. a. haben eine grosse Menge Rezepte für Volksküchen aufgestellt.

II. Die einzelnen Nahrungsmittel.

Die animalischen Nahrungsmittel.

A. Das Fleisch.

a) Die Beschaffenheit und Bereitungsweise des Fleisches.

Unter Fleisch versteht man im gewöhnlichen Leben die Muskeln mit den ihnen eingelagerten Gefässen, Nerven, dem Bindegewebe, dem Fett, den Sehnen und Knochen; die beiden letzteren sind mit ungefähr 12 % im Verkaufsfleisch enthalten. Das ausgeschlachtete Fleisch beträgt bei einem gewöhnlichen Ochsen bis 60 %, bei einem Mastochsen 60—80 % des Lebend- gewichtes. Der Fettgehalt bei den Tieren ist je nach Art und Mast verschieden; fettes Fleisch ist erheblich weniger wasserhaltig und etwas weniger eiweisshaltig als mageres, an Stelle des Wassers ist eben das Fett getreten; daher ist das Fleisch gemästeter Tiere im ganzen nahrhafter und vollwertiger als das magerer.

Das Fleisch junger Tiere ist eiweissärmer und leimreicher als das erwachsener. Entfernt man alles Fett, so ist die chemische Zusammensetzung des Fleisches der mannigfachsten Tierarten fast gleich. Das Wasser beträgt 76 %, die Trockensubstanz 24 %, und zwar 20 % Eiweiss (mit 1,9 % Extraktivstoffen und 1,5 % Leim), 1 % Fett, 3 % Asche. Die Eiweissstoffe sind Syntonin, Azidalbumin, Myosin, Muskel- und Serumalbumin, Hämoglobin: an Extraktivstoffen finden sich Kreatin, Kreatinin, Sarkin, Xanthin, Guanin, dann stickstofffreie Körper, Paramilchsäure, Glykogen, Inosit, Dextrin; Maltose und Traubenzucker sind in sehr geringen Mengen vorhanden.

Zusammensetzung.

Nicht allein das Fleisch verschiedener Tierarten oder Rassen, auch das Fleisch verschiedener Stücke desselben Tieres hat seinen besonderen Geschmack. Beim Rind werden am meisten geschätzt Filet (Psoas), Schwanzstück, Lende, Vorderrippe, Hüfte, dann folgen obere und untere Weiche, Mittelrippe, Wade und Oberarm, an dritter Stelle stehen Flanke, Schulterblatt, Brustbein, zuletzt Wamme, Hals und Beine. Die Differenzen in dem Geschmack verschiedener Tierarten und -Organe beruhen anscheinend auf verschiedenen Extraktivstoffen; auch das Alter und die Fütterung üben einen wesentlichen Einfluss auf den Geschmack aus. Das Fleisch kastrierter Tiere ist zarter als das geschlechtsfähiger. Besonders zart, somit leicht verdaulich ist das Fleisch des Geflügels; zarte, wenig elastische Fasern haben Hammel- und Schweinefleisch; die Kalb- und Rindfleischfaser sind von einem festeren Sarkolemschlauch umgeben. Das Fleisch wird erst nach gelöster Totenstarre zubereitet und genossen.

Verschiedenheiten.

Fischfleisch ist, sofern es nicht zu fett ist, sehr leicht verdaulich und zugleich arm an Eiweiss; das Gefühl des Hungers kehrt daher rasch zurück, und darin liegt einer der Gründe, weshalb es sich im Binnenland für die Massenernährung schwer einbürgert. Entsprechende Auswahl der Zukost ist notwendig. Man unterscheidet zwischen fetten und mageren Fischen. Der Lachs, der Hering haben gegen 77 % Wasser, 12 % Eiweiss, 7 % Fett. Das Fleisch des Flussaales besteht zu 57 % aus Wasser, zu 13 % aus Eiweiss und zu 28 % aus Fett. Die mageren Fische, Schellfisch und Dorsch, Hecht, Karpfen, haben gegen 80 % Wasser, 18—20 % Eiweiss und höchstens 1 % Fett.

Die Eiweisszahlen bergen jedoch durchschnittlich 25 % Extraktivstoffe und etwa 3 % Leim in sich, so dass also 18 % Eiweiss eigentlich nur 12,5 % darstellen; demnach ist Fischfleisch dem Fleisch der Säugetiere nicht ganz gleich (S m o l e n s k i).

Bereitungsart.

Bezüglich der Verdaulichkeit und Ausnutzung kommt es viel mehr auf die feine Verteilung als auf die Bereitungsart an. Fleisch leitet die Wärme schlecht, muss daher mehrere Stunden kochen; solange das Fleisch noch blutig, rötlich erscheint, hat seine Temperatur 50° nicht überstiegen; etwaige Entozoen oder Bakterien sind nicht getötet; wenn die Temperatur sich auf 70° erhöht, wird es grau. Das gekochte Fleisch hat vollen Nährwert, um so mehr, als es gegen 40 % seines Gewichtes durch Wasserabgabe verliert; beim Braten ist der Verlust ungefähr derselbe. Durch das Kochen und Braten, das Einlegen in Säuren (Essig, Milch) wird das Sarkolem gelockert und grossenteils in leimgebendes Gewebe übergeführt.

Brühe.

In die Brühe gehen 3 % feste Substanzen, darunter etwas Leim, ein Teil der Extraktivstoffe und der Salze, insbesondere der Kalisalze, über. Die geringe Menge Eiweiss und Fett, welche ebenfalls übertritt, wird bei dem Abschäumen wieder entfernt. Gute Brühe ist also kein Nahrungsmittel, aber, in geringer Menge genossen, durch ihre Salze und Extraktivstoffe ein gutes, die Verdauung anregendes Reizmittel.

Schlacht
abgänge.

Unter Schlachtabgängen versteht man Blut, Herz, Zunge, Lunge, Milz, Nieren, Thymusdrüse (Bröschen) etc.; sie enthalten etwas weniger, vielleicht 1—2 %, Eiweiss als das Fleisch, sind also für die Ernährung gut zu verwerten. Die Knochen bestehen zu 15—20 % aus leimgebendem Gewebe und haben bis zu 20 % Fett, werden daher gern zu Suppen benutzt.

b) Die Fleischkonserven.

Weil das Fleisch nicht immer frisch verzehrt werden kann, und weil einzelne Länder Ueberschuss, andere Mangel daran haben, so geht schon seit langer Zeit das Streben dahin, das überschüssige Fleisch haltbar zu machen, es zu konservieren.

Einsalzen.

Durch das Einsalzen, Pökeln, wird dem Fleisch sowie den in ihm enthaltenen Entozoen und Bakterien Wasser entzogen und dadurch die Fäulnis verhindert. Milzbrandbazillen sterben in wenig Stunden nach Einwirkung der Lake ab. Tuberkel- und Rotlaufbazillen bleiben Monate hindurch am Leben. In die Lake treten nach längerer Zeit ungefähr 1 % Eiweiss, ungefähr 33 % Phosphorsäure und Extraktivstoffe über. Mehrere Jahre altes Salzfleisch wird weniger resorptionsfähig und kann bis $\frac{1}{3}$ seines Nährwertes verlieren. Schweinefleisch eignet sich wegen der feinen Fasern erheblich besser zum Einsalzen als Rindfleisch.

Chemikalien.

Man hat in den letzten Jahren vielfach versucht, durch Anwendung von anderen, vor allem keimtötenden Chemikalien das Fleisch zu konservieren. So hat man verwendet Borsäure, Salizylsäure und die Alkali- und Erdalkali-Hydroxyde und Karbonate, die schweflige Säure, unterschweflige Säure und deren Salze, Fluorwasserstoff, chlorsaure Salze. Durch den Bundesratserlass vom 19. 2. 1902 sind alle diese Mittel verboten, weil sie zum Teil imstande sind, die menschliche Gesundheit zu schädigen als auch eine schlechte Beschaffenheit des Fleisches zu verdecken.

Trocknen.

Zum Zwecke des Trocknens wird das Fleisch in grosse, dünne Scheiben geschnitten, von dem grössten Teil des Fettes befreit, mit Salz und etwas Pfeffer bestreut, eine Nacht in Haufen zusammengelegt und dann auf Hürden rasch in freier Luft getrocknet. Das „Charqui“, carne secca, ist in Südamerika sehr beliebt und gibt, nachdem es abgeschabt, von dem ranzigen Fett befreit, geklopft und gewässert ist, eine gute Nahrung.

Räuchern.

Beim Räuchern des Fleisches kommen die Wasserverdunstung, die Imprägnierung mit Salz und die desinfizierenden Bestandteile der Rauchgase zur Wirkung. Gut geräuchertes Fleisch ist keimfrei und lange haltbar. Die Schnellräucherung besteht in einem mehrmals wiederholten Bestreichen des Fleisches mit dünnem Holzessig unter Zusatz von etwas Wacholderöl und Aufhängen an einem luftigen Ort; eine Abtötung der Bakterien findet hierdurch nicht statt.

Wurst.

Durch Kochen, Pökeln und Räuchern wird Fleisch in der Gestalt von Wurst konserviert. Bei der Wurstaffabrikation liegt die Gefahr nahe, dass minderwertiges, sogar schlechtes Fleisch zur Verwendung komme. Die billigen Wurstarten sind daher mit einem gewissen Misstrauen zu betrachten. Absolut zu verwerfen ist das Färben der Wurst selbst mit ganz indifferenten Farbstoffen, weil dadurch schlechtem Fleisch das Ansehen von gutem gegeben, und ein Urteil über das Alter der Wurst unmöglich gemacht wird. Nach der Bundesratsbekanntmachung vom 18. 2. 1902 ist das Färben von Wurstwaren mit vollem Recht verboten.

Appert'sches
Verfahren.

Das zuerst von Appert angegebene, später vervollkommnete Verfahren, welches für Fleisch und Gemüse Verwendung findet, besteht darin, dass Fleisch etc. in verzinnten Blechbüchsen, die nur im Deckel eine kleine Oeffnung haben, lange gekocht wird. Nach Verlötung der Oeffnung wird das Kochen unter Druck wiederholt. Das so bereitete Fleisch ist bakterienfrei und dem Verderben nicht mehr ausgesetzt; an Nährwert hat es nicht ver-

loren, dahingegen durch das öftere Kochen an Schmackhaftigkeit eingebüsst.

Abkühlen.

Die in den letzten Jahren vielfach unternommenen Versuche, von Amerika und Australien frisches, durch Kälte konserviertes Fleisch herüberzuschaffen, gelangen noch nicht völlig. Die besten Resultate erzielte man durch Anwendung von kalter Luft, welche durch die Fleischkammern gepresst wurde. Die kalte Luft wird erzeugt entweder an Rohren, die stark gekühlte Salzlösung enthalten, oder durch Expansion vorher durch Wasser abgekühlter Pressluft. Durch das Schlachtvieh- und Fleischbeschaugesetz ist die Einführung derartigen Fleisches leider unmöglich gemacht.

Extrakte.

Die ersten erfolgreichen Versuche, Fleisch nicht als solches, sondern in seinen wertvollen Teilen zu konservieren, einen Extrakt aus ihm zu machen, unternahm Liebig. Man kann zur Zeit zwei grosse Gruppen derartiger Konserven unterscheiden. Die einen — als Prototyp darf das Extractum carnis Liebig gelten — enthalten neben etwa 17 % Wasser die Extraktivstoffe, 63 %, und die Salze, 20 %, während Fett, Eiweiss und Leim als wenig widerstandsfähig ausgeschieden wurden. Diese Extrakte sind insonderlich ihrer Kaliverbindungen wegen recht brauchbare „Reizmittel“, aber einen Nährwert besitzen sie nicht. Zu ihnen gehören, ausser dem Liebigschen Extrakt, Puro, Bovril (und die aus vegetabilischen Stoffen erzeugte Maggische Suppenwürze).

Peptone.

Die zweite Gruppe umfasst die „Peptone“. Sie werden dargestellt, nicht wie der Extrakt durch einfaches Kochen und Eindampfen, sondern durch Einwirkung von überhitztem Wasserdampf, von Säuren oder Verdauungssäften, Pepsin oder Papaya-saft auf Fleisch. Die meisten der Präparate enthalten ausser dem Pepton noch Eiweiss und reichlich Albumosen.

Zu den Pepsinpräparaten gehört das Pepton Witte, Kochs, Kemmerich, im letzteren finden sich 10—18 % Eiweiss und 35—37 % Albumosen.

Ein mit Hilfe des Pflanzenpepsins, des Papayotins hergestelltes Pepton ist das von Cibils und von Antweiler; dieses enthält gegen 18 % Eiweiss, 6 % Pepton und 60 % Albumosen. Durch Einwirkung von überhitztem Dampf entstehen ebenfalls Albumosen und Peptone, zu ihnen gehört die Leube-Rosenthalsche Fleischsolution mit 10 % Albumosen und 9,1 % Pepton. Das Pepton verleiht dem Präparat den bitteren Geschmack, während Propepton nicht unangenehm schmeckt. Viel Pepton enthalten die durch Pankreatin gewonnenen Präparate, z. B. die von Merck mehr als 30 %.

Der diätetische Wert der Präparate richtet sich nach ihrer Art; die Albumosen sind als Eiweiss aufzufassen, sie sind Organbildner; die Peptone aber dürften in ihrem Nährwert mit dem Leim auf einer Stufe stehen, sie sind keine Organbildner, höchstens Eiweiss-sparer. In der Krankenverpflegung mag den vorstehend erwähnten Eiweissverbindungen oder Eiweissabkömmlingen ein gewisser Wert zukommen; im allgemeinen hat jedoch fein geschabtes Fleisch in Substanz oder in Form der sog. legierten Suppen grösseren Nährwert, ist wesentlich billiger, wird besser vertragen und meistens auch lieber genommen. In der Ernährung des Gesunden spielen sie bis jetzt gar keine Rolle.

c) Die Schädigungen durch Fleischgenuss.

1. Infektionen.

Ein so vorzügliches Nahrungsmittel das Fleisch auch ist, so kann es doch Infektionen und Intoxikationen bewirken. Die Infektionen beruhen auf tierischen Parasiten oder auf Bakterien.

Infektion durch Entozoen. Die Trichine, 1835 durch Owen entdeckt, kommt im Schweinefleisch vor. Dort findet sie sich gewöhnlich in Gestalt der allbekannten Kapseltrichine. Aus dieser ihrer Dauerform wird sie befreit durch den Magensaft des Menschen, welcher den Kalk der Kapsel auflöst, ihr Bindegewebe verdaut. Die im Darm freigewordene Darmtrichine wird im Verlauf des dritten Tages geschlechtsreif. Die weibliche Trichine dringt in die Schleimhaut und bis in das zentrale Chylusgefäss der Zotten ein; dort werden die Embryonen in grosser Zahl, bis zu 1500, geboren und gelangen nach den neueren Untersuchungen mit dem Lymph- und Blutstrom in den Körper; ihre Prädilektionsstellen sind die Muskeln. Die Einwanderung bedingt die Krankheit, ihre Schwere ist proportional der Menge der Tiere. Da die wandernden Embryonen die Sehnen nicht durchdringen können, so sammeln sie sich in der Nähe der Sehnenansätze an und erzeugen dadurch die Schmerzen an den Gelenken. In den Kehlkopf-, Kiefer-, Augen und Zwischenrippenmuskeln, sowie in dem muskulösen Teil des Zwerchfelles sind sie besonders leicht aufzufinden. Zu dem Zwecke werden etwa 1 cm lange, dünne Stücke der genannten Muskeln zwischen zwei dicken Glasplatten gepresst und mit 50facher Vergrösserung untersucht; die ausgewachsenen Muskeltrichinen sind etwa 0,7—1,0 mm, die männlichen Darmtrichinen 1,5, die weiblichen 4 mm lang. Man hüte sich vor Verwechslung der Trichinen mit Miescherschen Schläuchen, den Sarko-

Trichine.

sporidien angehörend, welche anscheinend belanglos sind; drückt man kräftig, so zerreißt der Schlauch, und die kleinen halbmondförmigen Einzelwesen der Sarkosporidien treten zutage. (Fig. 43 und 44.)

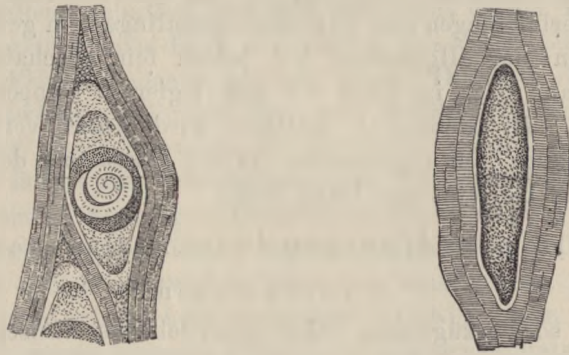


Fig. 43. Eingekapselte Muskeltrichine. Fig. 44. Miescherscher Schlauch.

Schutz gegen
Trichinose.

Vor der Trichinose schützt man sich am sichersten durch Vermeidung des Genusses von rohem oder nicht gut durchgekochtem Schweinefleisch; bei $+55^{\circ}$ stirbt die Trichine; gutes Pökeln, kräftiges Räuchern tötet sie ebenfalls in wenigen Wochen oder Monaten; jedenfalls sind in dem amerikanischen Schweinefleisch, welches oft Trichinen enthält, bis jetzt in Europa noch keine lebenden gefunden worden. Einen weiteren, wenn auch nicht absoluten Schutz gewährt die Trichinenschau. Ihre Handhabung ist den einzelnen Staaten überlassen. Zur Untersuchung (mit 90—100facher Vergrößerung) ist das Fleisch des Zwerchfelles, der Kehlkopf- und Zungenmuskeln zu verwenden.

Werden trotz vorsichtiger Untersuchung in einem Schwein vorhandene Trichinen nicht gefunden, so sind gewöhnlich so wenig darin, dass die nach dem Genuss solchen Fleisches auftretenden Krankheiten milde verlaufen. Von trichinösen Schweinen darf nach dem Fleischbeschaugesetz das Fett nach dem Ausschmelzen verwendet werden; der übrige Körper ist zu zerstören, doch können die dadurch gewonnenen Erzeugnisse (Borsten, Leim, Fleisch- und Knochenmehl) technisch verwendet werden.

Taenien.

Durch Fleischgenuss kann der Mensch Bandwürmer acquirieren. Die Finne der taenia solium findet sich im Schwein und zwar hauptsächlich in dem Bindegewebe zwischen den Muskeln. Sie stellt eine etwa erbsengrosse weisse Blase dar, an welcher schon der scolex mit seinen 4 Saugnäpfen und einem doppelten Hakenkranz sichtbar ist. Die bindegewebige Kapsel wird im Magen

des Menschen verdaut, der Kopf der Finne saugt sich an der Darmwand fest, die Blase wird abgestossen, und an ihre Stelle treten die Bandwurmglieder, Proglottiden, welche, viele Hundert an der Zahl, eigentlich nur Proliferationsorgane darstellen. Ein Bandwurm bedarf zu seiner Entwicklung, d. h. bis zum Abgange der ersten Proglottiden, durchschnittlich drei Monate. Die Finne der *taenia mediocanellata* s. *saginata* wird vom Rind beherbergt, sie ist kleiner als die Schweinefinne und sitzt mit Vorliebe in den Kaumuskeln (in 95 %), in der Zunge und im Herzen; sehr häufig findet sich nur eine Finne. Die Taenie hat vier Saugnäpfe aber keinen Hakenkranz; sie ist resistenter gegen die gewöhnlichen Bandwurmmittel als die *taenia solium*. Die Finne des *botriocephalus latus* kommt in verschiedenen Fischen vor. Die Glieder der Taenie sind breit aber kurz. Kochen, Pökeln, Räuchern und dreiwöchentlicher Aufenthalt des Fleisches im Kühlkeller tötet die Finnen.

Unter besonders ungünstigen Umständen (durch Autoinfektion mit den eigenen Bandwurmeiern) kann der Mensch die Finne der *t. solium* und vielleicht auch *mediocanellata* in sich aufnehmen. Häufiger beherbergt er die Finne des Hundebandwurms (*taenia echinococcus*).

Nach dem Fleischbeschaugesetz ist Fleisch mit vielen Finnen, d. h. wenn sich fast auf jeder Schnittfläche mehr als eine Finne zeigt, zu zerstören, das ausgeschmolzene Fett darf verwendet werden; finden sich nur in einzelnen Organen Finnen, so sind die Organe zu entfernen, das andere Fleisch ist bedingt tauglich, d. h. es kann durch Kochen, dreiwöchentliches Pökeln oder Durchkühlen im Gefrierraum zum menschlichen Genuss freigegeben werden.

Massnahmen
gegen die
Infektion.

Man bewahrt die Schweine vor Trichinen und Finnen durch reinliche Haltung und gute, dichte Ställe. Ratten leiden an Trichinose; werden sie von Schweinen gefressen, so geht die Krankheit auf diese über. Die in den menschlichen Faeces enthaltenen Bandwurmeier erzeugen die Finnen, wenn, wie auf dem Lande so häufig, die Schweine den menschlichen Kot erlangen können. Mit Schlachtereiabfällen, welche nicht stark gekocht sind, sollen Schweine nicht gefüttert werden.

Schutz der
Haustiere gegen
Trichinen und
Finnen.

Durch die Fleischschau wird die Trichinose bei den Schweinen seltener; 1883/88 kam im Berliner Schlachthof 1 trichinöses Schwein auf 1462 Schweine, 1888/93 auf 2109 und 1893/98 kam 1 trichinöses auf 4237.

In den gleichen Zeiträumen sank die Zahl der finnigen Schweine von 1 auf 167, auf 310 und zuletzt auf 605.

Aktinomykose. Infektionen durch Mikroorganismen. Unter den durch pflanzliche Organismen hervorgerufenen, auf den Menschen übertragbaren Tierkrankheiten ist die Aktinomykose zu erwähnen. Im Fleisch der Rinder und Schweine finden sich Eiterhöhlen, Abszesse, welche kleine gelbliche Körnchen enthalten, die aus den Rasen des Pilzes und aus eigentümlichen Kolben bestehen. Das Mycel färbt sich leicht nach der Gramschen Methode. Diese Eigenschaft ermöglicht die Diagnose oft noch dann, wenn das Auffinden der Kolben nicht gelingt. Es genügt, den Abszess im gesunden Gewebe auszuschneiden und die mit Eiter besudelten Fleischteile zu entfernen. Die Infektion geschieht von Wunden aus.

Tuberkulose. Die Tuberkulose, Perlsucht, ist unter dem Rindvieh stark verbreitet. In manchen Gegenden sind 10, 20, ja sogar 50 % der Tiere infiziert. Auf dem Berliner Schlachthofe wurden im Jahre 1898 von den vor der Schlachtung für gesund gehaltenen Rindern 20,8 % tuberkulös befunden; man greift deshalb wohl nicht zu niedrig, wenn man im Durchschnitt für Deutschland 25 % der Tiere als tuberkulös ansieht. Bei Kälbern ist die Krankheit viel seltener; 1898 wurden in Berlin 0,15 % krank befunden. Am häufigsten sind beim Rind die Lymphdrüsen, die serösen Häute und die Lungen affiziert; die starken, oft wallnussgrossen Knoten lassen bezüglich der Diagnose keinen Zweifel. Beim Schwein, welches 1898 nach dem Berliner Schlachthofbericht zu 4 % erkrankt war, ist hauptsächlich die Leber der Sitz der kleinen Herde. Das Schaf, die Ziege sind für Tuberkulose wenig empfänglich; Hühner sind für die gewöhnliche Tuberkulose unempfindlich, dahingegen leiden sie an der sog. Geflügeltuberkulose. Gänse und Enten sind immun. Die Tuberkulose bleibt beim Rindvieh lange lokal; erst sehr spät treten zwischen den Muskelbündeln die Drüsenknoten auf.

**Verwendung
perlsüchtigen
Fleisches.**

Wahrscheinlich ist die Säugetier- und Menschentuberkulose nicht identisch (s. Kap. Tuberkulose); nur wenig Fleisch wird roh genossen, und statistisch ist die Darmtuberkulose des Menschen, welche auf den Genuss tuberkulösen Fleisches zurückgeführt werden könnte, selten. Andererseits ist jedoch die Tuberkulose beim Rindvieh eine Krankheit, welche den Nährwert des Fleisches durch Abmagerung, entzündliche Lokalisationen u. dergl. erheblich heruntersetzt.

Dementsprechend ist auch in den Ausführungsbestimmungen zum Fleischbeschaugesetz festgesetzt, dass der ganze Tierkörper untauglich

zum Genuss ist, wenn die Abmagerung gross ist, oder wenn eine frische, nicht auf Euter und Eingeweide beschränkte Blutinfektion besteht. Ist nur ein Organ befallen, so wird dieses ausgemerzt, während das übrige Fleisch freigegeben wird; sind mehrere Organe stärker erkrankt und sind ausgedehnte Erweichungsherde vorhanden oder liegen Erscheinungen einer nur in den Eingeweiden und dem Euter vorhandenen frischen Blutinfektion vor, so ist das Fleisch nur bedingt tauglich, d. h. es darf nur gekocht oder gedämpft in den Verkehr gegeben werden. „Minderwertig“ oder im Nährwert erheblich herabgesetzt ist das Fleisch, wenn eine sich auf mehrere Organe erstreckende Tuberkulose zwar keine starke Abmagerung noch grössere Erweichungsherde gezeitigt hat, aber die tuberkulösen Veränderungen über Eingeweide und Euter hinaus verbreitet sind, oder die Krankheit an den veränderten Organen eine grosse Ausdehnung erlangt hat.

Milzbrandiges Fleisch, welches roh oder ungenügend gekocht genossen worden ist, kann die Krankheit übertragen, wenn die Bazillen in Wunden hineingelangen oder den Magen passieren. Milzbrandsporen, welche sich niemals (wegen des Sauerstoffmangels) in, aber wohl auf dem Fleisch bilden, sind gefährlicher, weil ihnen der Magensaft nichts anhaben kann. Die grösste Gefahr besteht beim Zerlegen etc. milzbrandiger Tiere.

Milzbrand.

Rotziges Fleisch kommt jetzt, seitdem die Pferdeschlächterei zunimmt, mehr in Betracht als früher. Die Infektionsmöglichkeit ist dieselbe wie beim Milzbrand, nur bilden die Rotzbazillen keine Sporen.

Rotz.

Lyssa tritt hier und da beim Rindvieh, bei Schafen und beim Wild auf. Die Ansteckung erfolgt durch Biss wütiger Tiere.

Lyssa.

Die prophylaktischen Massnahmen gegen die Infektionen sind in dem Reichsviehseuchengesetz zum Ausdruck gekommen: Milzbrandkranke oder -verdächtige Tiere dürfen für den Konsum nicht geschlachtet werden. Jeder Verkauf einzelner Teile, der Haare, der Wolle, der Milch oder sonstiger Produkte von milzbrandkranken oder der Seuche verdächtigen Tieren ist verboten, ebenso das Schlachten wutkranker oder -verdächtiger Tiere, sowie jeder Verkauf oder Verbrauch einzelner Teile, der Milch oder sonstiger Erzeugnisse. Rotzige Pferde sind zu töten, die Kadaver sind durch hohe Hitzegrade oder auf chemischem Wege oder durch Vergraben nach Durchschneidung der Haut unschädlich zu machen. (Instr. v. 27. 6. 95 betr. V.S.G.)

Massnahmen.

Die Ausführungsbestimmungen zum Fleischbeschaugesetz verlangen, dass das Fleisch von Tieren, die an Milzbrand, Rotz, Lyssa, Rauschbrand, Rinderseuche, Rinderpest, eitriger oder jauchiger Blutvergiftung oder an hochgradiger Erkrankung mit Schweinerotlauf, Schweinepest, Schweineseuche, Starrkrampf, Gelbsucht, Ge-

schwülsten leiden, als untauglich für den menschlichen Genuss verworfen werde.

Ebensowenig ist ein Fleisch zum Genuss brauchbar, wenn es von stark abgemagerten Tieren stammt, oder wenn es einen stark abnormen Geschmack, z. B. nach Urin oder Arzneimitteln, hat, oder wenn es vorgeschrittene Fäulnis und Zersetzungserscheinungen zeigt.

2. Intoxikationen.

Unter den Fischen gibt es in mehr als 10 Gattungen Unterabteilungen, deren Fleisch, Lebern oder Eierstöcke entweder immer oder zu gewissen Zeiten, z. B. dicht vor dem Laichen, ein oft sehr bösartiges Gift enthalten.

Auch Schalthiere, Miesmuscheln z. B., können unter Umständen giftig sein; das Gift findet sich bei ihnen in den Lebern.

Medikamente.

Medikamente differenter Art, welche Tieren gegeben werden, sind wohl kaum imstande, dem Fleisch giftige Eigenschaften zu verleihen. Dahingegen sind die auf Bakterien beruhenden Fleischvergiftungen von grossem Belang; die Symptome der Fleischvergiftung sind die eines intensiven Magendarmkatarrhes, Brechen und heftige Durchfälle, es kommen hinzu Cerebralsymptome, Schwindel, Blässe der Haut, Gefühl von Trockenheit oder Kratzen im Halse, Durst, Doppelsehen, Lähmungen der Augenlid- und anderer Muskeln, Sinken der Kräfte und der Temperatur.

Vergiftungen
mit Fleisch.

Man kann unterscheiden:

a) Kranker
Tiere.

1. Intoxikationen und Infektionen mit Fleisch von Tieren, die vor der Schlachtung krank waren; hier kommen hauptsächlich die schon oben erwähnten septikämischen Prozesse in Betracht. Die bei solchen Fleischvergiftungen gefundenen Mikroorganismen sind alle mehr oder minder dem *bact. coli* ähnlich; die von ihnen erzeugten Schädlichkeiten beruhen a) von vornherein auf einer Intoxikation, insofern als Vergiftungssymptome in sehr kurzer Zeit, wenigen Stunden, auftreten, entweder nach dem Genuss des rohen Fleisches, oder nach dem Genuss von gekochtem Fleisch bezw. der Brühe; hierbei ist zu berücksichtigen, dass es Gifte gibt, welche der Siedehitze widerstehen, während andere durch dieselbe teilweise oder völlig zerstört werden; b) auf einer Infektion mit gleichzeitiger oder nachfolgender Intoxikation; werden neben dem schon im Fleisch vorhandenen Toxin die veranlassenden Bakterien mit aufgenommen, so proliferieren dieselben und ihr Gift kommt zu dem vorhandenen noch hinzu.

Vielfach vermehren sich die Bakterien in dem Fleisch und

den Organen des geschlachteten Tieres; dann kann es sich ereignen, dass die Personen, welche das Fleisch frisch geniessen, gesund bleiben oder leicht erkranken, während diejenigen, welche es nach einigen Tagen essen, schwer affiziert werden.

Oft ist dem toxischen Fleisch nichts Abnormes anzumerken, andere Male findet sich eine gewisse Verfärbung oder ein fader, süsslicher, widerlicher Geruch oder Geschmack. Das Fleisch notgeschlachteter Tiere, auf welches nach Bollingers Angabe etwa $\frac{4}{5}$ aller Fleischvergiftungen zurückzuführen sind, sollte allein dann freigegeben werden, wenn es vom Tierarzt für erwiesen unschädlich erachtet wird. Da in frisch geschlachtetem Fleisch Bakterien nicht vorkommen, so sollte jedes Fleisch, welches gleich nach der Schlachtung an den Stellen, die mit der Luft noch nicht in Berührung waren, Mikroorganismen enthält, zurückgewiesen werden, es sei denn bestimmt nachgewiesen, dass den aufgefundenen Mikroben eine gesundheitliche Schädigung nicht zukommt.

Fleisch notgeschlachteter Tiere.

2. kommen Vergiftungen vor mit Fleisch, Wurst, Käse, Kaviar etc. von Tieren, die vor der Schlachtung nicht krank waren. Hierbei ist es die Regel, dass von den betreffenden Tieren bereits grössere Mengen ohne Schädigung gegessen wurden, während andere Teile des Tieres, z. B. später genossene Leber, gewisse Teile von Würsten und Schinken sich entweder gänzlich oder teilweise giftig erweisen. Zuweilen sind solche Fleischstücke schon im Beginn der Zersetzung, und es können die Ptomaine der Fäulnis (Muskarin, Neurin usw.) die Erscheinungen bewirken. Meistens hat man es jedoch mit spezifischen Giften zu tun; so erzeugt z. B. der bac. botulinus (van Ermengem) ein dem Diphtherie- und Tetanustoxin nahe verwandtes Gift. Man muss annehmen, dass diese toxinbildenden Mikroben entweder in minimaler Zahl in dem Tier schon vorhanden waren, ohne es jedoch sichtbar krank zu machen, oder, und das ist wahrscheinlicher, dass sie zufällig auf einzelne Stücke gelangten, sich dort vermehrten und das Gift erzeugten. Saubere Behandlung des Fleisches ist die beste prophylaktische Massnahme.

b) gesunder Tiere.

d) Die Schlachthäuser.

Von grosser Bedeutung für die Hygiene des Fleisches und zugleich für die Hygiene der Städte war die Errichtung von Schlachthäusern. Die Konzentrierung des Schlachtens an einen Ort entfernt mit einem Schlage aus der ganzen Stadt die durch

Nutzen der Schlachthäuser.

die vielen Einzelschlächtereien entstehenden, nicht unbeträchtlichen Verunreinigungen; die Winkelschlächtereier, d. h. das heimliche Abschachten alten, schlechten oder kranken Viehes, ist ebenfalls unmöglich gemacht, und eine gute Behandlung des Fleisches bis zur Ueberführung an die Verkaufsstätte gesichert. In richtiger Würdigung dieser sanitären Vorzüge sagt die Reichsgewerbeordnung (§ 23), dass die Landesregierungen in Orten mit auskömmlichen Schlachthäusern die Privatschlächtereien verbieten können. Von dieser Erlaubnis ist ausgiebig Gebrauch gemacht worden. In den grossen Städten sind die Schlachthäuser mächtige Anlagen, welche Stallungen für die verschiedenen Tierarten sowie für krankes bezw. verdächtiges Vieh und grosse Schlachthallen haben.

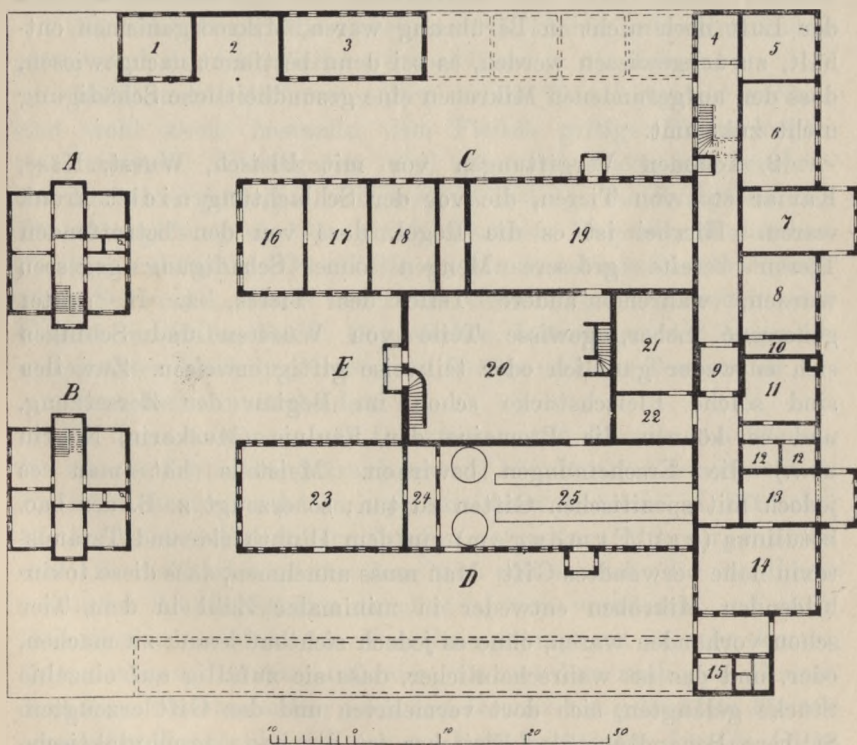


Fig. 45. Schlachthaus in Tilsit von G. Osthoff in Berlin.

A Restaurations- und Geschäftsräume; B Verwaltungsgebäude; C Gross- und Kleinviehställe und Schlachträume. D Schweineställe und Schweineausschlachtraum; E Kühlraum; 1 Pferdestall; 2 Wagenschuppen; 3 Fleischhalle; 4 Hallenmeisterstube; 5 Gesellenstube, 6 Kaldaunenwäsche; 7 Düngerraum; 8 Kessel-, 10 Kohlenraum; 9 Wasserturm; 11 Talgschmelze; 12 Bureaus; 13 Düngerraum; 14 Kaldaunenwäsche; 15 Räume für kranke Tiere; 16, 17, 18 Ställe für Gross- und Kleinvieh; 19 Schlachtraum; 20 Kühlhalle; 21 Maschinenraum; 22 Werkstätte; 23 Schweineställe; 24 Abstechraum; 25 Schweineausschlachtraum.

Arten der
Schlachthäuser.

Man unterscheidet zwischen den sogen. französischen und deutschen Anlagen; bei ersteren ist die Dezentralisation angestrebt; jedes Gebäude steht für sich da und ist von Strassen umgeben; bei der deutschen Anlage herrscht die Zentralisation vor; entweder sind alle den verschiedenen Zwecken dienenden Räume unter einem Dach vereint, oder sie sind dicht aneinander gelagert und dann durch gedeckte Gänge miteinander verbunden. Für grosse Städte ist die erstere, für kleinere die letztere Bauordnung vorzuziehen.

Auch in kleineren Schlachthäusern trennt man die Schweineschlacht- und Verarbeitungsräume von denen für Rinder und Kälber, weil sonst leicht das Rindfleisch den aus der Kuttelei oder dem Brühraum kommenden Geruch annimmt. Neben der Halle für die Schweineschlachtung befindet sich das Zimmer für die Trichinenschau. Meistens ist mit dem Schlachthause ein Kühlraum verbunden, in welchen das Fleisch kommt, nachdem es eine kurze Zeit an der freien Luft gehangen hat. Die hierdurch entstehende feste, wasserarme Schicht bildet einen vorzüglichen Schutz gegen das Eindringen der Mikroorganismen. Es gelingt in derartigen, mit künstlich abgekühlter Luft ventilierten Kellern, das Fleisch einen ganzen Monat lang frisch zu erhalten, nur die Fleischfaser wird mürber, ein bei der Zubereitung nicht zu unterschätzender Vorteil.

Kühlkeller.

e) Die Fleischschau.

Um den Schädigungen, die durch Fleischgenuss eintreten können, entgegenzuwirken, um zu verhüten, dass ein minderwertiges Fleisch für ein vollwertiges verkauft werde, genügen die Schlachthäuser allein nicht; dazu ist eine regelrechte Fleischschau notwendig. Früher war dieselbe ganz lokal; grösstenteils fehlte sie völlig; durch das Gesetz betr. die Schlachtvieh- und Fleischschau vom 3. 6. 1900 und die „Ausführungsbestimmungen“ vom 30. 5. 1902 ist die Materie jetzt für das ganze Deutsche Reich einheitlich geregelt.

Fleisch-
schaugesetz.

Rindvieh, Schweine, Schafe, Ziegen, Pferde und Hunde müssen vor und nach der Schlachtung einer Untersuchung unterzogen werden. Bei Notschlachtungen darf die Untersuchung vor der Schlachtung bei drohender Lebensgefahr unterbleiben, und bei Hausschlachtungen darf überhaupt die Untersuchung unterbleiben. So gut die erste Bestimmung ist, so wenig kann man sich vom gesundheitlichen Standpunkte aus mit den beiden anderen zufriedengeben. Die Notschlachtungen involvieren die grösste Gefahr; die

klinischen Symptome gehen für die Beurteilung verloren, wenn das Tier vor der Abschachtung nicht untersucht wird; ist ein Tier stark erkrankt, so braucht es nur als hausgeschlachtet angesehen werden, und weder das lebende Tier noch sein Fleisch unterliegen einer Untersuchung. Ausserdem kann das von Hausschlachtungen stammende Fleisch leicht in den Verkehr gelangen.

Die Untersuchungen können von approbierten Tierärzten und von Personen, die zu Fleischbeschauern ausgebildet sind, vorgenommen werden. Findet sich an dem Fleisch kein Fehl, so ist es als „tauglich zum Genuss für Menschen“ zu bezeichnen und kann dem Verkehr ohne weiteres übergeben werden. Fleisch, welches bei der Untersuchung als „untauglich“ zum Genuss für Menschen befunden worden ist, muss beschlagnahmt werden und ist höchstens zur technischen Ausnutzung zuzulassen, oder es muss vernichtet werden.

Wie im vorigen Kapitel gezeigt worden ist, sind es die auf den Menschen übertragbaren und die den Nährwert des Fleisches stark herunterdrückenden Krankheiten oder Zersetzungs Vorgänge, welche die Untauglichkeit bedingen. Die Untauglichkeit kann eine totale oder partielle sein. So kann bei Anwesenheit von Finnen oder von Trichinen, während das Fleisch zerstört wird, das ausgeschmolzene Fett als Nahrungsmittel Verwendung finden, oder es wird bei Aktinomykose bloss das erkrankte Organ vernichtet, das übrige Fleisch jedoch wird freigegeben.

„Bedingt tauglich“ ist das Fleisch, wenn es Fehler hat, die sich durch entsprechende Behandlungsweise beheben lassen; das ist z. B. angängig bei mässigen Graden von Perlsucht, von Tānienkrankheiten, Schweinerotlauf usw. durch Kochen, Dämpfen, Pökeln oder durch 3 Wochen dauerndes Kühlen. Das Kochen bzw. Dämpfen des Fleisches geschieht mit Vorteil in besonders konstruierten, auf den Schlachthöfen aufgestellten Sterilisationsapparaten, den sog. „Fleischdämpfern“.

Wird ein Fleisch für bedingt tauglich erklärt, so bestimmt die Polizeibehörde im Rahmen der „Ausführungsbestimmungen“, durch welche Sicherheitsmassnahmen das Fleisch zum Gebrauche geeignet gemacht werden kann. An Händler, Speisewirte und ähnliche Personen darf „bedingt taugliches Fleisch“ nur abgegeben werden, wenn sie in ihren Lokalen einen Anschlag haben, dass sie derartiges Fleisch verkaufen.

Ausser diesen 3 Fleischsorten gibt es noch eine vierte, das „im Nahrungs- und Genusswert erheblich herabgesetzte“, das „minderwertige“ Fleisch; diese Beschaffenheit besitzt das Fleisch z. B. bei dem Vorhandensein nur einer Finne, bei vollständiger Abmagerung,

Taugliches
Fleisch.

Untaugliches
Fleisch.

Bedingt taugliches
Fleisch.

Minderwertiges
Fleisch.

Unreife bei Kälbern, unvollkommenem Ausbluten, mässigen Abweichungen im Geschmack. Solches Fleisch wird ebenso wie die übrigen Fleischarten mit einem besonderen, seine Beschaffenheit kennzeichnenden Stempel versehen.

Für den Verkauf des „bedingt tauglichen“ und in seinem Nahrungs- und Genusswert erheblich heruntergesetzten Fleisches wird gewöhnlich eine besondere Stelle, die Freibank, bestimmt. Der Preis des Fleisches wird von der Behörde festgesetzt.

Freibank.

Für die Einfuhr von Fleisch hat das Gesetz ebenfalls eine Reihe von Bestimmungen, von welchen einige ganz zweckentsprechend, andere jedoch so scharf sind, dass der sanitäre Nutzen durch die Behinderung der Einfuhr, oder, was dasselbe sagt, durch die erhöhten Fleischpreise mehr als ausgeglichen wird.

B. Eier.

Die Eier des Störs, „Kaviar“, werden bei uns in so geringen Mengen genossen, dass man sie lediglich als Genuss- oder Reizmittel ansehen kann. Die Hühnereier enthalten im Mittel 30 g Eiweiss und 16 g Eigelb; letzteres besteht zur Hälfte aus Wasser, zu je einem Viertel aus Eiweiss und Fett, ersteres aus 87 % Wasser und 13 % Eiweiss, so dass sich im ganzen Ei ungefähr 8 g Eiweiss und 4 g Fett finden, diese entsprechen etwa 40 g fetten Fleisches oder 180 ccm Kuhmilch. Eier sind in jeder Form gut resorbierbar, hart gekocht indessen nicht leicht verdaulich, müssen deshalb im letzteren Falle gut zerkleinert werden.

C. Die Milch.

a) Die Beschaffenheit der Milch.

Während der ersten Periode des Lebens, während mancher Zeit des Krankseins ist Milch die einzige Nahrung; für die Landbevölkerung bildet sie einen Hauptteil der täglichen Kost. Die in Deutschland am meisten gebrauchte Milch ist die Kuhmilch. Ihre Zusammensetzung, insonderlich ihr Fettgehalt, wechselt je nach der Rasse, dem Alter der Kühe, dem Futter, der Zeit des Melkens; die Abendmilch ist gehaltvoller als die Morgenmilch, gegen Schluss des Melkens ist die Milch etwas eiweiss- und zuckerärmer, aber erheblich fettreicher als bei dem Beginn des Melkens.

Zusammensetzung.

Die Milch entsteht durch den Zerfall der Milchdrüsenzellen. Eine Durchschnittsmilch enthält nach König 3,39 % Kasein und Laktalbumin (0,5 %), 3,68 % Fett, 4,9 % Milchzucker, 0,7 % Salze, unter denen der phosphorsaure Kalk vorwiegt. Die Zusammensetzung der Milch richtet sich nach der Rasse der Kühe; Niede-

rungsschläge geben mehr, aber fettärmere, Höhenschläge fettreichere Milch, nach der Art des Futters (Melassenschlämpe gibt sehr wasserreiche Milch), Alter der Kühe, Zeit des Kalbens, der Art und Zeit des Melkens. Ihre Reaktion ist amphoter, d. h. das in ihr enthaltene neutrale Kaliumphosphat bläut rotes und das saure Kaliumphosphat rötet blaues Lackmuspapier. Das Fett ist in ihr in kleinen Kügelchen enthalten, zwischen 2,6 bis 11 Millionen im ccm, welche beim Stehen in die Höhe steigen und den Rahm bilden: das Kasein der Milch ist nicht in gelöstem, sondern in gequollenem Zustande vorhanden. Bei längerem Stehen wird der Milchzucker durch die Wirkung der Milchsäurebazillen in Milchsäure übergeführt. Erhitzt man die Milch, so entsteht jenseits 60° die „Milchhaut“, welche zum grössten Teil aus dem bei dieser Temperatur gerinnenden Albumin, etwas Kasein und eingeschlossenem Fett besteht. Wenn nach Bindung des Alkalis freie Säure vorhanden ist, so gerinnt das Kasein; es entsteht die dicke oder saure Milch. Die Gerinnung des Kaseins wird ebenfalls, jedoch ohne Säuerung unter Ausscheidung der sogenannten süssen Molke, welche Milchzucker, Albumin und Salzteile enthält, durch das aus dem Kälbermagen gewonnene Labferment bei ca. 37° C. hervorgerufen. Wenn saure Milch längere Zeit steht, so tritt unter Lösung des Kaseins Buttersäuregärung und später vollständige Fäulnis ein.

Säuerung und Gerinnung.

Milch als Nahrungsmittel.

Von dem Eiweiss werden gegen 93 %, vom Fett 95 %, vom Milchzucker 100 % im Darm resorbiert. Die Milch stellt ein relativ billiges Nahrungsmittel dar (siehe die Tabelle Seite 123). Eine noch grössere Verbilligung findet statt, wenn das teure Butterfett durch Abrahmen aus der „Vollmilch“ entfernt und in der „Magermilch“ eine zwar fettarme, aber eiweiss- und milchzuckerreiche Speise genossen wird; das fehlende Butterfett lässt sich durch ein billigeres Fett in der Zukost ersetzen. Wegen des grossen Volumens eignet sie sich für Erwachsene nicht als alleinige Kost. Milch, welcher nur ein Teil des Fettes fortgenommen ist, nennt man „Halbmilch“ oder auch „Marktmilch“.

b) Die Gesundheitsschädigungen durch Milchgenuss.

1. Milchsäuerung. Die Milch kann unter Umständen schädigend auf die Gesundheit einwirken. Die meisten Brechdurchfälle der Kinder entstehen nach dem Genuss säuerlicher Milch. Auch manche Erwachsene vertragen die sauer gewordene Milch schlecht. Man kennt bereits eine grössere Anzahl Arten

von Bakterien, welche Säuerung bewirken, unter ihnen ist der *bac. acidi lactici* der häufigste. Bakterien kommen schon beim Melken aus dem Anfang der Milchgänge, von dem unreinen Euter, den Händen, den Gefässen, den Seiltüchern und aus der Luft in die Milch hinein. Renk hat durch Sedimentierung und Filtration den Milchschnitz zur Anschauung gebracht und nachgewiesen, dass derselbe zum grössten Teil aus Kuhkot besteht. Aus letzterem stammen die meisten der in die Milch gelangten Bakterien. Die sich entsprechend der Höhe der Temperatur entwickelnden Mikroben bringen durch ihre Säure die Milch zum Gerinnen, und zwar bei 37° in ungefähr 12, bei 20° in 48, bei 15° in 60, bei 10° in 100 Stunden. Beim Kochen der Milch tritt die Gerinnung mehrere Stunden früher ein. Jedoch ist schon vor den angegebenen Zeiten Säure vorhanden, da das Kasein erst bei 0,2 % freier Milchsäure gerinnt.

Milchschnitz.

2. Gifte in der Milch. Ausser den Milchsäurebildnern kommen Bakterien in der Milch vor, welche toxische Stoffe erzeugen, so hat Vaughan aus Milch und Käse ein stark wirkendes Gift (Tyrotoxikon) gewinnen können. Auch die gewöhnlichen Saprophyten der Milch sind nicht indifferent. Der kindliche Organismus reagiert auf stark bakterienhaltige Milch leicht mit den bekannten Brechdurchfällen; sicherlich ist hierbei die Milchsäure schädlich, aber wahrscheinlich wirken auch Noxen mit, die von anderen Saprophyten geliefert werden. Flüggé hat nachgewiesen, dass sich fast regelmässig in der Milch sehr widerstandsfähige, sporenbildende Bazillen befinden, welche Temperaturen von 100° mehrere Stunden hindurch vertragen, ohne abzusterben, sich bei etwa 20° und darüber lebhaft vermehren und die Eiweisskörper der Milch peptonisieren; er hat ferner wahrscheinlich gemacht, dass die peptonisierte Milch auf jugendliche Individuen einen schädigenden Einfluss ausübt, indem sie Durchfälle hervorruft. Andererseits stellen die grossen Käseklumpen, welche in dem Magen kleiner Kinder aus dem Kuhkasein entstehen, an und für sich schon einen Reiz dar, welcher lebhaftere Peristaltik erregt. Bei der Zerlegung der Massen durch die mit eingeführten Bakterien mögen wiederum die Darmbewegung fördernde Produkte gebildet werden. Jedenfalls ist sicher, dass Brechdurchfälle nicht auftreten oder selten sind, wenn keimfreie oder keimarme Milch gereicht wird, und dass die Sistierung der Milchnahrung bei bestehendem Durchfall das beste Gegenmittel ist.

Tyrotoxikon.

Brechdurchfall.

Einige Bakterien gibt es, welche der Milch besondere Eigenschaften verleihen. Von dem Milch- und Buttersäure-

Spezielle
Umsetzungen in
der Milch.

bazillus ist schon gesprochen. Die blaue Milch wird durch einen schlanken Bazillus erzeugt, welcher den Farbstoff aus dem Kasein abspaltet. Rote Milch entsteht, abgesehen von den Fällen, wo Blut in die Milch übergegangen ist, durch Wucherung des mik prodigosus, bact. lact. erythrogenes etc. Die fadenziehende, schleimige Milch bekommt ihre Eigentümlichkeit durch die Einwirkung mehrerer Arten von Bazillen und Kokken. Die so veränderte Milch bewirkt zwar beim Erwachsenen, soweit bis jetzt bekannt ist, keine oder ganz leichte gesundheitliche Störungen, sie ist jedoch als unappetitlich zu verwerfen.

3. Pathogene Bakterien in der Milch. Die Milch kann infektiöse Keime enthalten, und zwar sowohl solche, welche sie aus dem Tier selbst in sich aufnimmt, als auch solche, die zufällig in sie hineingelangen, für welche sie nur das Vehikel abgibt.

Tuberkulose.

Zu den ersteren gehören die Bazillen der Tuberkulose. Man nahm an, dass Kühe infektiöse Milch lieferten, wenn im Euter selbst Knoten enthalten seien. Untersuchungen ergaben, dass makroskopisch wahrnehmbare Tuberkel im Euter nicht vorhanden zu sein brauchen, und doch Bazillen in der Milch vorkommen. Hirschberger fand bei 33 % der Tiere mit Perlsucht der Lungen ohne sichtbare Beteiligung der Euter infektiöse Milch; je hochgradiger die Krankheit ist, um so häufiger und um so mehr Tuberkulosebazillen finden sich in der Milch. Dass Perlsucht- und Tuberkulosebazillen wahrscheinlich nicht identisch sind, und dass nur in relativ seltenen Fällen die Rindertuberkulose auf den Menschen übergeht, wird in dem Kapitel Tuberkulose näher besprochen; hier sei nur erwähnt, dass primäre Darmtuberkulose beim Menschen zwar selten ist, aber doch vorkommt, und dass die Erhitzung der Milch auf 100° genügt, um in wenigen Minuten die Tuberkelbazillen absterben zu lassen. Milzbrandbazillen können zweifellos in die Milch übergehen, indessen hört bei milzbrandigen Tieren die Sekretion rasch auf, die Gefahr ist also nicht gross. Das Gift der Lyssa vermag nach den angeblich positiven Erfolgen einzelner Autoren in die Milch überzutreten; ob indessen Lyssa jemals durch Milchgenuss übertragen wurde, ist fraglich. Nach dem Trinken der Milch maul- und klauen-seuchekrankter Tiere ist beim Menschen Bläschenauschlag an Mund und Lippen beobachtet worden. Sicher konstatierte Uebertragungen von Septikämien durch Milch sind nicht bekannt.

Milzbrand.

Lyssa.

Maul- und
Klauen-seuche.

Zu den Krankheiten, welche auf den Genuss zufällig infi-

zierter Milch bezogen werden, zählt der Typhus. Der Typhusbazillus bleibt in Milch bis zu einem nicht unbeträchtlichen Sauregrad lebensfähig. Er kann in die Milch gelangen durch die besudelten Hände der Krankenpfleger, durch Wasser, welches Typhusbazillen enthält, und womit die Milch verdünnt oder Gefässe ausgewaschen wurden. Aus England, Deutschland, Schweden etc. ist über Epidemien berichtet worden, welche sicher auf Milchbezug aus Häusern, worin Typhusranke waren, zurückzuführen sind.

Typhus.

Von Wichtigkeit ist die Verbreitung von Typhus durch Molkereien; von irgend einem Gehöft mit Typhuserkrankungen werden Typhusbazillen durch infizierte Milch der Gesamtmilch der Molkerei beigemischt; die verschiedenen Genossen der Molkerei nehmen die Magermilch, welche von der mit Typhuskeimen versetzten Milch infiziert ist, mit heim; die wenigen eingebrachten Typhusbazillen können sich, bis die Milch verzehrt wird, vermehren. So sind schon von Molkereien aus weit verbreitete Typhus-epidemien entstanden.

Die Vibrionen der Cholera halten sich und vermehren sich auch unter sonst günstigen Umständen in der Milch, insbesondere in abgekochter; die Möglichkeit, dass Cholera durch Milch übertragen werde, liegt somit vor. Aus Kalkutta ist eine durch Milchgenuss hervorgerufene Schiffsepidemie bekannt gegeben.

Cholera.

Die Uebertragung der Diphtherie durch Milch ist wahrscheinlich; vom Scharlach ist anzunehmen, dass er auch hier und da durch Milch Verbreitung gefunden hat.

Diphtherie und Scharlach.

c) Schutz gegen die Gefahren durch Milch.

Um gesundheitliche Schädigungen zu verhüten, ist erforderlich:

1. Eine tierärztliche Kontrolle der die Milch liefernden Tiere. Durch die Tuberkulinprobe lässt sich mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit die Diagnose auf Tuberkulose bei Kühen stellen; die reagierenden Tiere sind zu entfernen. Die Milch von Kühen, die an Eutertuberkulose oder an vorgeschrittener und mit Abmagerung oder Durchfällen verbundener Tuberkulose leiden, ist vom Genuss auszuschliessen. Ebenso ist mit Milch zu verfahren, die von Kühen stammt, welche mit giftigen oder stark wirkenden Arzneimitteln, Arsen, Brechweinstein, Jodkali, Opium, Pilokarpin, Eserin behandelt werden. Die Milch fiebernder oder euterkranker oder septisch bzw. pyämisch erkrankter Tiere

ist zu vernichten. Der Vertrieb der Milch von rauschbrand-, milzbrand-, wut-, maul- und klauenseuchekranken Kühen ist durch das Viehseuchengesetz verboten; von maul- und klauenseuchekranken Kühen darf Milch nur gekocht verausgabt werden.

2. Die polizeiliche Kontrolle der Milchwirtschaften und des Milchhandels. Während in manchen Städten, gewiss mit Recht, die Bierdruckapparate einer polizeilichen Aufsicht unterstellt sind, kümmert sich die Sicherheitsbehörde um den Kleinhandel mit Milch fast gar nicht. Die Aufbewahrungsorte, die Aufbewahrungsgefäße, die Messgefäße, die Reinlichkeit des ganzen Betriebes sind der Ueberwachung sehr bedürftig. Die Milchgefäße müssen gründlich gescheuert und durch Kochen oder Dampf desinfiziert werden. Nur frisch ausgekochte Sehtücher sind zuzulassen; die Hände müssen vor dem Melken mit Wasser und Seife gewaschen werden; die Euter und Zitzen der Kühe sind möglichst rein zu halten durch reichliche, reine Streu und durch gut angelegte, gut gehaltene Ställe. Die gemolkene Milch ist sofort stark abzukühlen und in einen möglichst kühlen Raum zu bringen. Wenn der Arzt infektiöse Krankheiten in der Familie eines Milchhändlers meldet, hat sich die Sanitätspolizei zu vergewissern, dass eine Infektion der Milch ausgeschlossen ist. Fremdartige Stoffe, z. B. Konservierungsmittel oder Eis mit Ausnahme des aus gefrorener Milch hergestellten, darf der Milch nicht zugesetzt werden. Milch, wie Nahrungsmittel überhaupt, sollen in Schlafzimmern oder dem Familienverkehr dienenden Räumen nicht aufgehoben werden.

3. Die Kontrolle der Milch, welche zum Verkauf ausgebaut wird. Am wichtigsten ist die Konstatierung des Zersetzungsgades der Milch. Leider gibt es hierfür zur Zeit noch keine rasch auszuführende sichere Methode.

Die bakteriologische Untersuchung versagt teilweise, denn ehe ihr Resultat bekannt wird, ist nicht nur eine verdächtige, sondern auch eine gute Milch verdorben, d. h. sauer geworden. Die Methode kann also höchstens zur nachträglichen Konstatierung einer grossen Bakterienzahl dienen. Ausser der Zahl ist die Art der Bakterien in Betracht zu ziehen.

Besser ist die Säurebestimmung. 25 ccm Milch werden mit 1 ccm einer 2 % alkohol. Phenolphthaleinlösung versetzt und danach mit Barythydratlösung, von welcher 1 ccm 5 mg SO_3 entspricht, titriert bis zur schwachen Rötung. Bei frischer Milch tritt letztere durch Zusatz von ungefähr 17 ccm Barythydratlösung auf. Die so konstatierte Säuremenge bleibt bei 10° etwa 48,

Milchgefäße.

Erkrankung des
Milchhändlers.

Bakterio-
logische Probe.

Chemische
Probe. Säure-
Bestimmung.

bei 15° etwa 20, bei 37° (Brüttemperatur) etwa 5 Stunden konstant. Ergibt eine Milch, welche eine Stunde im Brütapparat gehalten wurde, eine Zunahme der Säure, so ist sie zur Kinderernährung unbrauchbar, weil bei der üblichen Aufbewahrungsart in kürzester Zeit freie Säure nebst Millionen von Bakterien in dem Milch auftreten. Bei gekochter Milch gibt die Säuretitration über den Zersetzungsgrad keine Auskunft, weil die meisten der durch Kochen nicht getöteten Keime wohl eine Zersetzung, Peptonisierung, aber keine Säurebildung bewirken.

Die Methoden, welche den Nachweis der Milchverfälschungen bezwecken, sind gut ausgebildet. Die Verfälschungen bestehen hauptsächlich in

Milchverfälschung.

1. Abrahmung der Vollmilch und Verkauf als Vollmilch,
2. Wasserzusatz zur Vollmilch und Verkauf als Vollmilch,
3. Entharmung und Wässerung der Milch,
4. Vermischung von Vollmilch und Magermilch und Verkauf dieser Halbmilch als Vollmilch,
5. Zusatz konservierender Substanzen Na_2CO_3 , NaHCO_3 , Borax, Salizylsäure.

Es ist grundsätzlich unrichtig, dass eine andere, als „Vollmilch“ oder „Magermilch“ in den Handel gebracht werde. „Halbmilch“ oder „Marktmilch“ sind schwankende Begriffe, und verführen direkt dazu, der Milch Rahm zu entnehmen oder zentrifugierte oder sonst entrahmte Milch der Vollmilch beizumischen. Für Kinder, Kranke und Rekonvaleszenten ist es notwendig, dass sie eine frische, gute Milch erhalten, wie sie in der Vollmilch gegeben ist. Für Säuglinge, Magenkranke etc. möge man eine „Kindermilch“ oder „Sanitätsmilch“ oder ähnlich genannte Milch zulassen, welche einen sehr hohen Fettgehalt und Trockenrückstand hat und von Kühen stammt, die in besonderer Weise gefüttert werden und unter tierärztlicher Kontrolle stehen. Eine solche Milch muss selbstverständlich teuer bezahlt werden.

Nachweis.

Die Fälschungen der Milch haben ein hygienisches Interesse; ihr Nachweis wird im Laboratorium geliefert durch Bestimmung des spezifischen Gewichtes, des in der Milch vorhandenen Fettes, des Milchzuckers und der Eiweisskörper unter Vergleich dieser Zahlen mit den aus einer Probe gewonnenen, welche durch Zusammenschütten der Milch aller Kühe des betreffenden Stalles (Stallprobe) hergestellt ist. Die Differenz im spezifischen Gewicht soll nicht mehr als 2 Aräometergrade, im Fettgehalt nicht mehr als 0,3 % betragen. Das Fett kann nach der aräometrischen oder der gewichtsanalytischen Methode von Soxhlet bestimmt werden. Die Eiweisskörper und der Milchzucker werden nach der Ritthausenschen Methode gefunden (Behand-

lung der Milch mit Kupfersulfat und Bestimmung des Niederschlages). Die genaue Untersuchung beansprucht viel Zeit.

Marktproba.

Für die Praxis ist ein vorläufiger, teilweise schon auf dem Markt anzustellender Nachweis der Verfälschungen erforderlich. Dieser wird geliefert durch die Bestimmung des spezifischen Gewichtes und des Fettes.

Lakto-
densimeter.

Zu ersterem dient ein Aräometer, Laktodensimeter genannt; das Instrument von Quevenne-Müller ist das gebräuchlichste. Das Gewicht der normalen, sog. Vollmilch schwankt zwischen 1029—1034 (den Graden 29 und 34 des Apparates); hat Enthrahmung, somit Fortnahme des spezifisch leichteren Fettes stattgefunden, so wird die Milch schwerer. Deshalb wiegt die „Magermilch“ bei 15° C. 1033—1038. Die Temperatur beeinflusst das Gewicht. Um der Marktpolizei die Rechnung abzunehmen, fügt man, wie die Fig. 46 und 47 darstellen, in das Instrument ein Thermometer ein. Dieses hat jedoch keine Temperaturskala, sondern zeigt sofort die Teile (Grade) an, welche von den an der Hauptskala abgelesenen abgezogen oder ihnen zugezählt werden müssen.

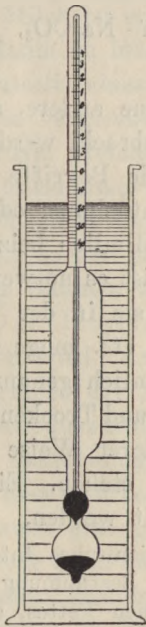


Fig. 46. Milchwaage.

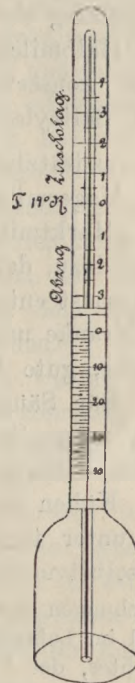


Fig. 47. Ihr oberer Teil.

• Wasserzusatz macht die Milch leichter. Enthrahmung macht sie schwerer; durch Enthrahmung und Wasserzusatz kann also das spezifische Gewicht auf der ursprünglichen Höhe erhalten werden. Die Fettbestimmung klärt sofort eine derartige Verfälschung auf.

Die zur Fettbestimmung dienenden optischen Methoden sind unsicher; am brauchbarsten ist noch die von Feser. In ein Glas-

gefäss werden 4 ccm Milch hineingegeben und so lange mit Wasser versetzt, bis die an einem Milchglasstab befindlichen schwarzen Striche gerade sichtbar geworden sind; man kann direkt am Gefäss ablesen, wieviel Prozente Fett die Milch enthält und wie stark sie gewässert ist. Die verschieden gut entwickelte Beobachtungsgabe des Untersuchers, die nicht konstante Beleuchtung, die wechselnde Zahl und Grösse der Milchkügelchen machen die Methode ungenau.

Das Cremometer ist ein mindestens 6 cm weites, mit Skala versehenes Gefäss, in welchem innerhalb 24 bis 36 Stunden der Rahm als eine 10 bis 14 % hohe Schicht sich absetzen soll. Auch diese Bestimmung ist ungenau, weil das Absetzen der Fettkügelchen verschieden rasch und intensiv statthat.

Cremometer.

Bessere Resultate erzielt man mit dem Marchand-Tollensschen Instrument. (S. Fig. 48.) Je 10 ccm Aether und Milch, die mit verdünnter Essigsäure leicht angesäuert ist, werden in einem Glasrohr geschüttelt, wonach das im Aether gelöste Fett durch Zusatz von 10 ccm Alkohol unter Einstellen in Wasser von 40° zum Ausscheiden und Aufsteigen gebracht wird. Aus der Höhe der Fettschicht lässt sich der Prozentgehalt berechnen bezw. einer Tabelle entnehmen.

Marchand-Tollens' Laktobutyrometer.

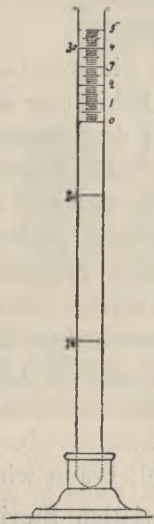


Fig. 48
Lactobutyrometer
von Marchand-
Tollens.

Unter den Konservierungsmitteln sind solche beliebt, welche die Säure oder die Bakterienentwicklung hindern. Zu den ersteren rechnen die Soda und das Natriumbikarbonat. Sie verhindern zwar die Gerinnung, fördern hingegen die Zerlegung des Milchezuckers und die Bakterienwucherung, sind also zu verwerfen. Die drei Natriumverbindungen geben der Milch nach 1—2 Stunden dauerndem Kochen eine gelbe bis braune Farbe.

Nachweis der Alkalien.

Die Salizylsäure hemmt die Bakterienentwicklung; aber die regelmässige Einfuhr selbst kleiner Salizylsäuremengen in den menschlichen, besonders in den kindlichen Organismus ist nicht gleichgültig.

der Salizylsäure.

Zum Nachweis der Säure wird die verdächtige Milch mit Schwefelsäure versetzt, wobei Kasein und Fett ausfallen. Das Filtrat wird mit Aether geschüttelt, der abgegossene Aether verdunstet und sein Rückstand mit Eisenchlorid geprüft. Eine entstehende violette Färbung beweist die Anwesenheit von Salizylsäure. Die seltenen Beimengungen von Kreide, Mehl etc. lassen sich mikroskopisch nachweisen. In neuerer Zeit hat man auch Formaldehyd der Milch zugesetzt.

4. Die Abtötung der Bakterien der Milch. Den besten Schutz gegen Bakterienwucherung also gegen Infektionen und bakterielle Intoxikationen, gewährt die Erhitzung der Milch bis zur Tötung der in ihr enthaltenen Keime.

Wenn man die Milch eine halbe Stunde lang auf 75° erhitzt, am besten in dem Bitter-Seidenstickerschen Apparat,

Pasteurisieren.

welcher aus einem Bottich mit Heizschlange und Rührwerk besteht, oder sie nach dem Würzburger Verfahren unter guter Mischung 10 Minuten auf 80—85° erhitzt, so sterben die pathogenen Bazillen und der grösste Teil der Gärungserreger ab, und die überlebenden Bakterien werden in ihrem Wachstum behindert. Die auf diese Weise „pasteurisierte“ Milch kann Infektionen nicht bedingen und ist, wenn man sie über einen sterilisierten Kühler in sterilisierte Gefässe laufen lässt und letztere kühl hinstellt, für mehrere Tage haltbar; ihr Geruch und Geschmack sind dem frischer Milch gleich. Bildet sich auf der Milch bei der Erhitzung eine Haut (Laktalbumin), so ist in ihr die Abkühlung eine so starke, dass Krankheitskeime dort lebendig bleiben.

Sterilisieren.

Eine „partielle Sterilisation“ (Flügge), d. h. die Abtötung fast aller Keime und Sporen, erreicht man durch Erhitzung auf 100° während einer halben Stunde. Man füllt zu dem Zwecke die Milch in entsprechend grosse Flaschen, erhitzt 15 Minuten auf 100°, verschliesst dann und erhitzt weiter. Bei diesem Verfahren bleiben jedoch die Sporen der vorhin erwähnten peptonisierenden, der Gruppe der Heubazillen angehörenden Mikroben am Leben. Um auch diese zu töten und eine wirkliche „Sterilisation“ zu erreichen, ist wenigstens eine sechsstündige Erwärmung der Milch auf 100° oder eine halbstündige auf 120° erforderlich. Durch beide Verfahren leiden aber der Geschmack und das Aussehen der Milch, indem sie, wahrscheinlich durch teilweise Umwandlung des Milchzuckers in Karamel, braun wird.

Man gibt sich daher mit Recht mit der partiellen Sterilisation zufrieden, dehnt aber das Kochen nicht über 10 Minuten aus, kühlt rasch ab und hält die Milch bei weniger als 16°.

Barlowsche
Krankheit.

Werden Kinder unter zwei Jahren längere Zeit mit stark und lange gekochter Milch ernährt, so können sie Zeichen von „infantilem Skorbüt“ — Barlowsche Krankheit genannt — bekommen. Die Kinder sind, trotzdem sie dick und fett erscheinen, recht schwach, bewegen die Glieder, vor allem die Beine, nicht, äussern lebhaften Schmerz bei Druck in der Gegend der Epiphysenlinien; dort finden sich Anschwellungen, Blutergüsse, es soll sogar zur Epiphysentrennung kommen können. Auch Blutergüsse in die Orbita, in die Lider, blutige Entleerungen kommen vor, während rhachitische Erscheinungen fehlen. Die Ernährung mit roher oder nur erwärmter Milch, mit Ammenmilch oder breiigen Kinderspeisen führt rasch Heilung herbei.

Soxhletscher
Apparat.

Für den Hausbedarf, besonders für die Kinderernährung, eignet sich am besten der Soxhletsche Apparat (Fig. 49). Er besteht aus einem Blechgefäss mit durchlöcherter zweiten Boden, auf welchem die mit je einer Portion Milch in entsprechender Mischung gefüllten und durch aufgelegte Gummipplatten verschlossenen Flaschen ruhen.

Der Blechtopf wird bis über den zweiten Boden mit Wasser gefüllt, der Deckel aufgesetzt und das Wasser zum Kochen gebracht. Beim Abkühlen presst der Luftdruck die Platten in die durch das Kochen luftleer gemachten Flaschen hinein (Fig. 50). Da man auch mit dem Soxhlet-Apparat nur nach langem Kochen und unter Schädigung des Geschmacks und der Farbe Keimfreiheit erzielt, ist es besser, lediglich eine vermehrte Haltbarkeit anzustreben, was durch etwa viertelstündiges Kochen der für einen Tag erforderlichen Milch, rasche Abkühlung und kühle Aufbewahrung erreicht wird.

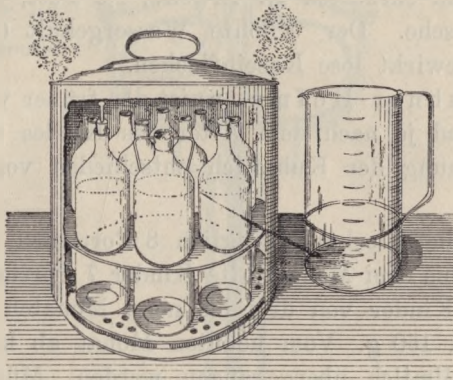


Fig. 49. Soxhletscher Apparat nebst Mischgefäss. Die Flaschen stehen auf dem oberen, durchlöchernten Boden. Der Dampf entweicht durch die Undichtigkeiten im Deckelverschluss.



Fig. 50. Flasche nach Soxhlet mit Gummiplattenverschluss.

Wo auf Billigkeit grosse Rücksicht zu nehmen ist, empfiehlt es sich, in einen Blechtopf mit eingelegtem Rost eine emaillierte Metallkanne mit Ausguss (Tülle) zu stellen, welche den ganzen, oder besser den halben Tagesbedarf an Milch enthält. (Fig. 51.) Die für den

Kanne.

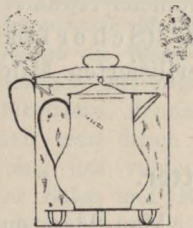


Fig. 51. Apparat mit Kanne zum Sterilisieren des ganzen Tagesbedarfes an Kindermilch.

jeweiligen Gebrauch erforderliche Menge wird aus der am kühlen, staubfreien Ort aufbewahrten Kanne direkt in die Saugflaschen geschüttet. Je frischer die zu sterilisierende Milch ist, je weniger Keime sie enthält, um so grösser ist ihre Haltbarkeit. Milch, welche älter als ungefähr 5 Stunden ist, sollte nicht mehr für die Zwecke der Kinderernährung sterilisiert werden. Selbstverständlich müssen die Gefässe, aus welchen die Milch genossen wird, also bei Kindern die Saugflaschen, die Saughütchen etc. durch tägliches Auskochen gründlichst gereinigt werden.

Für Kinder, welche nicht an der Mutterbrust genährt werden können, bietet die Kuhmilch den besten Ersatz, trotzdem sie in ihrer Zusammensetzung von der Muttermilch nicht unwesentlich

Muttermilch und Kuhmilch.

abweicht. Die Muttermilch enthält 1,5 % an Eiweissstoffen (Kuhmilch 3,39), Fett 3,3 (3,68), Milchzucker 6,5 (4,9), Asche 0,2 (0,7); 1 Liter Muttermilch enthält etwa 620 Kalorien. Ausserdem gerinnt das Kasein der Kuhmilch im Magen zu viel grösseren Flocken als das der Frauenmilch, und enthält weniger Laktalbumin; ferner ist das Fett der Kuhmilch grösser emulgiert. Die erwähnten Differenzen verschwinden zum grossen Teil, wenn man die Kuhmilch mit gleichen Teilen einer 7 % Milchzuckerlösung versetzt. In der Mischung sind dann enthalten 1,7 Eiweiss, 1,9 Fett, 6,09 Milchzucker und 0,36 Asche. Der erhöhte Wassergehalt (100 Wasser zu 1,7 Eiweiss) bewirkt lose Kaseinflocken.

Diese Mischung (Heubner-Hofmann) ist der früher vielfach üblich gewesenen und je nach dem Alter des Kindes verschieden starken Verdünnung der Kuhmilch entschieden vorzuziehen.

Milchrationen
für Kinder.

Einen Monat alte Kinder erhalten täglich 8 Portionen von 75 g der Mischung, zwei bis drei Monate alte Kinder 7 Portionen zu ungefähr 120 g, und Kinder von drei bis neun Monaten erhalten 6—8 Portionen zu 150 g. Vom neunten Monat ab kann dann allmählich zur Vollmilch übergegangen werden. Müssen Kindern Schleimabkochungen (Haferschleim etc.) aus ärztlichen Gründen gegeben werden, so ist nicht zu vergessen, dass dieselben nur ungefähr 1—2 % feste Substanzen, also Zucker und Stärke, und gegen 98 % Wasser enthalten.

Milchkonserven.

Unter den Milchkonserven nimmt die „kondensierte Milch“ die erste Stelle ein. Sie wird erzeugt durch Wasserverdunstung im Vakuum unter Zuckerzusatz. Die Milch wird hierbei bis auf $\frac{1}{4}$ und weniger ihres ursprünglichen Volumens reduziert. Die früher vielfach üblichen Milchkonserven (Scherfsche Milch etc.) haben durch die Einführung der sterilisierten Milch erheblich an Bedeutung verloren.

D. Die Butter und die Kunstbutter.

Butter ist das zusammengeballte Milchfett. Man lässt entweder die Vollmilch in kühlen Räumen stehen, wobei der Rahm zu ungefähr 83 % sich oben absetzt, oder man bringt die Milch in Zentrifugen, welche 3000 und mehr Umdrehungen in der Minute machen; hierbei wird die schwere Magermilch an die Peripherie geschleudert, während das leichte Fett in der Nähe der Achse bleibt; an beiden Stellen sind Röhren angeordnet, welche die Magermilch einerseits, den Rahm andererseits ab-

führen. (Fig. 52.) Die so entstandene Magermilch enthält höchstens 0,5 % Fett. Der direkt verarbeitete Rahm liefert die Süsrahmbutter. Wird das Eintreten der Milchsäuregärung abgewartet, so entsteht die gewöhnliche Butter.

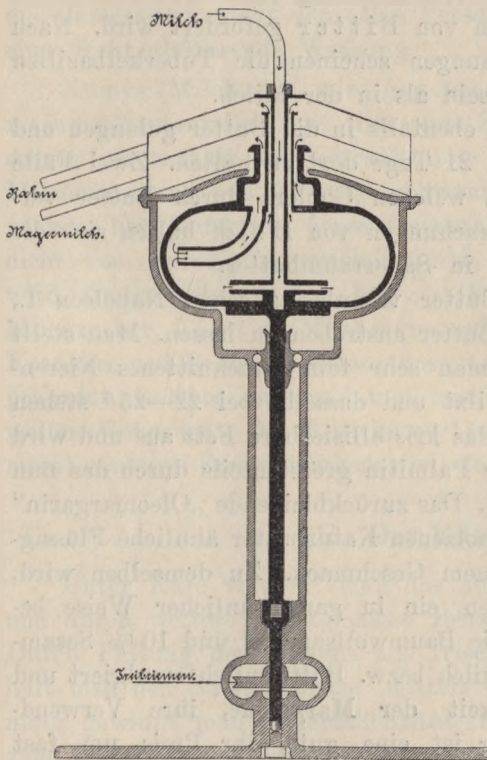


Fig. 52. Milch-Zentrifuge nach de Laval.

Um den Gehalt der Butter an Fett zu bestimmen, mischt man eine abgewogene Menge Butter mit Sand, trocknet bei 110° , erhält so den Gehalt an Wasser und extrahiert nach der von Soxhlet angegebenen Methode mit Aether, verjagt diesen und hat als Rückstand das reine Butterfett. Weniger genaue aber meistens ausreichende Resultate erzielt man durch Erwärmen der Butter, unter Umrühren und Bestimmung des verdampfenden und des sich unten absetzenden Wassers, der Salze und Milchbestandteile. Beimengungen von fremden Fetten geben sich zu erkennen durch den grösseren Gehalt an höheren Fettsäuren; ihre Bestimmung ist schwierig und sollte nur von Sachverständigen (Nahrungsmittelchemikern) ausgeführt werden. Eine gesundheitlich indifferente Färbung der Butter wird durch Orlean bewirkt.

Während man vor dem Genuss ungekochter Milch, der Tuberkuloseinfektion wegen, warnt, ist man bezüglich der Butter viel weniger vorsichtig. Durch das Zentrifugieren gehen die spezifisch schweren Tuberkelbazillen zum grossen Teil in die Magermilch, die Infektionsgefahr bezüglich der Butter wird somit ver-

Die Butter enthält 12 % Wasser, 87 % Fett, 0,5 % Kasein, 0,5 % Milchzucker und Salze. Durch Einkneten kann man der Butter reichlich Wasser und Milch beimischen, wodurch sie minderwertig und der Gefahr des Ranzigwerdens in erhöhtem Masse ausgesetzt wird. Ranzig heisst die Butter dann, wenn sie unangenehm riechende und schmeckende freie Fettsäuren und Oxyfettsäuren enthält. Das Ranzigwerden lässt sich durch Abschluss von Licht und Luftsauerstoff verhindern.

Fettbestimmung.

Infektion durch Butter.

ringert; völlig beseitigt wird sie jedoch erst durch die vorhergehende Erwärmung der Milch auf 85° (Pasteurisierung), wie sie früher schon bei der Butterbereitung nach Becker geübt wurde und später wiederum von Bitter gefordert wird. Nach den angestellten Untersuchungen scheinen die Tuberkelbazillen in der Butter seltener zu sein als in der Milch.

Typhusbazillen können ebenfalls in die Butter gelangen und vermögen sich nach Heim 21 Tage dort zu halten. Zwei Fälle sind bekannt geworden, in welchen Cholera durch Butter vermittelt wurde; nach Untersuchungen von Heim halten sich die Bazillen bis zu 32 Tagen in Sauerrahmbutter.

Kunstbutter.

Der hohe Preis der Butter veranlasste schon Napoleon I., die Fabrikation von Kunstbutter anstreben zu lassen. Man stellt dieselbe jetzt her, indem man sehr fein zerschnittenes Nierenfett bei etwa 45° ausschmilzt und dasselbe bei 22—25° stehen lässt; hierbei scheidet sich das kristallisierbare Fett aus und wird das Stearin vollständig, das Palmitin grösstenteils durch das nun folgende Abpressen entfernt. Das zurückbleibende „Oleomargarin“ ist eine ölartige, der geschmolzenen Naturbutter ähnliche Flüssigkeit von mildem, angenehmem Geschmack. Zu demselben wird, um Kunstbutter zu bereiten, ein in ganz ähnlicher Weise behandeltes Schweinefett sowie Baumwollsaamenöl und 10 % Sesamöl hinzugegeben, mit Kuhmilch bezw. Buttermilch emulgiert und gepresst. Die Verdaulichkeit der Margarine, ihre Verwendbarkeit zur Speisebereitung ist eine gute, ihr Preis um fast die Hälfte geringer als der der Butter. Da ihre Herstellung bei niedriger Temperatur vor sich geht, ist für die Benutzung guter, nicht infektiöser Rohmaterialien Sorge zu tragen; im übrigen aber ist die ausgiebige Verwendung der Margarine vom hygienischen Standpunkte aus nur zu empfehlen. Das Reichsgesetz vom 15. 6. 97 ordnet die Kennzeichnung der Oleomargarinpräparate als solcher und den Verkauf in besonderen Lokalitäten an. Zum Nachweis der Margarine dient das zugesetzte Sesamöl, welches mit Salzsäure und Furfurol geschüttelt, Rotfärbung entstehen lässt. Margarineschmalz ist Oleomargarin mit 10—15 % Baumwollsaamenöl, dem noch etwas chemisch reine Buttersäure zugesetzt ist. Das Öl macht das Präparat resistenter.

Buttermilch.

Die Buttermilch ist in ihrer Zusammensetzung der Magermilch gleich, enthält indessen etwas weniger und zuweilen in Flocken zusammengeballtes Kasein (3 %). Beide Milcharten sind wegen ihres hohen Eiweissgehaltes (30—35 g im l) und wegen ihres

niedrigen Preises für die weniger wohlhabenden Klassen vorzügliche Nahrungsmittel, welche reichliche Verwendung zu finden verdienen. Wegen des nicht unbeträchtlichen Sauregehalts wird die Buttermilch nicht von allen Personen gut vertragen; sie hat eine leicht abführende Wirkung.

Kumys (Milchwein) wird gewonnen durch Gärung von Milch, meistens Stutenmilch, mit oder ohne Zusatz von Zucker. Durchschnittlich enthält das Getränk 1,3—1,4 % Alkohol, 0,8—0,9 % Milchsäure und von 0,7—9 % schwankend (Zuckerzusatz) Milchzucker. Ein Bedürfnis, dieses Getränk bei uns einzuführen, liegt nicht vor. Im Kefir, welcher durch das Kefirferment erzeugt wird, findet sich von 0,2—1,0 % Alkohol, 3,5 % Fett, 0,3—1 % Milchzucker, 0,5—1 % Milchsäure und freie Kohlensäure. In der Kranken- und Rekonvaleszentenkost macht man von diesem Milchpräparat, welches anregend und leicht verdaulich sein soll, zuweilen Gebrauch. Die Kefirkörner bestehen aus einem Konglomerat von zwei Streptokokkenarten, einem Bazillus und einer Hefe.

Kumys, Kefir.

E. Der Käse.

Unter Käse versteht man das aus der Milch abgeschiedene und durch weitere kunstgemässe Behandlung veränderte Kasein. Durch Fällung des Kaseins aus frischer Milch mittels Lab erhält man den Süsmilchkäse; mittels der spontanen Kaseingerinnung gewinnt man Sauermilchkäse. Hartkäse ist im Gegensatz zum Weichkäse bei höherer Temperatur koaguliert und stark gepresst. Aus Magermilch entsteht der Magerkäse (z. B. Kuhkäse, Parmesankäse), aus Vollmilch, durch den Fetteinschluss, der Fettkäse (z. B. Limburger, Edamer); gibt man überdies Rahm hinzu, der überfette oder Rahmkäse (z. B. Neuchateller, Brie-Käse). Es enthält durchschnittlich der Magerkäse 32 % Eiweiss, 10 % Fett, der Fettkäse 25 % Eiweiss, 30 % Fett, der Rahmkäse 20 % Eiweiss, 40 % Fett.

Käsearten.

Man nimmt an, dass die Reifung des Käses in einer Umwandlung des Kaseins besteht, wobei flüchtige Fettsäuren, Ammoniak etc. gebildet werden; eine Umsetzung des Eiweisses in Fett, wie man früher glaubte, findet dabei nicht statt.

Kunst- oder Margarinekäse entsteht durch Emulgierung von Oleomargarine und anderen Fetten mit Magermilch; die so künstlich hergestellte Vollmilch wird durch Lab zur Gerinnung gebracht und nach den Regeln der Käserei zu den verschiedensten Käsen weiter verarbeitet. Der Kunstkäse ist von dem

Kunst- oder
Margarine-
Käse.

echten Käse im Geschmack nicht zu unterscheiden, und ihm im Nährwert gleich; fraglich ist, ob die Rohmaterialien tadellos sind.

Ver-
wendbarkeit.

Der Magerkäse enthält für relativ wenig Geld eine grosse Menge Eiweiss und einiges Fett, eignet sich daher zur Volksernährung in hohem Grade. Manche Arten, insbesondere die harten Käse, bedürfen einer längeren Zeit zur Verdauung und können daher belästigend wirken, wenn auch die Ausnutzung eine gute ist; das Fett und Eiweiss wird zu 90 %, der Milchzucker völlig resorbiert. Man geht wohl nicht fehl, wenn man die hier und da auftretenden Käsevergiftungen auf Bakterientoxine zurückführt. Der Gehalt einiger Käsearten an saprophytischen Bakterien ist ein hoher, ohne dass dadurch eine gesundheitliche Schädigung entsteht.

Aus dem Kasein der Milch hat man verschiedene Präparate hergestellt, die hier und da in der Krankenpflege mit Nutzen Verwendung finden können; dazu gehören unter anderen die Nutrose (Kaseinnatrium), das Galaktogen, Eukasin (Kaseinammoniak), Nikol, Sanatogen, Plasmon, Kalkkasein. Alle enthalten zwischen 70—80 % Stickstoffsubstanzen und etwa 1 % Fett. Für die Ernährung breiter Volksschichten sind die Präparate viel zu teuer.

Die pflanzlichen Nahrungsmittel.

F. Das Brot.

Mehl.

Das Brot wird aus dem Mehl des Getreides, hauptsächlich des Roggens und dann des Weizens gewonnen. Mehl enthält gegen 14 % Wasser, 2 % Fett, 12 % Eiweiss, 67 % Stärke, 3 % Zellulose, 2 % Asche. Man unterscheidet Schrot- und Feinmehle. Die gröbereren Mehle sind das Produkt der „Flachmüllerei“, die noch in den alten Wasser- und Windmühlen betrieben wird, wo das Korn in einem Gange zu Mehl und Kleie zermalen wird. In der „Hochmüllerei“ der Kunstmühlen durchläuft das vorher sehr sorgfältig gereinigte Getreide eine ganze Reihe von Walzenstühlen, die aus Stahlwalzenpaaren bestehen, wobei Mehle und Schrote bzw. Gries entstehen; letztere werden durch Beuteln von den Mehlen getrennt und immer feiner gemahlen, während die Kleie möglichst entfernt wird. Graupen sind kugelig abgemahlene Weizen- oder Gerstenkörner; Gries sind feinere Stücken aus Weizenkörnern; Grütze sind die von der Schale befreiten mehr oder weniger gebrochenen Körner von Hafer und Gerste, sowie von Hirse und Buchweizen.

Bei den feineren Schrotmehlen besitzen etwa 5 % der Mehlfragmente Durchmesser, die zwischen 2 und 1,25 mm, etwa 23 %, die zwischen 1,25 und 0,5 mm, etwa 30 %, die zwischen 0,5 und 0,2 mm schwanken, und 42 % Durchmesser unter 0,2 mm. Die groben Schrotmehle enthalten zwischen 10 % und 20 % Fragmente mit Durchmessern von 2—4 mm. Die feinen Mehle der Kunstmühlen bestehen aus Partikelchen, deren Durchmesser nicht über 0,5 mm betragen, ungefähr 8 % haben Durchmesser von 0,5—0,2 und 92 % unter 0,2 mm (Lehmann). Die groben Schrotmehle werden schlechter ausgenutzt als die Mehle mit Durchmessern unter 0,5 mm, welche sehr gut ausgenutzt werden. Das Eiweiss liegt zum Teil in dickwandigen Zellen der Kleberschicht gleich unter der Oberhaut, zum Teil aber liegt es zwischen den Stärkekörnchen, welche, in dünnwandigen Zellen eingeschlossen, den Hauptteil des Kornes bilden; das Eiweiss, der Kleber, ist ein Gemisch aus Glutenfibrin, Gliadin und Muzedin. Im Keime finden sich das Sameneiweiss und das Fett. (Fig. 53.)

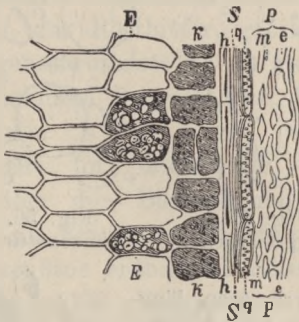


Fig. 53. Querschnitt eines Weizenkornes (nach Vogl.) P ist die Fruchthaut mit der äusseren Oberhaut e, der Mittelschicht m, der Querzellenschicht q; S ist die Samenhaut; h eine Lage leerer Zellen; k die Kleberzellenschicht; E Endospermzellen mit den Stärkekörnchen.

Im ungereinigten Getreide beträgt der Gesamtgehalt an Schmutz und giftigen und ungiftigen Unkrautsamen etwa 2 %, durch das Reinigen sinkt derselbe auf ungefähr 0,3 % herab. Das Mutterkorn, das sclerotium von *claviceps purpurea*, welches früher dem Mehle oft in grösseren Mengen beigemischt war, wird jetzt entweder vor dem Mahlen behufs Gewinnung ausgelesen, oder es wird durch die maschinellen Einrichtungen der besseren Mühlen so gut wie vollständig entfernt, ausserdem wird seine schädigende

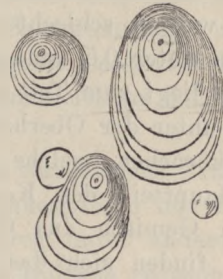
Ver-
unreinigungen.

Wirkung durch das Backen wesentlich verringert; die Kriebelkrankheit dürfte kaum mehr vorkommen. Die Samen des Taumellolchs, der Kornrade, des Wachtelweizens, des Rhinanthus und andere werden ebenfalls durch gute Reinigungsmaschinen entfernt. In den nördlichen und westlichen Bezirken Deutschlands, wo bei ungenügender Reinigung des Getreides das Brot aus grobem Schrotmehl hergestellt wird, findet sich die Kornrade häufig in

Verfälschung.

grossen Mengen, ohne dass bis jetzt eine Gesundheitsschädigung durch dieselbe bekannt geworden ist, wahrscheinlich deshalb, weil das Gift sowohl durch die Erhitzung als durch die Säure des Brotes zerstört wird; mehr als 0,5 % Kornrade oder 0,2 % Mutterkorn sollen im Mehl nicht vorkommen (Lehmann). Die Samen der Rhinanthazeen färben das Brot blau. Das Mehl wird verfälscht durch Zusatz billigerer Mehlsorten; die mikroskopische Untersuchung der Stärkekörner gibt darüber Aufschluss. Einige

Fig. 54. Kartoffelstärke. Charakterisiert sich durch die muschelschalartige Form und Anordnung der Schichten.



Roggenstärke und Weizenstärke sind sich sehr ähnlich. Die Roggenstärke ist in den voll ausgewachsenen Körnern etwas grösser und hat oft einen deutlich erkennbaren, linear-dreieckig und kreuzweise gestreiften Nabel.

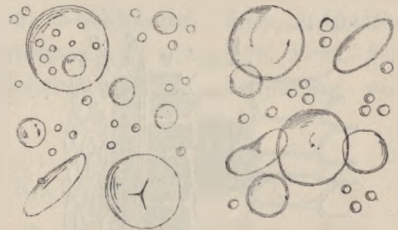


Fig. 55. Roggenstärke.

Fig. 56. Weizenstärke.

Fig. 57. Reisstärke. Die einzelnen grösseren, länglichen Körner setzen sich aus einer grossen Zahl kleiner, polygonaler, oft scharfkantiger und mit Kernhöhle versehener Körnchen zusammen.



Fig. 58. Haferstärke. Sie ist der Reisstärke ähnlich, jedoch sind die Konglomerate etwas kleiner als beim Reis, die Teilkörnchen rundlicher und ohne Höhle.



der gangbarsten Stärkearten sind hierüber im Bilde wiedergegeben. (Fig. 54—58.) Lagert Mehl feucht und warm, so verändert sich der Kleber und verliert an Klebrigkeit, das Mehl ist nicht mehr backfähig.

Brot.

Zur Brotgewinnung werden 100 Teile Mehl mit 75 Teilen Wasser und etwas Salz, sowie Hefe oder Sauerteig, d. h. in Gärung befindlichem, altem Brotteig, zu Teig verarbeitet und einige Zeit bei 25—30° stehen gelassen. Bei dieser Temperatur

wird der im Mehl enthaltene oder durch ein diastatisches Ferment frisch gebildete Zucker durch Bakterien- und Hefewirkung in Kohlensäure, Alkohol, Milchsäure etc. umgesetzt, wodurch etwa 1—4 % der Teigmasse verschwindet. Die Hefe des Sauerteiges ist hauptsächlich *saccharomyces minor* (Engel); die im Sauerteig vorkommende, unter CO_2 - und H-Entwicklung lebhaft Gärung erzeugende Bakterienart ist der *bac. levans*, welcher mit dem *bact. coli com.* entweder identisch oder sehr nahe verwandt ist. Die Kohlensäure, sowie der von dem *bac. levans* gebildete Wasserstoff lagern in kleinen Bläschen zwischen den durch den Klebergehalt zähen Teigmassen. Wird der Teig in den ungefähr 200° heissen Ofen geschoben, so dehnen sich die Gase, welchen verdunstender Alkohol und Wasser beigemischt werden, aus, und es entstehen kleinere und grössere Hohlräume; das Brot wird locker und damit für die Einwirkung des Magensaftes leicht zugänglich. Der obere Teil des Teiges wird durch die Backhitze zur Kruste, in welcher etwas Eiweiss zerlegt, ein Teil der Stärke in Dextrin umgebildet und ein gut riechender und gut schmeckender Stoff, das Röstbitter, gebildet wird. Die schweren, porenarmen Roggenschrotbrote haben zwischen 28 und 50 %, die aus feinem Weizenmehl hergestellten Brote zwischen 73 und 83 % Porenvolumen.

Die in der Hefe und dem Sauerteig enthaltenen Bazillen der Butter- und Essigsäuregärung bedingen hauptsächlich die saure Reaktion mancher Brotarten. Die in 100 g Weizenbrot enthaltene Säure übersteigt 2—3 ccm Normalsäure selten, in 100 g Roggenbrot aber findet sich zuweilen eine Azidität von 10, ja 15 ccm Normalsäure (Lehmann); trotzdem wird stark saures Brot gut ausgenutzt, jedoch belästigt es bei vielen Personen den Magen, reizt zu saurem Aufstossen, erzeugt Blähungen, kurz, ist nicht so gut bekömmlich als nicht- oder schwachsaures Brot. Die Gewöhnung tut hier viel. Man kann durch Zusatz von Ammoniumkarbonat, von Natriumkarbonat und Salzsäure etc. oder durch direktes Eintreiben von CO_2 ebenfalls ein Aufgehen des Teiges erreichen, jedoch haben darauf gerichtete Bestrebungen nicht zu allgemeinen Erfolgen geführt. Die Hygiene verlangt derartiges Brot nicht, weil reine Hefe erhältlich ist, und weil durch den Backprozess jedes Leben in dem Brot getötet wird, ausserdem schmeckt das Brot aus gegorenem Teig besser. Durch das Backen wird die Stärke in Kleister, Dextrin und Gummi umgesetzt, das Eiweiss zum Gerinnen gebracht.

Saures Brot.

Es enthält nach Rubner:

	Wasser	Eiweiss	Fett	Stärke	Zucker	Zellulose	Asche
Weizenbrot	38,5	6,8	0,8	50,0	2,4	0,4	1,2
„ grob	41,0	6,2	0,2	48,7	2,1	0,6	1,1
Roggenbrot	44,6	6,0	0,5	45,3	2,5	0,3	1,3
Pumpernickel	43,4	7,6	1,2	41,9	3,2	0,9	1,4

Kleie im Brot.

Je weniger Kleie in das Brot hineingebacken wird, um so weisser wird es, während der Eiweissgehalt nicht wesentlich gemindert wird. Wenn die Kleie sehr fein zermahlen ist, wodurch die Kleberzellen zum Teil geöffnet werden, wird zwar ein Teil des darin enthaltenen Eiweisses resorbiert; dahingegen regt die Kleie die Peristaltik an, und die Ausnutzung des Brotes wird dadurch geringer.

Nach Rubner betragen die Ausnutzungsverluste in Prozenten:

	an Trocken- substanz	Eiweiss	Kohlehydrate ohne Zellulose	Asche
Brot aus feinstem Mehl (30 % des Korns)	4,0	20	1,0	14,3
Brot aus Mittelmehl (78 % des Korns)	6,7	24,6	3,36	30,3
Brot aus ganzem Korn (95 % des Korns)	19,2	30,5	5,70	45,0

Je mehr also das Korn ausgemahlen ist, also je mehr Kleie es enthält, desto schlechter wird das aus demselben bereite Brot resorbiert. Der bei der Stärkefabrikation als Nebenprodukt gewonnene Kleber, Aleuronat, ist leicht verdaulich und eine billige Eiweissquelle; er wird als Zusatz zu Brot, Makkaroni, und anderen Speisen verwendet. Gutes Brot ist gleichmässig aufgegangen, also weder wasserstreifig — wodurch es schwer verdaulich wird — noch von zu grossen Hohlräumen durchsetzt. Die Krume soll elastisch weich, die Rinde gleichmässig dick, leicht braun und glatt sein.

Aleuronat.

Die übrigen Mehlpräparate, Kuchen, Zwieback, Klösse, Makkaroni etc. werden ebensogut ausgenutzt wie das Brot.

Schädigungen
durch Brot.

Um Mehl, dessen Kleber seine bindende Eigenschaft eingebüsst hat, wieder backfähig zu machen, wird Kupfersulfat, Zinksulfat, Alaun oder Kalkwasser zugesetzt. Diese Zusätze sind als nicht indifferente Adstringentien nicht zu gestatten. Zur Bereitung von Nahrungs- und Genussmitteln, von Konditorwaren, dürfen giftige Farben nicht verwendet werden (siehe Seite 122). Es sind Bleivergiftungen vorgekommen nach Genuss

von Brot, nachdem das Mehl auf Mühlsteinen bereitet worden war, deren Löcher man mit Bleizucker ausgegossen hatte. Das Gesetz vom 25. 6. 87 verbietet diese Verwendung des Bleies.

Ob schimmeliges Brot Gesundheitsschädigungen bewirkt, ist noch unentschieden — für einzelne Schimmelarten ist der Gegenbeweis geliefert —, dahingegen ist solches Brot unappetitlich und minderwertig, weil ein erheblicher Teil der Kohlehydrate in Kohlensäure umgewandelt ist.

Die Stelle, welche in Deutschland der Weizen und Roggen einnimmt, wird in anderen Gegenden vom Reis und Mais ausgefüllt; Brot lässt sich jedoch wegen des geringen Klebergehaltes nicht gut daraus backen. Der Mais wird hauptsächlich als Brei — Polenta — genossen. In einigen Bezirken des südlichen Mitteleuropas, insonderlich in Norditalien, tritt nach dem Genuss unreifen und verdorbenen Maises eine Krankheit in grosser Ausdehnung auf, die Pellagra, welche mit Fieber, Verdauungsstörungen und rosenartigen Hautentzündungen beginnt und unter nervösen, paralytischen oder psychischen Symptomen in mehreren Jahren zum Tode führt. Die eigentliche Ursache der Pellagra ist noch nicht bekannt.

Der Reis mit seinem hohen Stärkegehalt von 77,5 % ist sehr leicht und gut verdaulich und sollte für die Krankenkost und in der Ernährung überhaupt bei uns mehr Verwendung finden.



Fig. 59. Schnitt durch den Keim einer Erbse.

G. Die Leguminosen

enthalten in 100 Teilen 14,5 Teile Wasser, 21,5 Eiweissstoffe, 1,7 Fette, 53,2 Kohlehydrate, 5,5 Zellulose und 2,6 Asche. Die Abbildung (Fig. 59 nach Sachs) zeigt die Anordnung der feinen Legumin

körnchen und der weit grösseren Stärke Körner. Die dicken, aus Zellulose bestehenden Schalen der Hülsenfrüchte sind wertlos für die Ernährung, durch stärkere Anregung der Darmbewegungen sogar schädlich; sie werden besser entfernt (Split- oder Schäl-erbsen). Die Hülsenfrüchte nehmen beim Kochen Wasser auf; in der Erbsensuppe sind nicht mehr als 10—20, im Erbsenbrei 20—30 % feste Bestandteile, statt der 85 %, welche sich in den

getrockneten Erbsen finden. Danach ist die Nahrhaftigkeit dieser Speisen zu beurteilen. Das Legumin ist fast ebensogut ausnutzbar wie der Kleber, vorausgesetzt, dass es mit weichem Wasser gekocht ist; durch hartes Wasser entstehen (Richter) hornartige, also schwer angreifbare Verbindungen des Legumins mit dem Kalk oder der Magnesia.

Von dem Legumin werden 17, von den Kohlehydraten 6 % nicht resorbiert. Am wenigsten werden die Linsen ausgenutzt, da ihre feste Schale durch den Kochprozess und das Kauen nicht immer in ausreichendem Masse geöffnet wird.

Hülsenfrüchte, z. B. Erbsen, mit ihrem Gehalt an Eiweiss und Kohlehydraten bedürfen des Fettes, um eine gute Nahrung zu bilden; sie geben mit Speck oder Salzschweinefleisch eine Kost, welche von Tausenden von Seeleuten jahraus jahrein wöchentlich mindestens dreimal, oft sechs- bis siebenmal genossen und jeder anderen Seekost vorgezogen wird.

Wenn die Hülsenfrüchte auf dem Lande sich nicht derselben Beliebtheit erfreuen, so liegt das daran, dass man dort das Eiweiss und die Kohlehydrate in angenehmerer Form leicht und billig haben kann. Betrachtet man die Hülsenfrüchte aber als Präserven, so stellen sie eins der allerbesten Nahrungsmittel dar. Für viele Millionen Menschen in Asien, Afrika und Amerika sind die Hülsenfrüchte, besonders die Bohnen, das Hauptnahrungsmittel.

Die Erbswurst ist eine Mischung von gekochten Erbsen und Fett; in kochendes Wasser gegeben, gewährt sie in wenigen Minuten eine volle Kost. Für besondere Zwecke und Gelegenheiten (Kriegsverhältnisse) ist sie vorzüglich; aber sie widersteht bald und wird leicht ranzig.

Verfälschungen kommen bei Hülsenfrüchten nicht vor; durch Feuchtigkeit verderben sie, indem sie muffig werden; lokale Gelbsuchtepidemien sind schon mehrere Male mit dem Genuss derartiger Erbsen in Zusammenhang gebracht worden.

H. Die Gemüse.

Unter den Gemüsen, welche man in Wurzel-, Schoten- und Blattgemüse einteilen kann, übertrifft alle an Nährwert die Kartoffel.

Sie enthält 75,5 Teile Wasser und 24,5 Teile feste Substanz; davon sind 2,0 Stickstoffkörper (die eine Hälfte besteht aus Eiweiss, die andere aus Amidosubstanzen), 0,1 Fett, 21,0 Kohlehydrate und 1,4 Zellulose und Asche. Durch das Kochen

Kartoffel.

quellen die Stärkekörner, und das Zellulosenetz, welches sie birgt, wird gesprengt; daher sind mehligte Kartoffeln besser ausnutzbar als Salatkartoffeln. Die Ausnutzung beträgt, wenn nicht mehr als 600 g genossen werden, für das Eiweiss 68, für das Amylum 92 %.

Die Kartoffel ist eine vorzügliche Quelle für Kohlehydrate, sie gewährt mit Eiweiss, z. B. Fleisch oder Käse, und Fett eine gute Nahrung, eignet sich indessen nicht zur Eiweissentnahme, wenn auch andererseits Versuche ergeben haben, dass gerade bei Kartoffelnahrung der Körper leicht in Stickstoffgleichgewicht gebracht werden kann. Wie sehr die Kartoffel verdient Volksnahrungsmittel zu sein, folgt daraus, dass man für 1 Mark 14874 Kalorien kaufen kann; und dieser billige Kauf ist möglich, weil die Kartoffel mit jedem Boden fürlieb nimmt und die grössten Erträge liefert. Nach einer älteren Zusammenstellung (Boussingault) liefert 1 Hektar Land, bebaut mit Weizen, Roggen, Erbsen, Kartoffeln je 510, 440, 550, 950 Pfund Eiweiss, nebst je 1590, 1496, 780, 6840 Pfunden Stärke und 90, 62, 60 und 323 Pfunden Salze.

In den tropischen Ländern wird an Stelle der Kartoffeln die Yams und Batate genossen. Erstere ist das Rhizom von Dioskoreen-, letztere von Konvolvulazeenarten. Diese Wurzeln enthalten über 20 % Kohlehydrate und bis zu 3 % Eiweiss. In Yamswurzeln findet sich ein Gift, welches durch Kochen und Rösten entfernt oder zerstört wird.

Yams, Bataten.

Die übrigen Wurzelgemüse, Rüben, Möhren, Kohlrabi, Schwarzwurzeln etc., enthalten gegen 1—2 % stickstoffhaltige Substanzen und 2—6 % Stärke und Zucker. Ihr Nährwert ist also nach dieser Richtung hin gering.

Wurzelgemüse.

Die Schotengemüse: grüne Erbsen, Schnittbohnen, Salatbohnen etc. haben gegen 4 % Stickstoffsubstanzen und 6—12 % Kohlehydrate.

Schotengemüse.

Unter den Blattgemüsen nehmen die Kohlarten die erste Stelle ein; dann folgen die Salate, Spinat etc. Ihr Gehalt an Eiweiss und Kohlehydraten ist noch geringer als bei Rüben und Möhren. Weisskraut hat z. B. 91 % Wasser, 0,6 % Eiweiss und 4,2 % Kohlehydrate, Sauerkraut hat 92 % Wasser, 0,3 % Eiweiss und keine Kohlehydrate, statt derselben aber 1,2 % freie Säure, die durch einen dem *bact. coli* ähnlichen Bazillus erzeugt wird.

Blattgemüse.

Das Obst zeichnet sich durch einen höheren Zuckergehalt, bis zu 10 % aus.

Obst.

Die essbaren Pilze, Champignon, Steinpilz, Morchel, Trüffel,

Pilze.

Pfifferling, Kaiserling, Reizker etc., haben den Ruf, sehr eiweissreich zu sein. Das gilt indessen nur für die getrocknete Ware. Die frischen oder die gekochten Pilze enthalten kaum 3 % stickstoffhaltiger Substanz, von welcher noch ein grosser Teil auf Amidosäuren und ähnliche Verbindungen entfällt; gegen 33 % des Eiweisses werden überdies nicht ausgenutzt.

Der diätetische Wert der Gemüse, mit Ausnahme der Leguminosen und Kartoffeln, ist hauptsächlich bedingt durch ihren Gehalt an vegetabilischen Salzen, an Zucker, Pflanzensäuren und aromatisch-ätherischen Stoffen, welche für die Anregung des Appetits und der Verdauung wichtig sind. Ein Teil der Zellulose bei den Kartoffeln und bei den Gemüsen, vor allem den jüngeren, ist für den Menschen verdaulich. Werden Gemüse längere Zeit nicht gereicht, so entsteht der Skorbut.

Die Genuss- und Reizmittel.

Hierhin gehören die Gewürze im engeren Sinne, einige Alkaloide und die alkoholischen Getränke. Ueber die allgemeine Wirkung der Genussmittel siehe auch Seite 122.

J. Die Gewürze.

Das gebräuchlichste Gewürz ist das Kochsalz; es erregt eine lebhaftere Ausscheidung des Magen- und Darmsaftes. Andererseits ist nicht ausgeschlossen, dass das eingeführte Kochsalz bei der Aufnahme der Kalisalze eine Rolle spielt, indem es zu Chlorkalium umgesetzt wird und die Natriumverbindungen des Körpers vor Umwandlung in die Kaliverbindungen schützt.

Essig ist eine 4 % Essigsäurelösung; er korrigiert den Geschmack und wirkt auf die Peristaltik. Im Senf ist das Senföl, Rhodanallyl, im Pfeffer ein Harz, das Pfefferöl und das Piperin, im spanischen Pfeffer (*capsicum annum*) ein Kampfer, in der Vanille ein kampferähnlicher Körper, das Vanillin, im Zimt, in der Muskatnuss, den Gewürznelken, dem Ingwer, Anis, Fenchel, Kümmel etc. ist ein ätherisches Oel der wirksamste Bestandteil.

K. Die alkaloidhaltigen Genussmittel.

Hierhin gehört der Kaffee, der Tee, der Kakao, der Paraguatee, die Koka, der Betel, der Tabak.

Die K a f f e e b o h n e enthält ausser 10 % Stickstoffsubstanzen und 6 % Salzen gegen 10 % Fett, ungefähr ebensoviel Zucker, 1 % Koffein und 2 % an Kali gebundene Gerbsäure.

Durch das Rösten des Kaffees bei 200—250° wird ein Teil

des Zuckers in Karamel, welcher die Bohne braun färbt, ein Teil des Fettes in Koffeol, ein stark aromatisches Oel, verwandelt; ferner entstehen angenehm riechende und schmeckende Produkte der trocknen Destillation. Diese Körper und das Koffeol haben wohl den angenehmen Geschmack, aber nicht die Wirkung des Kaffees, welche allein dem Koffein zukommt. Ein Teil der Riechstoffe, ferner das Koffein und das Koffeol, die Salze und ein Teil der Gerbsäure gehen in kochendes Wasser über. Der so bereite Kaffee wirkt erregend: die Stimmung wird besser, gehobener, die Energie wird gestärkt, ohne dass die Exzitation von einer merklichen Depression gefolgt ist. Die Kalisalze wirken auf das Herz ein, auch die Diurese wird vermehrt. Nährend sind nur der zugesetzte Zucker und die Milch. Die häufigste Verfälschung des Kaffees besteht in dem Zusatz von gebrannten Zichorienwurzeln, Eicheln, Feigen etc. Die Verfälschung lässt sich unter dem Mikroskop aus der Beimischung der fremden Pflanzenteile und an dem erheblich erhöhten Zuckergehalt erkennen.

Allen Surrogaten fehlt der wirksame Stoff, das Koffein, und doch wird in Deutschland mehr Surrogat als Kaffee getrunken. Nicht ganz mit Unrecht. Das wirksame und zugleich gefährliche Prinzip ist das Koffein; und der länger fortgesetzte Genuss von Kaffee oder Tee in stärkerer Konzentration ist wohl geeignet, das Herz empfindlich zu schädigen. Einer zwei oder dreimal täglichen Anregung bedürfen die wenigsten Menschen. Soll also nur die nötige Menge Flüssigkeit gewärmt zugeführt werden, so genügen die Surrogate, denen man ausserdem Zucker und Milch zusetzen kann, um den Geschmack zu verbessern und ihnen einigen Nährstoff beizufügen. Soll aber die Flüssigkeit zugleich als Nährmaterial dienen, dann ist es richtiger, statt des Kaffees und der Surrogate Suppen zu geniessen, wie es unsere Voreltern getan haben, und wie das z. B. in England und Amerika in grosser Ausdehnung auch heute geschieht; Milchsuppe, Mehlsuppe, Hafergrütze in den verschiedensten Formen ist entschieden für die meisten Menschen das beste „Kaffe surrogat“.

Surrogate.

Der Tee, die Blätter von *thea chinensis*, enthält 1—2,5 % Tein, ein dem Koffein anscheinend identisches Alkaloid, und 0,5—1,0 % eines ätherischen Oeles, ausserdem Gerbsäure und viel Kalisalze. Siedendes Wasser, 5 Minuten über Teeblättern gestanden, entzieht ihnen das wirksame Tein und das angenehm riechende und schmeckende, aber sonst wirkungslose Oel, während es die Gerbsäure zum grössten Teil darin zurücklässt. Die Wirkung

Bereitung und Wirkung.

des Tees ist der des Kaffees fast gleich, jedoch etwas schwächer. Verfälscht wird der Tee durch Beimischung schon extrahierter Teeblätter oder ähnlich geformter Weiden-, Schlehen- und anderer Blätter. Der zu geringe Teingehalt, sowie die abweichende Form der Blätter lassen die Fälschung erkennen. Bezüglich der Surrogate gilt das beim Kaffee Gesagte.

Kakao und
Schokolade.

Wirkung.

Kakao ist die Frucht von *Theobroma Cacao*. In 100 Teilen finden sich 50 Teile Fett, Kakaobutter, 15 Eiweiss, 18 Kohlehydrate, 3 Salz und 1,2 Theobromin, ein dem Koffein sehr nahestehendes Alkaloid, und etwa 10 % Wasser. Die von den Hülsen befreite, gegorene, geröstete, gemahlene und der Hälfte ihres Fettes beraubte Frucht kommt entweder in dieser Form als Kakao, oder mit Zucker (bis zu 60 %), sowie Gewürzen versetzt als Schokolade zur Verwendung. Die Kochschokoladen enthalten neben Zucker und etwas Kakao viel Mehl. Die anregende Wirkung des Theobromins ist geringer als die des Koffeins; dahingegen haben Kakao oder Schokolade wegen des Fettes, des Eiweisses und der Kohlehydrate einen nicht unbeträchtlichen Nährwert. In einer Tasse Kakao, zu welcher 15 g Pulver verwendet wurden, sind 2 g Eiweiss, 4 g Fett und 4,5 g Kohlehydrate enthalten. Der lösliche Kakao wird bereitet durch Einbringen des Kakaopulvers in eine schwache Lösung von kohlen saurem Natron und Magnesia und nachfolgendes Trocknen (holländische Methode), oder durch Behandlung mit Ammoniak, oder durch Dampfdruck. Das Mikroskop erweist eventuell fremde Zusätze zum Kakaomehl.

Der Paraguaitee oder Mate enthält ein dem Tein sehr ähnliches Alkaloid, die bitteren Stoffe, die Gerbsäure und das ätherische Oel der Blätter und feinen Zweige von *Ilex paraguayensis*. Das zuerst nicht angenehm und bitter schmeckende Getränk mundet bald und teilt mit dem Tee die sanft anregende Wirkung.

In vielen Gegenden Südamerikas vertritt der Mate vollständig den Tee, während in den Staaten Zentralamerikas das Kauen der Kokablätter den Eingeborenen in eine angenehme Erregung versetzt, welche ihn für einige Zeit Müdigkeit, Hunger und Durst weniger empfinden lässt. Hier ist jedenfalls das Kokain der wirksame Bestandteil.

Ein ähnliches, minder stark wirkendes Genussmittel, der Betel, wird in Indien, den angrenzenden Ländern und Inselgruppen von vielen Millionen von Menschen benutzt. Stückchen der Arekapalmnuss werden in mit Kalk bestrichene Stücke der Blätter des Betelpfeffers eingewickelt und gekaut. Den Ungeübten

befällt zunächst eine Art Rausch, wie nach dem Genuss sehr schwerer Zigarren, bald jedoch macht dieses Symptom einer angenehmen Erregung ohne nachfolgende Depressionserscheinungen Platz.

Alle die erwähnten Mittel haben, wenn sie in geringer Menge genossen werden, keine schädigende Wirkung, im Uebermass bedingen sie jedoch schwere Störungen nervöser Natur, welche sich gemeinlich zunächst in Herzpalpitationen äussern.

Der Tabak, die Blätter von *Nicotiana tabacum*, wirkt durch die in den Speichel gelangenden, dem Tabakrauch entstammenden Stoffe und die eingeatmeten gasigen, in der Luft enthaltenen Verbrennungsprodukte. Durch den Verbrennungsprozess verflüchtigen sich brenzliche Produkte, ein Teil des Nikotins und des Tabakkampfers oder Nikotianins; es bilden sich die unangenehm riechenden und schmeckenden Pyridinbasen, welche letztere in dem „Tabaksaft“ hauptsächlich enthalten sind. Durch das Verschlucken der erwähnten Produkte mit dem Speichel, insonderlich des Nikotins und Nikotianins, entsteht eine leichte Intoxikation mit ihren bekannten Folgen. Die Gewöhnung an das Gift geschieht leicht, und statt der Intoxikationserscheinungen treten leichte, angenehme Exzitationszustände auf. Wird nicht zuviel geraucht, so schädigt der Tabak gesunde Individuen nicht. Starke Raucher hingegen leiden gewöhnlich an Rachenkatarrh und nicht selten an nervösen Störungen, neurasthenischen Beschwerden, Herzpalpitationen, Aufregungszuständen und dergl. Die Einatmung des Tabakrauches allein kann genügen, bei zarteren Personen, die sich an den Tabak nicht gewöhnt haben, Kopfschmerz, Angstgefühl oder Ohnmachtanwandlungen zu erzeugen. Nicht selten findet man, besonders im Auslande, wo stärkere Anregungen erwünscht sind, sei es, um die Monotonie des Daseins zu beleben, sei es, um die in aufreibender Tätigkeit erlahmenden Kräfte aufzuraffen, den Genuss der Alkoholika oder Alkaloide mit dem des Tabaks vereint, und der Arzt sollte dort gegebenen Falles sich dieser Konkurrenz der Ursachen bei nervösen Störungen bewusst sein.

Wirkung.

L. Die alkoholischen Genussmittel.

Der Branntwein wird gewonnen durch die Alkoholgärung zuckerhaltiger Fruchtsäfte und Früchte (Weintrauben, Pflaumen, Zuckerrohr) vermittelt daran befindlicher oder zugesetzter Hefen, oder gärfähig gemachter Stärke (Korn, Kartoffeln, Reis) und die Destillation des gewonnenen Alkohols. In Deutsch-

Alkohol und
Fuselöle.

land wird der grösste Teil des Alkohols aus Stärke bereitet; Malz, also Diastase, wird zu stärkemehlhaltigen Substanzen zugesetzt und so Malzzucker gewonnen, welcher vergärt; so entsteht aus Weizen- und Gerstenmalzmaische der Kornbranntwein, aus Roggenmalzmaische der Genever. Der Alkohol besteht zu 85 % aus Aethylalkohol, in dem Rest sind hochatomige Alkohole (Propyl-, Butyl-, Amylalkohol) enthalten, die mit dem Sammelnamen Fuselöle bezeichnet und von manchen auch in geringen Quantitäten als gesundheitsschädlich angesehen werden. Der Durchschnittsgehalt des Trinkbranntweines an denselben beträgt ungefähr 0,1 %. Man bestimmt ihre Menge durch Schütteln einer Probe des Branntweins mit reinstem Chloroform in enger Bürette. Das Chloroform nimmt die Fuselöle in sich auf; an der Bürette kann man ablesen, wie gross die Zunahme war.

Alkoholgehalt.

Gewöhnlicher Branntwein enthält durchschnittlich 39 Volumprocente Alkohol, Kognak 50, Rum 70, Curaçao 55, Kümmel 34 %. Stark gezuckerten und ätherische Oele oder Würzstoffe enthaltenden Branntwein bezeichnet man gemeiniglich als Likör.

Definition.

Wein ist ein durch alkoholische Gärung aus dem Saft der Weintraube mittelst solcher Verfahren oder Zusätze, welche als eine Verfälschung oder Nachahmung nicht anzusehen sind, hergestelltes Getränk. Man zerquetscht die überreifen Trauben, fängt den Saft, Most, auf, lässt ihn gären und sich klären eventuell unter Zusatz von Hausenblase oder bei Rotwein von Eiweiss bezw. Kaolin.

Gärt der Traubensaft auf den Schalen der roten Weintrauben, so gehen der Farbstoff und ein Teil der Gerbsäure in den Most über und man erhält den Rotwein.

Die Weine reagieren wegen des in ihnen enthaltenen sauren weinsauren Kalis sauer; ferner kommt Bernsteinsäure, etwas Essigsäure, freie Weinsäure und, besonders in schlechten Jahren, Apfelsäure vor; in guten Jahren verhält sich die Säure im Most zum Zucker wie 1:30, in schlechten aber wie 1:15. Ein solcher „Naturwein“ würde dem Geschmack nicht entsprechen. Man ist daher gezwungen, ihn zu verbessern. Ein Teil der „Verbesserungen“ kann ohne weiteres zugelassen werden, ein anderer hingegen ist zu verwerfen.

Ver-
besserungen.

Nach dem deutschen Reichsgesetz vom 24. Mai 1901 ist die anerkannte Kellerbehandlung gestattet einschliesslich der Haltbarmachung des Weines, auch wenn dabei Alkohol (nicht über ein Volumprozent) oder geringe Mengen von mechanisch wirkenden Klärungsmitteln (Ei-

weiss etc.), Kochsalz, Tannin, Kohlensäure, schwefliger Säure oder daraus entstandener Schwefelsäure in den Wein gelangen. Ferner sind erlaubt der Verschnitt von Wein mit Wein, die Entsäuerung mittels reinen gefällten kohlensauren Kalkes (Chaptalisieren), sowie der Zusatz von technisch reinem Stärke-, Rohr-, Rüben- oder Invertzucker auch in wässriger Lösung (Gallisieren), sofern der Zusatz nur erfolgt, um den Wein zu verbessern, nicht, um seine Menge erheblich zu vermehren, und sofern der gezuckerte Wein in seinem Gehalt an Extraktstoffen und Mineralbestandteilen nicht unter den Durchschnitt der ungezuckerten Weine des Weinbaugebietes, dem der Wein nach seiner Benennung entsprechen soll, herabgesetzt wird. Die letzteren Weine dürfen nicht als „Naturweine“ bezeichnet werden. Weine, welche hergestellt worden sind durch Aufguss von Zuckerwasser auf die Trauben, Traubenmaische (mit Ausnahme der Rotweintrraubenmaische), oder teilweise entmostete Trauben (Petiotisieren) oder auf Weinhefe, oder die hergestellt worden sind unter Verwendung von Rosinen, Korinthen, (mit Ausnahme der Dessert-, Süd- oder Süssweine), Saccharin und ähnlichem, oder von Säuren, säurehaltigen Körpern oder Bukettstoffen (Kunstwein) oder von Obstmost und Obstwein, Gummi bezw. anderen Körpern, die den Extraktgehalt erhöhen, dürfen weder feilgehalten noch verkauft werden.

Ver-
fälschungen.

Sodann sind die Fabrikation und der Vertrieb von Wein und weinähnlichen Getränken verboten, welchen lösliche Aluminiumsalze, Barium-, Magnesium- oder Strontiumverbindungen, Glycerin (Scheelisieren), Kermesbeeren, Bor- oder Salizylsäure, Amylalkohol enthaltender Spirit, unreiner Stärkezucker, Teerfarbstoffe zugesetzt worden sind, oder welche (Rotweine) mehr als 2 g neutrales schwefelsaures Kalium im Liter enthalten.

Die Herstellung von Weinen aus Wasser, Alkohol, Bukettessenzen etc. ist seit der Einführung des Nahrungsmittelgesetzes in Deutschland fast ganz verschwunden.

Der Alkoholgehalt des Weines liegt im allgemeinen zwischen 6—12 %; da der Gehalt des Mostes an Zucker meistens zwischen 12 und 24 % beträgt, und der Zucker zur Hälfte in CO_2 zur anderen Hälfte in Alkohol zerfällt. Bei Süd- und Ungarweinen kommen auf natürlichem Wege gewonnene höhere Alkoholprocente vor, da sie stark zuckerhaltig sind und Hefen besitzen, welche noch bei mehr als 12 % Alkoholgehalt wachsen. Zucker ist vorhanden von 0 bis etwa 12 %; auch hier sind die höheren Gehalte selten oder sie sind künstlich erzeugt. Glycerin findet sich zu 0,5—1,5 %, Salze zu 0,15—0,3 % — darunter die Hälfte Kaliverbindungen —, freie Säuren bis zu 1,0 %. Der eigentümliche Geruch und Geschmack des Weines werden hauptsächlich durch die bei der Gärung entstehenden Aether- und Esterarten bedingt, einige Trauben haben aber an sich einen eigenartigen Geruch und Geschmack, welcher

Zusammen-
setzung.

in den Wein übergeht. Das „Langwerden“ des Weines wird ebenso wie das Sauerwerden durch spezifische Bakterien bewirkt.

Bier ist ein aus Malz, Hopfen, Hefe und Wasser durch weinige Gärung gewonnenes alkoholisches Getränk.

Zusammen-
setzung.

Es enthält 2—5 % Alkohol, 4—8 % Extrakte, wovon Dextrin und Zucker die Hauptmasse darstellen, ungefähr 0,5 % Glycerin, gegen 0,5 % Eiweiss bzw. Pepton, die Bitterstoffe des Hopfens, Salze, freie Kohlensäure, Milch- und Bernsteinsäure und Spuren von Essigsäure. Der Gesamtsäuregehalt soll auf 100 ccm Bier 3 ccm Normalsäure nicht übersteigen.

Bereitung.

Zur Bierbereitung weicht man Gerste (oder Weizen, Reis oder Mais) ein, wirft das Getreide auf einen Haufen und lässt es zum Auskeimen etwa 8 Tage liegen; hierbei entsteht Diastase, welche die Stärke in Maltose und Dextrin umwandelt. Das Grünmalz wird entweder an der Luft oder auf Darren bei ungefähr 50—100° getrocknet, von den Keimen befreit und darauf grob gemahlen; das Malz wird mit warmem Wasser angesetzt und später gekocht. Der so entstandenen, Dextrin und Maltose enthaltenden Würze wird Hopfen zugegeben; seine bitteren und aromatischen Stoffe gehen in die Würze über und geben dem Bier den eigentümlichen Geschmack. Die zur Vermeidung der Milchsäurebildung rasch abgekühlte Würze wird mit Hefe, jetzt meistens Hefereinkultur, versetzt und der Gärung unterworfen, wobei fast der gesamte Vorrat an Maltose in Kohlensäure und Alkohol zerlegt wird, während das Dextrin nicht angegriffen wird. Die Unterhefe bewirkt bei niedriger Temperatur, bis höchstens 10°, eine langsame Gärung und haltbare Biere; die Oberhefegärung geht bei höherer Temperatur, 15—25°, vor sich und erzeugt ein weniger haltbares Getränk. Die eigentliche Gärung ist in wenig Tagen abgelaufen, die Nachgärung findet in den Fässern statt.

Verfälschung.

Statt des Gerstenmalzes kommen hier und da Stärke und Stärkezucker etc. zur Verwendung; bei ihrer Vergärung entstehen Fuselöle, welche das Bier unbecömmlich machen. An Stelle des Hopfens werden zuweilen, allerdings selten, andere Bitterstoffe in Anwendung gebracht; so sind in den letzten Jahren in Deutschland im Bier gefunden worden: Menyanthin, Centaureabitter, Narkotin, Buxin, Absinthin, Pikrinsäure. Der Zusatz von Saccharin, von Antiseptics (Borsäure, Salizylsäure, saures schwefligsaures Kalzium, Benzoesäure) ist nicht zu gestatten, ebensowenig wie der Zusatz von Alkalien zu sauer gewordenem Bier (Milch-, Essig-, Buttersäure-Gärung). Um das

Bier haltbarer zu machen, z. B. für den Export, ist das Pasteurisieren die beste Methode.

Während dem Branntwein und dem Wein der Nährwert abgeht, wenn man vom Alkohol absieht, kommen im Bier der Zucker- und Eiweissgehalt zur Geltung. 1 l Bier entspricht in seinem Kohlehydratgehalt 150 g Brot, in seinem Eiweissgehalt ungefähr 60 g Brot oder 120 g Milch oder 25 g Fleisch; das Bier ist also ein Nahrungsmittel, wenn auch ein recht minderwertiges, zumal zu 1 l Bier 300 g bester Gerste erforderlich sind. Hierbei ist der Alkohol, der auch verbrennbar, also Wärmespender ist, nicht mitgerechnet.

Nährwert.

Die in den letzten Jahren fast überall eingeführten Bier-schankapparate und Bierpressionen haben den Zweck, den Ausschank des Bieres zu erleichtern und ein bis auf den letzten Rest klares und kohlen säurehaltiges Bier zu geben. Gegen diese Apparate ist nichts einzuwenden, wenn zur Druckerzeugung reine komprimierte Luft oder, besser, Kohlensäure benutzt wird, und wenn die Apparate selbst nichts von ihrem Material an das Bier abgeben (am besten wird reines Zinn verwendet), und sich in allen ihren Teilen gut reinigen lassen und gut gereinigt werden; letzteres ist notwendig, weil sich sehr rasch aus dem Biere zersetzungsfähige Stoffe ablagern, die, in Faulnis übergehend, den Geschmack erheblich verschlechtern und durch Magendarmkatarrhe die Gesundheit zu schädigen vermögen.

Alkohol und Alkoholismus.

Die Alkoholika werden, was die Schnelligkeit und Intensität der Erregung angeht, von keinem anderen Genussmittel erreicht; leider jedoch ist die folgende Depression um so intensiver. Sie dürfen daher als Stimulantien nur kurz vor Schluss der Arbeitsleistung gereicht werden; vorher sind die alkaloidhaltigen Reizmittel in Gebrauch zu nehmen.

Alkohol als Reizmittel,

Inwieweit den Kranken Alkohol gegeben werden soll, unterliegt ärztlichem Ermessen, doch sagt man nicht zuviel, wenn man seine Heranziehung, insonderlich in der Kinderpraxis, als zu weit gehend bezeichnet. Die beabsichtigten Wirkungen lassen sich meistens durch andere Mittel leichter erzielen. Ein Nahrungsmittel ist der Alkohol insofern, als 1 g desselben bei vollständiger Verbrennung 7,18 Kal. liefert; er kann hiernach als Fett- und Kohlehydratsparer, somit als indirekter Eiweissparer, in

als Nahrungs-
mittel.

die Nahrung eintreten; aber dieser Nutzen wird durch seine weiteren Eigenschaften grösstenteils illusorisch gemacht, da bei grösseren Dosen der Alkohol seine Wirkung als Protoplasmagift geltend macht und vermehrter Eiweisszerfall eintritt, während bei geringeren Gaben eine Menge von Kraft und Wärme durch die vermehrte Lebhaftigkeit unnötig verbraucht wird; ferner werden durch den Alkoholgenuss die Hautkapillaren erweitert, daher ist mit dem subjektiven Wärmegefühl eine erhebliche Wärmeabgabe, also gesteigerte Verbrennung, verbunden; die Fähigkeit des Alkohols, infolge der Erweiterung der Hautkapillaren niedere Temperaturgrade erträglicher zu machen, ist die Veranlassung, dass er nicht ganz mit Unrecht in der kalten Jahreszeit von solchen Personen gern verwendet wird, denen es an warmer Kleidung gebricht.

Alkoholismus

Der Alkohol ist um so gefährlicher, in je stärkerer Konzentration und je reichlicher er genossen wird. Der Trinker trinkt nicht so sehr des guten Geschmacks, sondern der Wirkung wegen; der Trinker begibt sich aus seiner ihm wenig zusagenden Häuslichkeit hinaus in die ihm gemütlich erscheinende Kneipe, in eine für ihn anregende Gesellschaft, er vergisst seine Sorgen, die Stimmung wird gehoben, und es tritt ein Gefühl von Selbstbewusstsein und Kraft auf, welches allerdings nur, sofern es nicht starker Depression Platz machen soll, durch stets erneute Zufuhr von Alkohol lebendig erhalten werden kann. Dieses Exzitationsstadium wird allmählich zum Bedürfnis, und damit ist das Individuum dem Laster verfallen. Verminderte Leistungsfähigkeit, körperliche Schwäche, Widerstandslosigkeit gegen andringende Krankheiten und früher Tod sind die einen, Demoralisierung, Verfall des Familienlebens die anderen Folgen der Trunksucht.

Mittel gegen
den Alkoholismus.

Die Mittel, ihr entgegenzutreten, sind zum grossen Teil in ihren Motiven gegeben. Zunächst und in erster Linie ist dahin zu streben, das Bedürfnis nach Exzitantien möglichst gering zu gestalten, und das geschieht durch die Behinderung des Alkoholgenusses jeder Form im jugendlichen Alter, das Feuer der Jugend macht ein Exzitans überflüssig; ist es, z. B. nach grösseren Anstrengungen, angebracht, so erfüllen alkaloidhaltige Getränke den Zweck vollkommen. Bei der Jugend muss der Hebel angesetzt werden, wenn ein Erfolg erzielt werden soll, ihr kann man den Alkohol entziehen.

Dann ist dahin zu streben, dass das Vergessen der Sorgen

nicht nötig ist; das geschieht durch die möglichste Abnahme dieser Sorgen, also in erster Linie durch auskömmlichen, gesicherten Verdienst. Weiter kommen in Betracht die Einrichtung und Erhaltung einer gemütlichen Häuslichkeit; genügend grosse, gut gelüftete und belichtete, gut durchwärmte, reinlich und ordentlich gehaltene Räume sind bedeutende Hilfsmittel im Kampfe gegen den Alkoholismus.

Dazu kommen die gegen die Trunksucht direkt gerichteten Bestrebungen. Ob mit den absoluten Abstinenzbestrebungen bei uns viel zu erreichen ist, erscheint fraglich; mehr Erfolg dürften die „Temperenzler“ haben, welche den Konsum einschränken wollen. Hoher Preis der Trinkbranntweine, Verbilligung und leichte Erhältlichkeit anderer Exzitantien (Bier, Kaffee, Tee), Beschränkung der Zahl und der Betriebszeit der Schenken, energische Bestrafung der Wirte bei Verabfolgung von Alkohol an junge Leute und an Betrunkene und die Unterbringung notorischer Trinker in besonderen Asylen sind die hauptsächlichsten Präventivmassnahmen.

III. Gesetzliche Bestimmungen.

Die Nahrungs- und Genussmittel sind, wie auf den vorstehenden Blättern angegeben ist, zum Teil leicht zu verfälschen, zum Teil bergen sie Gefahren in sich oder sind dem Verderben ausgesetzt. Durch den Genuss derartiger Waren kann — abgesehen von dem pekuniären Verlust — eine Gesundheitsschädigung entstehen. Um die Reichsangehörigen gegen diese Benachteiligungen möglichst zu schützen, ist unter dem 14. 5. 79 das „Gesetz betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen“ erlassen worden. Nach demselben ist der Verkehr mit Nahrungs- und Genussmitteln, sowie mit Spielwaren, Tapeten, Farben, Ess-, Trink- und Kochgeschirren und mit Petroleum der gesetzlichen Aufsicht unterstellt. Die Polizeiorgane sind daher ermächtigt, von den Händlern Warenproben behufs Untersuchung zu entnehmen. Dann können Verordnungen erlassen werden, welche verbieten: bestimmte Arten der Herstellung, Aufbewahrung und Verpackung von Nahrungs- und Genussmitteln, oder das Feilhalten und den Verkauf von Nahrungs- und Genussmitteln einer bestimmten Beschaffenheit bezw. Fleisch von Tieren mit gewissen Krankheiten, oder die Verwendung bestimmter Stoffe und Farben zur

Nahrungs-
mittelgesetz.



Herstellung von Bekleidungsgegenständen, Spielwaren, Tapeten, Ess-, Trink- und Kochgeschirren, sowie das Feilhalten derartiger Gegenstände, oder von Petroleum einer bestimmten Beschaffenheit, oder das gewerbmässige Herstellen, Verkaufen und Feilhalten von Gegenständen, welche zur Fälschung von Nahrungs- oder Genussmitteln bestimmt sind.

Ferner sind Strafen eingesetzt für diejenigen, welche Nahrungs- oder Genussmittel nachahmen oder verfälschen oder derartige oder verdorbene oder sonst gesundheitsschädliche Nahrungsmittel feilhalten und verkaufen. Diesem Gesetz ist eine kaiserliche Verordnung über Petroleum gefolgt.

Ausserdem ist unter dem 25. 6. 87 ein Reichsgesetz erlassen worden, „betreffend den Verkehr mit blei- und zinkhaltigen Gegenständen“ (siehe Seite 121). Ein anderes, unter dem 5. 7. 87 erlassenes „Gesetz betreffend die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben bei Herstellung von Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen“ ist seinem Hauptinhalt nach Seite 122 und 158 angegeben. Das unter dem 15. 6. 97 ergangene „Gesetz betreffend den Verkehr mit Ersatzmitteln für Butter“ ist Seite 152 erwähnt.

Blei und Zink.
Gesundheits-
schädliche
Farben.
Margarine.

Süssstoffe.

Ein anderes Gesetz ist das vom 6. 6. 1898 mit Ausführungsbestimmungen vom 23. 3. 03 über die künstlichen Süssstoffe, d. h. Körper, welche, auf künstlichem Wege gewonnen, als Süssmittel dienen können und eine höhere Süßkraft haben als raffinierter Rübenzucker, aber ohne entsprechenden Nährwert. Ihre Anwendung in der Nahrungsmitteltechnik ist als Fälschung im Sinne des § 10 des Nahrungsmittelgesetzes anzusehen, und zwar mit vollem Recht. Der Konsument will nicht bloss den Geschmack des Zuckers, sondern auch seinen Nährwert. Es ist verboten, künstliche Süssstoffe bei der Fabrikation von alkoholischen Getränken und Sirupen zu verwenden und solche Fabrikate herzustellen oder zu verkaufen.

Schlachtvieh-
und Fleisch-
beschau.

Das Gesetz betr. die Schlachtvieh- und Fleischbeschau vom 3. 6. 1900 und die Ausführungsbestimmungen dazu, welche unter dem 30. 5. 1902 erlassen worden sind, haben auf den vorstehenden Seiten bei dem Kapitel Fleisch die gebührende Berücksichtigung gefunden. (S. S. 137.)

Ausbildung der
Nahrungs-
mittelchemiker.

Damit die gesetzliche Aufsicht in zweckdienlicher Weise ausgeführt werden kann, sind Untersuchungsämter eingerichtet worden, deren Angestellte eine spezifische Ausbildung genossen

haben müssen. (Bundesratsbeschluss vom 22. 2. 1894.) Diese Aemter, deren Zahl noch zu vermehren ist, haben sehr segensreich gewirkt.

Literatur: Rubner, Lehrbuch der Hygiene, 1895, und Physiologie der Nahrung und Ernährung, 1902. Munk-Uffelmann, Die Ernährung der Menschen. Lehmann, Studien über Brot und Studien über Eiweisspräparate; Archiv für Hygiene, Bd. 19—50. Verhandlungen des Vereins für öffentl. Gesundheitspflege. Würzburg 1893 und 1900. König, Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel, 1903.

Die Wärmeregulation des Menschen, die Kleidung und Hautpflege.

A. Die Wärmeregulation.

Der Körper des Warmblüters hält seine Eigenwärme bei den verschiedensten Temperaturen auf gleicher Höhe. Das geschieht entweder durch erhöhte oder verminderte Erzeugung von Wärme oder durch grössere bzw. geringere Abgabe von Wärme.

Erzeugung der
Wärme.

Die Körperwärme wird erzeugt durch die Verbrennung von Körpersubstanz oder von aufgenommener Nahrung; sie macht sich bemerkbar durch CO₂ Ausscheidung. Da die Körpergewebe aus der Nahrung aufgebaut werden, so ist letztere die eigentliche Wärmequelle. Die Wärmespender in der Nahrung sind Fett, Eiweiss und Kohlehydrate. Ein Gramm Eiweiss liefert 4,1, 1 g Kohlehydrate 4,1, 1 g Fett 9,4 Kalorien. Die Zerlegung dieser Stoffe zum Zwecke der Wärmebildung findet in den Körperzellen und zwar hauptsächlich auf den in nervösen Bahnen laufenden Reiz der äusseren Temperatur hin in den Muskeln und auch in den Drüsen statt. Sind infolge der Nahrungszufuhr die Drüsen in lebhafter Tätigkeit, so erzeugen sie viel Wärme und nehmen somit den Muskeln einen beträchtlichen Teil der Wärmeproduktion ab, und zwar bei 0° ungefähr die halbe, bei hoher Aussentemperatur die ganze Leistung. Die Wärmebildung in den Muskeln, die sog. „chemische Wärmeregulation“ (V o i t), wird gewöhnlich nicht empfunden, nur bei höheren Kältegraden tritt sie als unwillkürliche Muskelbewegung, als „Zittern“, in die Erscheinung. Will-

Erzeugung der
Körperwärme,
chemische
Wärmeregu-
lation.

kürliche Muskelbewegung, also Arbeit, steigert ebenso wie reichliche Nahrungszufuhr (insonderlich Eiweissnahrung) die Wärmebildung. Die von dem menschlichen Körper auf Kosten der Nahrung und der Körperzellen geleistete Arbeit ist eine innere und eine äussere. Die erstere besteht in der Tätigkeit, die geleistet wird für Atmung, Blutzirkulation, Sekretion und Verdauung. Die letztere in dem, was wir als geistige und körperliche Arbeit bezeichnen. Ein Erwachsener erzeugt durchschnittlich täglich bei Ruhe 2300, bei mittlerer Arbeit 2800, bei schwerer 3400 Kalorien. Eine Arbeitsleistung von 15 000 Kilogrammster in der Stunde beansprucht 35,4 Kalorien, ihr entsprechen 50 g ausgeschiedene Kohlensäure.

Temperaturerniedrigung hat eine Vermehrung, Temperaturerhöhung eine Verminderung der Wärmebildung in den Muskeln von Versuchstieren zur Folge. Die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure ist bei niedrigen Temperaturen erheblicher als bei höheren; sie nimmt zwischen 2° und 30° für jeden Grad Erniedrigung um rund 1,36 % zu. Es findet also in der Kälte noch eine stärkere Zersetzung statt; wird entsprechende Kleidung bei gleicher Aussen-temperatur angelegt, so sinkt die CO₂ Ausscheidung wieder, d. h. die chemische Wärmeregulation, die Zersetzung von Eiweiss und vor allem von Fett wird vermindert.

Die Kleidung dient also dazu, die für Wärmeerzeugung notwendigen Zersetzungen zu beschränken.

Bei hoher Lufttemperatur, bei warmhaltender Kleidung, bei überreicher Ernährung oder angestrenzter Arbeit wird mehr Wärme gebildet, als zur Erhaltung einer Körpertemperatur von 37° C. erforderlich ist. Die Entwärmungseinrichtungen müssen also so beschaffen sein, dass sie gestatten, auch die überflüssige Wärme abfliessen zu lassen, um so den gefährlichen Folgen der Ueberhitzung vorzubeugen. Zur Entwärmung dient die „physikalische Wärmeregulation“ (Rubner).

Abgabe der
Wärme, physi-
kalische
Wärmeregulation.

Die Wärme wird abgegeben durch Leitung und Strahlung und durch Wasserverdunstung.

Je grösser die Temperaturdifferenz zwischen Körper und Luft. und je grösser die relative Luftfeuchtigkeit ist, um so mehr Wärme verschwindet durch Leitung. Die am Körper und in den Atemwegen erwärmte Luft steigt nach oben oder wird vom Luftzuge mit fortgenommen, es geht also Wärme verloren durch den „Wärmetransport“, und neue kühle Luft tritt an den Körper heran. Hierauf beruht zum Teil die kühlende Wirkung bewegter Luft (Wind, Fächeln); bei ruhender Luft, z. B. im

geschlossenen Raum, ist die Abgabe durch Leitung gering, dagegen kann dort durch Strahlung sehr viel Wärme abgegeben werden, wenn die den Raum abschliessenden Wände kühl und gut wärmeleitend sind.

Die Abstrahlung von der Haut hängt ab von der Eigenart der bestrahlten Gegenstände und der Temperaturdifferenz zwischen dem abstrahlenden und angestrahlten Körper. Es sei daran erinnert, dass trockene Luft sich durchlässig gegen Wärmestrahlen verhält, also durch Strahlung nicht erwärmt wird. Auch wird beim Menschen die Abstrahlung durch die Kleidung wesentlich beschränkt.

Die Wärmeabgabe durch Wasserverdunstung ist, wenn es darauf ankommt, überschüssige Wärme abzugeben, der stärkste regulatorische Faktor. Zur Umwandlung von 1 g Wasser von 37° C. in Wasserdampf von 37° C. ist 0,6 Kalorie erforderlich. Da durchschnittlich ungefähr 300 g Wasser durch Lungenatmung und 600 g durch Hautperspiration abgegeben werden, so werden 540 Kalorien = 25 % der vom ruhenden Körper gebildeten Wärme hierdurch allein entfernt. Bei starker Arbeit erhöht sich der Wasserverlust; so kann schon beim Bergsteigen 200—250 g Wasser stündlich abgegeben werden. Je mehr Wärme durch Leitung und Strahlung abgeführt wird, um so weniger braucht durch Verdunstung fortgeschafft zu werden.

Von der Lunge aus wird die Wärme durch Wasserverdunstung und durch die Erwärmung der Atemluft abgegeben. Die Wärmeemission durch die Erwärmung der aufgenommenen Nahrungsmittel ist gering. Die gesamte Wärmeabgabe durch die Haut, die Lungen und die Nahrungsaufnahme verhält sich ungefähr wie 87:11:2.

Nach Rubner gab ein bekleideter, 80 Kilo schwerer, leicht arbeitender Mann von 2,243 qm Körperoberfläche die in 24 Stunden erzeugten 2700 Kalorien in folgender Weise wieder ab: durch Erwärmung der Atemluft 35, der Kost 42, durch Strahlung 1181, durch Leitung 833, durch Arbeit 51, durch Wasserverdunstung 558 Kalorien.

Regulierung der
Wärmeabgabe.

Die Wärmeemission kann reguliert werden 1. durch Vermehrung oder Verminderung der Atemgrösse; beim Menschen kommt dieser Faktor weniger, bei nicht schwitzenden, warmblütigen Tieren sehr in Betracht; 2. durch die Vergrösserung oder Verkleinerung der Körperoberfläche; je kleiner im Verhältnis zum Inhalt die Oberfläche ist, um so geringer ist die Entwärmung. In der Kälte ballt man die Hand zur Faust, legt die Beine übereinander, während in der Wärme die Glied-

massen gespreizt werden. Kinder geben wegen ihrer im Vergleich zum Körperinhalt sehr grossen Oberfläche mehr Wärme ab als Erwachsene; dementsprechend ist ihre Wärmeproduktion grösser: der Säugling erzeugt täglich pro kg 91, ein 2½jähriges Kind 81, ein 14jähriges Kind 52, ein arbeitender Erwachsener 41, ein ruhender Erwachsener 35 Kalorien. Dagegen ist die pro qm Oberfläche stattfindende Entwärmung bei einem Kind und Erwachsenen gleich, sie beträgt täglich ungefähr 1300 Kalorien. 3. durch die vermehrte oder verminderte Blutfülle der Hautgefässe und die damit in Verbindung stehende Schweisssekretion; durch erstere wird vermehrte oder verringerte Strahlung und Leitung, durch letztere verstärkte oder verringerte Wasserverdunstung bewirkt (siehe auch S. 12).

Die erwähnten Einrichtungen reichen nicht für alle Verhältnisse aus, eine Bilanz der Wärmeökonomie zu erreichen. In der heissen Jahreszeit oder in heissen Gegenden wird unter Umständen dem Körper eine erhebliche Wärmemenge durch direkte Sonnenbestrahlung zugeführt. In den kalten und gemässigten Breiten hält es oft schwer, den Wärmebedarf zu decken, weil die Abgabe zu gross ist. Die natürliche Regulation muss unterstützt werden; das geschieht ausser durch Heizung oder durch künstliche Abkühlung durch

B. Die Kleidung.

a) Die Gewebefasern. Die Kleider werden gemeiniglich hergestellt aus Wolle, Seide, Baumwolle und Leinen; für einzelne Kleidungsstücke wird noch Filz und Leder verwendet. Die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale der verschiedenen Gewebefasern seien hier angegeben:

Seide: drehrunde, gleichmässige Fäden ohne Hohlräume. Sie quillt in ammoniakalischer Kupferlösung, löst sich in 10 % Kalilauge, färbt sich echt mit Pikrinsäure, brennt schwer und unter Ausscheidung fester, aber schwammiger Kohle, riecht nach verbrannten Haaren.

Wolle: runde Fasern mit wenig ausgebildetem oder fehlendem Mark. Bei scharfer Einstellung des Mikroskopes erkennt man die dachziegelförmig sich deckenden Schuppen der sog. cuticula. Sie quillt nicht in ammoniakalischer Kupferlösung, sonst wie Seide.

Baumwolle: glatte, abgeplattete, leicht gewundene Fasern mit engem, plattem Hohlraum. Sie quillt in englischer Schwefelsäure rasch gallertartig auf, löst sich nicht in Kalilauge, quillt in ammoniakalischer Kupferlösung, färbt sich nicht echt in Pikrinsäure, brennt angezündet leicht fort ohne unangenehmen Geruch und ohne feste Asche.

Leinen: walzenförmige, nicht gedrehte, mit sehr engem Kanal

versehene Fasern, von Strecke zu Strecke quer verlaufende Linien, Porenkanäle, zeigend. Die Leinenfaser wird durch kurze Behandlung mit englischer Schwefelsäure nicht verändert, sonst wie Baumwolle.

b) Die Zeuge. Aus den Fasern werden durch mehr oder minder festes Zusammendrehen die Garne gemacht und aus ihnen die Zeuge gefertigt und zwar entweder durch Weben oder durch Wirken.

Arten der
Zeuge.

Bei letzterem wird der Stoff, das Zeug, hergestellt aus einem einzigen, in je nach der gewünschten Zeugart verschiedenen Verschlingungen oder Maschen angeordneten Faden. Die gewirkten Zeuge sind im allgemeinen sehr porös und sehr elastisch, zu ihnen gehören die Trikots, ferner alle Strumpf- und gestrickten Waren.

Die gewebten Zeuge werden aus zwei sich (rechtwinklig) kreuzenden Fadensystemen, Kette und Einschlag, so hergestellt, dass die Fäden bald über- bald untereinander hergeführt werden. Bei den „glatten“ Stoffen geht der Einschlagsfaden abwechselnd über und unter je einem Kettenfaden weg, wie z. B. bei Leinwand, Kaliko, Hemdentuch, Taffet. Die Köperzeuge entstehen dadurch, dass je ein Einschlags- (oder Ketten)faden mehrere Ketten- (oder Einschlags)fäden deckt; hierzu gehört u. a. der gewöhnliche Köper, dann Atlas, Satin und Buckskin (gewalkter, nicht gerauhter, auf einer Seite geschorener Wollenköper). Die samtartigen Gewebe tragen an der einen Seite senkrecht neben einander stehende Härchen, welche dadurch gebildet sind, dass hochgewebte Einschlagsfäden (Noppen) aufgeschnitten, fein zerfasert und gleichmässig geschoren werden. Zu den Geweben im strengeren Sinne rechnet man ferner die Tuche; sie werden hergestellt aus sog. Streichwolle, einem wollenen Garn, dessen einzelne Fasern kurz und gewellt und daher rau sind; die rohen Tuche, die „Loden“, werden gewalkt, d. h. verfilzt, dann mittels Karden nach immer derselben Richtung gerauht und geschoren. Flanell ist ein glattes oder geköpertes, lockeres, weitmaschiges Gewebe aus lockerer Kammgarnkette (d. h. einem aus langen, schwach gewellten oder glatten Wollenhaaren gefertigten Garn) und aus Streichgarneinschlag, das Gewebe wird schwach gewalkt, auf einer Seite gerauht und nicht geschoren.

Eigenschaften
der Zeuge.

Die Dicke der Zeuge ist keine grosse, sie beträgt bei feinem Baumwollengewebe 0,17, bei dickem Stoff für Winterüberzieher 5,80 mm. Die gewirkten, ferner die gewebten gerauhten, sowie die verfilzten Stoffe sind ziemlich stark komprimierbar, während die glatten einfachen und die geköperten Gewebe fast unkomprimierbar sind. Das spezifische Gewicht der Fasern von Baumwolle, Seide, Leinen und Wolle ist beinahe gleich, es beträgt rund 1,3, das spez. Gewicht des Wassers = 1 gesetzt. Hiernach ist die Zahl und Dicke der in der Raumeinheit enthaltenen Fasern massgebend für das spezifische Gewicht der Zeuge, daher sind alle locker gefügten Stoffe, insonderlich

also die Trikots und die Flanelle, viel leichter als die glatten festen Stoffe.

Das Mikroskop zeigt, dass Hohlräume zwischen den Fäden und durch die Widerspenstigkeit der einzelnen Fasern (Wolle) auch in den Fäden vorhanden sind; ferner finden sich Kontakt-räume, d. h. Lufträume zwischen Haut und Kleid, welche dadurch entstehen, dass der Stoff sich nur in gewissen Berührungsflächen und -punkten der Haut anlegt; kleine dichte Fäserchen verhindern ein dichtes Anlegen. Die Kontakt- sowie die Zwischenfadenräume sind am grössten und zahlreichsten beim Flanell, weniger zahlreich sind bei ihm die Fadenräume; der Trikot hat weniger Zwischenfaden-, Faden- und Kontakträume, während die glatten gewebten Stoffe ganz erheblich weniger Faden- und Zwischenfadenräume besitzen und ihre Kontakträume weniger zahlreich und eng sind.

Im Zusammenhang mit der Struktur und dem spezifischen Gewicht steht das Porenvolumen, welches zugleich mit der Dicke der Zeuge die Wärmehaltung, die Luftdurchlässigkeit und die Wasseraufnahme am stärksten beeinflusst. Rubner, dem wir alle diese Untersuchungen verdanken, bestimmte das Porenvolumen dadurch, dass er ein seinem Kubikinhalte und Gewicht nach bekanntes Zeugstück in ein enges, genau tariertes Gefäss mit destilliertem Wasser steckte; er erhielt so das Volumen der festen Substanz und durch Abzug vom Gesamthalt das Porenvolumen, er erhielt ferner das spezifische Gewicht durch Division des Volumens des verdrängten Wassers in das absolute Gewicht. Die Luftdurchgängigkeit richtet sich bei gleichem Porenvolumen nach der Weite der Poren.

Die Wasseraufnahmefähigkeit ist in maximo dem Porenvolumen gleich; sobald die Zeuge aus dem Wasser herausgenommen werden, geben sie das in den nicht kapillaren Poren enthaltene Wasser wieder ab; diesen oder den nach dem Auspressen zurückbleibenden Rest nennt man den minimalen Wassergehalt.

Bei den weitporigen Stoffen, z. B. den Trikots oder Flanellen, ist der Unterschied der Porenfüllung bei maximalem und bei minimalem Wassergehalt am grössten, während bei den festen glatten Geweben die beiden Füllungsarten fast gleich sind.

In der nachfolgenden, aus den Rubnerschen Arbeiten zusammengestellten Tabelle sind die erwähnten Eigenschaften der hauptsächlich zur Bekleidung dienenden Stoffe aufgeführt.

	Dicke in mm	Durch 788 g pro qcm komprimiert, nimmt die Dicke ab von 100 auf:	Spezifisches Gewicht Gewicht von 1 cem des Stoffes	Volumen der festen Substanz in Prozenten	Volumen der Poren in Prozent	Wasserauf- nahme für 1 g Zeug		Prozent der Poren- füllung bei minimaler Wasseraufnahme	Wärmelastungsver- mögen durch 1 cem in 1 Sekunde bei 19 Temperaturdifferenz. Das Luftleitungsver- mögen ist = 0,000032	Leitungsvermögen der Luft = 100
						Max. g	Min. g			
Feines Baum- wollengewebe	0,17	100	0,624	48,0	52,0	0,8	0,8	100		
Grobes Leinen . .	0,40	100	0,665	51,1	48,9					
Seidentrikot . . .	0,58	72	0,219	16,8	83,2	3,8	1,5	39,8	0,0000916	172
Baumwollentrikot .	1,01	63	0,199	15,3	84,7	4,2	1,14	27,2	0,0001002	188
Wollentrikot . . .	1,12	57	0,179	13,7	86,3	4,8	1,28	26,6	0,0000676	127
Leinentrikot . . .	1,10	84	0,348	26,7	73,3	2,1	1,19	56,7	0,0001281	222
Sommerwollenflanell	1,14	50	0,146	11,2	88,8	6,0	1,12	18,6		
Wollenflanell . .	2,00	46	0,101	7,7	92,3	10,3	1,343	13,0	0,0000690	122
Mittleres Tuch . .	1,20	83	0,302	23,2	76,8					
Stoff aus Sommer- kammgarn . .	1,00	70	0,358	27,5	72,5				0,0000772	145
Stoff aus Winter- kammgarn . .	2,50	80	0,238	18,3	81,7				0,0000733	138
Stoff zu Winter- überziehern . .	5,80	64	0,146	11,2	88,8				0,0000709	133
Stiefel, Oberleder (Kalbleder) . .	1,0		0,797	68,1	31,9	0,43	0,43	100,0		
Stiefel, Sohle (Rind- leder)	11,0		0,886	78,3	21,7	0,24	0,13	54,0		

Die Kleider haben in der Hauptsache die Aufgabe, dem Körper ein ihm zusagendes Klima zu erhalten, d. h. ihn einerseits vor zu grosser, von aussen andringender Wärme zu schützen, andererseits ihn vor zu starker und zu plötzlicher Wärmeabgabe zu bewahren, die Abgabe von Kohlensäure, Wasserdampf und flüssigem Wasser, Schweiß, zu regulieren; sodann sollen sie den Körper schützen gegen Schmutz, Regen, Schnee und auch gegen Verletzungen (z. B. an den Füßen).

c) Der Kleiderschutz gegen Wärmeaufnahme. Von den hauptsächlich in Betracht kommenden leuchtenden Strahlen wird um so weniger absorbiert, je heller und je glatter die Kleider sind. Wenn man die Menge der von weissem Stoff aufgenommenen Strahlen mit 100 bezeichnet, so ergibt sich für hellgelb 102, dunkelgelb 140, hellgrün 142, rot 168, hellblau 198, schwarz 208; ob der Stoff aus Wolle, Baumwolle oder ähnlichem besteht, ist hierbei belanglos. Die Aufnahme der dunklen Strahlen scheint bei den verschiedenen Stoffen fast gleich zu sein. Die Kleidungsstücke müssen recht weit

sein, damit die absorbierte Wärme durch den Transport entfernt werden kann. Als Kopfbedeckung in heissen Gegenden diene ein aus porösem Stoff (Agave, Kork) hergestellter, breit- und tiefrandiger, weissüberzogener Hut, welcher, vom Kopf abstehend, freie Luftzirkulation gestattet, die Wärmestrahlen teils zurückwirft, teils zurückhält.

d) Der Kleiderschutz gegen Wärmeabgabe. Wenn man den Arm eines Menschen in ein Kalorimeter bringt, so kann man die abgegebene Wärmemenge messen. Bekleidet man den Arm mit Hemd oder Hemd und Rock, so ergibt die Messung, dass weniger Wärme abgegeben wird. Bei einer Lufttemperatur von $15,8^{\circ}$ wurde durch ein angelegtes wollenes Hemd 10 %, durch ein zweites wollenes Hemd 17,4 %, durch Hinzufügen eines leinenen Hemdes 19 %, durch Zugabe des Rockes 32,5 %, und weiter durch den Mantel 38,7 % weniger Wärme an das Kalorimeter abgegeben.

Effektiver Wert
des Kleider-
schutzes.

Je höher die Temperatur der Luft ist, um so weniger Wärme wird abgegeben, und zwar sinkt für jeden Temperaturgrad die Wärmeemission um ungefähr 2,75 % der Gesamtwärme. Durch das wollene Hemd werden 10 % eingespart, die einer Temperaturerhöhung von $10:2,75 = 3,6^{\circ}$ entsprechen. Ein mit wollenem Hemde bekleideter Arm gibt also bei $15,8^{\circ}$ soviel Wärme ab, als ein nackter Arm bei $15,8 + 3,6 = 19,4^{\circ}$. Der mit wollenem und leinenem Hemde, Rock und Mantel bekleidete Arm verhält sich in einer Temperatur von $+1,7^{\circ}$ ($38,7:2,75 = 14,1^{\circ}$; $15,8^{\circ} - 14,1^{\circ} = +1,7^{\circ}$), wie der unbekleidete bei $15,8^{\circ}$. Obschon die für den Arm gefundenen Zahlen nicht absolut massgebend sind für den ganzen Körper, so bieten sie doch ein ziemlich entsprechendes Bild. Im allgemeinen kleidet der Mensch sich so, dass der Wärmeverlust ungefähr dem entspricht, welchen er bei 33° im unbekleideten Zustand zu erleiden hätte.

Die Wärmeabgabe findet statt durch Strahlung, Leitung, Transport und Wasserdampfabgabe. Durch die Umlagerung des Körpers mit Kleidern wird die Oberfläche vergrössert und an Stelle der glatten Haut die rauhe Zeugfläche gebracht. Hieraus könnte man folgern, dass die Wärmestrahlung vom bekleideten Körper aus grösser sei als vom unbekleideten. Ein solcher Schluss wäre irrig, denn die niedrige Temperatur der Kleideroberfläche gegenüber der Haut beschränkt die Strahlung erheblich. Bei $+15^{\circ}$ Luftwärme beträgt die Temperatur der unbekleideten Haut etwa $31,8^{\circ}$, die der Aussenseite des Wollenhemdes $28,5$, der Aussenseite der Weste $22,9^{\circ}$ und des Rockes $19,4^{\circ}$ C. Die Temperaturdifferenz,

Wärmeabgabe
bei Kleidung
durch
a) Strahlung.

mit welcher abgestrahlt wird, ist in diesem Falle $31,8^{\circ} - 15,0^{\circ} = 16,8^{\circ}$ beim unbedeckten und nur $19,4 - 15,0 = 4,9^{\circ}$ beim bedeckten Körper. Ein vollbedecktes Individuum gibt nach den Untersuchungen Rubners bei der angegebenen Temperatur nur ungefähr $\frac{1}{3}$ der Wärme durch Strahlung ab wie ein unbedecktes. Wird also auch durch die ersteren Faktoren die Wärmeabstrahlung vermehrt, so wird sie durch den letzten Faktor im Ueberschuss vermindert, und zwar um so mehr, je dicker die Kleidung ist.

Gleichartige Gewebe aus verschiedenartigen Grundstoffen strahlen gleiche Mengen Wärme aus, während Stoffe ungleicher Webeweise Unterschiede zeigen. Die glatten, besonders die appreciierten Zeuge strahlen um 25 % weniger Wärme ab als rauhe Trikots und Flanelle.

b) Leitung.

Die Wärmeleitung durch trockene Kleider richtet sich nach der Art der Fasern des Gewebes und nach dem Luftgehalt. Der letztere ist von grösserem Belang. Je mehr fein verteilte Luft in dem Gewebe und je grösser seine Dicke ist, um so geringer ist die Wärmeleitung. Durch Kleiderlagen über 10—15 mm Dicke wird in unserem Klima im allgemeinen der Schutz gegen die Kälte nicht wesentlich mehr verstärkt. Die Dicke eines wollenen Hemdes kann man ungefähr zu 2,5, die eines leinenen Hemdes zu etwa 0,2—1,0 die eines Rockes zu 3—7 mm annehmen. Zwischen den einzelnen Kleidungsstücken liegt wiederum eine Luftschicht, welche als schlechter Leiter bedeutenden Wärmeschutz gewährt; in und unter der durchschnittlich im Sommer 3—4, im Winter 7 kg schweren Kleidung des Mannes (die der Frau ist etwas schwerer) sind zwischen 10 und 30 l Luft enthalten. Die Sitte der Nordchinesen, in dem dortigen sehr kalten Winter mehrere wattierte Kleider übereinander zu tragen, ist vollständig rationell. Liegen die Kleider eng an, fehlt also die Luftschicht, so ist die Wärmeabgabe eine bedeutende, wie z. B. das Frieren der Kniee beim Sitzen in kühlen Räumen deutlich zeigt, denn hier macht sich die Leitung des Grundstoffes, der Faser, stark bemerkbar; setzt man das Leitungsvermögen der Luft = 1, so ist das der Wollfaser = 9, das der Seide = 16,7, der Pflanzenfaser = 26,7.

c) Transport.

Die erwärmte Luft hat das Bestreben, nach oben zu steigen, zu entweichen; ausserdem findet ein lebhafter Luft- oder Gasaustausch auch nach den Seiten hin, durch die Poren hindurch, statt. Diesem Wärmetransport wird entgegengewirkt durch nicht zu weite und nicht zu grob gewebte Kleider. Ein Teil der Wärmeersparnis der weitporigen, stark lufthaltigen Kleider gegenüber den glatten engporigen Stoffen geht durch den er-

leichterten Wärmetransport wieder verloren. Ist die Kleidung für Luft sehr durchlässig, so kommt die Fortführung der Wärme durch den Wind mit in Betracht. Für windige und zugleich rauhe Witterung ist deshalb ein dichtes, engporiges Obergewand von Nutzen. Der Seefahrer trägt, um sich gegen den Regen zu schützen, mit Oel imprägniertes, glattes Zeug; dasselbe Kleid wird getragen bei kaltem, heftigem Wind, um dem „Auskälten“, dem zu starken Wärmetransport, entgegenzuwirken.

Die Luftdurchgängigkeit der Zeuge wird beeinflusst durch die Grösse der drückenden Kraft, die Gewebsart und die Dicke des Stoffes; sie ist letzterer bei gleichem Stoff proportional. Die Appretur behindert die Permeabilität erheblich; wenig durchgängig sind auch die glatten, festgewebten Stoffe, durchlässiger die Tuchsarten und am durchlässigsten die Zeuge aus gewirkten Stoffen und aus Krepp. Nach Nocht beträgt der durch die Atembewegung in den Kleidern entstehende Druck 0,04 mm Wassersäule. Hierbei entweichen durch 57 qcm Fläche Flanell 500, Jägers Stoff 861, Barchend 116, Lahmanns Reformbaumwolle 1174, Leinwand 78 ccm Luft in der Minute. Nach Rubner geht 1 ccm Luft bei 0,42 mm Wasserdruck, welcher dem faktisch vorhandenen Winddruck bei Windstille entspricht, durch 1 ccm ganz losen Baumwolltrikot hindurch in 0,3 Sekunden, bei Baumwollkrepp in 0,6, Jägerstoff 1,1, Loden 2,8—9,1, Militärmantel 5,9—9,7, Militärhosenstoff 15,7, Sommerkammgarn 21,5, glatte Seide 81,5 Sekunden. (Diese Zahlen heissen Permeabilitätskoeffizienten.)

Die Kleidung begünstigt die Wasserdampfabgabe. Der bekleidete, normal genährte Mensch stellt bereits bei ungefähr 16° Aussentemperatur seine physikalische Wärmeregulation ein und dunstet schon reichlich Wasser ab. Die Aussenluft erwärmt sich, langsam in den Kleidern vordringend, bis zu 30—33°, dadurch wird ihre Wasserkapazität vermehrt und das von der Haut ausgeschiedene Wasser verdunstet, ohne dass es zu sichtbarem Schweiss kommt, es wird dann als hygroskopisches Wasser von den Unterkleidern aufgenommen und langsam und ohne jede Belästigung nach aussen abgegeben. Durch den stetigen Luftwechsel bleibt die relative Feuchtigkeit zwischen Haut und Hemd niedrig, zwischen 30—40%, nur bei Ausscheidung tropfbar flüssigen Schweisses 60% erreichend.

d) Wasser-
verdunstung

Hygro-
skopisches
Wasser.

Die Wolle vermag am meisten, bis 27,3% ihres Gewichtes, hygroskopisches Wasser zu fassen und lässt es am langsamsten

los, zugleich enthält sie dank der üblichen Webweise die meiste Luft, sie „kühlt“ also am wenigsten.

Eingelagertes
Wasser.

Der tropfbar flüssige Schweiss dringt, ebenso wie der Regen, in die Poren der Kleidung ein, das „eingelagerte“ oder „zwischen- gelagerte“ Wasser darstellend. Am raschesten und vollständigsten sättigen sich Leinwand und Baumwollenzeuge sowie Seide, die dabei ihre Elastizität verlieren und sich dem Körper dicht an- legen. Hierdurch wird die Wärmeleitung gesteigert (denn Wasser leitet etwa 25mal besser als Luft, ungefähr so gut wie die Baum- wollfaser), die Temperatur der ausstrahlenden Fläche erhöht und eine grosse Menge Wärme zur Abdunstung verbraucht oder, wie man sagt, gebunden; die Abkühlung des Körpers in der Zeit- einheit ist somit eine recht ungünstige. Die Wolle, insonderlich die locker gewebten und die gewirkten (Jägerschen) Stoffe, ebenso wie die gewirkte (Lahmannsche Reform-) Baumwolle bleiben bei Benässung elastisch, ihre Poren schliessen sich nicht, bleiben also grösstenteils durchgängig für Luft, ihre minimale Wasserkapazi- tät ist im Verhältnis zur maximalen eine sehr geringe (siehe S. 180). Hierdurch verläuft der Abkühlungsprozess weniger inten- siv: die Verdunstung erstreckt sich über eine längere Zeit und wird vom Körper weniger unangenehm empfunden; Erkältungen werden weniger leicht eintreten.

Wie stark die Wärmeabgabe bei nasser Kleidung ist, gegen- über der bei trockener, ergibt die folgende kleine Tabelle Rubners, wobei die Wärmeabgabe des unbedeckten Armes = 100 genommen ist.

	Trockene Bekleidung	Feuchte Bekleidung
Wollflanell	80,8	131,7
Trikot aus Wolle	79,8	124,0
„ „ Seide	83,0	134,7
„ „ Baumwolle	83,0	144,4
„ „ glatter Baumwolle	83,3	157,0

Wasserdichte
Zeuge.

Um den Körper und die Kleidung gegen Regen zu schützen, benutzt man a) Gummizeuge. Sie halten den Regen zwar gut ab, sind aber für Luft undurchlässig. Die unter dem Gummi- kleid befindliche Luft ist bald sehr kohlenäurereich und mit Feuchtigkeit gesättigt; der nun in Tropfen niederrinnende Schweiss dringt in das Unterzeug und durchnässt es; dabei ist die Entwär- mung des Körpers wegen der Unmöglichkeit der Wasserver- dunstung wesentlich behindert. Wird der Gummimantel abgelegt, so tritt infolge der starken Wärmeabgabe leicht Erkältung ein.

β) Wasserabweisende Zeuge. Engporige dickere Stoffe werden in Alaunlösung (2 %) gekocht, darauf in heisse Natronseifenlauge gelegt, wobei sich eine unlösliche, fest den Gewebefasern anhaftende, zu Wasser nur geringe Affinität besitzende Tonerde-seife bildet — oder die Stoffe werden mit saurer essigsaurer Tonerde behandelt und der Luft ausgesetzt; die sich durch Verdunstung von Essigsäure auf den Zeugfasern niederschlagende basisch-essigsaurer Tonerde nimmt ebenfalls das Wasser nicht an. Da die Poren offen geblieben, nur die Fasern wasserabweisend geworden sind wie die Federn eines Wasservogels, so findet trotz der relativen Undurchlässigkeit für Wasser Luftzirkulation statt. Starker Wind kann den Regen durch die Poren hindurchpressen.

e) Die Wahl zweckentsprechender Kleidung. Man hat lebhaft diskutiert, ob es richtiger sei, Unterzeuge von Wolle oder von Baumwolle zu tragen. Generell lässt sich diese Frage nicht entscheiden. Wenn es darauf ankommt, Wärme zu sparen, so sind wollene Unterkleider vorzuziehen, da sie meistens dicker sind; zwei baumwollene Hemden dürften ungefähr ebensoviel als ein wollenes Hemd leisten. — Die Jägerstoffe stellen recht gute Wolltrikotstoffe dar, nicht mehr und nicht weniger. — Ist Wärmeüberschuss zu fürchten, wie z. B. in den Tropen, so ist zuerst auf gute Leitung und Strahlung und dann auf Wasserdunstabgabe Rücksicht zu nehmen: der sezernierte Schweiß soll bald verdunsten. Dieser Zweck wird am besten erreicht durch Tragen nur eines Gewandes (z. B. eines Jagdhemdes) höchstens zweier ganz leichter Gewänder, einer ganz dünnen, ärmellosen Unterjacke (singlet der Engländer) und einer weiten Jacke; ob Wolle oder Baumwolle gewählt wird, ist dabei an sich gleichgültig, wenn die Stoffe nur dünn genug sind, aber wollene Stoffe sind meistens dicker und deshalb weniger zu empfehlen. Ist stärkere Schweißsekretion bei schwankender Lufttemperatur zu erwarten, so empfiehlt sich Wolle bezw. Reformbaumwolle.

Ob Wolle oder
Baumwolle.

In unseren Gegenden dürften in der warmen Zeit leichte gewirkte Stoffe aus Wolle, Baumwolle, Trikot, oder gewebte Stoffe aus Baumwolle oder Leinen zu verwenden sein. Letztere Stoffe sind sehr dünn und besitzen alle Vorteile und Nachteile der glatten Gewebe: aber auch hier entscheidet Lokalität, Beschäftigung etc. Manche Personen sind gegen den durch Wolle erzeugten Hautreiz

sehr empfindlich. Oft gewaschene wollene Stoffe werden filzig und verlieren damit ihre guten Eigenschaften.

Sommer- und
Winter-
kleidung.

Man sollte eine Hochsommer-, Sommer-, Herbst- bzw. Frühlings- und Wintertracht haben und für ganz kalte Tage einen Pelz benutzen. Diese Trachten unterscheiden sich hauptsächlich durch ihre Dicken; dieselben betragen ungefähr 2,0, 3,4, 6,0, 12,6 und 26 mm; dabei ist, besonders für die Kleidung der kühleren Jahreszeiten, auf geringes spezifisches Gewicht, d. h. auf grossen Luftgehalt, zu achten. (Rubner.)

In unseren Gegenden wird vielfach dadurch gesündigt, dass die Kleidung der Temperatur nicht genügend angepasst wird; es kommen in unserem Sommer zuweilen Wochen hindurch Wärmegrade vor, wie sie in den Tropen auch nicht viel höher sind; trotzdem läuft alle Welt in dicken, dunklen Kleidern herum, mit Weste, engen, steifen Hemdkragen und gestärkter Wasche. Wenn man statt dessen weisses, weites, leichtes Zeug tragen wollte, wie das in den Tropen ein jeder tut, so würde die Hitze kaum unangenehm empfunden werden. Eine rationelle Kleidung soll genügend warm halten und doch den Schweissausbruch bei Ruhe und mittlerer Luftfeuchtigkeit etwa bis auf die Temperatur von 27° hinauschieben.

Eine ventilationsarme Kleidung, wie sie schon durch die Einschlebung dichter, glatter Gewebe, sog. Futterstoffe, entsteht, macht arbeitsuntüchtig, schlaff und erzeugt leicht ein beängstigendes Gefühl. Zur Oberkleidung dienen fast ausnahmslos Wollgewebe, Tuche, Loden, Kammgarntuche usw., oder aus Wolle und Baumwolle gemischte Gewebe, die alle miteinander reichlich lufthaltig sind.

Reinheit.

f) Weitere Eigenschaften der Kleider. Die Kleider müssen reinlich gehalten werden, das Oberzeug, abgesehen von ästhetischen Gründen, schon um event. anhaftende Krankheitserreger zu entfernen, das Unterzeug, weil es einen grossen Teil des Hautschmutzes aufnimmt. Wolle ist für den Schweiss und seine Bestandteile durchlässiger als irgend ein anderer Stoff. Sie bleibt selbst reiner, gibt aber die Sekretionsprodukte an die überliegenden Kleider ab. Wegen der verschieden starken Schweisssekretion verschmutzen die einzelnen Kleidungsstücke verschieden stark. Eine Unterhose, welche 8 Tage getragen wurde, ist so schmutzig wie ein Hemd von 4 Tagen und ein Paar Socken von einem Tage. (Cramer.) Die von den Füssen abgesonderte Schweissmenge beträgt ungefähr $\frac{1}{4}$ von der des übrigen bekleideten Körpers.

Die Kleider sollen unsern Körper nicht schädigen. So selbstverständlich diese Forderung ist, so häufig wird dagegen gefehlt.

Zur Herstellung von Kleidern, Tapeten, Möbelstoffen, Teppichen, Vorhängen, künstlichen Blumen (sowie von Lampenschirmen, Kerzen, Lichtmanschetten, Schreibmaterialien) dürfen arsenhaltige Farben nicht verwendet werden; arsenhaltige Beizen können Benutzung finden, wenn das Arsen nicht in wasserlöslicher Form oder in solch geringer Menge darin enthalten ist, dass auf 100 qcm Zeug weniger als 2 mg Arsen entfallen. (Reichsgesetz vom 5. 7. 87.) Die vielfach behauptete Giftigkeit der mit Anilin gefärbten Stoffe dürfte meistens auf Arsengehalt zu beziehen sein; wodurch die nach dem Tragen anilingefärbter Unterzeuge hier und da auftretenden Hautausschläge hervorgerufen werden, ist unklar. Auch das Blei soll mehrfach von den Kleidern aus Vergiftungen bewirkt haben.

Giftige Farben.

Zum Nachweis des Arsens dient der bekannte *Marsh'sche* Apparat. Die organische Substanz wird zunächst durch Salzsäure unter Zusatz von Kaliumchlorat zersetzt, dann in einer Glasflasche mit Pfropfen und Glasrohr mittels absolut arsenfreier Schwefelsäure und ebensolchem Zink unter Erwärmen behandelt. Der entstehende Arsenwasserstoff brennt mit violetter Flamme und gibt, durch Wärme zersetzt, Wasser und Arsen; letzteres schlägt sich als Arsenspiegel an den kühlen Teilen des Rohres oder einer in die Flamme gehaltenen Porzellanschale nieder. Sehr geringe Arsenmengen (0,00001 g) lassen sich auch durch den eigentümlichen Geruch nach Knoblauch sicher nachweisen, wenn man das zu untersuchende Material mit geriebenem Brot sorgfältig mischt, soviel Wasser zugibt, dass noch trockene Brotinseln hervorsehen, sterilisiert und nun mit *Penicillium brevicaulis* impft. Saure Materialien werden mit kohlen-saurem Kalk im Ueberschuss abgestumpft (*Gosio*).

Vielfach wird durch unpassendes Schuhwerk gesündigt. Der Fuss ist nicht bilateralsymmetrisch gebaut, sondern hat seine höchste Höhe nahe der Innenseite des Fussrückens; die grösste Länge liegt nicht in der Mittellinie des Fusses, sondern in einer Linie, welche ziemlich parallel dem innern Fussrand laufend, die Mitte der Ferse mit der Mitte des Köpfchens des ersten Metatarsalknochens verbindet. (Die *Meyersche* Linie.) Dementsprechend soll der Leisten angefertigt werden. Beim Massnehmen ist der auf ein Blatt Papier fest aufgesetzte Fuss mit einem Bleistift zu umreissen, und danach ist die Sohle zu schneiden; zur bequemen Abwicklung des Fusses beim Gehen muss die Sohle um etwa die halbe Dicke der Grosszehe verlängert werden. Die jetzt so häufigen Hühneraugen, eingewachsenen Nägel, die Ballen, d. h. die durch den Druck entstandenen Deformaten der

Schuhe.

Gelenke, mit all ihren Folgezuständen werden verschwinden, wenn die Stiefel nach dem Fusse gearbeitet werden (Fig. 60, 61); zudem sehen derartig gearbeitete Stiefel gut aus. Bei Kindern achte man streng auf die gegebenen Regeln und lasse auch die Strümpfe für den rechten und linken Fuss besonders anfertigen. Die Strümpfe vermindern die Wärmeabgabe um 35—50 %, Schuhe und Strümpfe um 90 %, nasses Schuhzeug leitet die Wärme beinahe doppelt so gut als trockenes. Leder leitet schlecht, ungefähr so wie Wolle und schlechter als Baumwolle oder Leinen.

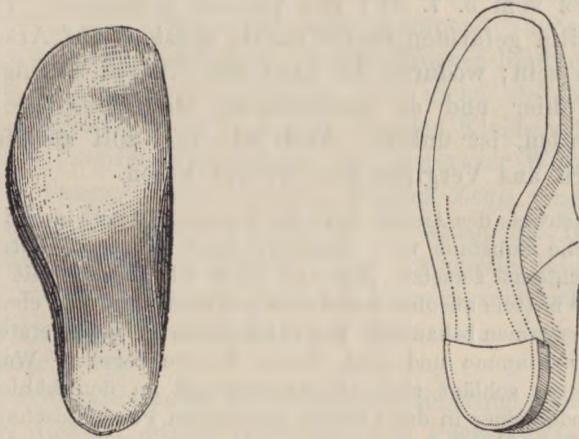


Fig. 60. Leisten und Fig. 61. Stiefelsohle eines Militärstiefels nach Brandt v. Lindau.

Eine besonders bei Männern sehr häufige und zu vielfachen Beschwerden Anlass gebende Erscheinung ist der Schweißfuß; derselbe entsteht schon bei der normalen Schweißbildung (siehe vorletzte Seite) durch die verhinderte Verdunstung; der Fuss steckt in dem beinahe luftdichten Stiefel jahraus, jahrein gewissermassen in einem Dampfbade. Strumpf und Leder werden feucht, die Wärmeleitung nimmt zu, und es treten leicht Erkältungen auf; bei mangelnder Reinlichkeit machen sich unangenehm riechende Zersetzungsprodukte geltend.

Um dem Uebel zu steuern, lasse man Zeug- oder Schnürstiefel und dünne baumwollene oder halbwoollene, täglich zu wechselnde Strümpfe und zu Hause weit ausgeschnittene Hausschuhe tragen, sowie die Füße täglich mit kühlem Wasser waschen.

Enge Halskragen, Gummistrumpfbänder, zu enge Hosenbunde, enge Korsetts sind gesundheitsschädlich.

g) Die Kleidung der Frauen. Lässt sich schon an der Kleidung des Mannes manches tadeln, so ist das bei der Kleidung der Frau noch viel mehr der Fall. Im allgemeinen ist ihr Gewicht zu gross, dann wird es in unzumessiger Weise getragen, und ferner wird durch die Frauenröcke der Staub der Strasse aufgewirbelt, der sich zum Teil in die Luft erhebt und zu einem anderen, nicht unbeträchtlichen Teil in der Kleidung und am Körper der Frau festsetzt.

In den letzten Jahren hat sich eine lebhafte Bewegung zu gunsten einer „Reform der Frauenkleidung“ entwickelt, die den Zweck hat, die Fehler der Kleidung zu heben. Es wird verlangt eine „fussfreie“ Kleidung und ein dichtes anschliessendes und weiter heruntergehendes Beinkleid; rationeller wäre, Pumphosen einzuführen, wie sie die Frauen des Orients tragen. Dann soll das Gewicht verkleinert werden durch Abminderung der Zahl der Röcke, was durch einen besseren Abschluss nach unten hin ermöglicht wird, wodurch viel an Wärme gespart und an Sauberkeit gewonnen würde. Weiterhin soll die Last der Kleider besser verteilt werden. Der Mann trägt das Gewicht seines Anzuges hauptsächlich auf den Schultern; das ist bei der Frau der Entwicklung der Brüste wegen in diesem Umfange nicht gut möglich. Durch das Binden der Röcke über den Hüften wird die Last sehr ungleich verteilt, da nur die Hüftbeinkämme als Stützpunkte dienen. Um diesen Fehler zu heben, haben die Frauen den Leib mit einem Schutzgürtel, dem Korsett, umgeben; damit ist auch ein Erfolg erzielt worden, jedoch verfiel man in einen anderen Fehler. Das Stützinstrument wurde zu einem Schnürmittel.

Die üblen Folgen des Schnürens sind bekannt, Behinderung der Atmung, damit Behinderung der körperlichen Leistungsfähigkeit überhaupt, Druck auf den Magen mit Verlagerung desselben und Störungen der Verdauung und des Appetits, Druck auf die Leber, Behinderung der Gallensekretion, Schnürleber und Verschiebung von Leber und Milz, Druck auf den Uterus und die Frucht.

Der Unfug des Schnürens muss aufhören, aber ein Stützgürtel in Gestalt eines festen Mieders mit über den Schultern geführten Tragbändern dürfte bleiben.

Es ist zu wünschen, dass die heute vorhandenen Bestrebungen mehr als eine Modesache bei den Frauen seien.

h) Das Bett. Ungefähr $\frac{1}{3}$ seines Lebens bringt der Mensch im Bett zu. Das Bett sei geräumig, breit; das Unterbett bestehe aus Wollen- oder Rosshaarmatratze.

Wird ein Strohsack benutzt, so ist das Stroh täglich aufzuschütteln und oft zu erneuern. Auf den Strohsack werde eine wollene Decke und darüber das Bettuch gelegt. Federunterbetten sind nicht zu empfehlen, sie schmiegen sich dem Körper unnötig an und behindern die Perspiration und den Wärmeabfluss; ausserdem lassen sich Matratzen leichter reinhalten. Die Federoberbetten bieten einen guten Wärmeschutz und sind für nördliche Klimate und für den Winter brauchbar, aber sie behindern die Hautperspiration, sind im Sommer zu warm und werden besser durch Wollendecken oder durch Wattedeckendecken ersetzt, wozu ein Federkissen als Fussbedeckung treten kann. Als Kopfkissen diene ein gut gestopfttes Haar- oder Wolle-Keilkissen. Die Desinfektion der Federbetten, überhaupt des Bettzeuges, geschehe durch strömenden Dampf. Die Betten sollen täglich mehrere Stunden zur Auslüftung offen stehen und häufig gesontt werden.

C. Die Hautpflege.

Die Haut ist bei der physikalischen Wärmeregulation in hervorragendem Masse beteiligt. Wenn die Haut rein ist, können die Hautnerven richtiger empfinden, es tritt also eine bessere Reaktion auf Hautreize ein. Von der Haut können Krankheitskeime aufgenommen und übertragen werden; einige Gifte, z. B. Arsen, vermögen durch sie in den Körper einzudringen. Die Haut wird durch den Schweiß mit seinen organischen Verbindungen und Salzen, durch die abgestossenen Epithelzellen, das Produkt der Talgdrüsen und den Staub der Strasse verunreinigt. Der entstehende schmutzige, fettige Ueberzug, welcher von dem Unterzeug nicht völlig aufgenommen wird, gibt zu Zersetzungen, üblen Gerüchen und Bakterienwucherungen Veranlassung und muss entfernt werden. Die Haut ist das Organ, welches den Erkältungen am meisten ausgesetzt ist oder sie wenigstens vermittelt; die Herabsetzung ihrer Empfindlichkeit ist daher anzustreben.

Der Kältereiz — Wasser leitet die Wärme etwa 25—28 mal besser als Luft — bewirkt eine kräftige Kontraktion der Hautgefäße, aber trotzdem findet eine Steigerung der Atmungsgrösse, der Kohlensäureabgabe und der Sauerstoffaufnahme und damit vermehrte Wärmeabgabe, eine lebhaftere Oxydation, also ein regerer Stoffwechsel statt; die chemische Wärmeregulation tritt in Tätigkeit. Duschen sollen eine doppelt so starke Wirkung als die Bäder ausüben (Rubner). Auch soll, wenn auch nur vorüber-

gehend, die Zahl der roten Blutkörperchen und der Hämoglobingehalt des Blutes durch kalte Bäder ansteigen. Die Hautreinlichkeit hat naturgemäss Kleiderreinlichkeit und überhaupt vermehrten Sinn für Reinlichkeit zur Folge.

Aus allen diesen Gründen bedarf die Haut einer besonderen Pflege, die ihr durch Waschungen und Bäder zuteil wird.

Man unterscheidet Schwimm-, Wannens- und Brausebäder. Die ersteren sind der Gesundheit auch dadurch förderlich, dass sie zu tiefen Inspirationen und zu kräftigen Muskelbewegungen anreizen. Zu ihnen rechnet man die Badeanstalten im freien Fluss und die Bassinbäder. Erstere müssen, wenn angängig, oberhalb der Städte jedenfalls so liegen, dass Verschmutzungen durch eingeleitete Abwässer und dergl. ausgeschlossen sind. Mehrfach sind Fälle bekannt geworden, dass die Weilsche Krankheit, dass Typhus und Cholera durch Baden im Fluss hervorgerufen worden sind, und es ist eine berechtigte Massnahme, Badeanstalten zu schliessen, wenn in einer dicht oberhalb liegenden Ortschaft, die in den Fluss entwässert, Typhus oder Cholera ausgebrochen ist.

Schwimmbäder.

Die Bassinbäder lassen sich auch im Winter benutzen. Ihre Erwärmung wird durch Heizschlangen oder frei einströmenden Wasserdampf bewirkt. Das reine Wasser fliesst an dem einen Ende des Bassins oder unten an mehreren Stellen ein und das gebrauchte Wasser am andern Ende oder besser am ganzen Umfange des Bades in einer Rinne ab. Badeanstalten müssen mit einer guten leistungsfähigen Heizung und einer kräftigen jedoch nicht belastigenden Ventilation ausgestattet sein. Das Bassinbadewasser soll wenigstens zweimal wöchentlich vollständig und ausserdem täglich zu ungefähr einem Drittel oder Viertel erneuert werden. Bevor das Bassin betreten wird, müssen die Badenden ihren Körper abseifen und abduschen und die Füsse waschen. Zur Reinhaltung des Bassinwassers trägt auch bei, wenn der innere, das Bassin umgebende Gang nur durch die Badezellen hindurch betreten werden kann, derselbe also nur barfuss benutzt wird. Die Zeichnung, Fig. 62, lässt ohne weiteren Kommentar erkennen, wie kleinere Anstalten dieser Art eingerichtet werden können. Das abgebildete Giessener Bad ist sehr praktisch eingerichtet.

Für grosse Städte zieht man mehrere kleinere Bäder einem grossen mit Recht vor, weil die Weite des Weges leicht von der Benutzung abschreckt.

Die oftmalige Erneuerung des Badewassers ist nicht nur der Reinlichkeit, sondern auch der Vermeidung von Infektionen wegen

erforderlich. Vom theoretischen Standpunkte aus ist ohne weiteres zuzugeben, dass durch ein Bassinbad Infektionen übermittelt werden können; es ist aber auch von Baginsky in Berlin eine Anzahl ziemlich schwerer fieberhafter Erkrankungen beobachtet worden, die nur Personen betrafen, welche innerhalb einer gewissen Zeit das Schwimmbassin einer Badeanstalt benutzt hatten. Bei zwei anderen Epidemien anderer Art, die man gleicherweise auf Baden in einem Bassinbad zurückführen wollte, fehlt das Zwingende des Beweises. Jedenfalls mahnt die Baginskysche Beobachtung zur Vorsicht.

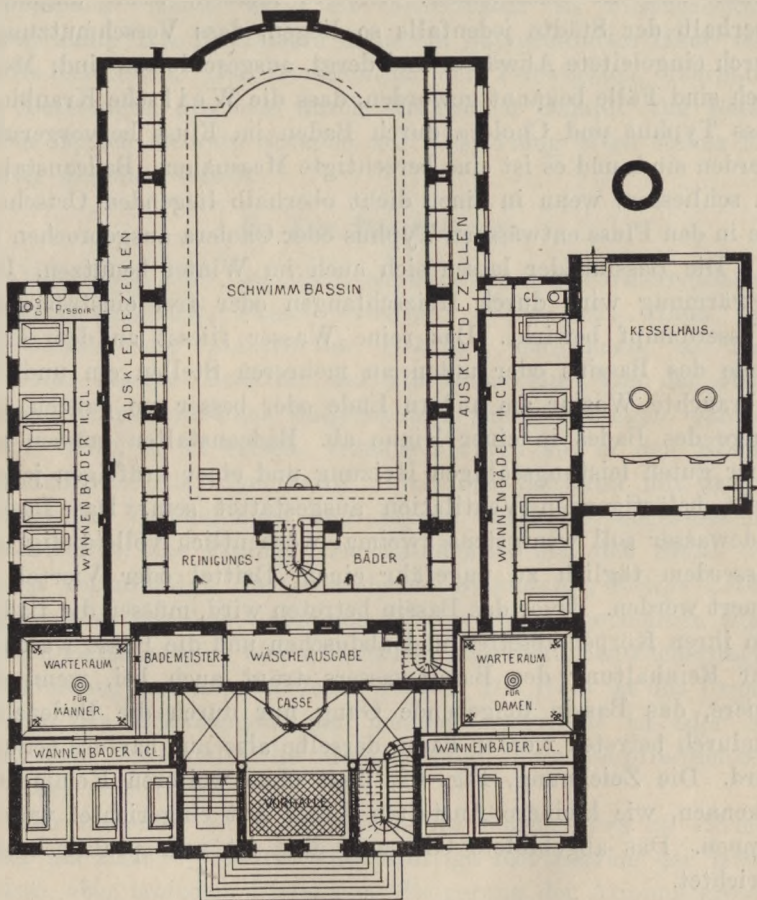


Fig. 62. Bassinbad in Giessen.

Wannenbäder.

Wannenbäder sind zur Reinigung und Abhärtung gut geeignet, leider sind sie nicht ganz billig. Es wäre zu wünschen, dass der Abdampf der Fabriken mehr zur Anlage von Fabrik-

badeeinrichtungen benutzt würde; auf diese Weise liessen sich billige Wannenbäder herstellen.

Weisse emaillierte Eisenwannen sind am meisten zu empfehlen, wo die Wannen nicht in konstanter Benutzung sind; sie kosten nicht viel, lassen sich sehr gut sauber halten, und nehmen die Wärme leicht an; sie müssen aber gut behandelt werden und dürfen z. B. nicht von siedendem Wasser oder von Dampf an einer engbegrenzten Stelle getroffen werden. Wo Wannen viel in Betrieb sind, da sind gemauerte, die mit besten Mettlacher Fliesen ausgesetzt sind, sehr empfehlenswert.

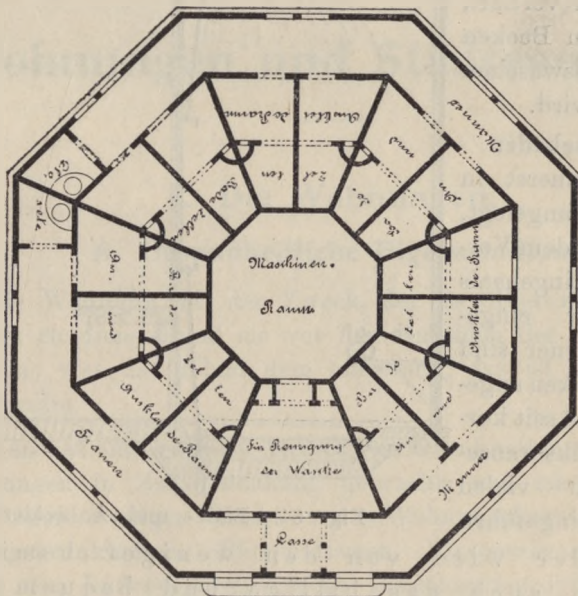


Fig. 63. Grundriss des Frankfurter Volksbrausebades.

Als eigentliche Volksbäder sind neben den Schwimmbädern des freien Wassers die Dusche- oder Brausebäder zu bezeichnen; sie sind billig, sind vorzügliche Reinigungsbäder, und ihre Benutzung nimmt sehr wenig Zeit in Anspruch. In einem unter der Decke eines Raumes befindlichen Reservoir befindet sich Wasser, dessen Temperatur durch Zulassen von heissem Wasser oder Dampf beliebig erwärmt werden kann; von dort aus gehen Röhren zu den einzelnen Badezellen und lassen das Wasser aus einer schräggestellten Brause austreten. 30—40 l Wasser sind genügend zu einem Duschebad, während ein Wannenbad gegen 250 l erfordert. (Fig. 63 und 64.)

Duschebäder.

Die Grösse der Auskleide- und Badezellen beträgt zweckmässig 1,20×2,50 m. Die 2½ m hohen Wände des Ankleide-

raumes seien aus Holz, die des Baderaumes aus Rohglas, Schieferplatten, glasierten Fliesen, oder sehr gut geglättetem, gut mit Oelfarbe gestrichenem Zementputz (Monierwände) konstruiert. Der Fussboden bestehe am besten aus Asphalt; Zement, Terrazzo oder Fliesen sind zu gute Wärmeleiter und machen kalte Füße. In dem Baderaum sei der Boden vertieft, so dass ein Becken zum Fusswaschen gebildet wird.

Brausebäder hat man zuerst in Kasernen angelegt, dann nach dem Vorgange Göttingens als Schulbäder eingerichtet, ferner sind sie in Fabriken angewendet und seit kurzem als Volksbrausebäder in vielen Städten eingeführt.

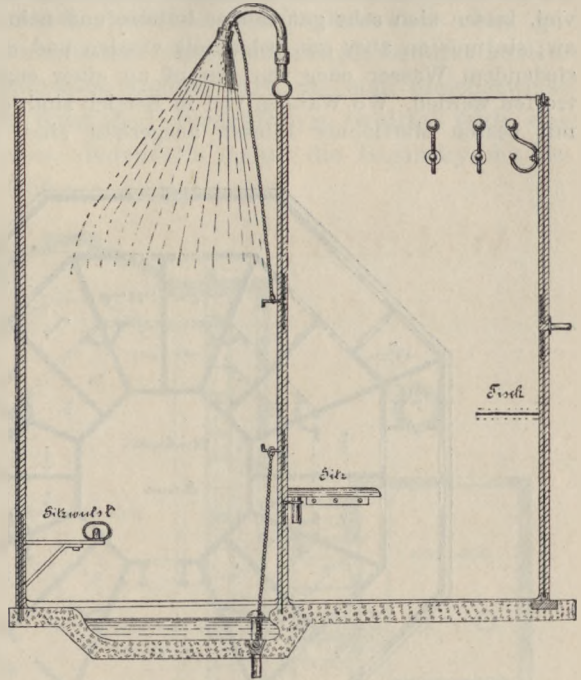


Fig. 64. Bade- und Ankleidezelle.

Leider wird von den weniger bemittelten Klassen auch das billige und bequem zu erreichende Bad wenig benutzt. Um so mehr ist auf die Einführung der Schulbäder zu dringen; die heranwachsende Jugend muss an Reinlichkeit und Hautpflege gewöhnt werden, sie muss die Körperreinlichkeit als ein Bedürfnis empfinden lernen.

Literatur: Pettenkofer, Zeitschr. f. Biologie, Bd. 1. Krieger dito, Bd. 5. Simroth dito, Bd. 17. Die Arbeiten Rubners und seiner Schüler Wolpert, Cramer, Rumpel, Nothwang, Schierbeck, Reichenbach, Arch. f. Hyg., Bd. 10, 11, 13, 15, 16, 17, 20—50. Schuster, Arch. f. Hyg., Bd. 8. Hiller, Deut. milit.-ärztl. Zeitschr. 1888. Nocht, Zeitschr. f. Hyg., Bd. 5. Kretschmer, Bekleidung in Weyls Handbuch 1894. Weyl, Gebrauchsgegenstände, in Weyls Handbuch 1894. Schultze, Volks- und Brausebäder, in Weyls Handbuch 1894 und Centr. f. allg. Gesundheitspflege 1892 (viele Pläne). Ges. Ingenieur, Jahrgang 1903, Deutsches Badewesen. Centralbl. d. Bauverwaltung 1903. Volksbäder und Badeanstalten.

Wohnungen und Städteanlagen.

I. Die Wohnungen.

A. Gesundheitliche Eigenschaften.

Die Wohnung hat den Zweck, der Bevölkerung als Aufenthaltsort zu dienen, und sie vor den Unbilden der Witterung zu schützen; was das Kleid dem einzelnen, das ist die Wohnung der Familie.

Man hat eine grössere Anzahl von Krankheiten mit schlechten Wohnungen in Zusammenhang gebracht, und man spricht mit mehr oder weniger Recht von „Wohnungskrankheiten“. Erkältungskrankheiten, Rheumatismen, Nierenerkrankungen, Katarre der Luftwege, chronische Bindehautkatarre, Otorrhöen werden häufig auf feuchte, kalte, zugige, kurz ungenügende Wohnungen zurückgeführt. Die Tuberkulose, insonderlich in der Form der Skrophulose, die Diphtherie, die Cholera und der Typhus (siehe Seite 219) sind in schlechten Wohnungen häufiger als in guten. Auch eine psychische Beeinflussung durch die Wohnung findet statt; helle, warme, luftige, reinlich gehaltene Räume erregen eine wohllichere Stimmung als dumpfe, feuchte und dunkle.

Wohnungs-
krankheiten.

Man verlangt von einer guten Wohnung, dass sie

1. trocken, 2. luftig, 3. warm, 4. hell, 5. geräumig und 6. reinlich sei.

Eigenschaften
der Wohnung.

Feuchte Wohnungen haben zunächst eine starke Behinderung oder völlige Aufhebung der an sich schon schwachen Porenventilation, d. h. des Luftaustausches durch die Wände, zur Folge.

Feuchtigkeit
und Wärme-
verlust.

Wichtiger ist der starke Wärmeverlust. Feuchte Wände nehmen eine grosse Wärmemenge auf und binden sie zur Verdunstung des in ihnen enthaltenen Wassers. Die verdunstete Feuchtigkeit dringt in die Räume hinein und erzeugt ein drückendes Gefühl. Mehr als 40, höchstens 60 % relativer Feuchtigkeit soll die Zimmerluft nicht enthalten. Trockene Luft wird in geschlossenen Räumen angenehmer empfunden und besser ertragen als feuchte. Nasse Wände leiten ausserdem die Wärme besser als trockene. Sitzt man in der Nähe einer feuchten Wand, so gibt die ihr zugewendete Körperseite durch Strahlung viel Wärme dahin ab; die feuchte Wand erwärmt sich aber nicht, gibt viel mehr die erhaltene Wärme rasch weiter, und daher findet ein fortwährender starker, oft als „Zug“ empfundener Wärmeabfluss vom Körper zur Wand hin statt. Starker Wärmeverlust bedingt naturgemäss stärkere Heizung, und da die meisten Menschen die teuer bezahlte Wärme nicht abgeben wollen, so wird möglichst wenig gelüftet. Die Feuchtigkeit, welche noch durch die Ausdünstung und Atmung der Menschen, durch Kochen und Waschen stark vermehrt wird, bleibt somit in der Wohnung, sie schlägt sich des Nachts, wenn die Heizung geringer wird, an den abgekühlten Wänden nieder; aus diesem Grunde bleiben die Wände nass und der Wärmebedarf stets hoch. Soll die Feuchtigkeit entfernt werden, so muss neben der Heizung eine kräftige Lüftung stattfinden.

Begünstigung
der Krankheits-
keime.

Die Feuchtigkeit gewährt manchen Krankheitserregern gute Existenzbedingungen; wenn sie auch meistens nicht gross genug ist, um eine Vermehrung zu gestatten, so gewährleistet sie einigen Arten dennoch eine längere Lebensdauer. Auf diese Weise erklärt sich die Prädilektion feuchter Räume für gewisse zymotische Krankheiten.

In besonderen Kapiteln soll besprochen werden, wie die Erwärmung, Ventilation und Beleuchtung der Wohnräume zweckmässig eingerichtet und gehandhabt wird. In dem Abschnitt über Wohlfahrtseinrichtungen, Kapitel Arbeiterhygiene, ist das Mindestmass dessen angegeben, was in bezug auf Wohnräume zu verlangen ist, und an den verschiedensten Stellen, insonderlich in dem Kapitel Infektionskrankheiten, ist auf die Notwendigkeit der Reinlichkeit der Wohnungen hingewiesen. An dieser Stelle bleibt nur zu erörtern, in welcher Weise die Wohnungen durch das Baumaterial und die Bauart in ihrer Wärmeregulation und in der Zufuhr von Luft und Licht beeinflusst werden.

B. Die Lage und der Untergrund des Hauses.

Die beste Belichtung, die ausgiebigste Ventilation, den trockensten und reinsten Untergrund und, leider, die kräftigste Entwärmung haben die völlig frei und hoch liegenden Häuser.

Lage.

Der starke Wärmeverlust ist häufig die Veranlassung, eine etwas geschützte Lage der völlig freien Lage vorzuziehen. Einen gewissen, oft beträchtlichen Schutz gewähren benachbarte Bodenerhebungen oder Baumpflanzungen. Für unsere Gegenden empfiehlt sich am meisten eine nach Süden, Südosten und Südwesten völlig freie Lage und Schutz nach Norden, Westen und Osten. Mulden, tiefe Einschnitte, Steilhänge werden als Bauplätze gemieden.

Der Untergrund für die Wohnung sei trocken und rein. Man darf den gewachsenen, d. h. den noch nicht durch Menschenhände umgelagerten Boden als rein ansehen, mit Ausnahme des Bodens der älteren Stadtteile, der nicht selten durch die Abfallstoffe verunreinigt ist, welche von der Erdoberfläche oder den undichten Gruben aus in ihn eindringen. Derartiger Boden ist zu entfernen und durch reines Erdreich zu ersetzen. Durch „Schuttablagerungen“ oder durch Aufschüttung mittels Kulturerde gewonnenes Terrain ist, weil es Krankheitserreger oder fäulnisfähige Stoffe enthält, erst nach langer Lagerung als Baugrund geeignet.

a) reiner

Das zweite Erfordernis ist Trockenheit. Das Haus soll nicht mit den Fundamenten in die Grundwasserzone hineinragen, weil sonst das Wasser in den Wänden in die Höhe steigt und sie mit einer Feuchtigkeit erfüllt, welche nicht zu entfernen ist, da für das verdunstete Wasser stets neues von unten nachrückt. Wenn das Grundwasser hoch steht, so versuche man dasselbe durch zweckdienliche Drainierung oder durch Aufschüttungen mit reiner Erde niedriger zu legen. Wo das nicht zugänglich ist, und die Fundamente in das Grundwasser hineinragen müssen, sind die gleich zu besprechenden baulichen Schutzeinrichtungen zu treffen.

b) trockener Untergrund.

An Berglehnen oder auf Felsboden, welcher mit dünner Erddecke überlagert ist, macht sich vielfach die Anlage eines Grabens nötig, um das zufließende Wasser vom Hause abzuweisen; auch ist für Entfernung des Schwitzwassers aus Häusern zu sorgen, deren Keller oder Rückwände aus festem Fels bestehen.

Im übrigen ist es gleichgültig, auf welcher Bodenart das Haus errichtet ist, ob es auf lockerem Boden, auf Fels, auf

Kalk oder auf lehmhaltigem Boden steht; die einzigen Bedingungen sind Reinheit des Bodens und Trockenheit, und nur insofern, als auf diese die eben erwähnten Bodenarten einwirken, sind letztere von Belang.

C. Der Bau des Hauses.

Bodengase.

1. Die Fundamente und das Kellergeschoss. Ist der Boden rein, sind Gasrohrbrüche nicht zu fürchten, so sind die Bodengase, von den Stellen selbstverständlich abgesehen, wo grössere Mengen von Kohlensäure oder Schwefelwasserstoff und dergl. dem Boden entweichen, indifferent. Früher fürchtete man sich vor den Bodengasen; man glaubte, in ihnen seien die Miasmen enthalten, welche entweder selbst infizieren, oder doch einen ungünstigen Einfluss auf die Disposition ausüben sollten. Seit den Erkenntnissen der letzten Jahrzehnte schreibt man der Bodenluft nur noch geringe hygienische Bedeutung zu.

Das Wasser kann von unten und von der Seite her in die Hausmauern und die Kellergeschosse dringen.

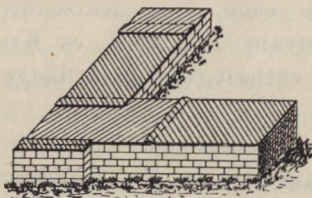


Fig. 65. Einlage von Asphaltfilzplatten in Mauerwerk oberhalb der Erde.

Bodenfeuchtig-
keit.

Wo aufsteigende Feuchtigkeit zu fürchten ist, müssen die Böden der Keller betoniert oder asphaltiert (Fig. 66 und 67), die Grundmauern durch Vermauerung fester Steine in Zementmörtel oder durch Einlage einer undurchlässigen Schicht — aus Granit, Klinkern in Zement, Asphaltfilzplatten (Fig. 65), Paraffin oder einer dickeren Lage von Gussasphalt — undurchlässig gemacht werden. Die seitwärts eindringende Bodenfeuchtigkeit muss ebenfalls abgehalten werden; das geschieht durch Vermauerung der Aussenseite in Zement, oder durch Einlage einer wasserdichten Schicht von Schiefer, Asphalt etc. (Fig. 66), oder durch Vorsetzung einer Isoliermauer (Fig. 67) bzw. Ziehung eines etwa 25—100 cm breiten, mit Gitter überdeckten Grabens. Die sämtlichen Räume eines Hauses zu unterkellern, mag vom bautechnischen Standpunkt aus erwünscht sein, vom hygienischen aus ist es nicht erforderlich. Nichtunterkellerte Räume müssen indessen

eine dicke, trockene Schüttung reinen Materials (Schlacke, Sand, Kies) erhalten, event. mit übergelagerter, mit der Aussenluft in Verbindung stehender Luftschicht, so dass sie gegen Nässe völlig geschützt sind.

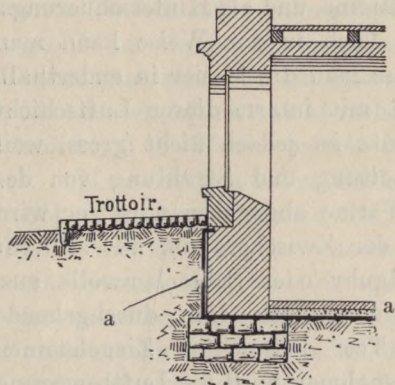


Fig. 66. Einlage von Asphalt (a) in Kellermauerwerk unter der Erde als Abschluss nach der Seite und nach unten hin.

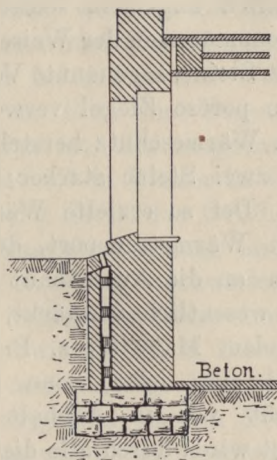


Fig. 67. Isoliermauer mit Luftschicht zum Abhalten seitlich andringender Feuchtigkeit.

2. Die Wände. Die Aussenmauern sollen Wind, Regen und Kälte von den Innenräumen abhalten.

Schutz gegen
Nässe und
Wind.

Den beiden ersten Anforderungen wird man dadurch gerecht, dass man dem Hause eine feste, möglichst wenig durchlässige Aussenhaut gewährt, an welcher der Wind abprallt, der Regen niederrinnt, ohne in grösserer Menge in die Mauern einzudringen. Festgebrannte harte Ziegel eignen sich gut hierzu. Die Aufnahmefähigkeit der Ziegel für Wasser ist sehr verschieden; je glatter, je mehr gesintert die Oberfläche ist, um so weniger Wasser wird aufgenommen; ein gewöhnlicher Ziegelstein nimmt bis zu $\frac{1}{6}$ seines Gewichtes an Wasser auf. Man kann die Undurchlässigkeit erhöhen durch Verputzen der Aussenwand mit Zementmörtel („Putzbau“, im Gegensatz zum „Rohbau“, d. h. dem nur gefugten Steinbau), oder durch Bedeckung aller Wände, bezw. der Wetterseite, mit Schiefer oder Schindeln. Oelanstrich erweist sich auch von Nutzen, doch muss er oft erneuert werden; in der letzten Zeit hat man auch Ueberzüge von Wasserglas, von ölsaurer Tonerde (Testalin) für die meisten Steinarten, oder von Fluaten für Kalkgestein angefertigt, die gute Erfolge gehabt haben.

Wärmeverlust.

Der feste Stein gewährt einen nur mässigen Wärmeschutz, da er die Wärme gut leitet und an die Aussenluft abgibt. Poröse Steine sind in dieser Beziehung besser; sie enthalten in einer grossen Zahl kleiner Hohlräume Luft eingeschlossen, welche bekanntlich ungemein schlecht leitet. Man konstruiert daher die Aussenmauern in der Weise, dass man nach aussen scharfgebrannte, glatte Steine, sogenannte Verblendsteine, und als Hintermauerungssteine poröse Ziegel verwendet. Auch in der Weise kann man einen Wärmeschutz herstellen, dass man die Mauer in anderthalb oder zwei Steine starker Schicht mit intermediärer Luftschicht baut. Der so erzielte Wärmeschutz ist jedoch nicht gross, weil durch Wärmetransport, durch Leitung und Strahlung von der Innen- an die Aussenhaut viel Wärme abgegeben wird; er wird aber wesentlich verstärkt, wenn der Zwischenraum mit schlecht leitendem Material, z. B. Kieselguhr oder Schlackenwolle ausgefüllt ist, oder wenn alle Meter hoch eine durchgehende Schicht von in Asphalt oder Teer getauchten Ziegelsteinen gelegt wird; durch alle diese Massnahmen wird die Luftbewegung in der Zwischenschicht und damit der Wärmetransport beschränkt.

Sehr wärmehaltend sind Korkabfallplatten; sie finden vorzüglich dort Verwendung, wo lokale Abkühlungen vermieden werden sollen, also bei Nischen unter den Fenstern, in welchen Heizkörper stehen. Einen guten Schutz z. B. bei Schulaussenwänden, an welchen Kinder sitzen müssen, gewährt die Holztäfelung, besonders wenn sie hohl gelegt wird, d. h. ein Luftraum von einigen Zentimetern Tiefe sich zwischen ihr und der Wand befindet und die Luft durch passend angebrachte Oeffnungen hindurchzirkulieren kann.

Die Innenwände haben den Zweck, die Räume von einander abzutrennen, Schallübertragung und Wärmeabgabe zu verhindern; poröse Ziegel, Schlackensteine (69,0 % Porenvolumen) und ähnliches sind für sie das beste Material.

In den letzten Jahren erfreuen sich die Gipsdielen — Gips mit Rohr oder Spreu gemischt und zu Tafeln geformt — grosser Beliebtheit als Zwischenwände und Zwischendecken. Der Rabitzputz, Gips auf und in Drahtgeflechten, wird hauptsächlich zu Innenwänden und zu Wandverkleidungen benutzt; in seine dekorativen Pfeiler, Gesimse etc. lassen sich die Abluftkanäle und ähnliches hineinlegen. Die Moniertafeln sind Zementplatten, welche innen ein Gerüst von Eisendraht und Eisenstäben bergen. Sie sind sehr fest und finden zu Gewölben, Decken, Aussenmauern etc. Verwendung.

Das in den Bau gelangende Wasser beträgt mindestens gegen 5 % des Volumens des Mauerwerks; davon ist anfänglich ein grosser Teil als Hydrat an Kalzium gebunden, das Kalziumhydrat verwandelt sich im Laufe der Zeit, unter Abgabe des Wassers, langsam in kohlen-sauren Kalk, wodurch die Festigkeit des Mauerwerks bedingt ist (Lehmann und Nussbaum). Das freie Wasser muss zum grössten Teil, bis auf etwa 2 % Wassergehalt im Gesamtmörtel (Mischung von Putz- und Fugenmörtel) verdunstet sein, ehe ein Haus beziehbar ist. Gut ausgetrocknetes Mauerwerk enthält nicht mehr als 0,4—0,6 % Wasser im Gesamtmörtel, 3 % Wasser verrät sich bereits durch das Gefühl.

Feuchtigkeit
der Baumaterialien.

Man entnimmt den Kalk zur Wasserbestimmung mit einem Bohrer an verschiedenen Stellen der einzelnen Stockwerke, wiegt und trocknet ihn im wasser- und kohlen-säurefreien Luftstrom eine Stunde lang bei 100° und wiegt wieder. Diese Bestimmung ist unsicher, da man nie weiss, ob man richtige Durchschnittsproben erhalten hat; es ist daher vorgeschlagen, den Mörtel an der ungünstigsten Stelle d. h. der am wenigsten besonnten Seite des untersten Stockwerkes zu entnehmen, da das freie Wasser in den weiteren Poren allmählich nach unten sinkt. Diese Methode ist jedenfalls exakter als die Bestimmung mancher Bauordnungen, wonach ein Haus noch nach der Rohbauabnahme 6—8 Monate stehen soll, bevor es bezogen werden darf. Es kommt ganz auf die Witterungsverhältnisse an, ob der Bau in dieser Zeit trocken ist oder nicht. Beschleunigt wird das Austrocknen durch kräftige Lüftung und Heizung. Koks-körbe sind wegen ihrer starken Kohlen-säureausscheidung besser als Oefen, weil dadurch das Mauerwerk nicht bloss trocken, sondern auch fest wird; sie sind aber wegen der Kohlenoxydausscheidung mit grosser Vorsicht zu verwenden. Bevor das Haus innen und aussen verputzt, d. h. mit Kalk- oder Zementmörtel beworfen wird, bleibt es behufs besserer Austrocknung des Mauerwerks einige Wochen stehen.

Feuchtigkeitsbestimmung.

3. Die Zwischendecken und Fussböden. Die Zimmer der verschiedenen Stockwerke sind durch die Zwischendecken von einander getrennt. Sie müssen so konstruiert sein, dass sie einen gewissen Schutz gegen Schadenfeuer gewähren, Luft, Wärme und Schall nicht durchlassen, und eine Infektionsgefahr ausgeschlossen ist. Meistens besteht die unterste Schicht aus dem Kalk- oder besser Gipsbewurf der berohrten Bretter an der Unterseite der Balken, dann kommt eine etwa 8 cm hohe Luftschicht, darauf eine Lage mit Lehm verschmierter Schalbretter, auf welcher eine Schicht trocknen Füllmaterials, z. B. Kies, Sand,

Zwischen-decken.

von ca. 10 cm Stärke lagert, zuletzt folgen die Dielen, der Fussboden des oberen Zimmers. Statt der Holzbalken verwendet man jetzt vielfach Eisenträger, statt der Luft und Sandschicht poröse Steine, die in Gestalt flacher Gewölbe oder gerader Lagen zwischen die Träger geschoben werden, und denen durch Einlage von Bandeisen eine grosse Stabilität gegeben wird. Bauschutt, Muttererde, kurz unreiner Boden darf keinesfalls als Material für den Füll- oder Fehlboden dienen, auch sei das eingebrachte Material völlig trocken, damit event. mit eingeführte Krankheitskeime sich nicht vermehren können und infolgedessen bald absterben und das Holzwerk nicht leide; letzteres wird durch Pilze, insbesondere den Hausschwamm, *Merulius lacrimans*, *Polyporus vaporarius*, zerstört. Direkte gesundheitliche Schädigungen bewirkt dieser Pilz nicht, aber er ist ein Index für ungehörige Feuchtigkeit.

Fussboden.

Der Fussboden sei schlecht wärmeleitend, möglichst dicht, nicht rauh, nicht splinternd. Am geeignetsten sind geölte, kurze und schmale Bretter aus hartem Holz; das zur Zeit viel verwendete Stabparkett entspricht diesen Anforderungen. Weite Fugen zwischen den Brettern dienen als Schmutzreservoir, welche schwer zu reinigen und schwer zu desinfizieren sind; die in ihnen enthaltenen Infektionserreger sind viel mehr zu fürchten als die im Füllboden enthaltenen, denn aus den Ritzen können die Keime zum Menschen relativ leicht zurückkehren, aus den Zwischendecken jedoch nur in ganz seltenen Fällen. Durch die Ritzen kann Wasser in den Füllboden eindringen und dort Pilzwucherungen und Zersetzungen bewirken. Um das zu verhindern, verwendet man auch dort, wo Parkett keine Anwendung findet, schmale (15 cm), gut getrocknete Bretter, welche mit Spund oder mit Nut und Feder miteinander verbunden sind (s. Fig. 68)



Fig. 68. Fussbodenverbindungen.

und auf ungehobelten Brettern liegen (Blindboden), die mit einer wasserdichten Decke von Dachpappe oder Asphalt überzogen sind. Fussböden werden mit Vorteil jährlich ein oder zweimal mit heissem Leinöl gestrichen, oder mit Wachs eingerieben.

Einen guten Abschluss gewährt auch Estrich aus Zement, Gips, Asphalt etc. Um die Wärme- und Schalleitung zu verringern, bedeckt man ihn mit Papierfilz und Linoleum, einem aus gemahlenem Kork und Leinöl hergestellten, undurchlässigen

schlecht wärmeleitenden Belag. Für Wohnzimmer, Krankenhäuser, Schulzimmer, Turnsäle hat sich das Linoleum sehr bewährt. Die fugenfreien Fussböden aus Papyrolith und ähnlichem Material (vielfach aus Sägespänen und Magnesiaazement bestehend) sind, wenn sie keine Risse bekommen, recht schön und leicht sauber zu halten. Der stärkeren Staubbildung ist durch Wachsen entgegenzutreten, wodurch allerdings wieder eine unangenehme Glätte entsteht. Die Erfahrungen über die fugenfreien Fussböden sind indessen nicht abgeschlossen, und ein sicheres Urteil ist noch nicht möglich.

4. Das Dach und die Dachwohnungen. Das Dach muss dem Hause Schutz gewähren gegen von oben eindringendes Wasser und gegen Feuer. Liegen im Dachgeschoss Wohnräume, so hat das Dach zugleich die Temperaturregelung mit zu übernehmen.

Wünschenswert sind Dachwohnungen nicht, da sie im Sommer gewöhnlich sehr heiss, im Winter sehr kalt sind. Um das zu verhindern, sollen die Mauern dieser Gelasse nicht unter einem Stein stark sein, und ebenso wie die Decke aus porösem Material bestehen. Zwischen Dach und Wand oder Decke der Wohnräume ist entweder eine dicke, schwer durchlässige Schicht, z. B. Kieselgur, Schlackenwolle, Korkplatten, einzuschalten oder eine grössere Luftschicht zu gewähren, welche im Sommer durch Oeffnen von Klappen beweglich, im Winter unbeweglich gemacht wird. Metall- und Schieferdächer sind am ungünstigsten für die Temperaturregulierung. Für flache Dächer eignet sich Holzzement vorzüglich. Das Dach wird aus Brettern hergerichtet und mit mehreren Lagen dünner Pappe bedeckt, zwischen welche ebensoviel Schichten des flüssig gemachten Holzzements, eines sehr dickflüssigen, mit Zement gemischten Teeres, gebracht werden. Auf die letzte Schicht kommt eine 10—20 cm dicke Kieslage oder eine Mischung von Lehm und Gartenerde, die mit Gras angesät oder mit Moos belegt wird. Wasserdichtheit und Wärmeschutz sind hierbei gewährleistet. Die Sterblichkeit der kleinen Kinder an Brechdurchfall ist in den heissen Dachwohnungen eine besonders hohe.

5. Die Wohnräume der mittleren Geschosse. Die Zimmer seien in den einzelnen Geschossen eines freistehenden Hauses so angeordnet, dass die Wohn-, Schlaf- und Kinderzimmer möglichst nach Süden, Südosten oder Südwesten, die Schlafzimmer jedenfalls nicht nach Westen liegen, um das in unseren Gegenden so wohltuende Sonnenlicht und die Sonnenwärme möglichst zweckmässig auszunutzen (siehe auch Seite 210).

Dach-
wohnungen.

Lage der
Zimmer.

Die Wirtschafts- und Gesellschaftsräume, das Treppenhaus etc. werden auf die nördliche, nordöstliche und nordwestliche Seite verteilt (siehe Abbildung Seite 215). Ein Unsinn ist es, der so wenig benutzten, meistens nur als Möbelmagazin dienenden sogenannten „guten Stube“ oder dem „Salon“, welche überhaupt nur teilweise eine Existenzberechtigung haben, den besten Raum im Hause zu gewähren.

Die Nordseite und die Wetterseite des Hauses bekommen wenig Fenster und sollen mit einer Schutzschicht versehen sein; ein überstehendes Dach nützt ebenfalls.

Grösse der
Zimmer.

Die Höhe der Wohnräume betrage niemals unter 2,6 m, wenn irgend möglich nicht unter 3 m; für nicht zu grosse Zimmer ist eine Höhe von 3,75—4 m die geeignetste. Als äusserste Grenze für das Raummass eines Schlafgelasses mögen 10 cbm angesehen werden, ebensoviel ist als Wohnraum zu geben, so dass also auf den Kopf in der Nacht bei offener Tür mindestens 20 cbm Luftraum kommen. Mehr als 4 Stockwerke ausser dem Erdgeschoss (20 m Höhe bis zum Dach) in der Innenstadt, mehr als 3 Stockwerke in den Vorstädten (16 m), mehr als 2 Stockwerke in den Vororten (12 m) sollte ein Haus nicht haben, die Arbeit des Steigens ist sonst für schwächliche oder ältere Leute zu gross. Die Treppen müssen breit, 29—32 cm tief, der Auftritt etwa 16—18 cm hoch sein. Die Treppen und Flure seien hell und luftig, aber nicht zugig. Durch am Anfang der Treppen eingelassene Gitter und auf ein unteres Podest gelegte Strohmatten wird die Reinlichkeit wesentlich gefördert. Die Feuersicherheit der eisernen Treppen ist in letzter Zeit sehr angezweifelt worden. Gut mit Mörtel oder Gips verputzte Eichenholztreppe sind ebenso feuersicher als Eisen- und Steintreppen. Besser noch ist Xylolith, eine unter starkem Druck zusammengepresste Mischung von Sägespänen und Chlormagnesium.

Treppen.

6. Die Kellerwohnungen. Vielfach hat man verlangt, die Kellerwohnungen ganz fortfallen zu lassen, und insofern mit vollem Recht, als die meisten Kellerwohnungen nicht gut belichtet, nicht luftig und nicht trocken sind; die Feuchtigkeit ist am meisten zu fürchten, denn oft ist das umliegende Erdreich feucht, und daher sind die Wände kalt, so dass die ohnehin feuchte Kellerluft sich an denselben bis zum Taupunkt abkühlt, also Schwitzwasser entsteht, wodurch die Feuchtigkeit der Wände noch gesteigert wird. Indessen gibt es auch gute Kellerwohnungen. Wenn die höchste Grundwasserlinie noch mindestens 0,5 m unter der völlig wasserdicht konstruierten Keller-

Einrichtung
von Keller-
wohnungen.

sohle liegt, die Fundamente nicht im Grundwasser stehen oder gut isoliert sind, bzw. das Erdreich um das Haus herum trocken ist, die Aussenmauern gegen die Erdfeuchtigkeit durch eine Luftschicht geschützt sind, wenn die Sohle des Kellers nicht mehr als ungefähr 1 m unter der Erde liegt, die Fensterstürze mindestens 1 m über der Erde sich befinden, nach Norden oder nach engen Höfen hinaus keine Wohnräume liegen, und die Innenwände bis über den First hinausgehende Ventilationsschloten haben: so ist die Wohnung sanitär nicht zu beanstanden; jedenfalls dürfte es schwer sein, Krankheiten auf derartig konstruierte Kellerwohnungen zurückzuführen, und die Statistik lehrt, dass die Mortalität der Kellerbewohner niedriger ist, als die der Bewohner des vierten Stockwerkes, allerdings sind die Kellerbewohner meistens wohlhabender als jene. Die Anlage von Kellerwohnungen dieser Art ist teuer und viele Bauunternehmer ziehen es deshalb vor, keine Wohnkeller, sondern Wirtschaftskeller zu bauen.

7. Es ist dringend notwendig, dass für jede Familie, oder, wo das absolut nicht zu erreichen ist, doch für je zwei Familien ein eigener Abort vorhanden sei; sonst sind der Infektion und der Unreinlichkeit Tür und Tor geöffnet.

8. Die Innenseiten der mit Kalk- oder Zementmörtel verputzten Wände werden nach dem Austrocknen mit einer Kalkleimfarbe getüncht, mit Oelfarbe gestrichen oder tapeziert. Erstere Verfahren gestatten eine leichte und gründliche Reinigung bzw. Desinfektion durch Neutünchen oder Abwaschen. Die Tapeten bewirken einen ziemlich hermetischen Abschluss der Wandporen, sind also bzw. der Wärmeregulierung angenehmer. Nach § 7 des Gesetzes vom 5. 7. 1887 ist die Verwendung des Arsens zur Herstellung von Tapeten etc., nach § 9 desselben Gesetzes die Anwendung von arsenhaltigen Wasser- oder Leimfarben zum Anstrich von Fussböden, Decken, Wänden, Fensterläden, Möbeln und Utensilien verboten.

Tapeten.

Alle zu längerem Aufenthalt von Menschen dienenden Räume müssen bewegliche Fenster besitzen, die unmittelbar in das Freie führen. Am besten sind Doppelfenster oder gut schliessende Fenster mit doppelter Verglasung. Die Fenster sollen hoch hinaufreichen, die Fensterbrüstung sei etwa 0,8 m vom Boden entfernt. Bei einem Wohnzimmer gewöhnlicher Form und bei freier Lage genügt schon ein Verhältnis der Fensterfläche zur Fussbodenoberfläche wie 1:10, bei dem untersten Stockwerk der an Strassen gelegenen Häuser soll man nicht unter 1:8—9 gehen. Die geringe Fensterfläche ist wegen der besseren Wärmehaltung

Fenster.

erwünscht. Die Türen der Hausflure etc. seien so eingehängt oder mit solchen Apparaten versehen, dass sie von selbst schliessen, damit Zug verhindert werde. Die Türen grösserer Versammlungsräume müssen nach aussen schlagen, um bei plötzlichem Andrang zur Tür hin den Ausgang zu ermöglichen.

D. Ländliche Wohnhäuser.

Man meint gewöhnlich, wenn von schlechten Wohnungen die Rede ist, die Wohnungen der ärmeren Bevölkerung der grossen Städte, und die Bauordnungen sind hauptsächlich auf die städtischen Verhältnisse zugeschnitten; nicht ganz mit Recht, denn noch bilden die Landbewohner die grössere Zahl der Staatsangehörigen, und ihre Wohnungsverhältnisse sind vielfach erheblich schlechter als die der Fabrikarbeiter in der Stadt.

Oft findet man auf dem Lande elende Lehmhütten mit ungedieltem Boden, dünnen, gegen Wind und Wetter kaum einen Schutz gewährenden Wänden, mangelhaften Decken und schlechten Dächern. Die Belichtung ist kümmerlich. Hier und da ist nicht einmal für einen ordentlichen Abzug des Herdfeuerrauches gesorgt. Tausende von ländlichen Wohnungen gibt es, wo das Ofenrohr zum Fenster hinaus in das Freie geht, und die Heizung bei gewissen Windrichtungen versagt.

Als Mindestmass für einen Schlafräum sei 10 cbm gefordert; in einigen Gegenden Deutschlands und gerade dort, wo unter der städtischen und ländlichen Bevölkerung die Tuberkulose am stärksten grassiert, schläft ein grosser Teil der Landleute in sogenannten Bettkästen, welche in die Wand eingelassen, durch niedrige Schiebetüren gegen den gemeinsamen Wohnraum abgeschlossen, kaum 4—5 cbm Luftraum gewähren und nur eine sehr dürftige Lüftung durch die Ritzen zulassen.

Morbidität und
Mortalität.

Die Sterblichkeit ist auf dem Lande nicht überall und nicht bei allen Infektionskrankheiten geringer als in der Stadt. In den Jahren 1900 bis 1901 starben von je 100 000 Personen zwischen 15 und 60 Jahren in den 33 Grossstädten des Reiches an Typhus 9, an Tuberkulose 276, in den 54 Mittelstädten (zwischen 100 000 und 40 000 Einwohnern) 16 bzw. 262, in den kleinen Städten und Landgemeinden 14 und 258. Danach kommt Typhus auf dem Lande schon häufiger vor, als in den Grossstädten, und bei der Hauptkrankheit, der Tuberkulose, ist die Sterblichkeit fast gleich. Hat die Mortalität in den Städten bei einigen Infektionskrankheiten ein gewisses Uebergewicht, so ist dasselbe zumeist auf Rechnung einer grösseren Infektions-

intensität zu setzen. Die auf grösserem Raum verteilte Landbevölkerung infiziert sich nicht so leicht als die Stadtbevölkerung, welche eng zusammengepfercht lebt. Die hygienischen Verhältnisse begründen im Gegenteil für das Land eine grössere Mortalität, und es ist eine dankbare Aufgabe für den Arzt, auf die hier bestehenden Schäden, und nicht allein auf die des Wohnens, hinzuweisen, und für die Behörden, hier helfend und bessernd einzugreifen.

E. Wohnhäuser in anderen Zonen.

Die im vorstehenden Kapitel aufgestellten Normen gelten für Wohnungen der mittleren gemässigten Zone.

Bei wechselnden klimatischen Verhältnissen müssen sich die Anforderungen ändern.

In höheren Breiten ist der Wärmeschutz zu vermehren. Es tritt dort der Steinbau zurück und der Holzbau mehr in den Vordergrund. Die hübschen, freundlichen Städte Norwegens, das zwischen den Schären liegende, einsame Fischerhaus, die Wohnung des Hirten auf den mehr als 100° südlicher liegenden Falklandinseln, sie alle sind aus Holz gebaut und vorzüglich geeignet, die Kälte des Winters, die Macht der Stürme von den Insassen fern zu halten; freilich, Licht und Luft finden sich dort weniger als in den Wohnräumen milderer Zonen.

Polare Zone.

Eine deutsche, wissenschaftliche Expedition brachte ein ganzes Jahr auf der unwirtlichen, in ewigem Eis und Schnee starrenden, stets von Stürmen umbrausten Insel Süd-Georgien zu. Sie bewohnte ein Haus, dessen Wände aus drei Bretterlagen konstruiert waren. Der Zwischenraum von je 6 cm zwischen den einzelnen Bretterlagen war mit Torfmull ausgefüllt. Ebenso waren Decke und Fussboden gebildet; das Haus hat allen Anforderungen genügt.

In den tropischen Regionen muss die Wohnung vor allem Schutz gegen die Sonnenglut, gegen die Hitze gewähren. Dieser Zweck lässt sich auf doppelte Weise erreichen, zunächst durch möglichst leichte Bauart, so dass die Häuser dem freien Luftzug kein Hindernis bieten, Verdunstungsabkühlung und Wärmetransport sichern.

Tropische Zone.

Nicht bloss die zerstreut liegenden Hütten der Eingeborenen, auch ganze Städte sind, nach diesem Prinzip konstruiert. In Guajaquil z. B. sind mit Glasscheiben versehene Fenster kaum vorhanden; sie werden durch Jalousien ersetzt, welche nur dem diffusen Tageslicht und der Luft den Eintritt gestatten; die

Leichte Bauart.

Türen der oberen Stockwerke stehen, wenn überhaupt vorhanden, Tag und Nacht offen, und in ihre Rahmen, als die Orte, welche am meisten dem kühlenden Luftzuge ausgesetzt sind, hängt man mit Vorliebe die kleinen Hängematten, in welchen die Damen sich vom Nichtstun ausruhen.

Wohnungen an
und auf dem
Wasser.

Vielfach baut man die Wohnungen an kühlere Stellen. Diese finden sich auf dem Rücken der Höhenzüge oder an bzw. auf den Flüssen; das Wasser mit seiner grossen Wärmekapazität und die den Fluss entlang wehende Brise beschränken die Hitze. Nicht selten errichten die Eingeborenen ihre Hütten, zu grossen Dörfern vereint, auf in den Fluss gerammten Pfählen oberhalb der höchsten Flutlinie. Anderswo stehen die Häuser auf Flössen, welche, mit Bambusringen an Pfählen befestigt, mit der Flut sich heben und senken; eine derartige Strasse mit Wohnungen, Läden, Garküchen etc. findet sich z. B. in Bangkok, dieser eigenartigen Stadt Siams. In Kanton liegen Wohnschiffe reihenweise im Flusse verankert und geniessen die Kühle, welche sich ihnen dort bietet. Auch die Europäer wohnen nicht selten auf abgetakelten Schiffen (hulks) und finden dort bewegte, kühle Luft und einen relativen Schutz vor der Malaria.

Massive Bauart
mit Wärme-
schutz.

Nach dem zweiten Prinzip werden die Wohnungen so konstruiert, dass die Wärme möglichst wenig Einlass findet. Die Häuser der Europäer sind an vielen Orten in massivem Stein- oder in Lehmabau aufgeführt und nach allen Seiten mit breiten, hohen Veranden umgeben. Diese und die Fenster sind durch Marquisen geschützt, so dass niemals ein Sonnenstrahl in die Zimmer hineindringt, welche zur Zeit der grossen Hitze geschlossen gehalten werden, zur kühleren Zeit offen stehen. Das Dach ist massiv und gut ventiliert, so dass eine Wärmestauung nicht statthaben kann.

In manchen chinesischen Städten sind zur Zeit der starken Hitze die im allgemeinen sehr engen Strassen mit Zeug überspannt. In den zentralen Staaten Amerikas, in Peru z. B., hat der Spanier seine Bauart beibehalten. Die Häuser sind als Vierecke um einen Hof angeordnet. Sie sind nach aussen, zur Strasse hin, unansehnlich, haben kaum ein Fenster; die Mauern und das flache Dach bestehen aus Stein oder Fachwerk mit dicken, schlecht leitenden Lehmeinlagen. Die Zimmer münden nach innen, zum Hof hin, auf Veranden hinaus, welche den Hof umgeben; dieser wird am Vormittag mit einem Stück Zeug überzogen, die Glut der senkrecht stehenden Sonne abzuhalten. Gegen 4 Uhr, wenn die Sonne, schräg stehend, ihre Kraft verloren hat, wird das Tuch

entfernt, und über Nacht findet wieder eine reichliche Wärmeabgabe statt.

Wohnhaus in
den Tropen.

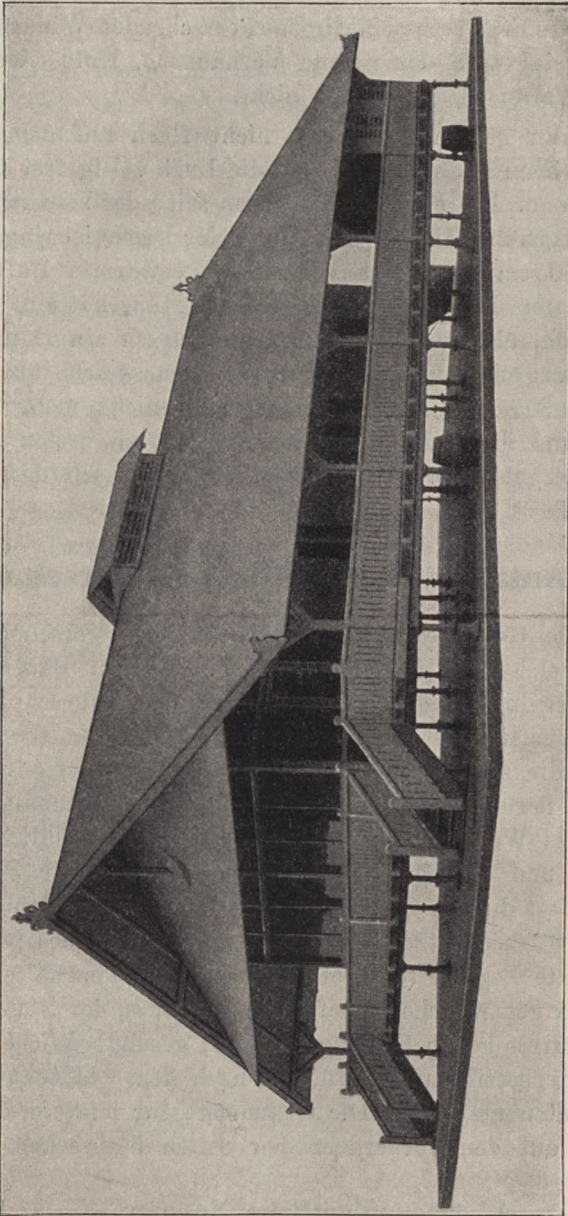


Fig. 68 a. Wohnhaus. (Aus Plehn, Tropenhygiene.)
Hergestellt von F. H. Schmidt, Altona.

Besonderer Einrichtungen für den Einlass von Licht und Luft bedarf es in den tropischen und subtropischen Regionen nicht. Die in den deutschen tropischen Kolonien üblichen Häuser sind

zum Teil recht zweckmässig konstruiert. Siehe Fig. 68 a. Sie liegen frei in Gärten, die der Mosquitoplage wegen nicht zu stark mit Bäumen und Gebüsch bepflanzt sind; die eine Längsseite des Hauses liegt rechtwinklig zur herrschenden Windrichtung. Als Baumaterial wird das gerade Vorhandene, Holz oder Stein, genommen, Wellblech eignet sich nicht.

Die Häuser stehen am besten nicht flach auf dem Boden, sondern auf einem Pfahlrost, so dass die Luft völlig frei darunter zirkulieren kann. Die Fenster und Türen seien des besseren Zuges wegen sich gegenüber angebracht. Unter der Decke ist ringsum ein Raum von 10 cm ausgespart, damit die erwärmte Luft leicht entweichen kann. Das meistens einstöckige Haus hat eine 3—4 m breite Veranda, über welche das Dach, vielfach ein Doppeldach, so tief hinübergreift, dass die Sonnenstrahlen, welche über einem Winkel von 30° einfallen, die Hauswand nicht mehr treffen. Der Abort und die Badeeinrichtung werden am besten auf der Veranda untergebracht. Die Küche ist ausserhalb des Hauses gelegen.

II. Die Anlage von Städten und Ortschaften.

Baurecht.

Wo viele Gebäude zusammen liegen, sind Vorschriften erforderlich, welche die Beziehungen der einzelnen Baulichkeiten zueinander regeln. Diese sind gegeben in dem Baurecht.

Bebauungspläne.

Einen Ausfluss des Baurechts bilden die Stadtbebauungspläne, d. h. die zeichnerischen und gesetzmässigen Gesamtpläne, welche unter Berücksichtigung der Verkehrs- und gesundheitlichen Interessen, des Wohnungsbedürfnisses, der Besitzverhältnisse, der Lage, Form und Bewegung des Geländes, sowie der Schönheit des Stadtbildes, die als notwendig erkannten Verbesserungen des bestehenden Strassennetzes und die Erweiterungen des Netzes in noch unbebaute Bezirke (Stadterweiterungspläne) enthalten, sowie die Bauordnungen, welche betreffs des Verkehrs, der Standhaftigkeit, des Schutzes gegen Feuersgefahr und gesundheitliche Schädigungen, Sonderbestimmungen für die nach dem Stadtbauplan gestatteten Bauten umfassen. Die Grundzüge für letztere sind zum Teil bereits auf den vorhergehenden Seiten besprochen worden.

Bauordnungen.

A. Gesundheitliche Normen.

Bei Gebäudekomplexen muss vom sanitären Standpunkte aus verlangt werden, 1. dass die Häuser sich nicht gegenseitig Luft, Licht und Sonnenwärme fortnehmen, und 2. dass der Ent-

stehung und Ausbreitung von Krankheiten kein Vorschub geleistet werde.

a) Die Versorgung mit Sonnenwärme, Licht und Luft.

1. Luft. Wenn Sonnenlicht und -Wärme in genügendem Masse gegeben sind, so ist damit zugleich die Forderung nach Luft ausgiebigst erfüllt.

2. Sonnenbestrahlung. Die Menge der Sonnenwärme, welche auf die senkrechten Wände eines kubischen Körpers, z. B. eines Hauses, trifft, hängt ab von dem Einfallswinkel und der Intensität der Sonnenstrahlen. Letztere richtet sich nach der jeweiligen Entfernung der Sonne, nach der Reinheit der Atmosphäre und dem Wege, welchen die Strahlen bis zum Beobachtungsort durchlaufen. Dieser Weg ist morgens und abends, wenn die Strahlen als Tangenten die Erde treffen, am längsten. Gelangen beim Zenitstand der Sonne 75 % der in die Atmosphäre eintretenden Wärmestrahlen auf die Erde, so gehen bei 20° Hochstand nur 43,4 %, bei 10° Hochstand nur 20 % hindurch (Rubner). Durch den Wasserdampf der Atmosphäre werden die Wärmestrahlen besser absorbiert als die Lichtstrahlen.

Intensität.

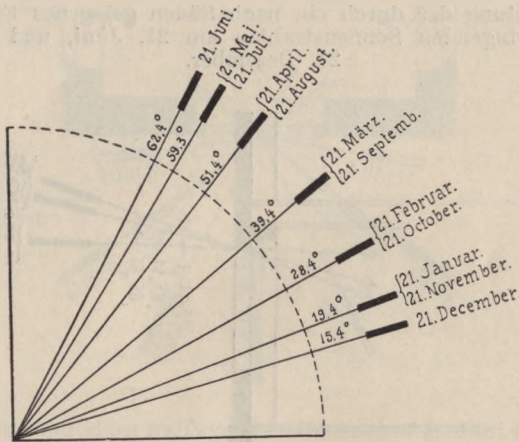


Fig. 69. Zenitwinkel des jeweiligen Sonnenstandes in Mitteldeutschland.

Der Einfallswinkel richtet sich einerseits nach dem Hochstand der Sonne — je höher die Sonne steht, um so kleiner ist der Winkel, den die Sonnenstrahlen mit einer senkrecht stehenden Wand bilden —, andererseits nach der Richtung der Hauswand zum Sonnenstrahl.

Einfallswinkel und Art der Bestrahlung.

Die Fig. 69 gibt den Winkel an, den die im Zenit stehende Sonne mit der Horizontalen am 21. Tage des eingeschriebenen Monats bildet; der Ergänzungswinkel zum Rechten ist der mit der vertikalen Wand gebildete Winkel.

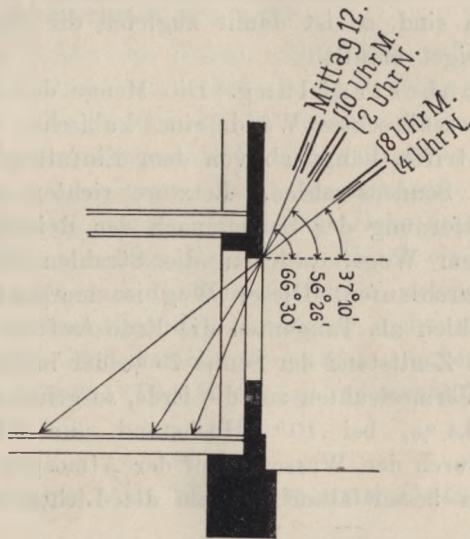


Fig. 70. Richtung der durch ein nach Süden gelegenes Fenster in ein Zimmer eindringenden Sonnenstrahlen am 21. Juni, und Fig. 71, am 21. Dezember.

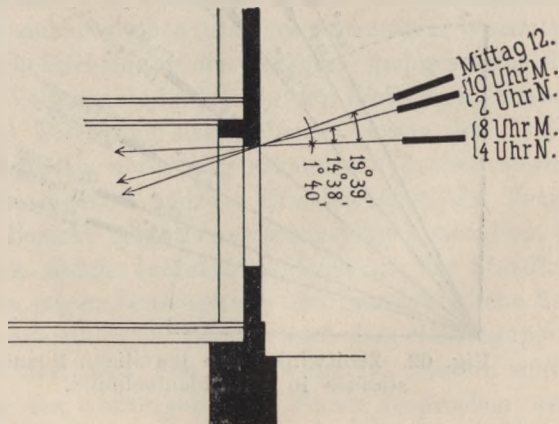


Fig. 71.

In Fig. 70 und 71 ist dargestellt, in welcher Ausdehnung und Weise die durch ein nach Süden gerichtetes Fenster eindringenden Sonnenstrahlen sich am längsten und kürzesten Tage

des Jahres in einem Zimmer verteilen. Man sieht, wie wenig tief die Strahlen im Hochsommer eindringen, wie dicht am Fenster sie auf den Boden fallen, und wie andererseits die Strahlen der Wintersonne durch dasselbe Fenster hindurch den ganzen Raum erfüllen.

Die Fig. 72 lehrt, dass die nach Süden gerichtete Hauptfront eines in der West-Ost-richtung orientierten Hauses im Winter von Sonnenaufgang bis -Untergang bestrahlt wird, während sie am 21. Juni ebensolange als die Ost- und Westseite, nämlich ungefähr acht Stunden, beschienen ist. Dabei ist im Sommer der mit der senkrechten Südwand von den Sonnenstrahlen gebildete Winkel erheblich kleiner als der mit der Ost- und Westwand gebildete.

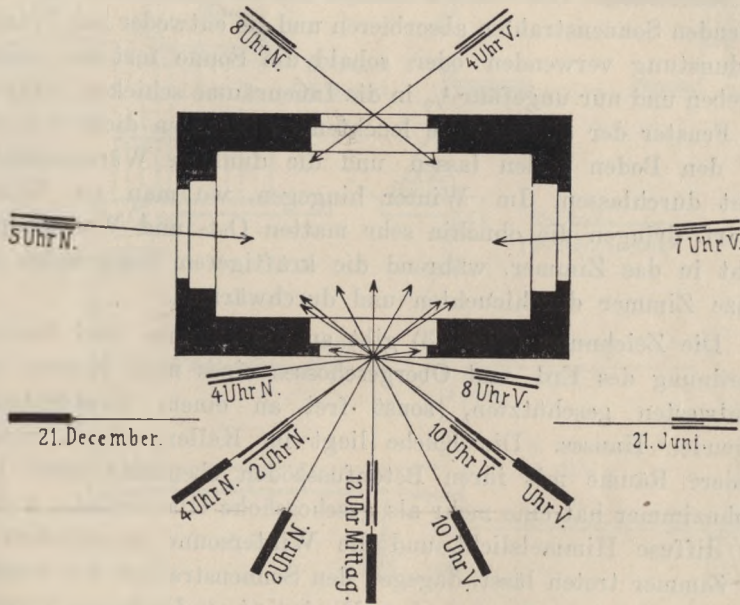


Fig. 72. Bestrahlung eines freiliegenden Hauses am 21. Juni (—) und am 21. Dezember (—).

Knauf-Heidelberg berechnete die Wärmemengen, welche von den lotrechten Wänden eines mit den Seitenflächen nach Norden, Osten, Süden und Westen orientierten Würfels von 1 m Seite in bestimmten Perioden aufgenommen werden, und fand, wenn er die durchschnittliche Bewölkung von Karlsruhe mit in Rechnung brachte, folgende Kalorien:

Menge der Wärme.

Periode	Ost- od. Westseite	Südseite, Nordseite
Heisse Zeit v. 22/6.—26./8.	74 493 Kal.	92 094 Kal.
Herbstübergangszeit v. 27./8.—1./10.	32 501 „	63 785 „
Heizperiode v. 2/10.—15./5.	82 339 „	199 041 — „
Frühlingsübergangszeit v. 16./5.—21./6.	33 070 „	35 165 — „

Aus diesen Zeilen folgt ebenfalls, dass die Südwand im Sommer weniger, im Winter mehr Wärme aufnimmt als die West- oder Ostwand.

Richtung für
freiliegende
Häuser.

Man soll also freistehende Gebäude, welche die Hauptzimmer an einer Seite haben, in die West-Ostrichtung stellen, so zwar, dass die Ost- und Westseite wenig, die Südseite viele Fenster erhält. Bei dieser Anordnung werden in der heissen Jahreszeit die fensterarme Ost- und Westseite die in grösster Menge auffallenden Sonnenstrahlen absorbieren und sie entweder zur Wasserverdunstung verwenden oder, sobald die Sonne fort ist, wieder abgeben und nur ungefähr $\frac{1}{5}$ in die Innenräume schicken, während die Fenster der Südseite die leuchtenden Strahlen dicht vor sich auf den Boden fallen lassen und die dunklen Wärmestrahlen nicht durchlassen. Im Winter hingegen, wo man der Wärme bedarf, dringen die ohnehin sehr matten Ost- und Weststrahlen nicht in das Zimmer, während die kräftigeren Südstrahlen das ganze Zimmer durchleuchten und durchwärmen.

Die Zeichnung (Fig. 73) gibt an die Zimmer- und Fensteranordnung des Erd- und Obergeschosses eines nach Norden und Nordwesten geschützten, sonst frei an einem Nord-Südhang liegenden Hauses. Die Küche liegt im Kellergeschoss, dessen vordere Räume mit ihren Betonfussböden ebenerdig sind. Das Wohnzimmer hat eine mehr als geschosshohe Glasveranda, welche das diffuse Himmelslicht und die Wintersonne ungehindert in das Zimmer treten lässt, dagegen den Sonnenstrahlen der warmen Jahreszeit den Eintritt verwehrt. Die betonierte Decke der Veranda bildet einen Altan, welcher von beiden Schlafzimmern aus mittels Doppeltüren zugänglich ist.

Müssen die Hauptfronten eines Gebäudes nach West und Ost gerichtet werden, so empfiehlt es sich die Wohnzimmer an die West-, die Schlafzimmer an die Ostseite zu legen, um der lästigen Ueberwärmung während des Hochsommers möglichst zu entgehen.

Breite und
Orientierung
der Strassen.

Sollen das Licht und die Wärme der Wintersonne unserer Breiten (etwa 48°) auch am 21. Dezember, wo die Sonnenhöhe

ungefähr 16° beträgt, voll ausgenutzt werden, so darf ein gegenüberstehendes Haus von der Höhe h auf das erstere Gebäude keinen Schatten werfen. Das geschieht bei äquatorialer Haus-

Äquatoriale.

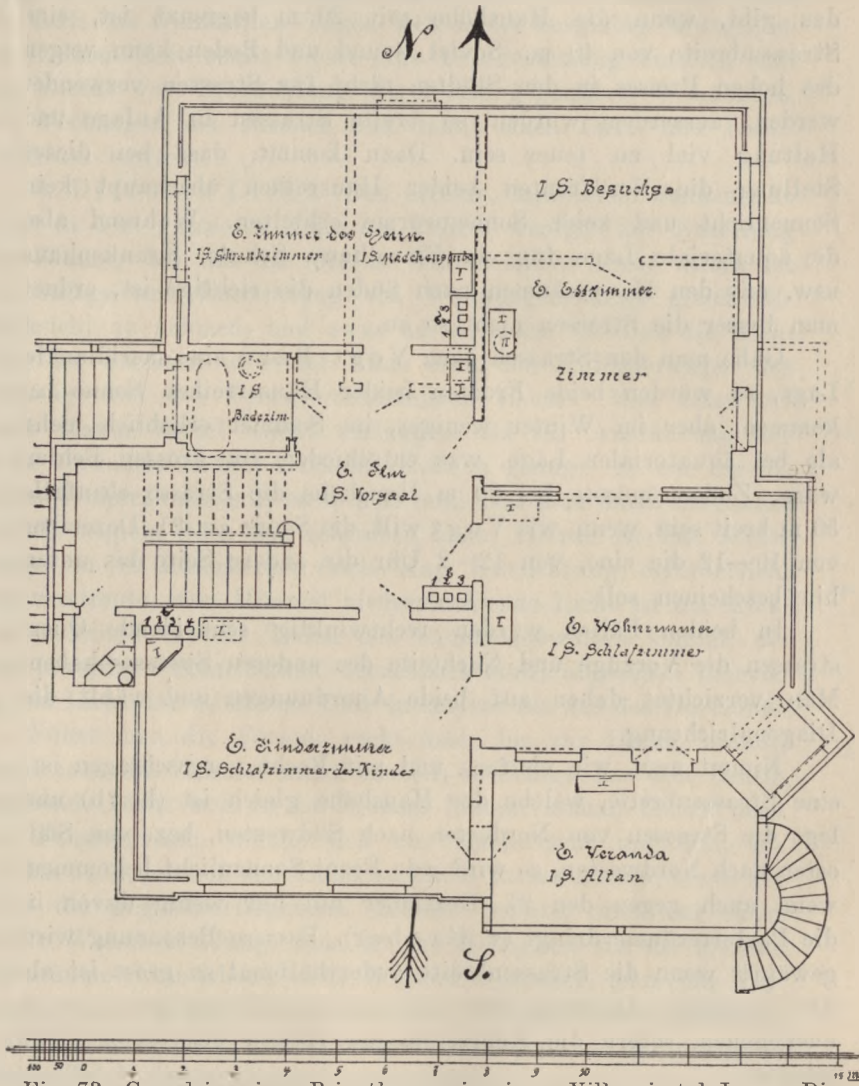


Fig. 73. Grundriss eines Privathauses in einem Villenviertel Jenas. Die mit E bezeichneten Räume liegen im Erdgeschoss (Hochparterre), die mit IS bezeichneten und die gestrichelten Zimmerumgrenzungen und Türen im Obergeschoss. a 1 Schornstein der Lokalheizung der Gastzimmer. a 2 Schornstein der Zentralheizung. a 3 Ventilations-schacht f. d. Herrenzimmer. b 1 Ventilationsschlot f. d. Kinderschlafzimmer. b 2 Ventilationsschlot für das Wohnzimmer. b 3 Ventilationsschlot für das Schlafzimmer. c 1 Ventilationsschlot für das Abfallrohr und die Tonne. c 2 Kitchenschornstein. c 3 Ventilationsrohr f. d. Schwadenfang der Küche. c 4 Ventilationsrohr für das Kinderzimmer. I Heizkörper (Bechem u. Post). II Füllöfen.

lage nicht, wenn die Breite der Strasse ungefähr gleich $2,5 h$ ist. Begnügt man sich mit einer Bestrahlung bis auf die unteren Fenstersohlbänke, so ist ein Gebäudeabstand von $2 h$ ausreichend; das gibt, wenn die Haushöhe mit $20 m$ begrenzt ist, eine Strassenbreite von $40 m$. Soviel Grund und Boden kann wegen des hohen Preises in den Städten nicht für Strassen verwendet werden, ausserdem würden so breite Strassen in Anlage und Haltung viel zu teuer sein. Dazu kommt, dass bei dieser Stellung die Nordfronten beider Hausreihen überhaupt kein Sonnenlicht und keine Sonnenwärme erhielten. Während also die äquatoriale Lage für ein Einzelhaus, Schule, Krankenhaus usw. mit den Haupträumen nach Süden die richtige ist, ordnet man besser die Strassen nicht so an.

Meridiane
Lage.

Gäbe man den Strassen nach Vogt-Bern eine meridiane Lage, so würden beide Fronten beider Häuserreihen Sonne bekommen, aber im Winter weniger, im Sommer erheblich mehr als bei äquatorialer Lage, was entschieden ein grosser Fehler wäre. Zudem müsste bei $20 m$ Haushöhe die Strasse ebenfalls $50 m$ breit sein, wenn, wie Vogt will, die Sonne am 21. Dezember von 10—12 die eine, von 12—2 Uhr die andere Seite bis unten hin bescheinen soll.

In beiden Fällen würden rechtwinklig schneidende Querstrassen die Vorzüge und Nachteile des anderen Systems haben. Man verzichtet daher auf beide Anordnungen und wählt die Diagonalrichtung.

Nimmt man, wie vielfach und mit Recht vorgeschlagen ist, eine Strassenbreite, welche der Haushöhe gleich ist ($h = b$) und legt die Strassen von Nordosten nach Südwesten, bez. von Südosten nach Nordwesten, so wird jede Front Sonnenlicht bekommen, wenn auch gegen den 21. Dezember hin nur wenig davon in die Parterreräume dringt (v. Gruber). Bessere Besonnung wird gewährt, wenn die Strassenbreite anderthalbmal so gross ist als die Haushöhe. Indessen lässt sich mit dem Verhältnis $h = b$ auskommen, sofern die Kehrseiten der Häuser ebensoviel Licht erhalten.

Höfe.

In den Städten entstehen die Höfe durch nahes Zusammenliegen mehrerer Häuser oder durch starke Bebauung der einzelnen Grundstücke mittelst Hintergebäuden oder Flügelbauten. In diesen liegen nicht nur Wirtschafts-, sondern auch Wohn- und Schlafräume; somit sind an die Höfe dieselben Ansprüche bezüglich der Belichtung und Besonnung zu stellen als an die Strassen. In den älteren Stadtteilen kann allerdings dieser an

sich gerechte Wunsch nicht mehr erfüllt werden, dahingegen ist für die noch unbebauten Bezirke seine Durchführung möglichst anzustreben. Die engen Höfe haben ferner den Nachteil, dass die Luft an windstillen Tagen sich nicht ausgiebig bewegt, in der heissen Zeit somit leicht eine Ueberwärmung eintritt, und die Furcht vor Beobachtung durch die gegenüber Wohnenden, das Verhängen der Fenster und damit einen Luft- und Lichtabschluss bewirkt.

3. Diffuses Licht. Das direkte, strahlende Sonnenlicht trägt in dem grösseren Teile des Jahres weniger zur Erhellung der Zimmer bei als das diffuse Himmelslicht. Auf dieses ist bei Anlage und Einrichtung von Wohnungen daher gleichfalls Rücksicht zu nehmen, und zwar um so mehr, als sich die Richtung der Strassen in erster Linie nach den Anforderungen des Verkehrs und den Terrainverhältnissen richtet. Man muss für einen Raum soviel Licht verlangen, als zur Ausführung der darin vorzunehmenden Arbeiten reichlich genügt. In den eigentlichen Wohnräumen soll es so hell sein, dass man darin möglichst überall bequem lesen und schreiben kann. Hierzu ist eine Lichtmenge von 10 Meterkerzen (siehe Kap. Beleuchtung) erforderlich. Das zerstreute, vom Himmel niederstrahlende Licht ist am intensivsten, wenn es von Teilen des Himmelsgewölbes kommt, die dem jeweiligen Sonnenstand benachbart sind; abgesehen hiervon ist das Licht der mittleren Teile intensiver als das des Horizonts.

Führt man die Fenster recht hoch, bis zur Decke, hinauf, macht man die Zimmer nicht zu tief, so dringt das vom Zenith kommende Licht weit in die Zimmer hinein; kommt hierzu noch eine Fenstergrösse, welche sich zur Bodenfläche ungefähr wie 1:8 bis 1:12, je nach dem Stockwerk, der Strassenbreite bzw. der Höhe der gegenüberliegenden Häuser verhält und eine nicht dunkle Wandbekleidung, dann ist die Helligkeit für die meisten Wohnräume hinreichend. Für Schulen verlangt man ein Verhältnis von 1:5, für Krankenhäuser 1:7. Die Schwierigkeit besteht jedoch bei nicht freiliegenden Gebäuden darin, ein genügend grosses Stück freien Himmels zu erhalten.

Hindernd stehen wieder die Häuser der gegenüber liegenden Seite im Wege. Nimmt man, wie vorhin, die Strassenbreite gleich der Haushöhe an, so werden die Zimmer der Obergeschosse genügendes Licht erhalten. In die Erdgeschosse dringt das Himmelslicht bei dieser Anordnung nicht weit über 2 m tief ein; die übrigen Teile der Zimmer müssen sich mit reflektiertem Licht begnügen und sind für Ausführung feinerer Arbeiten un-

Lichtmenge.

Lichtintensität.

Fensteranordnung.

Strassenbreite.

geeignet. Die schon wegen der Besonnung erwünschte Strassenbreite $b = 1,5 h$ würde auch hier gute Dienste leisten. Die Fig. 74 zeigt diese Verhältnisse; die Schraffierungen bedeuten die Zimmerabschnitte, welche freies Himmelslicht nicht bekommen, wenn die Strassenbreite gleich der Haushöhe ist; für $b = 1,5 h$ sind nur die Linien gezogen.

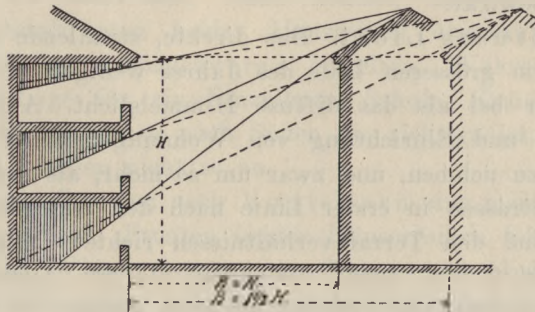


Fig. 74. Die Lichtverteilung in einem dreistöckigen Hause, wenn die Strassenbreite gleich der einfachen oder andert-halb-fachen Haushöhe ist.

4. Freie Plätze. Für die Einwohner der Städte, welche in Luft und Licht und Sonnenwärme beschränkt sind, oder welche ein gesteigertes Bedürfnis hiernach haben, wie die Kinder, Greise, Rekonvaleszenten, Schwächliche, bilden die freien Plätze gewissermassen Licht- und Luftreservoir; durchschnittlich entfallen auf die Strassen und freien Plätze 25 % des Raumes, den die Städte einnehmen. Man teilt die Plätze ein in Verkehrs-, Markt-, Architektur- und Gartenplätze. Erstere 3 können als Tummelplätze für die Kinder dienen. Für Erwachsene sind hauptsächlich die Gartenplätze die Erholungsstätten. Sie brauchen nicht sehr gross zu sein, dagegen sollen sie nicht in, sondern neben den Strassenzügen liegen und zahlreich vorhanden, also bequem erreichbar sein; einige derselben sind jedoch als Kinderspielplätze einzurichten. Ausserdem sollten die Gemeinden dafür sorgen, dass in nächster Nähe des Ortes sich ein Stadtgarten oder Stadtpark, zum mindesten aber ein grosser Spielplatz befindet zur Benutzung für jung und alt.

b) Die Vermeidung der Entstehung und Ausbreitung von Krankheiten.

Die Morbidität und Mortalität der Bevölkerung nimmt zu mit der Dichtigkeit des Wohnens. Das gilt in erster Linie für die

Brechdurchfälle der Kinder; während in dem Jahre 1901 in Deutschland auf dem Lande und in den kleineren Städten an dieser Krankheit 69,6 auf je 1000 Säuglinge starben, gingen in den Mittelstädten 93,4, in den Grossstädten 120 daran zugrunde. Das gilt aber auch für andere Krankheiten: in Berlin erkrankten im Jahre 1880 in 10 Bezirken mit einer Durchschnittszahl von 42,2 Hauseinwohnern niemand am Typhus; in 7 Bezirken mit einer Einwohnerzahl von 97 dahingegen 31—53; in Leipzig starb in den Strassen mit einer Bevölkerungsdichte von 1 Bewohner auf 1 Zimmer 1,1 %, über 3 auf 1 Zimmer 3,4 % der Bevölkerung. Indessen trägt die Dichtigkeit des Wohnens nicht allein die Schuld, denn dicht wohnt die ärmere Bevölkerung; es kommt also hinzu eine weniger widerstandsfähige Konstitution, angestrenzte Arbeit, unsolides oder doch nicht vorsichtiges Leben, schlechte Ernährung, Unreinlichkeit und mangelndes Verständnis für gesundheitliches Leben, und dergleichen mehr.

Der Mangel an Raum bewirkt eine ungenügende Ventilation, die schon geatmete Luft wird also immer wieder geatmet; hierzu kommt sehr häufig die Ueberhitzung der Zimmer und eine abnorme Feuchtigkeit; weiter treten hinzu die durch Ueberfülle gesteigerte Unordnung und Unsauberkeit, die Massenhaftigkeit der Abfallstoffe; ferner bewirkt der Wohnungsmangel bezw. der Preis, dass nicht selten gesundheitlich unzulässige, vor allem feuchte und dunkle Räume als Wohnungen benutzt werden. Durch alles dieses wird den konstitutionellen Krankheiten, Rheumatismen, Anämie usw. Vorschub geleistet und eine geringe Resistenzfähigkeit gegen andringende Infektionskrankheiten geschaffen. Die Krankheitskeime vermögen sich zudem in dumpfen, dunklen, feuchten Wohnräumen länger zu halten als in trockenen.

Um der Entstehung und Ausbreitung von Krankheiten durch die Anlage von Wohnungen entgegenzutreten, ist daher zunächst erforderlich, die Ueberfüllung der Wohnungen zu verhindern. Dieser Forderung wird am besten entsprochen durch geringe Mieten, weil dann die minder Wohlhabenden sich geräumigere Wohnungen beschaffen können. Alles, was die Billigkeit des Bauens ermöglicht, ist gesundheitlich beachtenswert.

In erster Linie steht billiges Bauterrain, dann möglichste Erleichterung der allgemeinen Baukosten, also für Be- und Entwässerung, für Strassenanlagen und ähnl., und zuletzt Verminderung der eigentlichen Baukosten, billige und gute Materialien und nicht strengere Polizeivorschriften bezw. der Bau- und Feuer-sicherheit, als absolut erforderlich sind.

Verhütung der
Ueberfüllung.

Wenn billig gebaut werden kann, dann sind auch die grossen Mietskasernen nicht erforderlich, dann können Familienhäuser (siehe Kapitel Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen) erbaut werden, deren sanitäre Vorteile auf der Hand liegen; vor allen Dingen ist bei ihnen die Infektionsmöglichkeit eine erheblich geringere.

Ueber die Grösse, Höhe, Trockenheit, Belichtung der einzelnen Räume gilt das in den vorigen Kapiteln Gesagte.

Um die sanitären Gefahren der grossen Zinshäuser zu vermindern — in Berlin enthalten 32 % der bebauten Grundstücke über 20 Wohnungen — ist erforderlich, dass Brandmauern (von unten bis oben durchgehende massive Mauern ohne Oeffnungen) die einzelnen Abteilungen des Hauses voneinander sondern, so dass eine horizontale Kommunikation der Parteien unmöglich ist; dann sind die Flure jedes Abteils möglichst durch Scheidewände zu trennen, so dass nur Vorflure und Treppen gemeinschaftlich sind. (Siehe die Abbildung der Arbeiterhäuser Wilhelmsruhe, Kapitel Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen.) Auf die Notwendigkeit gesonderter Aborte ist schon aufmerksam gemacht worden; es ist Wert darauf zu legen, dass die Aborte, und zwar die Sitze, gut belichtet seien.

Reinlichkeit
der Häuser.

Der zweite wesentliche Faktor, um die Begünstigung von Krankheiten durch das Zusammenwohnen zu verhüten, ist Reinlichkeit. Dieselbe hat sich zunächst auf die einzelnen Häuser zu erstrecken. Von den Privaträumen sehen wir hier ab. Die Treppen und Flure müssen täglich feucht gereinigt werden; alljährlich sollte ein neuer Kalkanstrich oder eine gründliche Abseifung und Abspülung der mit Oelfarbe gestrichenen Wände stattfinden; Tapeten empfehlen sich nicht. Auf den Treppen und Fluren sollen feuchtgehaltene Speigefässe stehen.

Die Höfe sind sorgfältig rein zu halten, ausserdem sollen sie täglich abgefegt oder abgospült werden. Das Ausgiessen von Schmutzwasser auf den Boden ist zu verbieten, dahingegen sind Ausgussbecken in den Küchen, den Spül- und Waschräumen anzubringen. Der Müll ist bis zu seiner baldigen Entfernung in gut schliessenden Eisen- oder Steinkästen aufzubewahren.

Was die Reinlichkeitsbestrebungen bezüglich der Häuserkomplexe angeht, so ist für die Zuleitung von reinem Wasser, die Ableitung der Schmutzwässer und die Entfernung der Unratstoffe (Müll und Fäkalien) in gehöriger Weise zu sorgen. Die Reinhaltung der Strassen und Höfe verlangt ein Pflaster, welches dem auffallenden Regen raschen Abfluss gewährt, bis zu einem gewissen Grade glatt, undurchlässig, fest, wenig und

Strassen und
Pflasterung.

gleichmässig angreifbar und leicht zu reinigen ist. Der rasche Abfluss wird gewährleistet durch eine entsprechende Wölbung des Fahrdammes und geringe Neigung der Bürgersteige zu den Rinnsteinen hin, durch gut gemauerte Rinnsteine mit dem nötigen Gefälle und häufigen Anschluss an ein gutes Kanalsystem. Eine gewisse Glätte des Strassenpflasters wird verlangt, um den Ablauf des Wassers und die Reinigung zu erleichtern, sowie das Geräusch der Fuhrwerke zu mildern. Die Undurchlässigkeit ist notwendig, um das Eindringen von Wasser, Schmutzstoffen und Infektionserregern zu verhindern. Die Festigkeit und gleichmässige geringe Angreifbarkeit des Strassenpflasters ist erforderlich, um die Glätte zu erhalten und die Bildung von Staub und Unebenheiten möglichst zu verringern. Chaussierung (Makadam) entspricht diesen Anforderungen keineswegs; künstliche oder natürliche Kopfsteine mit Ausfüllung der Fugen durch Kies mit Pech, Beton-, Asphalt- oder auch Holzpflaster etc. sind besser zu verwenden. In den grossen Städten gewinnt das fugenlose Pflaster aus Stampf- oder Gussasphalt oder aus Zementbeton mit Recht immer mehr an Terrain, so dass z. B. in Berlin gegen 90 % der Strassen so gepflastert sind. Der entstehende Strassenkehricht steht ebenfalls in Beziehung zu der Art des Pflasters; ein ungefähres, ganz rohes Bild geben folgende Zahlen: wenn man die auf Asphaltpflaster entstehende Kehrichtmenge mit 1 bezeichnet, so beträgt die auf Holzpflaster entstehende 2,5, auf Steinpflaster 5, auf Makadam 12. Die Reinhaltung geschehe durch Abfegen unter vorheriger Anfeuchtung der Strassen, oder durch Abspülen; über den Verbleib des Strassenkehrichts siehe das Kap. Entfernung der Abfallstoffe. Das Besprengen der Strassen — mit einwandfreiem Wasser selbstverständlich — hindert nur dann den Staub, wenn dieser nicht zu dick liegt; es hat daher die möglichst ausgiebige Reinigung der Strassen zur Vorbedingung; leider wird diese, besonders in kleineren Städten, in der Sprengperiode vielfach verabsäumt, und dann ist der sanitäre Nutzen der Besprengung selbstredend illusorisch. Die Strassenreinigung muss von der Stadtbehörde aus und nicht von den Anwohnern aus erfolgen. Der Strassenstaub ist sehr reich an Bakterien, doch hat die Statistik eine über das Gewöhnliche hinausgehende Morbidität oder Mortalität bei den Strassenkehrern nicht ergeben.

B. Die Stadtbebauungspläne und Bauordnungen.

Die vorstehend besprochenen Maximen sollen in den Stadtbebauungsplänen und Bauordnungen ihren Ausdruck finden.

Leider ist das nur zum geringen Teil der Fall, weil schon viele Bauordnungen aus einer Zeit stammen, in welcher auf die hygienischen Verhältnisse keine Rücksicht genommen wurde, da man sie nicht genügend kannte.

Verbesserungen
in alten Stadt-
teilen.

a) In den alten Stadtteilen können sanitäre Verbesserungen nur mit grosser Schonung und unter Verzichtleistung auf manches hygienisch Wünschenswerte durchgeführt werden, weil sie die berechtigten Interessen der Besitzer zu sehr schädigen würden. Bei Umbauten bezw. Neubauten ist jedoch Gelegenheit zur Aufbesserung gegeben; da lässt sich ein Zurückweichen der Häuser, also eine absolute oder eine geringere Stockwerkzahl, also eine relative Verbreiterung der Strassen, erzielen. Ebenso kann festgesetzt werden, dass das Grundstück weniger bebaut werden darf, was der Grösse des Hofraumes zugute kommt. Auch lässt sich auf die Höhe der Geschosse, die Art der Belichtung, kurz auf die sanitären Einrichtungen der Einzelwohnungen Einfluss gewinnen. Das Zusammenströmen vieler Menschen in den grossen Städten, die frühere Einengung der Orte durch Wall und Graben haben dort von jeher hohe Mieten bedingt, und dadurch ist eine erhebliche Steigerung der Hauspreise eingetreten; um die teuren Häuser möglichst rentabel zu machen, wurden viel Stockwerke übereinander getürmt, durch die hohen Zinshäuser wurde wieder der Grund und Boden verteuert. In diesen *circulus vitiosus* einzugreifen ist, wie erwähnt, sehr schwer. Es ist aber notwendig, dass das von seiten der Gemeinde geschehe, wenn es gilt, dem Verkehr breitere oder neue Bahnen zu schaffen oder gesundheitliche Missstände zu heben. Um das zu können, ist das Enteignungsrecht erforderlich. Man hat dasselbe hier und da auf Grund besonderer Gesetze einzelnen Städten erteilt, es ist aber zu wünschen, dass die Gemeinden dasselbe generell erhalten, um besser und rascher gegen die bestehenden schlechten Verhältnisse angehen zu können.

Enteignungs-
recht.

b) Bei Anlage neuer Stadtteile können sanitäre Fehler leicht vermieden werden. Zunächst ist in der Umgebung der Städte die „wilde“ Bebauung zu verbieten, es muss vielmehr jeder Neubau in den Stadtbebauungsplan eingefügt werden.

Für die Stadterweiterungspläne ist die gesetzliche Möglichkeit sehr erwünscht, unbebaute Grundstücke umzulegen, d. h. sie zu der neuen Strasse in eine passende Lage zu bringen (Umlegungsgesetz). Wenn auch die neuen Strassen teilweise sich bestehenden Wegen anschliessen, so zerschneiden doch andere das Gelände und damit den Besitz der einzelnen in der verschiedensten Weise,

Umlegungs-
gesetz.

wodurch zuweilen Stücke und Lagen entstehen, die schwer oder gar nicht zu bebauen sind. Im allgemeinen einigen sich dann die Grundstücksbesitzer, und durch Tausch und Verschiebung kommen noch brauchbare Bauparzellen heraus. Hätten die Städte eine gesetzliche Handhabe, so würde sich dieser Vorgang wesentlich einfacher und besser gestalten lassen. —

An die, wie gezeigt worden ist, schwer zu verändernde Innenstadt schliessen sich die Aussenbezirke, das Gelände also, welches zunächst der Stadterweiterung dienen soll; weiter entfernt liegen die Vororte und Dörfer. Die Stadterweiterungspläne sehen in den Aussenbezirken verschiedene „Bauzonen“ oder besser „Bebauungsweisen“ vor, die jetzt nicht, wie man sie ursprünglich anlegte, örtlich voneinander getrennt sind — daher entstand der Name „Bauzone“ — sondern sich je nach Bedürfnis ineinander schieben.

Die erste Zone umfasst das Geschäftsviertel. Zunächst bleibt das in überwiegendem Masse die alte, die Innenstadt. Von ihr aus geht es weiter, und zwar die schon bestehenden und in den Bebauungsplan mit aufgenommenen Wege und Strassen entlang; hier etablieren sich Kaufhäuser, Läden, Hotels usw. Diese Gebäude haben Platz notwendig, somit müssen ihnen tiefe Baublöcke (Baublock gleich Raum bis zur nächsten Parallelstrasse) zur Verfügung stehen. Weiter muss sich in diesem Bezirk oder in diesen Strassen Haus an Haus, Laden an Laden reihen; es ist also die „geschlossene“ Bauweise, das Reihenhaus, erforderlich. Sodann können die Häuser hoch sein und viele Stockwerke enthalten, da die Strassen, welche als „Verkehrsstrassen“ dienen, 20—30 m breit werden müssen, vor allem, wenn sie zu Verkehrszentren (Bahnhöfen, Häfen, Schlachthöfen) hinführen. Auf die Feuersicherheit dieser Gebäude ist wegen der Betriebe und der in den obersten Stockwerken vorhandenen zahlreichen Personen volle Rücksicht zu nehmen. —

Die weiter in Betracht kommenden Gebäude sind die dem Gewerbe dienenden; aus ihnen setzt sich das Gewerbeviertel zusammen. In dasselbe hinein gehören zunächst die nach § 16 der Reichsgewerbeordnung konzessionspflichtigen Betriebe, also solche, die starken Lärm erzeugen oder üble Gerüche oder viel Rauch entwickeln; dann kommen die Fabriken in Betracht. Die Landesregierungen haben die Berechtigung nach § 23 der Gewerbeordnung, diese Betriebe aus gewissen Ortsteilen zu verweisen. Wenn von der Berechtigung wenig Gebrauch gemacht worden ist, so kommt das daher, dass vielfach die Betriebe sich schon von selbst an bestimmte Stellen konzentrieren, so um Güterbahnhöfe und die Häfen herum.

Geschäfts-
viertel.

Geschlossene
Bauweise.

Gewerbeviertel.

Bei Stadterweiterungsplänen sind dem Gewerbe an der passenden Stelle grosse Baublöcke verfügbar zu halten, und es muss den Betrieben von den Bauordnungen möglichste Freiheit in der Benutzung des Terrains gelassen werden. Die Strassen müssen sehr fest gebaut sein und in geraden Linien auf das Ziel zuführen. Die Häuserhöhe muss im Einzelfalle festgelegt werden, was um so leichter ist, da meistens konzessionspflichtige Betriebe in Betracht kommen. Wo viele Menschen zusammen arbeiten, da ist wiederum ausser den sonstigen gesundheitlichen Massnahmen auf möglichste Feuersicherheit und feuer- und rauchsichere Treppenanlage Rücksicht zu nehmen.

Wohnviertel.

Die dritte, für uns wichtigste Zone ist das Wohngebiet. — Bebauungspläne werden meistens gerade mit Rücksicht auf das Wohnungsbedürfnis notwendig. Im Geschäftsviertel wohnen stets viele Menschen, im Gewerbeviertel ist zwar die Zahl der dort arbeitenden Personen gross, der dort wohnenden aber gering. Ganz von selbst haben sich schon in den Innenstädten die neben den eigentlichen Geschäftsstrassen laufenden Strassen als Wohnstrassen ausgebildet, und diesem Vorgang soll der Stadterweiterungsplan folgen. Die Wohnstrassen kommen mit einer Strassenbreite von 12 m völlig aus, der Verkehr verlangt nicht einmal so breite Strassen. Man kann daher an der einen oder an beiden Seiten der Strasse Gärten gestatten, wodurch das Strassenbild verschönt, der Strassenbau wesentlich billiger und die sanitären Verhältnisse gebessert werden. Mehr als 3 Stockwerke, wobei alle Dachwohnungen, die besser nicht gestattet werden, mitzählen, sollen die Wohnhäuser nicht haben.

Höfe.

Die Tiefen dieser Baublöcke seien gering, damit verhütet werde, dass hinter den Häusern nochmals Wohnungen oder grössere Betriebsstätten eingerichtet werden und so Licht und Luft fortnehmen. Dadurch, dass die Hausgärten mit denen der anderen Seite zusammenstossen, wird das Blockinnere hell und luftig genug. Um den Bau von Hinterhäusern zu verhindern, empfiehlt es sich, ausserdem betreffs der Grösse der Höfe Bestimmungen zu erlassen, welche die nötige Luft- und Lichtzufuhr garantieren und ein zu dichtes Zusammenpferchen der Menschen unmöglich machen, oder aber vorzuschreiben, dass ein bestimmter Teil der Grundstücke, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, freigelassen werden muss, oder dass Baulichkeiten nur errichtet werden dürfen, wenn ein gewisser Lichteinfallswinkel, z. B. von 40° , vorhanden ist.

Werden nach der einen oder anderen Richtung hin Vorsichtsmassregeln nicht getroffen, dann ist zu fürchten, dass die mächtigen

Mietskasernen, welche jetzt schon neben den grösseren Städten entstanden sind, mit ihrer Ueberfüllung von Menschen sich weiter entwickeln. Billigkeit der Mieten ist für die ärmere Bevölkerung der Angelpunkt ihrer Wohnungsnachfrage; und es muss diesem wichtigsten Wunsche so weit wie möglich entgegengekommen werden; daher lassen sich Einzelhäuser oder Zweifamilienhäuser, sofern Boden, Baumaterial und Tagelöhne nicht sehr billig sind, nicht herstellen; man muss zu mehrstöckigen Gebäuden greifen. Ueber das vorhin angegebene Mass von 3 Stockwerken soll man jedoch, wenn angängig, nicht hinausgehen.

Für die wohlhabendere und die stärker geistig arbeitende Bevölkerung empfiehlt sich das Einfamilienhaus oder ein Gebäude, in welchem weniger Familien wohnen und welches gesondert von den Nebenhäusern in einem Garten liegt. So entsteht bei sogenannter „offener“ Bauweise das Villenviertel. Sie hat vor der „geschlossenen“ Bauweise oder den „Reihenhäusern“ den Vorzug grösserer Ruhe, grösseren und allseitigen Lichteinfalls und freien Luftaustausches, dahingegen den Nachteil einer erheblich schlechteren Wärmehaltung. Bei der offenen Bauweise oder der Landhausbebauung ist der „Bauwich“ Vorschrift, d. h. die Häuser müssen von der Nachbargrenze mehr oder minder weit entfernt bleiben; auch schreibt man, um dem Eindringen „verschämter“ Mietskasernen (Nussbaum) einen Riegel vorzuschieben, eine geringe Stockwerkzahl — meistens bloss zwei — vor und gestattet die Bedeckung des Terrains mit Baulichkeiten nur in einem bescheidenen Masse.

Offene Bauweise.

Villenviertel.

Diese Landhausviertel dürfen nicht zu gross gewählt werden, sonst ist der tägliche kleine Verkehr zu den Händlern usw. stark behindert; man tut gut, sie Bezirken mit geschlossener Bauweise dicht anzuschliessen.

Der beigedruckte Bebauungsplan von Jena zeigt, wie den einzelnen Bedürfnissen Rechnung getragen werden kann. Dicht am Bahnhof liegt mit eigenen Geleisen, Waren- und Kohlenschuppen die grosse Glashütte von Schott und Genossen, welche die ganze Welt mit optischem Glas versieht. Westlich und nördlich von ihr finden sich Wohnviertel, die von den nach Lichtenhain und Magdala führenden breiten, schon als Wege bestehenden Geschäftsstrassen durchzogen werden. Einige der Wohnstrassen haben Vorgärten. Noch weiter nördlich schliesst sich, an eine Reihe bereits vorhandener Villen sich anlehnend, in offener Bauweise und den ziemlich steilen Hügel hinaufziehend, ein Landhausviertel an, welches tief in die Strassenzüge mit geschlossener Bebauung

Bebauungsplan.

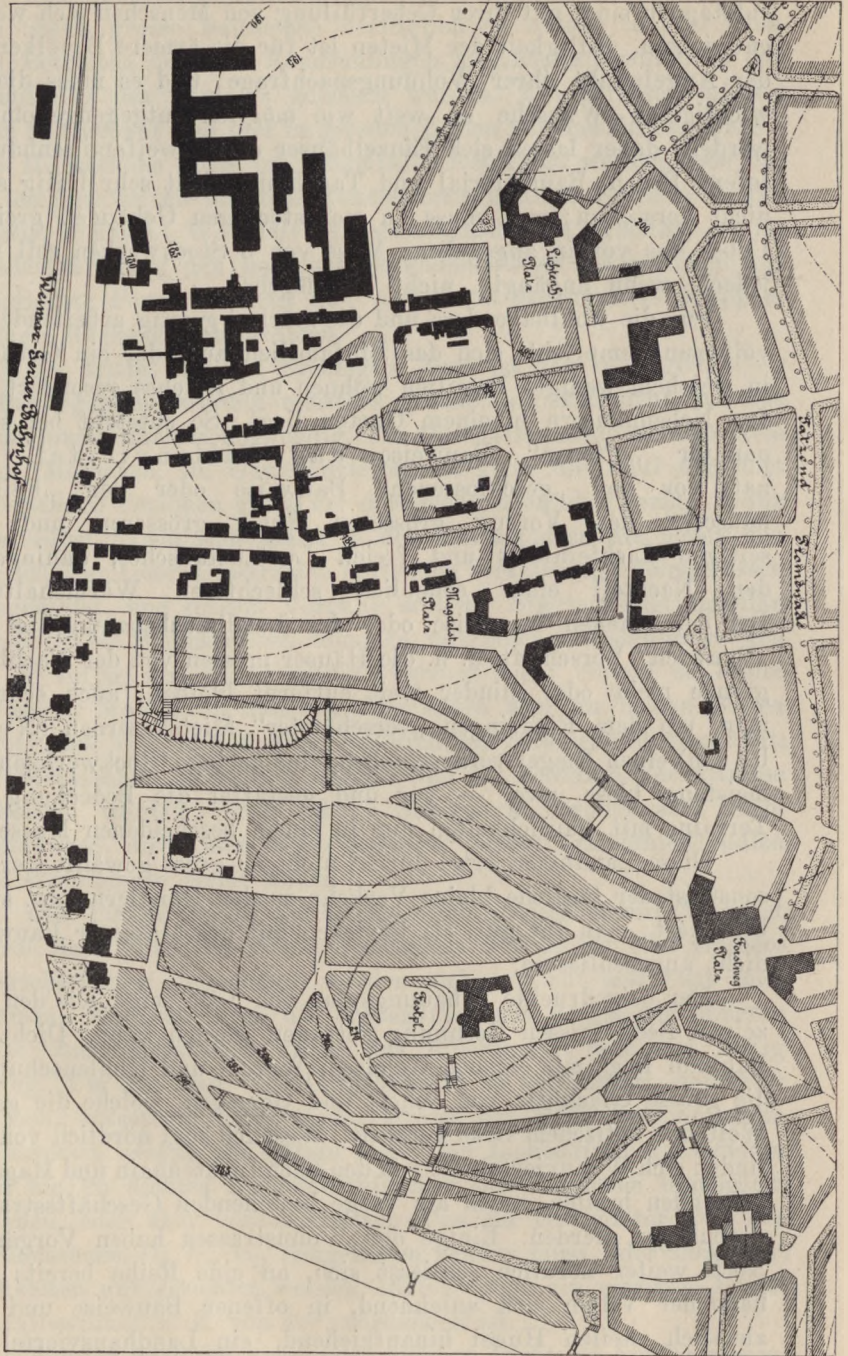


Fig. 75. Bebauungsplan eines Teiles der Südwestvorstadt von Jena, bearbeitet von Prof. Dr. Henrioi-Aachen. Die schwarz gehaltenen Figuren stellen bestehende Häuser dar; die kurzen Strichelungen bezeichnen die Bezirke der geschlossenen Bauweise, die langen Strichelungen die der offenen Bauweise, die doppelt gestrichelten grösseren Figuren projektierte grössere Bauwerke. Vor den Häuserblocks befindliche hellere Typfaltungen bedeuten Vorgärten. Die gestrichelten Linien sind Höhenkurven.

hineingreift. Oben an dem Berghang ist eine einseitig mit Bäumen bepflanzte Promenade mit besseren Häusern in geschlossener Reihe gedacht. Auf dem für ca. 20 000 Menschen bestimmten Terrain sind 5 freie Plätze vorgesehen, die zum Teil Monumentalbauten tragen sollen.

In den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts baute man die Strassen möglichst gerade und liess sie rechtwinklig aufeinander stossen, dadurch entstanden recht langweilige Stadtbilder. Die Strassenführung hatte zudem den sanitären Nachteil, dass die Strassen gewaltige Schläuche wurden, in welchen der Wind sein Spiel in unangenehmer Weise trieb, sei es dass er den Regen oder den Staub die geraden Wege entlang führte. Kilometerlange Wege mussten bei bestimmtem Sonnenstand ohne Schatten zurückgelegt werden. Von der Quadratur der Häuserblocks ist man glücklicherweise abgekommen; man gibt den Strassenzügen jetzt leichte Biegungen und vermindert so die vorhin bezeichneten Nachteile.

Strassen-
führung.

Der Bebauungsplan (Fig. 75) zeigt diese Anordnung, und er zeigt auch, dass die Strassen nach den verschiedensten Richtungen weisen; es wäre gut, wenn sie alle mehr oder weniger eine Nordwest-Südost- oder Nordost-Südwest-Richtung einhalten könnten, aber die Geländeformation verbietet das, die Steigungen wären zu steil geworden, und das ist weder aus Verkehrs- noch aus gesundheitlichen Rücksichten erwünscht.

Mit den baulichen Vorschriften allein ist es nicht getan, es muss eine Wohnungspolizei eingerichtet werden, welche die Wohnungen darauf hin prüft, ob sie den gesundheitlichen Anforderungen entsprechend hergestellt sind und entsprechend benutzt werden. Nur auf diese Weise lassen sich die schlechten Wohnungen ausmerzen und die Ueberfüllung brauchbarer Wohnräume verhindern. In England hat man mit den Inspectors of nuisance, Gesundheitsaufsehern, die besten Erfahrungen gemacht. In Deutschland ist zur Zeit in Hessen, in Hamburg, Baden, Württemberg, Bayern, Anhalt eine Wohnungsinspektion eingeführt, und Preussen bereitet eine solche vor. Sie wird ausgeübt durch besonders für diesen Zweck angestellte Beamte, in kleineren Gemeinden von Personen im Nebenamt, welche besonderen Unterricht erhalten haben. Sie hat sich zu erstrecken vor allem auf die kleinen Mietwohnungen; auf die Wohnungs- und Schlafgelasse der Dienstboten und der Schlafgänger. Durch die Wohnungsinspektion soll festgestellt werden, ob die Räume zu Wohnräumen geeignet sind, welche Mängel sie haben, ob und wie die

Wohnungs-
polizei.

selben abzustellen sind, und ob eine Ueberfüllung vorhanden ist; sie hat auch darauf zu achten, dass den Anforderungen der Sittlichkeit genügt wird.

Literatur: Verhandlungen des Deutschen Vereins für öffentl. Gesundheitspflege 1888, 1889, 1891, 1893, 1894, 1895, 1899, 1901, 1902, 1903. — Die Verbesserung der Wohnungen, aus: Schriften der Zentralstelle für Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen und Concordia 1892—1904. v. Gruber, Intern. hyg. Kongress, Wien 1887. Weil's Handbuch der Hygiene, Bd. IV, Wohnungshygiene, 1896. Nussbaum, Die für die Bauordnungen notwendigen Verbesserungen, Ges. Ing. 1903. Veröff. d. Kais. Gesundheitsamts 1902, 1904. Der Städtebau 1904.

Die Wärmeregulierung der Wohnungen.

I. Der Schutz gegen die Wärme.

Während der heissesten Monate des Jahres kann in unseren Gegenden dem Dach und den Wänden des Hauses, insonderlich der Ost- und Westwand, eine grosse Menge Wärme durch die Sonnenbestrahlung zugeführt werden. Sie hängt ab, ausser von dem Einfallswinkel, von der Intensität und Dauer der Bestrahlung, welche beide sehr durch die Bewölkung beeinflusst werden, auch von der Masse, Art und Farbe der Hauswände, und dringt erst im Verlauf vieler Stunden von aussen nach innen durch die Wände hindurch (Flügge).

Insolation.

Die in Reihen liegenden Häuser haben von der Insolation weniger zu leiden als die frei liegenden, ebenso die unteren Stockwerke weniger als die oberen. Der zu starken Erwärmung der Innenräume durch die Insolation kann man entgegengetreten durch das Anbringen schattenspendender Pflanzen oder Gegenstände an oder vor der Aussenseite der Wände, durch einen weissen Anstrich oder durch eine reichliche Luftzirkulation mittelst der früher besprochenen Zwischenschicht der Aussenmauer. Bezüglich des Daches ist schon gesagt, dass zwischen ihm und der Decke der Wohnräume eine bewegliche Luftschicht eingeschaltet sein muss. Sind diese Verfahren nicht angängig, so bleibt nur eine ausgiebige Ventilation der Zimmer selbst übrig. Die durch Verdunsten von Wasser oder Schmelzen von Eis verursachte Wärmeabsorption ist unbedeutend gegenüber der grossen Wärmemasse, die in der Wand steckt; jedoch

Wärmeschutz.

lässt sich durch Aufstellen von Bleheimern mit Eis an verschiedenen Stellen des Zimmers eine mässige Abkühlung der Zimmerluft und infolge der Wasserkondensation an den Bleheimern eine etwas grössere Lufttrockenheit erzeugen.

Einigen Theatern und Kontoren grösserer Geschäftshäuser führt man Luft zu, die, wie die Luft der Kühlhäuser bei Schlachthöfen, durch Vorbeistreichen an niedrig temperierten Chlorkalziumrohren gekühlt wird.

Die durch die Fenster eindringende Sonnenwärme hält man ab durch ausserhalb der Fenster angebrachte Rouleaux oder Jalousien. Bei grosser Wärme ist es angebracht, zur heissen Zeit des Tages, sofern die Räume nicht überfüllt sind, die Türen und Fenster geschlossen zu halten und den Sonnenstrahlen den Eintritt durch ausserhalb der Fenster angebrachte Schutzvorrichtungen zu verwehren, dagegen des Nachts Türen und Fenster zu öffnen und so starke Abkühlung zu erzeugen.

II. Der Schutz gegen die Kälte.

A. Der Wärmebedarf und die Brennmaterialien.

Grösse des
Wärmebedarfs.

Im allgemeinen wird der Schutz gegen die Wärme weniger gesucht als der gegen die Kälte. Die für den Winter erwünschte Wärme richtet sich nach dem Zweck der Räume, der darin zu leistenden Arbeit und der in ihnen getragenen Kleidung, sie beträgt, in Kopfhöhe gemessen, für Badezimmer etwa 23° , Wohnzimmer, Schulen etc. $18-20^{\circ}$, Schlafzimmer $14-15^{\circ}$, Krankenzimmer, Werkstätten 18° , Eisenbahnwaggons und Kirchen $10-12^{\circ}$.

Wärmeverlust.

Um zu wissen, wieviel Wärme zur Erhaltung dieser Temperaturen zugeführt werden muss, ist es notwendig, die Wärmemengen zu kennen, welche die zu heizenden Räume abgeben. Die Wärmeabgabe ist der Grösse der den Raum einschliessenden Wände proportional, und sie ist abhängig von der Beschaffenheit der Umgrenzungen, ausserdem kommt in Betracht die Grösse der Ventilation. Durch letztere werden abgeführt $0,24 l (ti-te)$ Wärmeeinheiten, wobei l die stündlich hindurchventilierte Luftmenge in kg, ti die Temperatur der austretenden, te der eintretenden Luft bedeutet.

Ein qm Aussenwand aus gewöhnlichen guten Backsteinen gibt bei einer Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen von 1° stündlich ab: bei einer Mauerstärke von $0,25-0,27$ m = 1 Steinstärke 1,8, von $0,38-0,40$ m = $1\frac{1}{2}$ Steinstärken 1,3, von $0,51-0,53$ m = 2 Steinstärken 1,1 WE; für Doppelfenster beträgt

der Verlust unter gleichen Bedingungen 2,5 WE, für einfache Fenster 3,75 und für Türen 2,0, für Fussböden 0,5, für Decken 0,5 bei geheizten, und 0,7 bei ungeheizten oberen Zimmern. Zur Berechnung der erforderlichen Wärmemenge legt man für die zu heizenden Räume die vorhin angegebenen Temperaturen zugrunde und nimmt — für Mitteleuropa — als kälteste Aussentemperatur — 20° an. Die auf vorstehende Weise für 1° Differenz gefundene Wärmeabgabe muss also für Wohnzimmer mit 40 multipliziert werden, um die Gesamtwärmeabgabe pro Stunde zu erhalten. Der Wärmeverlust eines Zimmers (W) ist gleich der Grösse der Wärme abgebenden Fläche (F) mal der Differenz zwischen Innen- und Aussentemperatur ($t_i - t_a$) mal der Kalorienzahl (K) der umgrenzenden Flächen angegeben für einen Quadratmeter. ($W = F \cdot (t_i - t_a) \cdot K$) Wenn das Zimmer nach Norden oder in der herrschenden Windrichtung liegt, so ist zu jener Summe ein Zuschlag von 20 % hinzuzufügen. Bei intermittierender Heizung findet nachts eine starke Abkühlung statt; um diesen Verlust auszugleichen, muss am Tage bei geschützt liegenden Häusern 10 %, bei exponiert liegenden Häusern 30 % mehr Wärme zugeführt werden. Bei der Auswahl eines Heizkörpers für ein Zimmer kommt es also wesentlich mehr auf die Begrenzungsflächen als auf den Kubikinhalte des Raumes an.

Ein Teil der Wärme wird von der Aussenluft den Wohnräumen mitgeteilt, ein anderer wird durch die vorhin erwähnte Bestrahlung der Wände und durch das Eindringen der leuchtenden Sonnenstrahlen durch die Fensterscheiben geliefert. Die Strahlen kurzer Wellenlänge, die leuchtenden Strahlen, durchsetzen das Glas ungehindert; sie werden von den im Zimmer befindlichen Gegenständen absorbiert und in dunkle Wärmestrahlen mit langer Wellenlänge umgewandelt, für welche das Glas undurchgängig ist. Die Wärme wird also gewissermassen gefangen. An klaren Wintertagen ist ihre Menge bei den nach Süden liegenden Fenstern in den Mittagsstunden eine ganz erhebliche. — Die ausserdem noch erforderliche Wärme hat die Heizung zu liefern.

Wärmequellen.

Die Heizungswärme wird erzeugt durch Verbrennungsprozesse in besonderen Heizapparaten.

Die Brennmaterialien zeichnen sich aus durch ihren hohen Gehalt an C und H. Die Brennstoffe sind entweder feste oder flüssige Körper, Holz, Steinkohle, Petroleum oder Gase; letztere bestehen hauptsächlich aus Kohlenwasserstoffen, Wasserstoff und Kohlenoxyd. Die nicht verbrennbaren und nicht flüchtigen Teile bilden die Asche.

Definitionen.

Man unterscheidet zwischen Brennbarkeit, d. h. dem Vermögen, mehr oder minder leicht entzündet zu werden — die Brennbarkeit des Torfes ist grösser als die des Anthracits —, und Entflammbarkeit, d. h. dem Vermögen, mit Flamme zu brennen; dieses können nur Körper, welche durch die Hitze brennbare Gase abspalten, also wasserstoffhaltig sind, der Kohlenstoff als solcher glüht, aber er brennt nicht mit Flamme; hiernach ist die Steinkohle entflammbar, der Koks nicht. — Durch die Verbrennung wird der Wärmeeffekt erzeugt; man unterscheidet dabei 1. die Brennkraft (absoluter, kalorimetrischer Wärmeeffekt) oder die Wärmemenge; diese ist gleich der Zahl der Wärmeinheiten, ausgedrückt in kg Wasser, welche durch vollständige Verbrennung von einem kg des Materials um 1° erwärmt werden; 2. die Heizkraft (pyrometrischer Wärmeeffekt) oder die Höhe der Temperatur, welche sich durch Verbrennung von 1 kg des Materials erzielen lässt. Brennwert ist die Beziehung der Brenn- und Heizkraft eines Brennmaterials zu seinem Preis. Den Wärmeeffekt der gebräuchlichsten Brennstoffe zeigt die nachfolgende Tabelle:

Brennmaterial	Wärmeeffekt	
	absoluter WE.	pyrometrischer Grad C.
Holz	3000	1950
Torf	3000	2110
Braunkohle	4000	2250
Steinkohle	5000—7500	2500
Holzkohle	7000	2480
Koks	7000	2480
Anthracit	7000—8000	2510
Leuchtgas	10000—11000	2466

Luftzufuhr.

Um Verbrennung zu erzielen, ist Sauerstoff notwendig. Die Intensität der Verbrennung lässt sich durch die mehr oder minder starke Zufuhr der Luft regeln; 1 kg C braucht theoretisch 8,7 cbm Luft, 1 kg H 26 cbm Luft, um zu CO₂ bzw. H₂O zu verbrennen; in der Praxis ist bei einer gut angelegten Feuerung das andert-halb- bis doppelte Luftvolumen erforderlich, weil die vollständige Verbrennung nur bei Ueberschuss von O statthat. Gewährt man zuviel Luft, so geht ein grosser Teil des Heizeffektes durch die Erwärmung dieser Luft verloren; gewährt man zu wenig, so ist die Verbrennung eine unvollständige.

In schlechten Oefen werden nur 30 % der erzeugten Hitze zur Erwärmung der Zimmer verwertet („nutzbarer Heizeffekt“);

über 75 % geht die Ausnützung nicht gerade häufig, doch lassen sich bis über 90 % erzielen; Kamine liefern nur 6—12 % der berechneten Wärme. Die Wärmeverluste entstehen durch Einleitung zu heisser Gase in den Schornstein, durch Zufuhr von zuviel Luft, durch mangelhafte Verbrennung und Abgabe von Wärme an die unrichtige Stelle, z. B. Aussenwände.

Bei unvollständiger Verbrennung, wenn nicht aller C in CO_2 und aller H in H_2O umgewandelt ist, entweicht ein Teil des C als Kohlenoxyd, als Kohlenwasserstoff oder als Kohlenpartikelchen, Russ, in die Luft. Letzterer ist lästig und für schwächliche und alte Personen schädlich, entweder direkt, indem er Katarrhe erzeugt bzw. bestehende Katarrhe an der Heilung verhindert, oder indirekt, indem er die erforderliche Lüftung der Wohnungen unmöglich macht. Ein Gesetz gegen die Rauchbelästigung existiert in Deutschland nicht; lokale Vorschriften sind hier und da erlassen. Die sog. rauchverbrennenden Feuerungen beruhen entweder auf einer sehr vorsichtigen temporären oder auf einer kontinuierlichen Beschickung mit Brennmaterial, beide Male unter langsamer Vergasung desselben und meistens mit Zuführung von primärer Luft unter den Rost und sekundärer Luft an den Hauptort der Verbrennung, oder auf Zuführung hochoerwärmter Luft, oder auf einer besonders ausgeführten Vergasung des Brennmaterials und davon getrennter Gasverbrennung unter Beimischung von heisser Luft (Gasfeuerung, Regenerativfeuerung). Bei dem Käuferschen Ofen, s. S. 238, ist die Feuerbrücke und die sekundäre Luftzuführung am Füllschacht sichtbar gemacht.

Rauch-
belästigung.

B. Die Anforderungen an gute Heizeinrichtungen.

Von einer guten Heizanlage verlangt man, eine gute Ausnützung des Brennmaterials vorausgesetzt,

1. dass sie unter allen Umständen das gewünschte Quantum Wärme, sei es viel, sei es wenig, liefere, dass sie also leistungsfähig und regulierbar sei;

Regulierbarkeit.

2. dass die Wärme eine gleichmässige, milde sei. Gut durchgewärmt, „gemütlich warm“, findet man nur diejenigen Zimmer, in welchen nicht nur der Ofen, sondern auch die Möbel und die Wände, Decke und Fussboden warm sind. Erhält man hingegen von einem hoch temperierten Heizkörper auf der einen Seite strahlende Wärme, und gibt man auf der anderen Seite durch Strahlung Wärme an die kalte, gut wärmeleitende Wand ab, so wird diese ungleiche Wärmeverteilung unangenehm emp-

Gleichmässige
Wärme.

funden: man sagt: es zieht durch die Wand. Der Ausdruck ist erklärlich, weil die Abkühlung durch Strahlung der Abkühlung durch Zugluft ähnlich ist. Das beste Mittel, eine gute Durchwärmung der Wohnräume zu erzielen, ist die kontinuierliche Heizung. Bei derselben werden die Wände durch die allmähliche Wärmeaufnahme ziemlich gleichmässig warm, und es verschwinden die lästigen Temperaturdifferenzen zwischen Zimmerluft und Wand. Zur gleichmässigen Erwärmung trägt ferner eine gute Zirkulationsventilation bei; man umgibt den Heizkörper mit einem Mantel, welcher einerseits die Strahlung verhindert, andererseits die warme Luft in raschem, gleichmässigen Strom zur Decke steigen lässt, während er die abgekühlte, am Boden befindliche Luftschicht in sich aufnimmt und so eine mässige Luftbewegung und damit Wärmetransport und eine gute Wärmeverteilung herstellt. Auch soll eine kräftige Bestrahlung des Fussbodens in der Nähe der Oefen, wie sie z. B. durch die Gasreflektoröfen oder die Amerikaneröfen bewirkt wird, eine gleichmässige Erwärmung bewirken. Diese Auffassung wird jedoch nicht allgemein geteilt; nach Meidinger macht es keinen Unterschied für die Wärmeverteilung in Fussboden- und Kopfhöhe, ob ein Ofen mit Mantel versehen ist, oder ob er seine Wärme „abstrahlt“, ob die Wärme gegen den Fussboden oder frei in das Zimmer geworfen wird.

Wärme-
zirkulation.

Wärme-
verteilung im
Raum.

Wie dem auch sei, jedenfalls muss von einer guten Heizanlage verlangt werden, dass die Wärme, in Kopfhöhe gemessen, den gewünschten Temperaturgrad um nicht mehr als $1-2^{\circ}$ über- oder unterschreite, dass die Wärme in den weitesten Grenzen leicht und sicher regulierbar sei, und dass die Wärme, in Kopfhöhe gemessen, überall im Raum die gleiche sei, und die Wärmedifferenz zwischen Fussboden und Kopfhöhe nur $1-2^{\circ}$ betrage. Für sehr hohe Räume lassen sich diese theoretischen Anforderungen nicht voll erfüllen, wohl aber für Wohnräume. Eine starke Abstrahlung der Wärme von den Heizkörpern wird bald lästig empfunden, besonders bei Raumtemperaturen über 16° und hoher relativer Feuchtigkeit, dagegen ist eine milde Strahlung angenehm; es ist daher erwünscht, dass die Wärme der Heizkörper nicht über 70° hinausgehe;

Genügende
Feuchtigkeit.

3. dass die Heizung keine zu grosse Trockenheit erzeuge. Die von aussen zugeführte Luft behält die Wassermenge bei, welche sie draussen hatte, sie wird aber durch die Erwärmung befähigt, mehr Wasser aufzunehmen. Je trockener, d. h. je kälter daher die Aussenluft, je wärmer die Innenluft ist, um so

grösser ist das Sättigungsdefizit, um so geringer ist die relative Feuchtigkeit. Durch Entnahme des Wassers aus den Wänden, von den Körpern der Bewohner etc. wird das Defizit nach einiger Zeit zum Teil gedeckt, und dann schwindet die Trockenheit. Anders ist das Verhältnis, wenn die Luft lebhaft wechselt, weil dann immer neue Flüssigkeitsmengen abgegeben werden. Die als angenehm empfundene relative Feuchtigkeit eines geheizten, von einer oder von mehreren Personen benutzten Wohnzimmers beträgt ungefähr 40 %. Grössere Trockenheit wird weniger unangenehm, grössere, über 60 % liegende relative Feuchtigkeit hingegen wird als drückend, als schwül empfunden und ist daher zu vermeiden.

Das Gefühl der Trockenheit, welches man in geheizten Räumen zuweilen empfindet, rührt weniger von dem Mangel an Wasser her, als von der Anwesenheit brenzlicher Produkte, die dadurch entstehen, dass auf die Heizkörper gefallener organischer Staub verkohlt oder schwelt. Schon bei 70—80° heissen Heizkörpern tritt diese trockene Destillation ein. Um das Gefühl der Trockenheit zu vermeiden, müssen daher die Zimmer und die Heizkörper möglichst sauber gehalten werden, und soll die Temperatur der wärmespendenden Flächen, insbesondere der horizontalen, möglichst nicht mehr als 70° betragen.

Will man für besondere Zwecke, z. B. in Krankenzimmern, die Luft anfeuchten, so stellt man weite Schalen mit Wasser auf die Oefen oder hängt angefeuchtete Tücher auf. Bei zentralen Lüftungsanlagen, wo also ein stärkerer Luftwechsel statt hat, leitet man die angewärmte Luft über grosse Wannen mit warmem Wasser oder an feuchten Flächen vorbei, oder lässt Dampf hinzutreten, oder treibt die Luft durch einen Sprühregen, wobei zugleich in ihr enthaltene Schmutzteilchen entfernt werden;

4. dass gasförmige oder staubförmige Verunreinigungen den Räumen durch die Heizung nicht zugeführt werden. Staubentwicklung entsteht bei denjenigen Heizapparaten, welche vom Zimmer aus beschickt oder geschürt werden. Die Gase können entweder aus den Heizungsapparaten in die Räume eintreten oder, wie soeben besprochen worden ist, an der Oberfläche bezw. Aussen- seite der Heizkörper erzeugt werden.

Aus den Oefen entweichen Gase, unter welchen das Kohlenoxyd das bedenklichste ist, dann, wenn der Eintritt in das Zimmer leichter ist als der Austritt durch die Esse. Dichtigkeit der Oefen, gleichmässige Führung der Heizgase nach oben, passender Ansatz der Essenrohre und gut ziehende,

Emphy-
reumatische
Produkte.

Befeuchtung.

Staub und Gase.

d. h. bis über den höchsten First der umliegenden Häuser hinausragende Schornsteine sind die Vorbeugungsmittel. Kohlenoxyd tritt durch die glühende Wand eiserner Oefen nicht hindurch, dahingegen kann es mit den übrigen Gasen gemischt als Kohlendunst bei behindertem Abzuge durch vorhandene Undichtigkeiten, z. B. Fugen, in die Zimmer gelangen.

Ofenklappen.

Die zwischen Ofen und Schornstein eingeschaltete Drosselklappe ist selbst dann gefährlich, wenn sie mit einer Oeffnung versehen ist, weil diese sich allmählich durch Russ verstopft. Die Ofenklappen sollten überall verboten sein. Dem berechtigten Wunsche, die Wärme zu konservieren, genügen die luftdicht schliessenden Türen. Für die Schornsteine von Zentralheizungen, wo sich die Klappen nicht überall umgehen lassen, sollen sie so eingerichtet sein, dass sie immer noch einen reichlichen Durchtritt der Feuergase gestatten.

Karbonnatronöfen.

Hierbei seien einige gefährliche Heizeinrichtungen erwähnt: 1. die sog. Karbonnatronöfen, welche mit einer präparierten Holzkohle geheizt werden und entweder gar keinen oder einen mangelhaften Rauchabzug haben, lassen nicht unbeträchtliche Mengen Kohlenoxyd in das Zimmer entweichen. Mehrfache Vergiftungen mit tödlichem Ausgang sind bekannt geworden.

Wassergas.

2. Das sog. Wassergas, erzeugt durch das Hindurchblasen von Wasserdampf durch glühende Kohlen, darf wegen seines grossen Gehaltes an Kohlenoxyd ($H = 50$ Vol. %, $CO = 41$ %, $CO_2 = 4$ %, $N = 5$ %) nur in reichlich gelüfteten Räumen hergestellt werden und nur in sehr guten Heizkörpern zur Verwendung kommen; um das geruchlose Gas bemerkbar zu machen, kann man ihm etwas Merkaptan zufügen. Von dem Sauggas oder Halbwassergas, welches dadurch entsteht, dass der Motor selbst Luft und Wasserdampf durch glühenden Koks hindurchzieht, und welches bei 52 % N, 6 % CO_2 , 17 % H, 25 % CO enthält, gilt das bezüglich des Wassergases Gesagte.

Gasöfen mit schlechtem Abzug.

3. Gasöfen, besonders solche kleineren Kalibers, entbehren zuweilen entweder eines Abzuges für die Verbrennungsprodukte oder leiten sie bloss teilweise ab; die nicht verbrannten Kohlenwasserstoffe, das mit dem Gase austretende Kohlenoxyd und die entwickelte Kohlensäure bewirken Uebelbefinden und Vergiftungen. Auch die Gasbadeöfen müssen gute Abzüge für die Verbrennungsprodukte haben, um so mehr als die Menge des für ein Bad verbrauchten Gases meistens mehr als 1 cbm beträgt, und die Badezimmer gewöhnlich klein sind. Schon ein sehr geringer Ueberdruck (0,1 mm Wassersäule) im Schornstein kann unverbranntes Gas austreten lassen. Es sind

mehrere tödliche Vergiftungen durch Gasöfen und Gasbadeöfen bekannt geworden. Das Kohlenoxyd ist sehr zu fürchten, da es ohne jede Vorboten plötzliche Besinnungslosigkeit und damit dann den Tod bewirken kann.

Ueberhaupt alle Oefen, die in geschlossenen, zum Aufenthalt von Menschen dienenden Räumen stehen, müssen mit gut wirkendem Abzug versehen sein, sie können sonst lebensgefährlich werden.

C. Die verschiedenen Arten der Heizung.

a) Lokalheizungen.

Die lokalen Heizungen sind entweder für periodischen oder für dauernden Betrieb eingerichtet. Zu den ersteren gehören die Kamine und die gewöhnlichen eisernen Oefen, zu den letzteren die eisernen Füllöfen und die Massen- oder Tonöfen.

Die Kamine sind als Heizeinrichtungen für unser Klima ungenügend; sie können indessen als eine Luxusheizung neben einer anderen guten Heizung Verwendung finden, und sie eignen sich vorzüglich zur Ventilation. Von der durch einen gewöhnlichen Kamin gelieferten Wärme wird durchschnittlich nicht mehr als $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{16}$ zur Heizung des Zimmers verwendet. Da die Kamine fast nur durch Strahlung wirken, und von dem Zimmer aus ein kräftiger Luftstrom in sie und die Essen hindringt, so wird man an der dem Kamin zugewendeten Seite stark angewärmt, während an der dem Kamin abgewendeten Seite das Gefühl der Abkühlung, des Zuges entsteht. Dieser Uebelstand wird gemildert, wenn man nach dem Vorgange Galtons das Rauchrohr des Kamins aus Eisen herstellt und es mit einem gemauerten Mantel umgibt, welcher unten die kühle Zimmerluft einströmen lässt, und oben die erwärmte Luft in das Zimmer zurückgibt. Drosselungen, d. h. Verkleinerungen des Querschnittes der Esse oder der äusseren bezw. der inneren Kaminöffnung, ermöglichen eine Verminderung des zu starken ventilatorischen Effekts.

Die gewöhnlichen eisernen Oefen, Kanonenöfen etc. haben den Nachteil, dass sie eine sehr starke Strahlung erzeugen, bei der Beschickung Staub liefern, sich stark erhitzen, also brenzliche Produkte bilden, sich nicht leicht mit Ventilationsvorrichtungen verbinden lassen und steter Aufmerksamkeit bedürfen.

Diese Nachteile vermeidet man durch Aufstellung von ummantelten Regulierfüllöfen (Fig. 76). Der eiserne Ofen ist mit Chamottesteinen ausgesetzt, seine Oberfläche gerippt; dadurch

Kamine.

Gewöhnliche
Oefen.

Regulierfüll-
öfen.

werden zu hohe Temperaturgrade vermieden. Die Fülltür oder Füllklappe, welche sich am obersten Teil des Apparates befindet, oder der Schacht — daher Schachtöfen —, welcher als seitlicher Ausbau dem unteren Teil des Ofens angesetzt ist, nimmt das Brennmaterial für eine längere Zeit, einen halben oder ganzen Tag, auf. Die Schachtöfen gestatten die Füllung, Regulierung und Reinigung vom Korridor aus, arbeiten also staubfrei. Da viel Brennmaterial in dem Ofen vorhanden ist, so wird die Verbrennung in Schranken gehalten und geregelt durch eine sehr fein einstellbare Zugregulierung, mittels möglichst luftdicht

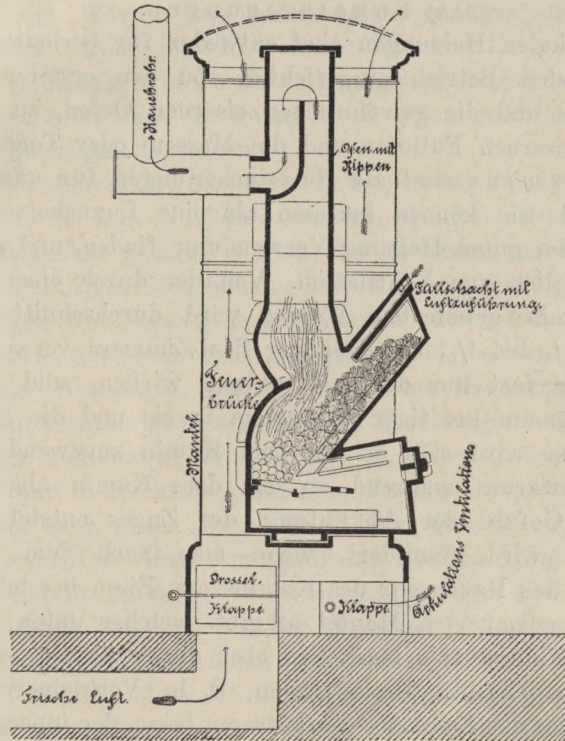


Fig. 76. Regulierschachtofen mit Mantel von Käufer.

Ventilatorische
Leistung.

schliessender Türen und in ihnen befindlicher verschraubbarer Luftöffnungen. Die Zirkulationsventilation findet in der Weise statt, dass die Zimmerluft durch grosse, weite Oeffnungen unten in den Mantel hineintritt, sich an den Rippen des Ofens mässig, d. h. möglichst nicht über 70—80°, erwärmt und in dem Mantel wie in einem Schornstein, nach oben steigt. Die warme Luft verteilt sich unter der Decke, kühlt sich dort und an den Wänden ab und sinkt nieder, um von neuem dem Ofen zuzuströmen. Frische

Luft wird durch einen unter dem Fussboden liegenden, in den Mantel einmündenden Kanal zugeführt (s. Fig. 76, 101 und 102). Der Mantel stehe mindestens 15 cm vom Ofen ab, damit er das Durchströmen grosser Mengen von Luft gestattet und sich wenig erwärmt. Die verbrauchte Luft leitet man in besonderen Kanälen oder dadurch ab, dass man, z. B. bei Barackenbauten, das eiserne, freistehende und sich stark erhitzende Schornsteinrohr mit einem unten offenen Mantel umgibt, welcher bis über den Dachfirst reicht. Ein Regulierofen guter Konstruktion ist in Fig. 76 abgebildet.

In den letzten Jahren haben unter den vielen Typen von Regulieröfen einige besondere Beachtung gefunden; unter diesen der „amerikanische“ Ofen.

Amerikaner
Ofen.

Derselbe hat in der Mitte einen freihängenden Korbrost mit Fülltrichter, die Luftzufuhr findet statt durch die Tür des Aschenkastens. Beim Anheizen entweichen die Gase zunächst durch eine Klappe direkt in den Schornstein, nachdem aber die Glut

entflammt ist, wird die Klappe geschlossen, und die Verbrennungsgase ziehen an der einen Aussenwand des Ofens hinauf und herunter durch den mit Doppelboden versehenen Sockel und an der anderen Seite an der Aussenwand des Ofens wieder hinauf und zum Schornstein. Durch diese Anordnung wird eine gute Ausnutzung der Verbrennungswärme und eine kräftige Anwärmung des Fussbodens unter dem Ofen erzielt. Die Amerikaneröfen müssen aber an gut ziehende Kamine angeschlossen sein, weil sonst die Verbrennungsgase bei ihrer Führung nach unten leicht durch Undichtigkeiten, die gerade bei diesen Öfen nicht selten sind, entweichen können.

Bei der Lönholdtschen Sturzflammenfeuerung (Fig. 77) lassen die auf beiden Seiten des Ofens befindlichen

Sturzflammen-
feuerung.

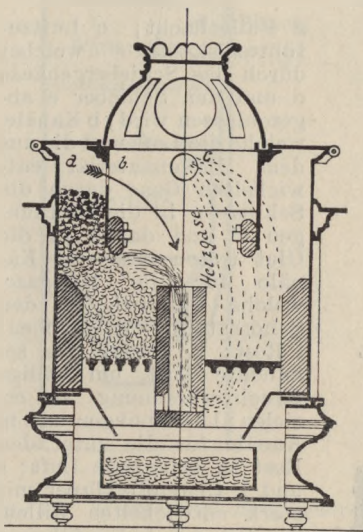


Fig. 77.

Lönholdtsche Sturzflammen-
feuerung.

a Einfüllschacht; b Öffnung, aus welcher entwickelte Kohlendämpfe austreten, um sich, mit Luft und den Feuergasen gemischt, durch die Feuerkammern S zu stürzen; die rechte Hälfte der Zeichnung gibt den Weg der Verbrennungsgase an der Rückwand des Ofens an bis zum Abzug C.

Fulltrichter ihren Inhalt auf Pendelroste fallen. Die Flammen werden gezwungen durch besondere in den Feuerraum aus Chamottesteinen eingebaute Verbrennungskammern hindurch zu schlagen, wobei eine sehr innige Mischung mit der Luft und damit vollständige Verbrennung mit hoher Wärmeentwicklung entsteht. Die Verbrennungsgase werden durch Züge an die hintere Ofenwand geleitet, um die vorhandene Wärme voll auszunutzen.

Die Ofentechnik hat in dem letzten Jahrzehnt viel Gutes geleistet, vor allem dadurch, dass sie durch sorgsame Zuführung von Luft an die Vergasungsstelle eine fast rauchlose Verbrennung erzielt — also keine Verluste an Brennmateriale entstehen —, und dass sie durch richtiges Leiten der Verbrennungsgase die entstandene Wärme vorzüglich ausnützt. Ein guter Ofen ist der hierunter in Fig. 78 abgebildete Schulofen von O. Winter.

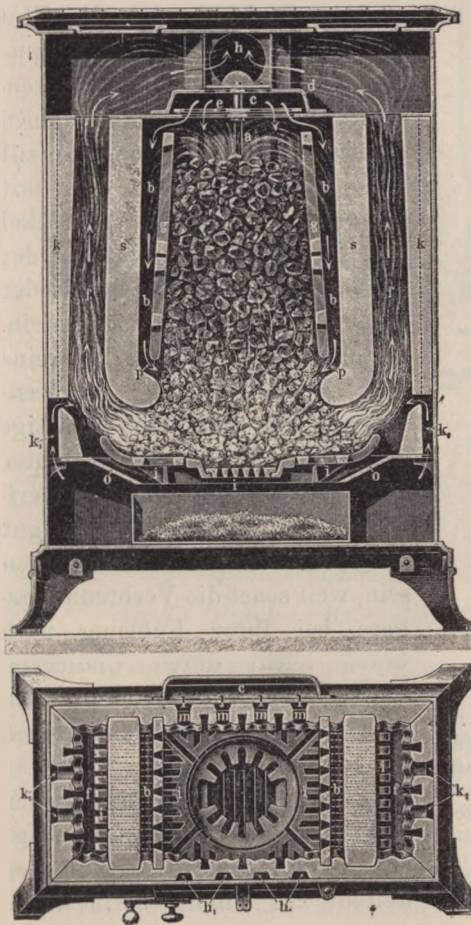


Fig. 78. Dauerbrandofen (Schulofen) mit rauchloser Verbrennung von O. Winter, Hannover.

a Füllschacht; c Luftzuführungschanal, welcher durch das Schiebergehäuse d und den Schieber e abgeschlossen wird; b Kanäle, welche die Luft und die aus dem Brennmateriale entwickelten Gase durch die Schlitz g in die Oeffnungen P und damit in die Glut treten lassen; f Kanäle für die Heizgase, welche durch h in den Schornstein entweichen; i Rost; k_1 Kanäle für sekundäre Luft, um völlige Rauchverbrennung zu erzielen; l Oeffnungen und m Kanäle für die unter den Rost zu bringende Luft; s und k Chamottekörper mit stark entwickelten Rillen, die bei der Luftzuführung ein tiefgehendes, unbehindertes Vordringen der Verbrennungsluft und ein Verlegen des Verbrennungsprozesses an die Ofenwand, und bei der Abführung der Verbrennungsgase durch die grössere Oberfläche eine bessere Wärmeabgabe ermöglichen; o zum Aschkasten weisende und die Luft nach k_1 führende Bleche.

Zimmer-Koch-
öfen.

Für Räume, wo der Ofen Koch- und Heizzwecken dienen muss, empfehlen sich die Zimmer-Kochöfen (Fig. 79 u. 80). Das Prinzip derselben besteht darin, 1. die entstehenden Kochgase nicht in das Zimmer treten zu lassen, sondern sie von den Kochaufsätzen oder Kocheinsätzen aus in besonderen Kanälen unter die Feuerung zu leiten, oder sie möglichst direkt in den Schornstein entweichen zu lassen, 2. die Verbrennungsgase, welche zum Kochen gedient haben und nicht zum Erwärmen dienen sollen, durch besondere Klappen auf kürzestem Wege in die Esse zu führen. Zudem wird bei den besseren Oefen dieser Art für den Sommer die Strahlung der Kochwärme in das Zimmer hinein

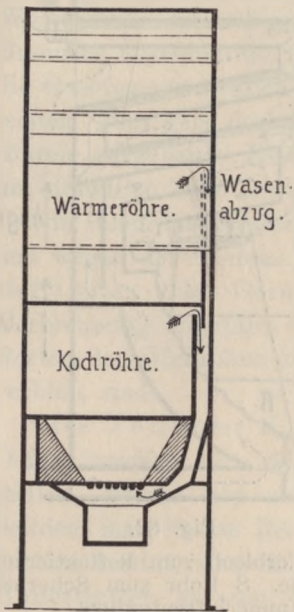


Fig. 79.

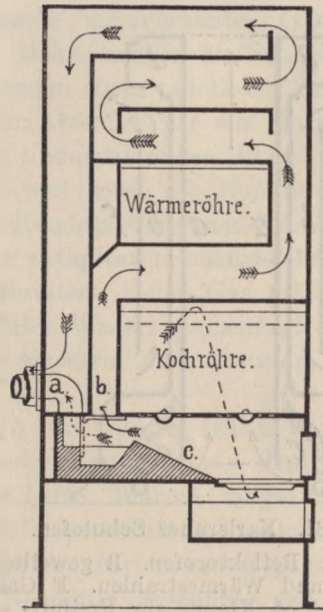


Fig. 80.

Fig. 79. Zimmerkochofen, Querseite, um den Wasen- oder Schwadenabzug zu zeigen.

Fig. 80. Derselbe Ofen, Längsseite, um den Zug im Winter (volle Pfeile), und im Sommer (gestrichelter Pfeil bei a hinter der Feuerbrücke c) zu zeigen; bei b die Klappe für Zugregulierung im Sommer und Winter.

durch Doppelwandungen vermieden; im Winter aber werden unter Ausschaltung jenes kürzesten Weges die gesamten Verbrennungsgase zwischen die Doppelwand geleitet; ihre Wärme wird somit für die Heizung des Zimmers voll ausgenutzt.

Gas eignet sich zu Heizzwecken sehr gut wegen der grossen Bequemlichkeit in der Bedienung, wegen der Reinlichkeit, Leichtig-

Gasöfen.

keit der Regulierung und Schnelligkeit der Wirkung. Man verbrennt dasselbe in dünnwandigen eisernen Oefen, welche die Wärme durch Strahlung leicht abgeben und gewöhnlich über 90 % nutzbaren Heizeffekt haben.

Der Karlsruher Schulofen (Fig. 81) besteht aus einem engen Schlitzkanal, der durch zwei konzentrische Rohre *a* und *b* gebildet wird; in dem erweiterten Sockel ist der Flammenkranz *c* angeordnet, der obere, etwas erweiterte Teil *d* sammelt die Verbrennungsgase und führt sie zum Schornstein bei *e*. Zur Verhinderung lästiger Strahlung und zur lebhafteren Luftzirkulation ist der Mantel *f* angebracht.

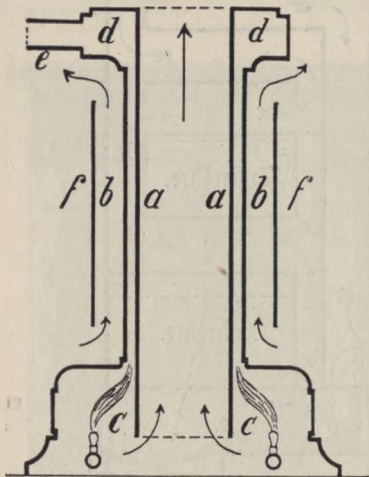


Fig. 81. Karlsruheer Schulofen.

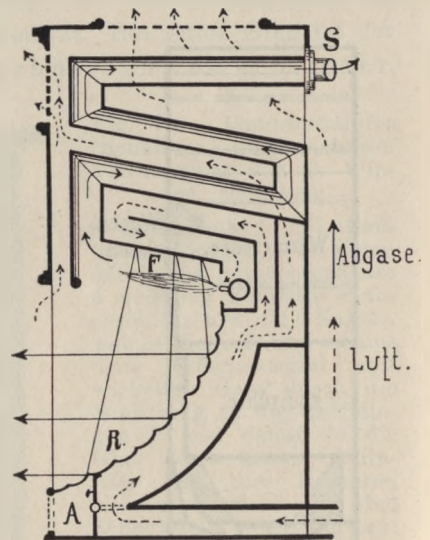


Fig. 82.

Fig. 82. Reflektorofen. *R* gewelltes Kupferblech zum Reflektieren der Licht- und Wärmestrahlen. *F* Gasflamme. *S* Rohr zum Schornstein. *A* Klappe zur Freiluft- oder Zimmerluftentnahme.

Die Reflektoröfen (Fig. 82) werfen das Licht auf gewelltes Kupferblech, von wo es in das Zimmer und auf den Fußboden strahlt. Die Heizgase zirkulieren in schrägen Blechkästen, welche von Luft umspült werden. Ein Teil der hinter der Kupferplatte angewärmten Zimmerluft wird der Flamme zugeführt.

Die Gasöfen eignen sich vorzüglich zur raschen Herstellung einer erträglichen Temperatur in selten oder nur für kurze Zeit benutzten Räumen und in mit Zentralheizung versehenen Zimmern zum Anwärmen der Räume an kühlen Tagen ausserhalb der Heizperiode. Der allgemeinen Einführung des Gases zum Heizen steht leider der hohe Preis entgegen. Nach Mei-

dinge kosten in Karlsruhe 10 000 praktisch nutzbar gemachte Warmeeinheiten aus Steinkohle und Koks 3,0—3,5 Pfg., Anthrazit 4,4, Braunkohlen 6,0, Holz 11,3—12,6, Holzkohlen 12,0, Petroleum 24 und Leuchtgas (1 cbm = 12 Pfg.) 22 Pfg., hiernach würde Gasheizung ungefähr sechsmal so teuer als Steinkohlenfeuerung sein. Dass es notwendig ist, die Verbrennungsgase, besonders bei kleinen Zimmern (Badezimmern!) abzuleiten, ist bereits S. 236 gesagt worden. Auch sollen die Züge nicht abwärts geführt werden. Bei unvollständiger Verbrennung durch ungenügende Luftzufuhr verbrennt das im Leuchtgas enthaltene CO nicht zu CO₂, sondern tritt in das Zimmer. Das gleiche ist der Fall, wenn im Schornstein ein Ueberdruck entsteht; ein solcher von 0,1 mm Wassersäule ist schon imstande unverbranntes Gas aus den Brennern austreten zu lassen. Daher müssen die Schornsteine für die Gasöfen unter allen Umständen einen tadellosen Zug gewährleisten. Man gebe deshalb jedem Gasofen eine aus glasierten Tonröhren aufgebaute Esse. Die undurchlässigen Rohre sind auch um deswillen sehr erwünscht, weil sonst die Kamine durch das sich in ihnen niederschlagende Kondensationswasser feucht werden und wegen der in dem Wasser enthaltenen unangenehmen Riechstoffe einen üblen Geruch verbreiten. 1 cbm Gas gibt bei seiner Verbrennung ungefähr einen Liter Wasser; es bedingt ein starkes Rosten der Ofenrohre und der Gasöfen, sofern letztere nicht gut verbleit sind.

Die Ton- oder Kachelöfen wurden früher den eisernen Oefen insofern mit Recht vorgezogen, als sie Reservoir darstellten, welche die aufgespeicherte Wärme langsam abgeben. Seitdem man in den Regulierfüllöfen ebenfalls konstante Wärmequellen besitzt, sind die Kachelöfen für unsere Gegenden in das Hintertreffen geraten. Ihre Nachteile gegenüber den Regulierfüllöfen sind: 1. die mangelhafte Verbindung mit der Ventilation, ein Fehler, welcher allerdings durch verbesserte Konstruktionen bei vielen dieser Oefen völlig aufgehoben ist; 2. die sehr langsame Erwärmung; auch diese Unvollkommenheit lässt sich durch Kombination eines Kachelaufsatzes mit einem eisernen Feuerkasten (Thüringer Oefen) vermeiden; 3. die völlige Unregulierbarkeit der Wärmeabgabe; dieselbe macht sich in unseren Gegenden mit ihren relativ starken Schwankungen innerhalb kurzer Zeiträume, z. B. infolge der Sonnenbestrahlung, recht unangenehm geltend. Für kältere Gegenden mit geringen Wärmeschwankungen behalten die Tonöfen ihren vollen Wert.

Elektrische Oefen sind zwar vorzügliche Wärmespender, sie

Kachelöfen.

liefern keine Verbrennungsprodukte, sind aber zur Zeit für den allgemeinen Gebrauch viel zu teuer.

Petroleumöfen.

Die in letzter Zeit viel in Aufnahme gekommenen transportablen Petroleumöfen haben den Nachteil, dass die Verbrennungsgase CO_2 und H_2O (von ersterem werden bei 200 g Petroleumkonsum pro Stunde 340 Liter erzeugt) im Zimmer bleiben, also die Luft erheblich verschlechtern.

Bei der Heizung mittels Öfen erlangen vielfach die Ofenwandungen Temperaturen, welche weit über 100° hinausgehen; daher entwickeln sie eine zuweilen recht lästige Strahlung, welche man durch Vorstellen von Ofenschirmen zu beseitigen sucht; ausserdem erzeugen sie brenzliche Produkte; grosse Sauberkeit des Zimmers, öfteres Abwischen der staubfangenden Flächen verhindern diese Unannehmlichkeit.

b) Zentralheizungen.

Unter Zentralheizungen versteht man Einrichtungen, mittels welcher ganze Stadtteile, ganze Häuser oder grössere Teile eines Hauses von einer Stelle aus mit Wärme versehen werden. Die Zentralheizungen haben den Vorteil, dass die Bedienung auf eine oder wenige Feuerstellen im Kellergeschoss beschränkt ist, der Verbrennungsprozess in einem Zentralherd leichter regulierbar, gleichmässiger und besser ausnutzbar ist, und die Verunreinigung von Luft und Wohnung durch Staub, Asche, Rauch und Russ fortfällt. Dahingegen sind Zentralanlagen kostspieliger als Öfen, sie verlangen eine obschon geringere, doch vielfach eine sachverständige Bedienung und Beaufsichtigung, und sie müssen in Entwurf und Ausführung sorgfältigst den lokalen Verhältnissen angepasst sein.

Man unterscheidet

1. Wasserheizungen

und trennt diese wieder in Hoch-, Mittel- und Niederdruckwasserheizungen.

Konstruktion.

a) Die Hochdruck- oder Heisswasserheizungen (nach ihrem Erfinder auch Perkinsheizungen genannt) sind aus engen, starkwandigen, schmiedeeisernen Rohren konstruiert, von denen ein Teil zur Spirale aufgewickelt als Kessel in der Feuerung liegt. Das obere Ende geht zum Bodenraum in ein Expansionsgefäss. Von dem aufsteigenden Strang zweigen sich im obersten Stockwerk die Rohre für die Zimmer ab. In diesen sind die Heizkörper meistens an den kühlestn Stellen, z. B. unter den

Fenstern, als Heizspiralen oder als Heizschlangen angebracht. Das untere Ende dieser Heizkörperrohre geht zum darunter liegenden Zimmer des tieferen Stockwerks, bildet dort einen Heizkörper u. s. f., bis zuletzt die Rohre zur Feuerung zurückkehren und den untersten Teil der Kesselspirale bilden. (Fig. 83—85.) Die Rohre sind auf einen Druck von 150 Atmosphären geprüft.

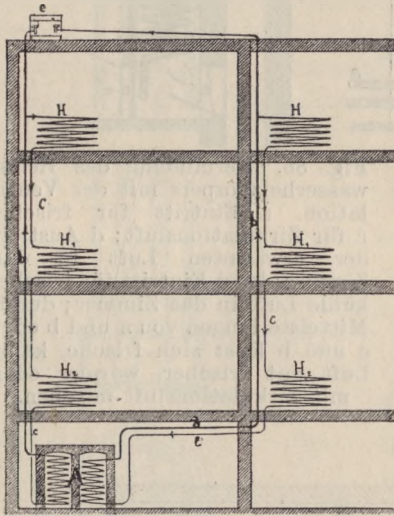


Fig. 83. Schema einer Heisswasserheizung. A Heizschlange; b aufsteigende; c absteigende Rohre; e Expansionsgefäß; H Heizkörper.

Das Expansionsgefäß lässt bei einem bestimmten Druck, gewöhnlich bei 15 Atmosphären = 200°, das Wasser austreten, bei vermindertem Druck wieder eintreten. Rohrbrüche, also Explosionen waren bis jetzt sehr selten und betrafen nur die im Feuer liegende Heizschlange.

Die Temperatur der Heizkörper ubelriechenden und das Diese hohe Temperatur ist die Veranlassung zur Entstehung per liegt gewöhnlich um 150°. Gefühl der Trockenheit erzeugenden brenzlichen Produkte. Die Heizung erwärmt die Luft der betreffenden Räume rasch,

aber die Abkühlung erfolgt schnell, weil nur wenige Liter Wasser in dem System enthalten sind. Die Anlage eignet sich für Räume, welche rasch und nur für kurze Zeit erwärmt zu werden brauchen, Versammlungszimmer, Bibliotheksäle und dergl., sodann für Trockenräume; dahingegen kann sie für Wohnräume nicht empfohlen werden, wegen der schon erwähnten Bildung empyreumatischer Produkte und der schweren Regulierbarkeit der Wärmeabgabe. Sie lässt sich wegen des geringen zur Verwendung kommenden Materials und wegen des geringen Raumes, den sie beansprucht, leicht noch nachträglich anbringen.

b) Wird das Wasser nur auf 120° erwärmt, was einer Atmosphäre Ueberdruck entspricht, so hat man die Mitteldruckwasserheizung, welche sich in ihren Eigenschaften von der Heisswasserheizung nicht wesentlich unterscheidet.

c) Bei der Warmwasserheizung wird das Wasser in einem bis oben hin gefüllten Kessel bis höchstens 100° C., meistens nur auf 90°, erwärmt. Das warme Wasser steigt, weil

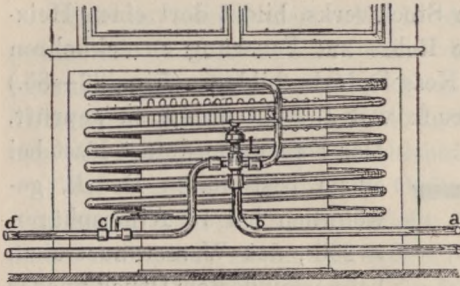


Fig. 84. Heizkörper, in einer Fensternische angebracht. a b Zuflussrohr; c d Abflussrohr; L Dreiweghahn, um entweder das heisse Wasser durch die Heizschlange gehen zu lassen, oder es direkt dem nächsten Heizkörper zuzuweisen, also das Zimmer von der Heizung auszuschliessen.

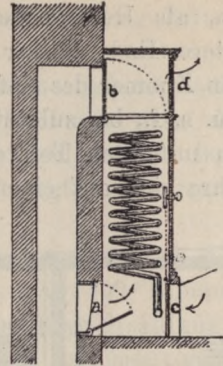


Fig. 85. Verbindung des Heisswasserheizkörpers mit der Ventilation. a Eintritt für frische, c für Zirkulationsluft; d Austritt der erwärmten Luft in das Zimmer; b—d Eintritt für frische, kühle Luft in das Zimmer; durch Mittelstellungen von a und b oder c und b lässt sich frische, kalte Luft mit frischer, warmer oder mit Zirkulationsluft mischen.

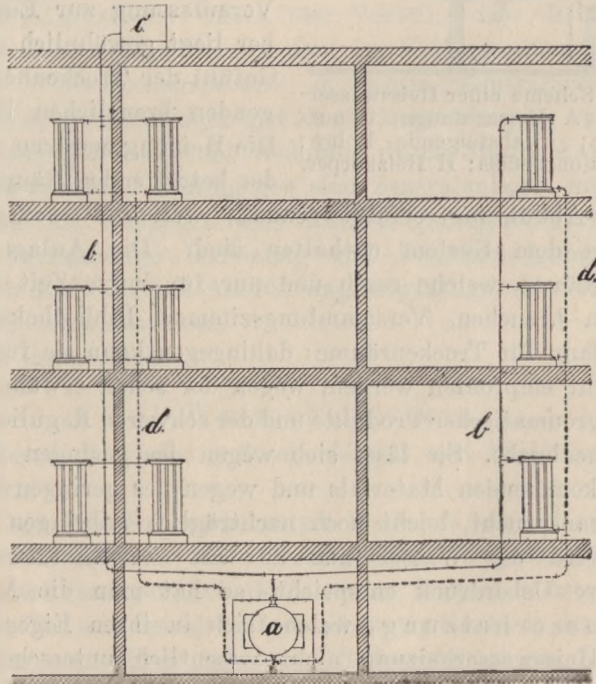


Fig. 86. Warmwasserheizung. a Kessel; b Steigeröhre mit den zu den Oefen führenden Abzweigungen; c Reservoir; d Abflussrohre; e die Einmündungsstelle des Sammelrohres unter dem Kessel.

es spezifisch leichter ist als das kühle, genau so wie bei der Heisswasserheizung, nach oben und fliesst den in den einzelnen Zimmern befindlichen Heizkörpern, den sog. Wasseröfen zu (Fig. 86). Das oberste Rohrstück mündet auf dem Dachboden

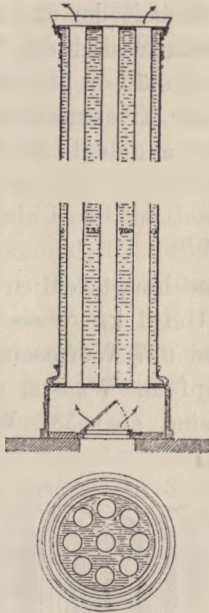


Fig. 87. Runder

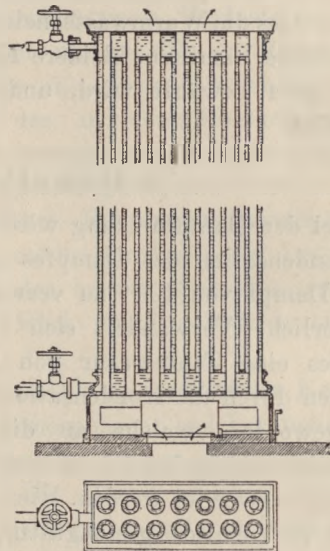


Fig. 88. Flacher

Warmwasseröfen

im Längs- und Querschnitt. Die Luft zirkuliert in den weiss gehaltenen Rohrsystemen in der Richtung der Pfeile.

in ein Expansionsgefäss. Die Öfen besitzen im Gegensatz zu dem Zuflussrohr eine grosse Oberfläche behufs reichlicher Wärmeabgabe, sie können in den verschiedensten Formen und Anordnungen zur Verwendung kommen; zwei solcher Formen zeigen die Abbildungen Fig. 87 und 88. Die Wärmeentnahme in den Zimmern wird reguliert durch Absperrhähne, welche eine mehr oder minder grosse Wassermenge zulassen. Das entwärmte Wasser fliesst nach unten ab; die einzelnen Zweigrohre münden in ein Sammelrohr, welches an der tiefsten Stelle in den Kessel tritt.

Warmwasserheizungen haben den Nachteil, dass sie etwas teurer als die meisten anderen Systeme in ihrer Einrichtung sind und sich langsam anheizen; sie haben aber den grossen Vorteil, dass ihre Wärme eine milde und wegen der grossen Wassermenge nachhaltige ist, und dass Verbrennungen, Ueberhitzungen nicht vorkommen. Die Verbindung mit der Ventilation lässt sich

Eigenschaften.

leicht bewerkstelligen, wenn der Luftkanal bis an oder in den Heizkörper des Zimmers geführt wird. Die Wärmeregulation geht wegen der grossen Wassermasse naturgemäss langsam vor sich, aber sie lässt sich sehr leicht zentral einstellen, so dass es für die Regulierung in den Zimmern nur geringer Nachhilfen bedarf.

Die milde angenehme Wärme, die Sicherheit der Regulation und damit der geringe Brennmaterialverbrauch sind die Veranlassung, dass die Warmwasserheizung für Wohnhäuser, Mietshäuser für mehrere Familien, kleinere Krankenhäuser, Irrenanstalten und dergl. gern gewählt wird, und, wenn gut angelegt, auch voll befriedigt.

2. Dampfheizungen.

Bei der Dampfheizung wird die Wärme hauptsächlich durch die Kondensation des Dampfes geliefert. Um 1 kg Wasser, von 0° in Dampf von 100° zu verwandeln, sind 637 Wärmeeinheiten erforderlich. Verwandelt sich 1 kg Dampf in Wasser, so hat letzteres eine Temperatur von 100° , es sind also 537 Wärmeeinheiten durch die Kondensation frei geworden, welche an die Umgebung abgegeben, d. h. zur Heizung verwendet werden. Hierbei ist es ziemlich gleichgültig, ob hoch oder niedrig gespannter Dampf zur Verwendung kommt, da die Kondensationswärme pro Kilogramm Dampf verschiedener Temperaturen sich ungefähr gleich bleibt, während die Flüssigkeitswärme steigt; so erfordert 1 kg Dampf zu seiner Entstehung bei einer Atmosphäre (100°) 637, bei fünf Atmosphären ($152,2^{\circ}$) 653 Kalorien.

Der in einem Kessel erzeugte Dampf wird in mit Isoliermasse umgebenen Rohren in die Zimmer geleitet, dort bildet bei der Hochdruckdampfheizung das der Isolierschicht entkleidete Rohr die Kondensationskörper, d. h. die Heizkörper, welche in Spiralen,

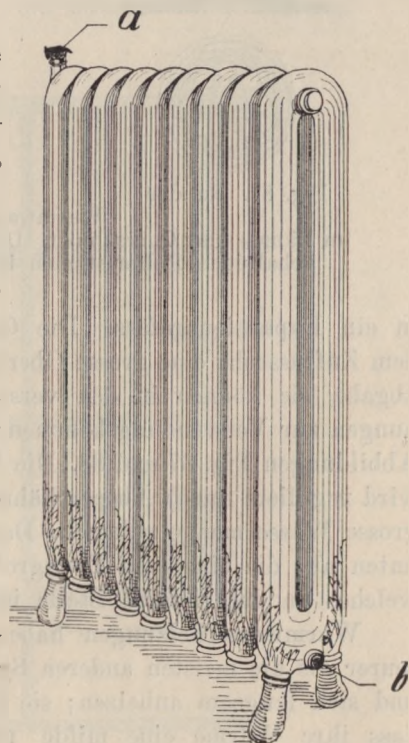


Fig. 89. Radiator. a Dampfzufluss nebst Regulierhahn; b Wasser- bzw. Dampfabfluss.

Theorie der
Wärme-
spendung.

Konstruktion.

Batterien oder Schlangen angeordnet und gewöhnlich, um Verbrennungen zu verhüten, verkleidet sind. Bei der Niederdruckdampfheizung kann das in Schlangen oder Spiralen gelegte, gewöhnlich nicht verkleidete Rohr ebenfalls den Heizkörper bilden, meistens jedoch geht das Heizrohr an Rippenkörper (siehe Fig. 92, 93 und 94) oder an Radiatoren (siehe Fig. 89) heran, welche mit ihrer grossen Oberfläche gute Kondensatoren darstellen. Der Dampf kann leicht und ohne nennenswerte Verluste auf weite Entfernungen hin in horizontaler und vertikaler Richtung geleitet werden, was bei Wasser in dieser Ausdehnung nicht möglich ist. Meistens wird das in den Heizkörpern entstehende Kondensationswasser in besonderen Leitungen zum Kessel zurück, und die durch den Dampf fortgedrückte Luft in wieder anderen Röhren in das Freie geführt. Bei einigen Systemen haben die Heizkörper Selbstentlüfter, welche der Luft den Austritt gestatten, sich aber bei Eintritt des heissen Dampfes schliessen. Man unterscheidet zwischen Hoch- und Niederdruckdampfheizungen.

a) Bei der Hochdruckheizung besteht im Kessel ein Dampfdruck von 3 und mehr Atmosphären, welcher meistens in der Leitung durch einen Dampfdruckminderer auf höchstens zwei Atmosphären beschränkt wird. Die Hochdruckheizung hat den Nachteil, dass sich die Wärme nicht gut regulieren lässt, da auch bei teilweise geöffnetem Ventil infolge des hohen Dampfdruckes der Heizkörper stets mit Dampf gefüllt ist, und dass die Rohre eine hohe Temperatur annehmen, den auffallenden Staub versengen und durch Wärmestrahlung lästig werden können; ausserdem kühlen sich, sobald der Dampf abgestellt ist, die Rohre rasch ab, ferner ist vielfach, z. B. dort, wo der Dampf direkt Fabrikkesseln entnommen wird, oder wo Abdampf (= Dampf, der schon im Betriebe gearbeitet hat) zur Verwendung kommt, nur ein Tagesbetrieb möglich ist. Diesen Nachteilen begegnet man durch Einrichtung einer Dampfwarmwasserheizung. Bei derselben wird der Dampf in einen Ofen geleitet, welcher mit Wasser gefüllt ist. Der hochtemperierte Dampf gibt seine Wärme an die grosse Wassermenge ab und erzeugt so die Wirkungen einer Warmwasserheizung. Der hier abgebildete Haagsche Dampfwasserofen ist etwa zur Hälfte mit Wasser beschickt, kann jedoch bis oben damit gefüllt werden, in ihn geht das in seinem unteren Teil zur Schlange aufgerollte Dampfrohr hinein. Mittels des Ventils a lässt sich der Dampfzufluss regeln. Je mehr Dampf zugelassen wird, um so heisser wird das Wasser (Fig. 90).

Dampfwas-
ser-
heizung.

Für Hospitäler, Irrenanstalten und dergl. hat sich diese Form der Dampfheizung gut bewährt.

Die sonstigen Fehler der Dampfheizung, z. B. das Undichtwerden der Rohre, das Geräusch in denselben, letzteres allerdings nur bei nicht zu starkem Dampfdruck, vermag die Technik zu beseitigen.

b) Während die Hochdruckdampfheizungen Dampf von etwa 120° verwenden, benutzen die Niederdruckdampfheizungen einen Dampf von 100 bis höchstens 111° , d. h. von $1\frac{1}{2}$ Atmosphäre, meistens kommt nur Dampf von $\frac{1}{10}$ Atmosphäre Ueberdruck zur Verwendung. Der Dampf tritt in die Heizkörper hinein, wird dort kondensiert und liefert seine Kondensationswärme an das Zimmer ab. Ihre Menge ist, wie auch bei den übrigen Heizungsarten unter sonst gleichen Umständen von der Grösse der wärmespendenden Flächen abhängig; ein qm glatter Heizfläche, Spirale, Radiator, gibt stündlich etwa 600—800, gerippter Heizfläche 400—500 Wärmeinheiten ab.

Um den Zufluss des Dampfes und damit die Temperatur zu regulieren, sind bei dem System von Bechem und Post die Rippenheizkörper mit einem wärmedichten Mantel umgeben, welcher unten in 15 cm Höhe offen, oben mit einer Klappe versehen ist, die nach dem jeweiligen Wärmebedarf mehr oder weniger weit geöffnet wird (Fig. 92, 93 und 94). Ist die Klappe geschlossen, so nimmt die Luft in dem Kasten, Kalorifer genannt, allmählich die Temperatur von 100° an, infolge dessen hört die Kondensation im Kalorifer auf, und der Druck im Kessel (Fig. 91) steigt. Der stärker gewordene Druck wird benutzt, um den Ver-

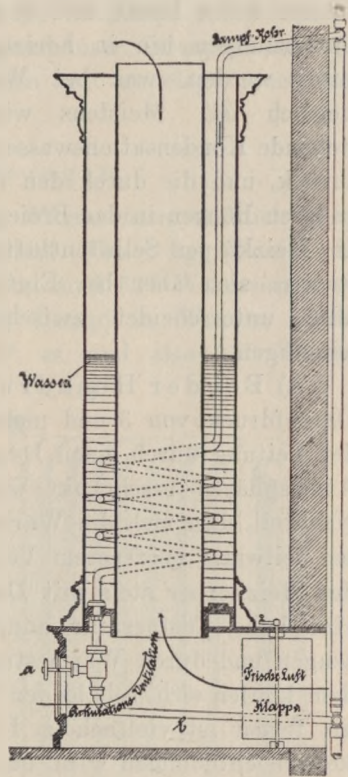


Fig. 90. Dampfwasserofen.

a Regulierventil f. d. Dampf; b Ableitungsrohr für d. Kondensationswasser bzw. den Dampf.

Wärmedichte
Mantel.

Selbsttätige
Regulierung.

brauch an Brennmaterial dem Verbrauch an Wärme mittels des Zugregulators anzupassen: die Feuerung erhält ihre Luft durch einen Kanal, über dessen Oeffnung ein Deckel schwebt; dieser ist durch eine Feder im Gleichgewicht an einem Teleskoprohr aufgehängt, dessen innerer Teil mit dem Kessel in offener Verbindung steht, und dessen äusserer Teil unten Quecksilber enthält, in welches das offene innere Rohr hineintaucht. Wird der Dampfdruck im Kessel infolge stärkerer Dampfentwicklung oder

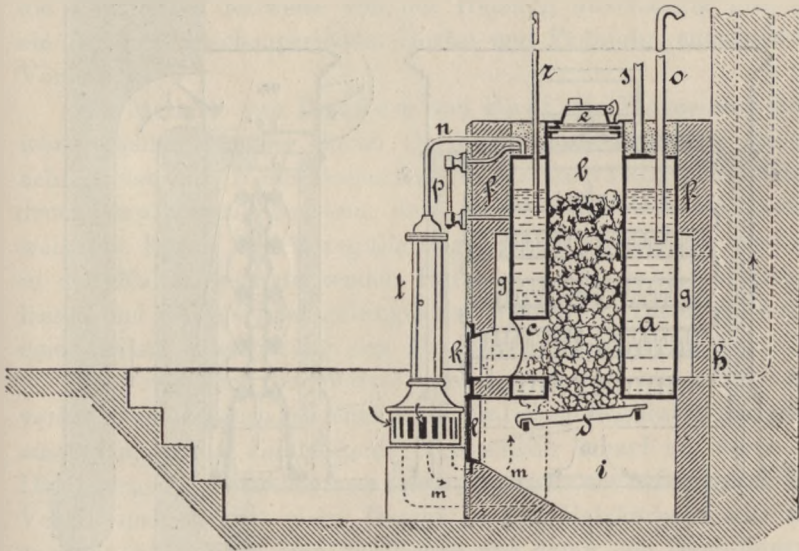


Fig. 91. Kesselanlage einer Niederdruckdampfheizung.

a der Wasserraum; b der Füllzylinder; c das Feuerrohr; d der Rost; e der Deckel des Füllraumes; f die Einmauerung; g der Zug; h der Fuchs nach dem Schornstein; i die Aschengrube; k die Feuertür; l die Aschentür; m der Luftzuführungskanal; n das Dampfzuleitungsrohr zum Zugregulator; o das Standrohr; p der Wasserstandszeiger; r der selbsttätige Speiserufer; s das kombinierte Dampfleitungs- und Kondensationswasserrückleitungsrohr; t der Zugregulator.

der völligen oder teilweisen Abstellung von Heizkörpern stärker, so wirkt er auf das Quecksilber des inneren Rohres, drückt das äussere Rohr mit dem daran befestigten Deckel nieder und beschränkt so die Luftzufuhr, die Feuerung und den Kohlenverbrauch. Lässt der Dampfdruck infolgedessen nach, so hebt die Feder das Rohr mit dem Deckel wieder und lässt den Luftzutritt frei. Diese Einrichtung bewahrt bereits den Kessel vor der Entstehung von Ueberdruck und somit vor Explosionsgefahr, ausserdem aber bläst der Dampf, wenn trotzdem durch den Druck das Wasser in das Standrohr (o) gepresst wird, die

Alarmpfeife (r) an; sollte der Druck noch höher steigen, so fließt bei $\frac{1}{3}$ Atmosphäre Ueberdruck das Wasser zu dem 5 m hohen Standrohr (o) heraus, womit jede Explosionsgefahr beseitigt ist.

Ventilation.

Die Verbindung mit der Ventilation geschieht bei einzelnen

Fig. 92.

Fig. 93.

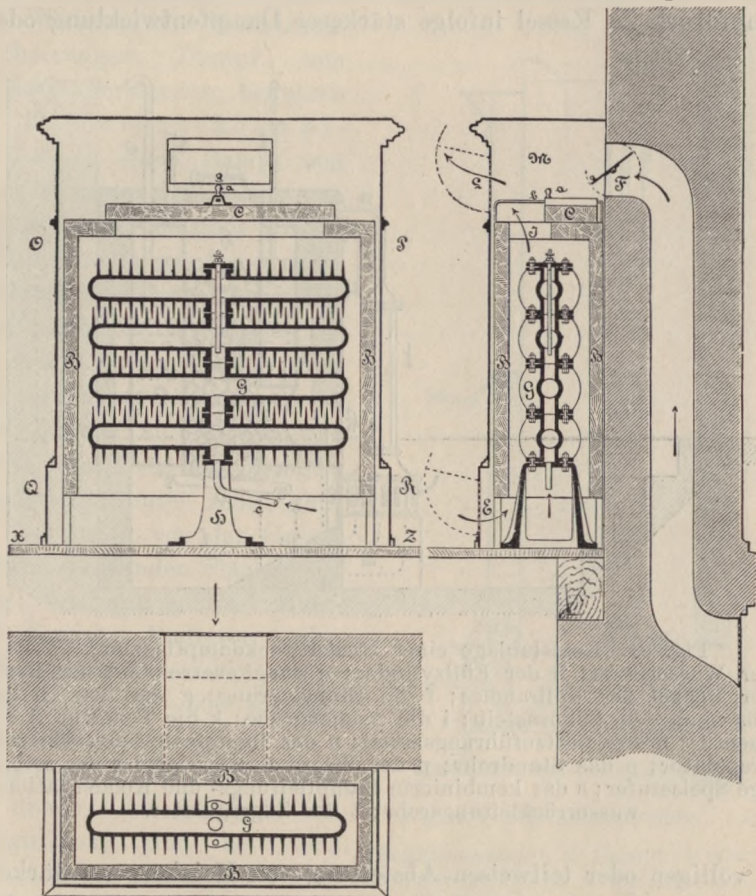


Fig. 94.

Heizkörper des Systems Bechem und Post.

O P Q R Z X Putzmantel; B der isolierende Mantel, Kalorifer, mit dem Deckel C, welcher mittelst des Knopfes a in der Führungsleiste b bewegt wird; G die Rippenrohre des Heizkörpers; H der Fuss; c das Dampfrohr; E Eintrittsöffnung für die Zirkulationsluft, F für die frische Luft; J Austrittsöffnung der warmen Luft in den Mischraum M; L Austrittsöffnung der gewärmten Zirkulations- oder Mischluft in das Zimmer.

Räumen in der Weise, dass frische Luft der warmen Zirkulationsluft beigemischt wird (Fig. 93). Die Ventilation einer Reihe von

Räumen wird erreicht durch Heizkörper, welche im Keller in einer „Luftkammer“ untergebracht sind; die frische Luft tritt an die Heizkörper heran, wird dabei bis auf 15—18° erwärmt und steigt infolge ihres geringeren Gewichtes durch die im Mauerwerk ausgesparten Luftzuführungskanäle in die Zimmer hinein, sofern dort für den Abfluss der verbrauchten Luft Sorge getragen ist. Für ihre weitere Erwärmung sorgen je nach Bedürfnis die in den Zimmern selbst angebrachten Heizkörper. Hier ist also die Ventilation teilweise von der Heizung unabhängig gemacht, ein für die Zwischenperioden, Herbst und Frühjahr, entschiedener Vorteil.

Die Methode von Bechem und Post, die Wärme aus einem wärmedichten Kasten durch Oeffnung eines Schiebers zu entnehmen, ist von grosser Bedeutung für die Entwicklung der Niederdruckdampfheizung gewesen; doch ist sie jetzt verlassen worden, weil die lokale Wärmeregulierung nicht tadellos ist, weil die in den Kaloriferen steckenden Heizkörper sich schlecht reinigen lassen und weil es jetzt gelungen ist, Ventile herzustellen, welche eine genaue Regulierung des Dampfzutrittes ermöglichen.

Regulierung
durch Ventile.

Man reguliert die Wärme zunächst zentral mit einem, dem vorhin beschriebenen gleichen oder ähnlichen Regulator und stellt ausserdem in den Zimmern die Temperatur scharf ein durch das Dampfventil. Will man erhöhte Wärme, so öffnet man das Ventil, und es tritt mehr Dampf in den Heizkörper; will man weniger, so schliesst man das Ventil und damit den Dampfeintritt grösstenteils. In letzterem Falle füllt der Dampf den Heizkörper nicht vollständig aus, somit wird ein Teil des Radiators heiss werden und der andere kalt sein, es wird also der warme Teil viel, der kalte gar keine Wärme abstrahlen; ausserdem werden aus dem Staub an dem heissen Teil empyreumatische Produkte erzeugt. Diese Unannehmlichkeiten werden vermieden durch das von Körting eingeführte Luftumwälzungsverfahren. Hierbei ist der Radiator nicht zwei-, sondern dreiteilig, der Dampf wird unten durch ein bis zum letzten Radiatorglied gehendes Rohr eingeführt, welches an jedem mittleren Abteil eine Düse trägt, aus welcher je nach der Stellung des Ventils der Dampf in stärkerem oder schwächerem Strom austritt und die Luft des Radiators mit sich reisst, was eine gleichmässige, mehr oder minder hohe Erwärmung des ganzen Heizkörpers zur Folge hat.

Luftum-
wälzungsver-
fahren.

Für Privathäuser und öffentliche Gebäude, insonderlich für Schulen, hat die Niederdruckdampfheizung in den letzten Jahren mit gutem Recht ausgedehnte Verwendung gefunden. Wo man sie

für sehr grosse Gebäude oder Gebäudekomplexe verwenden will, erzeugt man Hochdruckdampf und reduziert diesen in den einzelnen Gebäuden oder Gebäudeteilen auf $1\frac{1}{10}$ Atmosphäre.

3. Luftheizung.

Sehr eng ist Ventilation und Heizung verbunden in der Luftheizung.

Anlage.

Bei kleineren Anlagen durch Gewichts-differenz, bei grösseren durch Propulso-ren bewegt, tritt die im Freien an möglichst staubfreier Stelle geschöpfte, event. durch grobe Filter oder Wasserduschen gereinigte Aussenluft durch die „Kaltluftkanäle“ in die „Heizkammer“, d. h. einen begehbaren und leicht zu reinigenden Keller, in welchem ein Heizkörper aufgestellt ist. Der Heizkörper kann bestehen entweder aus einem eisernen lang gestreckten, mit Rippen versehenen Kasten (s. Fig. 96)

oder aus einem gleichfalls gerippten, spiralig angeordneten Rohr, welches die heissen, zur Lufterwärmung dienenden Verbrennungsgase von dem oberen Teil des Ofens in das untere Ende des Kamins leitet oder, nach Kori, aus einem zentralen Feuerherd (Fig. 97), um welchen 11—17 Heizkästen angeordnet sind; diese (H) zweigen oben von dem Feuerherd (F) ab, verjüngen sich entsprechend der infolge der Abkühlung eintretenden Volumenabnahme der Rauchgase und münden gemeinschaftlich unten in den Rauchsammler (R), von wo die Gase durch den horinzontalen Fuchs nach dem Schornstein ziehen. Ausserdem gibt es noch viele andere Konstruktionen.

Durch das Vorbeistreichen an den wie auch immer gestalteten Heizkörpern wird die unten eintretende Luft erwärmt und fliesst dann, nach oben steigend, den „Heiz- oder Warmluftkanälen“ zu, wo ihr durch „Mischkanäle“ oder in „Misch-

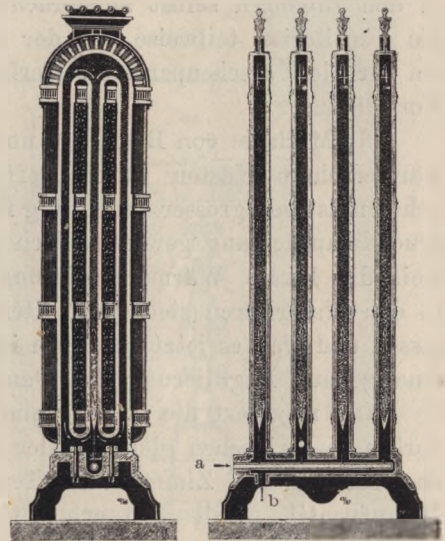


Fig. 95. Ein Körtingscher Radiator für das Luftumwälzungsverfahren im Quer- und Längsschnitt; a Dampfrohr mit den Düsen, b Kondenswasserrohr.

kammern“ je nach Bedarf kalte Luft beigemengt wird. Die Warmluftkanäle müssen weit und glatt sein und möglichst senkrecht aufsteigend in den Innenwänden der Häuser verlaufen; scharfe Winkel und horizontale Führungen sind zu vermeiden. Die Luft tritt etwas über Kopfhöhe aus weiten Oeffnungen —

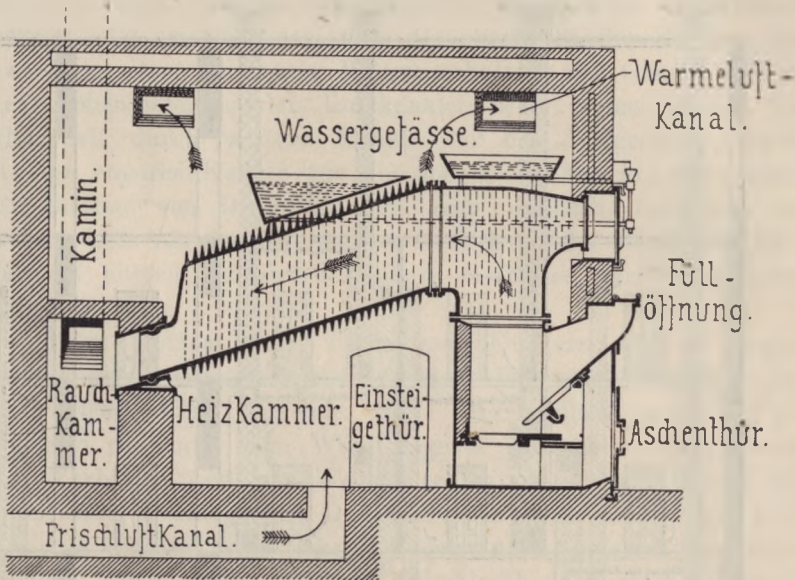


Fig. 96. Rippenheizkörper gewöhnlicher Konstruktion in der Heizkammer.

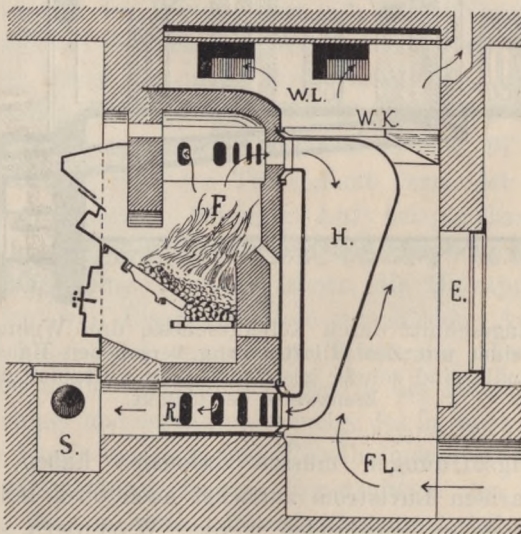


Fig. 97. Heizkörper nach Kori. E Einsteigetür in die Heizkammer; F Feuerung; H Heiz- oder Rauchkasten; R Rauchrohr; FL frische Luft; WL warme Luft; WK Wasserkasten; R Rauchsammler; S Schornstein.

um ihre Schnelligkeit auf etwa $\frac{1}{2}$ —1 m in der Sekunde zu reduzieren — in die einzelnen Zimmer hinein, wo sie verbraucht wird. Sie fließt durch besondere Schlotte, deren Mündungen dicht über dem Fussboden liegen, wieder ab (Fig. 98). Die

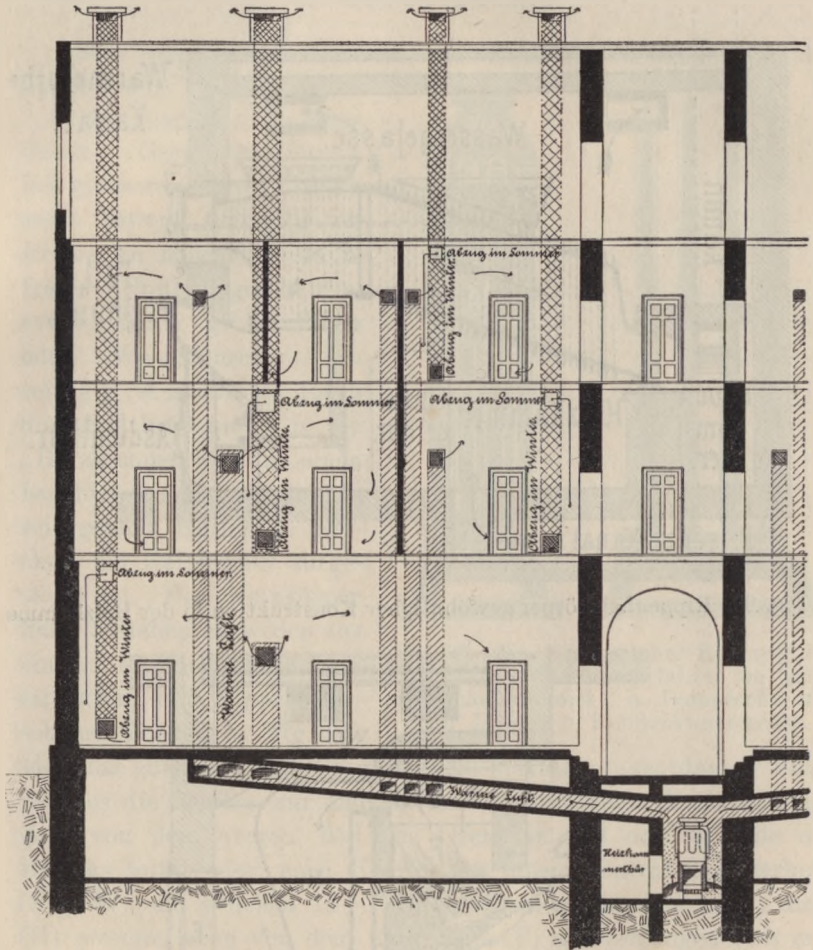


Fig. 98. Längsschnitt durch Kellergeschoss, drei Wohngeschosse und Dachboden eines mit Zentralluftheizung versehenen Hauses. Die Luftzuleitungskanäle sind schräg gestrichelt, die Luftableitungskanäle sind kreuzweise gestrichelt.

Ausströmungsöffnungen müssen Jalousien haben, welche den 40 — 50° warmen Luftstrom zunächst nach oben leiten, damit er nicht unangenehm empfunden werde. Wolpert setzt vor die Ausflussmündung einen bis fast auf den Boden reichenden Eisenkasten, „Luftofen“ genannt, welcher eine angenehme, geringe

strahlende Wärme von sich gibt und die warme Luft über dem Fussboden gut verteilt. Die Temperaturdifferenz zwischen oben und unten, welche bei manchen Luftheizungen recht erheblich ist, soll durch die Luftöfen bis auf 4—5° vermindert werden.

Theoretisch ist die Zentralluftheizung die beste, sie hat aber in der Praxis bis in die neueste Zeit manche Uebelstände gezeigt. Es ereignet sich, dass die oberen Stockwerke zu viel, das Erdgeschoss zu wenig Wärme erhalten; der Grund liegt in der Höhendifferenz der Luftkanäle. Man vermeidet die Ungleichheit durch weitere Kanäle für das Erdgeschoss, durch Anlage engerer Kanäle für die oberen Stockwerke, oder durch Einschalten von Drosselklappen, oder dadurch, dass man die warme Luft für das Erdgeschoss dicht unter der Decke, die Luft für die oberen Stockwerke näher am Boden der Heizkammer entnimmt etc.

Beim Oeffnen von Türen und Fenstern können Gegenströmungen entstehen. Ferner kann bei starkem Wind die über dem Wind liegende Seite des Hauses kalt bleiben, während die unter dem Wind liegende sehr heiss wird. Durch das Verbot, Türen und Fenster offen zu halten, durch entsprechende Stellung der Drosselklappen und mindestens zwei Frischluftkanäle wird diesen Uebelständen grösstenteils abgeholfen. Stets muss derjenige Frischluftkanal gewählt werden, auf welchen der Wind eine saugende Kraft nicht ausübt; dem zu grossen Anprall des Windes lässt sich durch Klappen steuern. Damit die Luft bei dem raschen Wechsel nicht als trocken empfunden werde, muss sie nach ihrer Erwärmung reichlich angefeuchtet werden. Das geschieht am besten in der Heizkammer selbst, wie das in den beiden Figuren 96 und 97 angegeben worden ist. Das Gefühl der Trockenheit vermeidet man durch Zuführung staubfreier, ev. filtrierter Luft bei gleichzeitiger sorgfältiger Reinhaltung der Kanäle und der Heizkammer.

Anfänglich gelang es nicht immer, die Heizapparate ganz dicht zu halten, weil Eisen und Stein verschiedene Ausdehnungskoeffizienten haben; bei ungünstiger Witterung oder konträrem Wind drangen dann Verbrennungsgase in die Heizkammer, von dort in die Zimmer und erzeugten vermöge des in ihnen enthaltenen Kohlenoxyds Kopfschmerzen und Uebelbefinden. Diesen Fehler hat man beseitigt durch bessere Konstruktion der Heizkörper, oder dadurch, dass man die „Feuerluftheizung“, bei welcher die Luft den die Wärme erzeugenden Ofen direkt berührt, ganz fallen lässt und statt ihrer die „Wasserluftheizung“ oder „Dampfluft-

Eigenschaften
und Eigentüm-
lichkeiten.

Feuer-, Wasser-
und Dampfluft-
heizung.

heizung“ einrichtet, bei welchen in einem Kessel Wasser erhitzt wird, und die Luft zwischen den von dort ausgehenden und in besonderen, vom Heizkörper völlig getrennten Heizkammern untergebrachten Spiralen mit heissem Wasser oder Dampf hindurchstreicht.

Ein Nachteil der Zentralluftheizung liegt in der Schwierigkeit, Heizung und Ventilation zu trennen. Will man Heizung ohne Lüftung, so richtet man eine Zirkulationsventilation ein, d. h. besondere, eingebaute Kanäle führen die reine, aber abgekühlte Raumluft der Heizkammer wieder zu. Man hat diese Einrichtung z. B. in grossen Sälen getroffen, und man benutzt sie, bevor die Säle vom Publikum betreten werden. Wünscht man starke Ventilation bei schwacher Heizung, so ist bei gering erwärmtem Heizkörper eine grosse Menge Luft mittelst eines Ventilators in die Heizkammer oder in die Mischkanäle und von

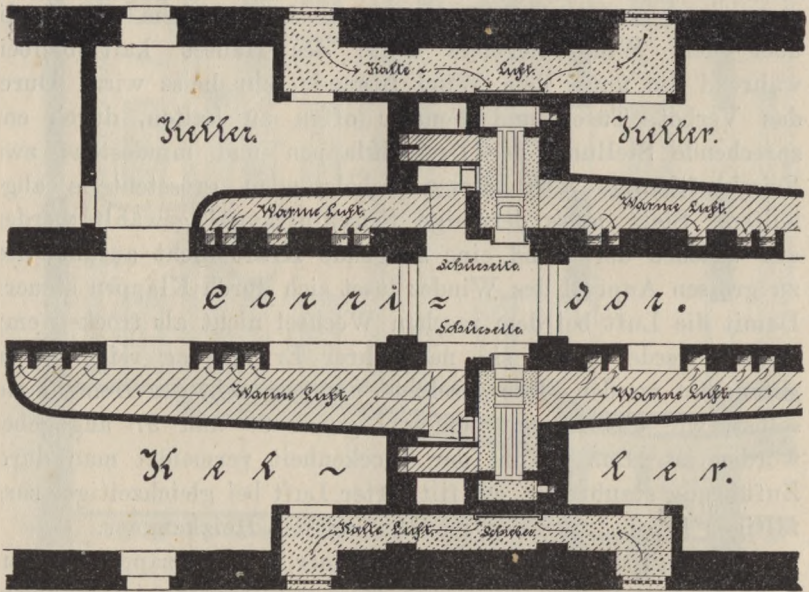


Fig. 99. Querschnitt durch die im Kellergeschoss liegenden Teile der vorstehend abgebildeten Zentralluftheizungs-Anlage. Die beiden Heizkörper für die Nord- und Südhalfte des Hauses liegen sich gegenüber.

dort in die Zimmer zu drücken, bzw. aus letzteren abzusaugen. Soll die Zentralluftheizung gut funktionieren, so sind eine sehr sorgfältige Einrichtung und grosse Aufmerksamkeit beim Betrieb notwendig, insonderlich ist der Regulierung der Wärmeabgabe gebührende, nicht unbeträchtliche Aufmerksamkeit zu schenken.

Für grössere Gebäude sind mehrere Zentralluftheizungen erforderlich, weil die erwärmte Luft sich nur auf kurze Strecken (10—12 m) in horizontaler Richtung fortführen lässt, entfernter liegende Räume also nicht genügend erwärmt werden können. Frei liegende Häuser, welche dem Windanfall ausgesetzt sind, eignen sich für Zentralluftheizungen nicht. Statt der reinen Luftheizung verwendet man meistens besser die auf Seite 252 angeführte Methode, welche darin besteht, dass von zentralen Luftkammern aus eine Anzahl Zimmer durch Schlangen oder Rippenkörper mässig erwärmte Luft erhalten, welche dann nach Bedarf lokal, im Zimmer, durch Warmwasser- oder Niederdruckdampfkörper weiter erwärmt wird.

In dem Vorstehenden haben wir die Wasser-, Dampf- und Luftheizung besprochen, als ob dieselben völlig voneinander getrennt seien; das ist nicht der Fall, denn in der Praxis kommen die mannigfachsten Kombinationen dieser drei Systeme vor, entsprechend dem jeweiligen Bedürfnis. So könnte man z. B. durch Nieder- oder Hochdruckdampf einen Wasserofen erwärmen und an seinem Rohrsystem die für die Ventilation und Heizung eines Zimmers erforderliche Luft vorbeistreichen lassen; man erhält so eine Hochdruckdampfwasserluftheizung, also eine Kombination aller Systeme. — Von der Dampfwarmwasserheizung haben wir schon gesprochen.

Kombinationen.

In Häusern mit Zentralheizung, gleichviel welcher Art, sollten stets ein oder einige Zimmer mit Regulierfüllöfen oder Gasöfen versehen sein, damit man bei event. eintretenden Schäden der Zentralheizung wenigstens einen heizbaren Raum besitzt, und an kalten Tagen ausserhalb der eigentlichen Heizperiode oder bei Erkrankungen von Personen des Haushaltes leicht und ohne die ganze Anlage in Betrieb zu setzen, ein warmes Zimmer haben kann. In dem Seite 215 abgebildeten Hause sind die Gastzimmer mit Öfen ausgerüstet.

Für gewisse Verhältnisse, besonders für Kinderhospitäler oder Kinderpflegeanstalten, deren Insassen sich ja mit Vorliebe am Boden aufhalten, empfiehlt sich die schon bei den Römern gebräuchliche Fussbodenheizung. Bei derselben werden die Heizgase in besonderen luftdichten Kanälen unter oder in dem Fussboden herumgeführt, ehe sie in den Schornstein gelassen werden. Zum Anheizen besteht, ähnlich wie bei den amerikanischen Füllöfen, eine verkürzte Verbindung zwischen Verbrennungsraum und Esse. Da die Fussbodenwärme sehr schwer

Fussboden-
heizung.

regulierbar ist, so muss sie niedrig gehalten werden, und es ist bei Fussbodenheizung daher die Aufstellung von Heizkörpern in den Zimmern erforderlich.

Literatur: Fanderlick, Elemente der Lüftung und Heizung 1887, Haase, Die Lüftungsanlagen und Heizsysteme, 1893. Gesundheitsingenieur 1887—1904. Wolpert, 7 Vorlesungen über Wohnungshygiene (siehe auch Kap. Ventilation). Meidinger, Abhandlungen über Heizung: Rietschel und v. Esmarch. Verh. d. Verf. öff. Gesundheitspflege 1904. Rietschel, Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungsanlagen 1902. v. Esmarch, Hygienisches Taschenbuch 1902.

Die Ventilation.

I. Die Veränderung der Luft der Wohnräume durch den Aufenthalt der Menschen und die Aufgaben der Ventilation.

Die Luft der Wohnräume wird durch den Aufenthalt, den Verkehr und Betrieb der Menschen verschlechtert. Abgesehen von der minimalen Verringerung des Sauerstoffs, werden der Luft riechende Substanzen organischer Natur, sowie Kohlensäure und Wasser beigemischt. Ob spezifische toxische Stoffe in der Ausatemluft enthalten sind, wie Brown-Sequard und d'Arsonval behaupteten, ist sehr fraglich; jedenfalls ist es keinem Nachuntersucher gelungen, das Anthropotoxin zu finden. Die Riechstoffe entstammen den auf der Haut und in den Kleidern vor sich gehenden Zersetzungen, zu welchen das Material zumeist vom Schweiss geliefert wird (Kapron- und Kaprylsäure); dann kommen hinzu die durch Darmgase hervorgerufenen Verunreinigungen. Wie v. Pettenkofer zeigte, stehen die organischen Stoffe in einem gewissen Verhältnis zur Expirations-Kohlensäure, und viele Personen empfinden bereits Unbehagen, wenn 1⁰/₁₀₀ dieser CO₂ in der Wohnluft enthalten ist. Der abgegebene Wasserdampf hindert die Wärmeregulation besonders bei gesteigerter Temperatur. Zur Luftverschlechterung tragen ferner bei die Verbrennungsprodukte der Beleuchtung (s. Kap. Beleuchtung) und die bei der Bereitung von Speisen, aus den Speiseresten und Speiseabfällen, aus feuchten Kleidern erzeugten Dünste und Gase (Schwefelwasserstoff, Merkaptan); dann kommt hinzu der durch den Verkehr entstehende Staub, und schliesslich können

Veränderung
der Luft.

Schlechte Luft.

der Luft der Wohnräume bestimmte Krankheitserreger beigemischt werden.

Wir bezeichnen weiterhin eine Luft als schlecht, wenn sie, sei es durch die Anwesenheit vieler Menschen, sei es durch die Heizung oder die Beleuchtung stark erwärmt ist; jeder Mensch stellt gewissermassen einen Warmwasserofen von 37° dar und trägt zur Erwärmung des Zimmers nicht unwesentlich bei, da er gegen 100 Wärmeeinheiten stündlich liefert. In stark besuchten Lokalen stellt man daher bei nicht zu kalter Aussentemperatur schon gleich nach der Anfüllung der Räume die Heizung ab, oder man ventilert.

Längerer oder oft wiederholter Aufenthalt in schlechter Luft hat, abgesehen von event. eintretenden Infektionen, eine verminderte Widerstandsfähigkeit des Körpers gegen gesundheitliche Schädigungen zur Folge. Wolpert hat nachgewiesen, dass in Räumen, die Ausatemungskohlensäure zu etwa 0,1—0,5 % enthalten, die Ausscheidung von Kohlensäure durch die Atmung etwas verhindert wird, und er nimmt an, dass die verminderte Esslust und das Sinken des Ernährungszustandes bei Personen, die in schlecht gelüfteten Räumen sich aufzuhalten pflegen, hiermit in Zusammenhang stehen.

Aufgabe der
Ventilation.

Die Ventilation hat die Aufgabe, die verdorbene oder stark erhitzte Luft durch reine oder kühle Luft zu ersetzen. Sie ist ausreichend, wenn die Zimmerluft in ihrer Zusammensetzung nicht wesentlich von der Aussenluft abweicht, oder — da der Kohlensäuregehalt als Massstab dient, — wenn nicht mehr als 1‰ Ausatemungskohlensäure sich findet, und die Temperatur auf einer den Zimmerinsassen angenehmen Höhe gehalten wird. Dabei muss der Luftwechsel unmerklich, jedenfalls ohne Belästigung, vor sich gehen.

Für jede Ventilation ist Vorbedingung, dass die entfernbarren Quellen der Luftverunreinigung, Schmutz, üble Gerüche verbreitende Kleider und dergl., zunächst beseitigt werden und dass in den zu ventilierenden Räumen möglichste Reinlichkeit herrsche.

Staub.

In der Industrie hat die Ventilation ausserdem giftige und übelriechende Gase oder Staub zu entfernen. Die Staubentfernung gelingt leicht, wenn die Ventilation am Ort der Staubentstehung kräftig saugend einsetzt. Dahingegen gehören sehr starke, die Arbeiter erheblich belästigende Ströme dazu, den bereits in das Zimmer gelangten Staub zu entfernen. Die Ventilation, wie sie gewöhnlich gehandhabt wird, reicht nach dem Ergebnis darauf gerichteter Untersuchungen nicht aus, Staub oder Bakterien, welche in

der Luft schweben, rasch und sicher abzuführen. Noch geringer ist ihr Einfluss auf bereits am Boden abgelagerte, korpuskuläre Elemente. Sollen Staub, sollen Bakterien aus der Luft entfernt werden, so lässt man sie niedersinken, was in wenig Stunden geschehen ist, und entfernt sie durch Abwischen mit feuchten Tüchern bzw. Ausfegen unter Anwendung feuchter Sägespäne.

II. Der Ventilationsbedarf.

Zur Zeit kennen wir Körper, welche die Schädlichkeit der Ausatemungsluft bedingen, noch nicht. Die Versuche, den Brauchbarkeitsgrad der Zimmerluft nach den Mengen an organischen Stoffen oder nach ihrer Temperatur zu bestimmen, haben brauchbare Resultate nicht ergeben, und wir sind vorläufig noch gezwungen, den Gehalt der Luft an Ausatemungskohlensäure als Massstab anzulegen, um aus ihm den Ventilationsbedarf pro Kopf und Stunde zu berechnen. Der erwachsene Mensch atmet in der Stunde ungefähr 22,6 l Kohlensäure aus; in der Aussenluft sind 0,3‰, oder im cbm sind 0,3 l CO₂ enthalten; es kann daher auf den cbm Aussenluft noch 0,7 l CO₂ zugegeben werden, bis 1‰ erreicht ist; so oft also 0,7 l in 22,6 l enthalten sind — rund 33 mal —, so oft muss 1 cbm Aussenluft zugeführt werden, d. h. der stündliche Ventilationsbedarf beträgt für einen Erwachsenen 33 cbm. Ist die ausgeschiedene Kohlensäure, wie beim Kind, geringer, beträgt sie z. B. nur die Hälfte, 11 l, so ist der Ventilationsbedarf = 11:0,7 = 16 cbm. Man darf annehmen, dass Schulkinder etwa soviel Liter Kohlensäure in der Stunde ausatmen, als sie Jahre alt sind.

Die mehr als dreimalige Erneuerung der Zimmerluft in der Stunde wird bei rauher Witterung als Zug empfunden, bei milder Witterung oder guter Vorwärmung der eingeführten Luft ist ein fünfmaliger Wechsel noch möglich. Der geringste Luftkubus der Zimmerräume pro Kopf soll daher nicht weniger als 10 cbm betragen. Ist die Ventilation nicht völlig ausreichend, so muss über diese Zahl weit hinausgegangen werden, wenn nicht die Luft in kurzer Zeit erheblich verschlechtert werden soll. Während manche Bauordnungen für Schlafräume 10 cbm verlangen, die Polizeiverordnungen dem Schlafburschen denselben Luftraum sichern, gewährt die deutsche Militärverwaltung 16 cbm, geben die Militär- und Zivilspitäler nicht unter 30, in einigen Fällen sogar über 100 cbm Zimmerraum, neben vorzüglichen Ventilationseinrichtungen. Selbstverständlich muss die eintretende

Luftzuführung.

Luftkubus.

Luft rein sein, es darf z. B. nicht durch den Fussboden die verbrauchte Luft der unteren Stockwerke eindringen, ebenso wenig ist es gestattet, für Schulen, Kasernen, Krankenhäuser usw. die Zuluft von den Korridoren zu entnehmen; dass staubhaltige Luft durch Filtration gereinigt werden muss, ist

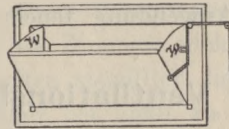


Fig. 100.

schon in dem 1. Kapitel dieses Buches angegeben. Wird die Luft in der Nähe des Fussbodens eingeführt, so betrage ihre Schnelligkeit nicht mehr als 0,3, wird sie über Kopfhöhe eingeführt, nicht mehr als 1,5 m in der Sekunde.

III. Die Einrichtung der Ventilation.

A. Die Oeffnungen und die Kanäle.

Die Ventilation besteht in der Zuführung von reiner und der Abführung der verbrauchten Luft; deshalb muss jeder zu

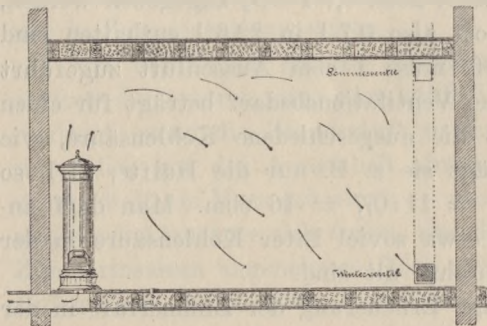


Fig. 101. Weg der Luft bei Lufteinströmung in den Ofenmantel, Luftabströmung an der gegenüberliegenden Wand.

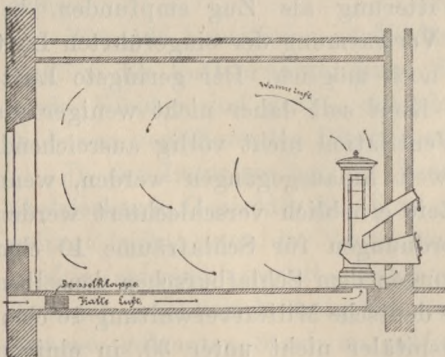


Fig. 102. Weg der Luft bei Lufteinströmung in den Ofenmantel, Luftabströmung direkt neben dem Ofen.

lüftende Raum mindestens zwei Oeffnungen haben. Fehlt scheinbar die eine oder die andere oder beide, so werden sie durch

die Ritzen in den Türen und Fenstern, die Poren der Wände oder sonstige zufällige Lücken ersetzt. Bei allein geöffnetem Fenster oder offener Tür stellt der obere Teil den Auslass, der untere Teil den Einlass dar.

Am besten werden schon beim Bau für die Zwecke der Luftzufuhr und Luftabfuhr besondere Oeffnungen vorgesehen.

Die Einlässe sollen so liegen, dass die eintretende Luft nicht das Gefühl der Kälte oder des Zuges erregen kann. Zu diesem Zwecke führt man die frische Luft in einem Kanal an den Ofen heran und lässt sie in den weiten Ofenmantel oder in besondere Röhren des Ofens, oder in einen kleinen Schacht hinter dem Ofen einströmen, wo sie erwärmt wird und gegen die Decke steigt. Dort und an den Wänden kühlt sie sich ab, geht nieder und wird eingeatmet.

Die Fig. 76, 85, 90, 93, 94, 101 und 102 zeigen, wie die Kanäle verlaufen und wie die Luft erwärmt wird.

Wenn diese Methode nicht anwendbar ist, lässt man die kalte Luft über Kopfhöhe eintreten und zunächst nach oben steigen, wo sie sich verteilt und erwärmt, dann sinkt sie langsam nieder und wird geatmet. In guter Weise wird der Aufstieg erreicht durch Glasjalousien. Ein Oberlicht des Fensters ist anstatt mit fester Scheibe mit einigen um die horizontale Achse drehbaren, unter sich verbundenen Glasplatten versehen; diese können durch einen Hebel senkrecht, wodurch Schluss, oder schräg, mit der Richtung nach oben und innen gestellt werden, wodurch Oeffnen und Lufteintritt mit Aufdrift nach oben bewirkt werden. Einfacher ist die in der Fig. 100 angegebene Ventilationsklappe. Eine Fensterscheibe des Oberlichtes ist um ihre untere Kante nach innen drehbar gemacht. Damit die kalte Aussenluft nicht rechts und links neben der Klappe direkt nach unten falle, sind zwei seitliche Blechplatten, sog. Wangen (W), angebracht. Man kann auch die einzuführende frische Luft, in eine grosse Anzahl kleiner Ströme zerlegt, über Kopfhöhe eintreten lassen (Porenventilation), wodurch ebenfalls eine Erwärmung erzielt und doch das Gefühl des Zuges vermieden wird.

Die Auslässe sind oft doppelt vorhanden. Dicht unter der Decke befinden sich die mit einer Klappe versehenen „Entwärmungsöffnungen“, welche dazu dienen, bei gesteigerter Temperatur die lästige Wärme rasch abzugeben. Die hierbei zugleich erzielte Wirkung auf die Zusammensetzung der Luft ist eine beiläufige. Da das Bedürfnis, Wärme abzuführen, hauptsächlich in den wärmeren Jahreszeiten vorhanden ist, so sagt man auch,

Die Einlass-
öffnungen.

Die Ausfluss-
öffnungen für
Entwärmung.

die obere Oeffnung diene der „Sommerventilation“; treffender ist jedoch der erstere Ausdruck.

Die Ausfluss-
öffnungen
für Entlüftung.

Der Auslass, welcher die verbrauchte Luft abführt, die „Entlüftungsöffnung“, muss in der Nähe des Zimmerbodens liegen, da die reine Luft oben einfließt bzw. nach oben geleitet wird. Läge die Entlüftungsöffnung auch oben, so würde die reine, warme Luft direkt durch sie abziehen, und die Zimmerbewohner befänden sich an dem Boden eines Bassins mit stagnierender, schlechter, kühler Luft, während über ihren Köpfen, aber für sie unerreichbar, ein Strom warmer, guter Luft flösse. Man legt die Oeffnung für den Abfluss zweckmässig nahe der Oeffnung für den Zufluss, weil der Weg, welchen die Luft in diesem Falle zu machen hat, der grösste ist, wodurch ihre Zirkulation eine stärkere, ihre Mischung und die Wärmeverteilung eine gleichmässiger und die Ausnutzung eine bessere wird. Die zwei Zeichnungen, Fig. 101 und 102, bedürfen hiernach einer weiteren Erläuterung nicht.

Kanäle.

Beide, die Entwärmungs- und die Entlüftungsöffnung, münden in einen Kanal, welcher die Abluft bis über das Dach bzw. bis auf den Dachboden führt. Die Abluftschlote müssen, um sie leicht bis über den höchsten Dachfirst führen zu können und der gleichmässigen höheren Temperatur wegen in die Innenwände des Hauses gelegt werden; man macht sie weit und glatt und zieht sie möglichst gerade nach oben, um so die Reibungswiderstände tunlichst zu verringern. Durch Drosselklappen lässt sich der Querschnitt beliebig verändern. Alle Teile einer Lüftungsanlage müssen leicht zugänglich sein und in kurzen Zwischenräumen gereinigt werden. Man vermeidet es, einen Abluftkanal für mehrere Zimmer zu verwenden oder mehrere Abluftkanäle zu einem zu vereinigen, damit nicht ein Zimmer gut, das andere schlecht ventiliert werde, oder bei rückläufigem Ventilationsstrom, welcher sich nicht immer ganz vermeiden lässt, die schlechte Luft des einen Zimmers in ein anderes Zimmer mit guter Luft hinabgedrückt werde. Die Möglichkeit der rückläufigen Bewegung, z. B. wenn die Aussenluft wärmer wird als die Innenluft, spricht gegen die Ausmündung der Kanäle auf den gemeinschaftlichen Dachboden. Ueberhaupt kann die Ausnutzung des Dachraumes als Sammelraum für die Abluft, welche sich zuweilen nicht umgehen lässt oder wünschenswert ist, zu Störungen führen, insofern, als im Winter der Schnee über Tag von dem Dach durch die warme Luft wegtaut, während das Schmelzwasser über Nacht in den Dachrinnen anfriert; auf diese Weise entstehen mächtige Eiszapfen, die gefährlich werden

können. Auch kann das Wasser in das Mauerwerk dringen und bedeutende Frostschäden veranlassen.

B. Die ventilierenden Kräfte.

a) Druckdifferenzen durch Temperaturunterschiede.

Die Ventilation wird bewirkt durch Druckdifferenzen, wenn man von dem geringen ventilatorischen Effekt der Diffusion absieht.

Sie werden bedingt 1. durch Temperaturverschiedenheiten. Die Gase dehnen sich für jeden Grad Wärmeerhöhung um $\frac{1}{273} = 0,00366$ ihres ursprünglichen Volumens aus und werden um ebensoviel leichter. Je grösser der Temperaturunterschied zwischen Innen- und Aussenluft ist, um so beträchtlicher ist ihre Gewichts-differenz, um so intensiver wird die leichte Luft von der schweren verdrängt, d. h. um so energischer ist die Ventilation.

Höhe der Temperatur.

Die Zimmerluft ist im allgemeinen wärmer, also leichter als die Aussenluft; daher wird in den unteren Teil des Zimmers durch die vorhandenen kleinen Oeffnungen in und an den Fenstern und Türen und durch die Poren der Wände und des Fussbodens kalte Luft hineindringen, während durch die im oberen Teil der Zimmerwand und der Zimmerdecke befindlichen Oeffnungen die schlechte, warme Luft herausgedrückt wird. Zwischen Ein- und Austrittszone liegt die neutrale Zone; ihre Höhenlage richtet sich nach der Grösse der Widerstände, welche die ein- oder austretende Luft überwinden muss; sie liegt also in der Mitte der Zimmerhöhe bei oben und unten gleichen Widerständen; finden sich unten mehr und weitere Oeffnungen als oben, so liegt die neutrale Zone tief; wird aber dicht unter der Decke eine weite Oeffnung gemacht, so steigt sie ganz nach oben, d. h. alle sonst vorhandenen Oeffnungen dienen dazu, soviel schwere, also kühle Luft einzulassen, als warme durch die obere Oeffnung entweicht. In der neutralen Zone ist die Druckdifferenz Null, sie nimmt zu mit der Grösse der Entfernung, ist also an Decke und Fussboden am beträchtlichsten; die Beschaffenheit der letzteren ist daher für diese Art der „natürlichen Ventilation“ von ausschlaggebender Bedeutung. Als unangenehm und schädlich wird der „Zug“ empfunden, d. h. das Eindringen kleiner kräftiger Luftströme durch die Ritzen, Fugen und Poren der Umwandungen des Zimmers hindurch, welche den Körper an einer begrenzten Stelle treffen. Zug kann nur unterhalb der neutralen Zone eintreten; führt man daher einen Luftkanal von aussen

Natürliche Ventilation.

bis unten an einen Heizkörper heran und lässt ihn dort frei ausmünden, so wird die neutrale Zone an den Boden gelegt, und jeder Zug ist ausgeschlossen, während der Zutritt der frischen Luft, da sie sich am Ofen erwärmt, nicht gefühlt wird. — Befindet sich jedoch in einem Raum, z. B. in einem Konzertsaal, an der Decke eine Luftabfuhröffnung, die event. noch durch einen Sonnenbrenner in ihrer Wirkung verstärkt wird, so liegt die neutrale Zone an der Decke, und alle kleineren und grösseren Oeffnungen lassen Luft ein; es wird also an den Fenstern und undichten Mauerstellen, unter den Türen etc. hindurchziehen, und wird eine Tür geöffnet, so stürzt die kalte Luft in den unter negativem Druck stehenden Raum hinein und belästigt stark. Um diesen Uebelstand zu heben ist erforderlich, an einer oder mehreren Stellen mindestens soviel, besser etwas mehr Luft zuzuführen, als durch jene Oeffnung abfließt. Dadurch werden die kleinen Nebenwege, welche den Zug entstehen lassen, ausser Funktion gesetzt.

Die natürliche Ventilation durch die Poren und Undichtigkeiten der Umwandung hindurch ist gering. Nach älteren und neueren Untersuchungen kann man annehmen, dass unter den günstigsten Bedingungen, d. h. bei freiliegenden, schlecht gebauten Wohnräumen der so erzeugte Luftwechsel ein einmaliger in der Stunde ist, während er in gut gebauten Wohnungen auf $\frac{1}{5}$ herabsinkt. Hiernach kommt also die durch Temperaturdifferenzen erzeugte natürliche Ventilation nur für schlecht und leicht gebaute Häuser in Betracht.

Sind besondere Luftkanäle eingebaut, so ist die theoretische Geschwindigkeit einer durch Temperaturdifferenzen verursachten Luftströmung proportional der Quadratwurzel aus den bestehenden Temperaturdifferenzen zwischen kalter und warmer Luftsäule. Ist z. B. die mittlere Temperatur der warmen Luftsäule im Ofen und Schornstein 60° und zeigt die Aussenluft das eine Mal $+15^{\circ}$, das andere Mal -2° , so verhalten sich die Schnelligkeiten im Rohr wie die $\sqrt{60-15} : \sqrt{60-(-2)} = \sqrt{45} : \sqrt{62}$, d. h. nahezu wie 7:8.

Ausser dem Temperaturunterschied kommt die Höhe der erwärmten Luftsäule in Betracht. Ein mit Abführungsschacht versehenes Zimmer kann man sich vorstellen als ein U-Rohr, dessen einer Schenkel gleich der Zimmerhöhe (a) und der Schlothöhe (b) ist, dessen anderer Schenkel durch die freie Atmosphäre bis zu einer jener gleichen Erhebung ($h = a+b$) gebildet wird. Nach dem Fallgesetz stürzt die schwerere Flüssigkeit, d. h. die kältere Luft des einen Schenkels mit um so grösserer Schnelligkeit in den anderen

Künstliche
Ventilation.

Differenz in der
Höhe der Tem-
peratur und

der beiden Luft-
säulen.

Schenkel hinein, je höher sie fällt, je höher also die differenten Luftsäulen sind, und je grösser der Gewichtsunterschied ist. Wenn im Winter Zimmer und Schlot warm, die Aussenluft aber kalt ist, so fliesst letztere in das Zimmer hinein und drückt die warme Luft zum Schlot hinaus. Lässt man die kalte Luft unten ein-, die warme oben austreten, so kommen Höhen- und Temperaturunterschied voll zur Wirkung; lässt man aber die kalte Luft oben ein-, die warme unten ausfliessen, so wärmt sich die erstere in den oberen Zimmerregionen an, während sich die letztere an dem Boden etwas abkühlt, es wird der Temperaturunterschied und damit der Luftaustausch geringer; das Höhenverhältnis ($h = a + b$) wird durch diese Anordnung nicht verändert.

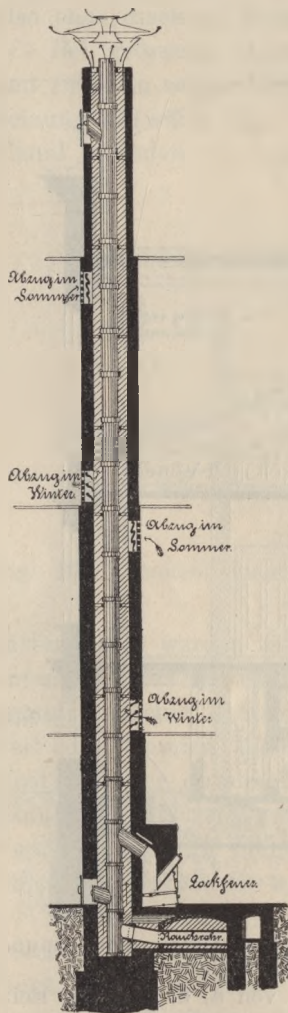


Fig. 103 Saugschacht. Bei dem Worte „Rauchrohr“, an der heissesten Stelle, mündet der Abluftsammler in den Schlot.

Im Sommer ist zuweilen die Zimmerluft kühler als die Aussenluft. Oeffnet man die Klappen, so fliesst die Stubenluft aus der unteren, der eigentlichen Zuluftöffnung, ab, während die warme Aussenluft aus dem Schlot durch die Entwärmungs- oder Entlüftungsöffnung nachrückt. Die Schnelligkeit des Abströmens richtet sich nach dem Temperaturunterschied und der Höhe des Zimmers. Der Wohnraum bildet den mit schwerer Luft gefüllten Schenkel des U-Rohres, welchem eine wärmere, leichtere Aussenluftsäule ($h = a$) als anderer Schenkel gegenübersteht.

Eine Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Aussenluft von nicht mehr als 5° wird durch die Reibungswiderstände kompensiert. Wenn man bei diesem geringen Wärmeunterschied noch Luftbewegung erzeugen, oder einen vorhandenen ventilatorischen Effekt steigern will, so erwärmt man die abziehende Luft künstlich. Zu dem Zwecke kann man in jedem einzelnen Schlot einen Bunsenbrenner anbringen, — 1 cbm Gas vermag unter sonst günstigen

Bedingungen bei seiner Verbrennung gegen 700 cbm Luft abzuführen —, oder man sammelt die abziehenden Luftschächte auf dem Dachboden zu einem gemeinsamen Kanal, in welchen man eine Wärmequelle, eine Lockfeuerung, bringt (appel par en haut).

Andererseits kann man, was bei Neuanlagen schon nach Möglichkeit geschieht, die Luftschächte neben die Ofenschornsteine legen, um deren Wärme auszunutzen (siehe die Abbildung 73 a, b, c). Ergiebiger wird die Wirkung, wenn man den

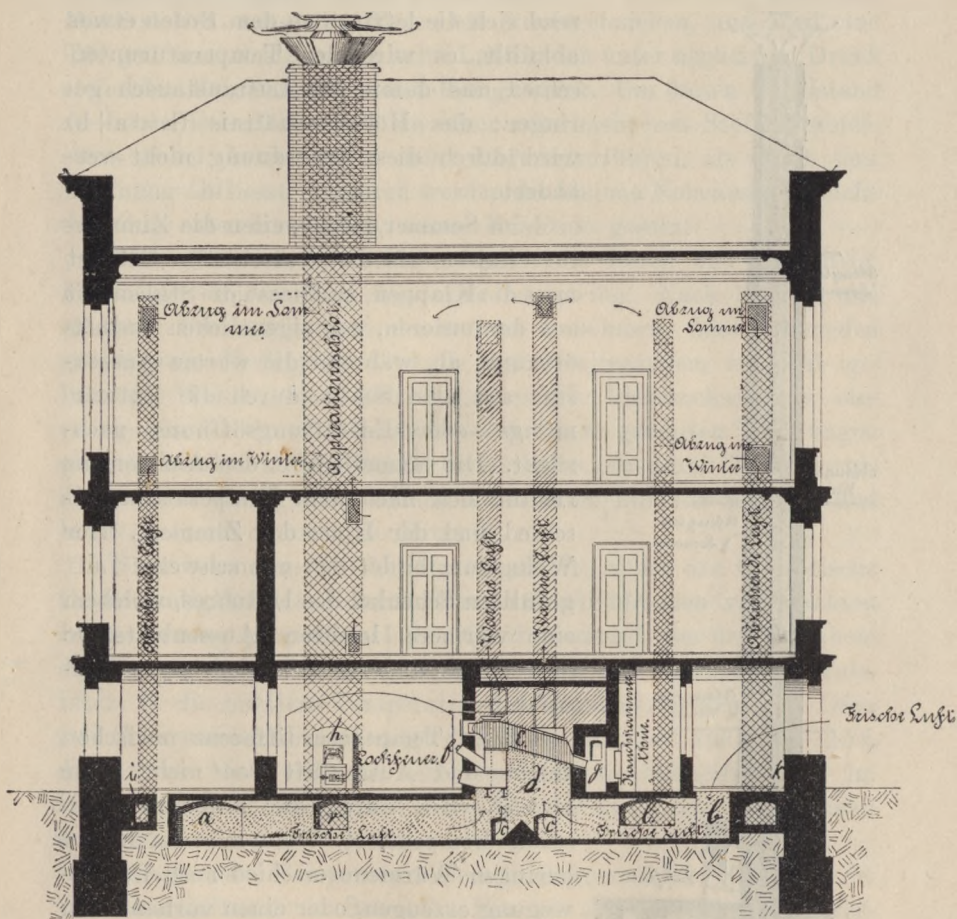


Fig. 104. Lüftungsanlage in dem Landgerichtsgebäude zu Dortmund, ausgeführt von dem Eisenwerk Kaiserslautern.

Die frische Luft kann von allen vier Seiten, von a, b, c, e, der Heizkammer d zufließen, wo der Rippenheizkörper e mit Füllfeuerung f steht. Die warme Luft steigt durch die schräg gestrichelten Kanäle in die Zimmer. Bei g gehen die Verbrennungsgase in horizontalem Kanal umgeben ist. Die Abluft der Kanäle i, k, l wird ihm durch den Sammelkanal r zugeführt. Bei h steht für den Sommer ein Lockofen.

unteren Teil der Zwischenwand der beiden Schloten (die Schornsteinwange) durch eine 1—3 m lange Eisenplatte ersetzt.

Der Ofen wirkt ebenfalls ventilierend; Recknagel fand, dass bei einer Schnelligkeit von 3—4 m in der Sekunde durch ein Zugloch von 10 qcm Grösse 10—14 cbm Luft, durch eine offene Aschentür bis 50 cbm in der Stunde entweichen; das dürfte ungefähr der Luftmenge entsprechen, welcher eine Person in der gleichen Zeit bedarf. Oeffnungen im Ofenrohr gestatten eine lebhaftere Ventilation selbst bei hermetisch geschlossenen Ofentüren, also ohne direkten Wärmeverlust.

Bei grösseren Anlagen baut man einen weiten Schornstein und führt in seiner Mitte das gusseiserne Rauchrohr der Zentralheizung aufwärts (Fig. 103). In den so entstandenen erwärmten Kanal münden die zunächstliegenden Abluftrohre direkt. Die

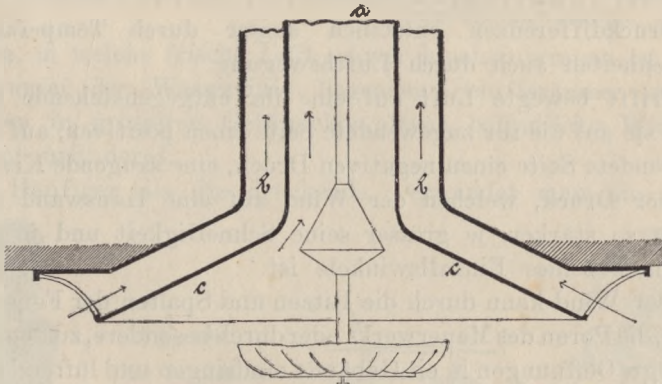


Fig. 105. Sonnenbrenner mit Abführung der Verbrennungsgase und der schlechten Luft.

entfernteren werden gewöhnlich nicht nach oben, sondern nach unten geführt und im Kellergeschoss zu einem Sammelkanal vereint, welcher entweder in die Feuerung oder in den unteren Teil des Kamins ausmündet (appel par en bas). Im Sommer wird letzterer durch einen besonderen Ofen geheizt. Ausser der Abbildung 103 zeigt ebenfalls Fig. 104 sowohl die direkt in den Ventilationskamin mündenden Oeffnungen als auch die abwärts führenden Kanäle (i, k, l) und den Sammelkanal der Abluft (r).

In Konzertsälen, Theatern ist es vor allem die Gasbeleuchtung, welche die starke Temperatursteigerung der oberen Räume bedingt. Bei dem Gas- und Petroleumlicht muss die Wärme in besonderen Abzügen abgeführt werden. Leider wird hierauf zu wenig Rücksicht genommen; man baut besondere Kanäle, um Zimmer etc. zu entwärmen und zu entlüften, aber die Wärme und die Verbrennungsprodukte, welche durch die Beleuchtung

Beleuchtungs-
wärme.

entstehen, werden selten abgeführt; noch weniger oft wird ihre unentgeltlich gelieferte Kraft für Ventilationszwecke verwendet, trotzdem sich dieses in der leichtesten Weise bewerkstelligen lässt. Die Abbildung 105 zeigt eine Anzahl zu einem „Sonnenbrenner“ vereinigter Flammen, welche ihre Hitze und Verbrennungsgase in den von einem weiten Mantel (b) umgebenen Kanal (a) abführen. Der untere Teil des Kanals (c) ist abgebogen und blank, er dient als Reflektor. Die aus Eisenblech bestehende Kanalwand erhitzt sich stark und überträgt ihre Wärme an die Luft der Ummantelung (b), wodurch eine lebhaftere Abführung der erhitzten Saalluft eingeleitet wird. In ähnlicher Weise kann jede Flamme, jede Lampe zu ventilatorischen Zwecken dienstbar gemacht werden.

b) Druckdifferenzen durch Luftbewegung.

Druckdifferenzen entstehen ausser durch Temperaturverschiedenheiten auch durch Luftbewegung.

Wind.

Trifft bewegte Luft auf eine ihr entgegenstehende Fläche, so übt sie auf die ihr zugewendete Seite einen positiven, auf die ihr abgewendete Seite einen negativen Druck, eine saugende Kraft aus.

Der Druck, welchen der Wind auf eine Hauswand ausübt, ist um so stärker, je grösser seine Schnelligkeit und je grösser der Sinus seines Einfallswinkels ist.

Der Wind kann durch die Ritzen und Spalten der Fenster und Türen, die Poren des Mauerwerks oder durch besondere, zu dem Zweck angelegte Oeffnungen in ein Gebäude eindringen und lüftend wirken.

Poren-
ventilation.

In gut gebauten Häusern sind Fenster und Türen möglichst dicht gearbeitet, desgleichen ist die Durchlässigkeit der Mauern gering; an und für sich sind die Poren der hartgebrannten Ziegel eng, zudem werden sie durch den Verputz, den Kalkfarben- oder Oelanstrich oder die Belegung der Wände mit Tapeten zum grössten Teil verschlossen. Sind jedoch die Häuser leicht gebaut, ist das Baumaterial kein gutes, wie z. B. bei sehr vielen ländlichen Wohnungen, dann kommt dieser Teil der „natürlichen“ oder „Porenventilation“ zur Geltung und vermittelt einen Luftaustausch, welcher an sich zwar gering, doch um so höher angeschlagen werden muss, als in derartigen Häusern andere Lüftungseinrichtungen zu fehlen pflegen. (Siehe S. 268.)

Wenn besondere Oeffnungen für die Ventilation gelassen sind, so kann man die drückende und die saugende Kraft des Windes verwenden.

Propulsion,
Exhaustion.

Bei der „Propulsion“ versieht man die Einflussöffnung, gewöhnlich das obere Ende eines vertikal gestellten Schachtes, mit

einem „Propulsorkopf“ (Fig. 106), welcher entweder fest in der herrschenden Windrichtung steht oder, beweglich konstruiert, sich durch eine Windfahne in die Windrichtung einstellt. Man verwendet diese Art der Pulsion mit besonderem Vorteil für Lokali-

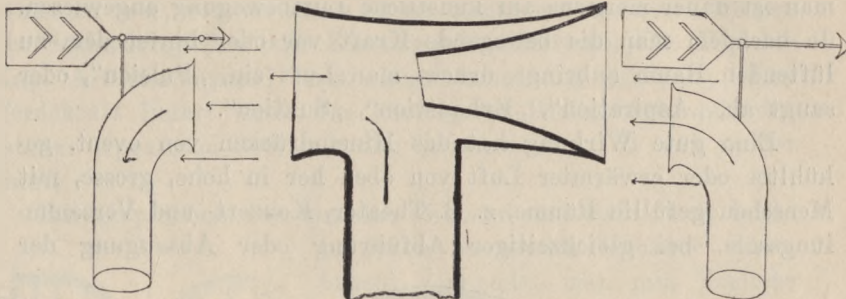


Fig. 106. Propulsorkopf.

Fig. 107.

Fig. 108.

Zwei Exhaustorköpfe.

täten, in welche frische Luft schwer hineinzubringen ist, z. B. in die unter der Wasserlinie liegenden Schiffsräume, in Keller, mitten in grösseren Gebäudekomplexen befindliche Wirtschaftsräume und dergl.

Häufiger als die drückende, verwendet man die saugende

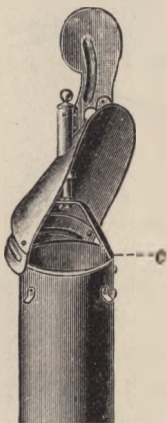


Fig. 109.
Der John'sche
Ventilations-
aufsatz.
C Bügel,
welchem die
drehbare Haube
aufsitzt.

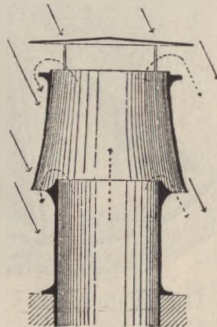


Fig. 110.

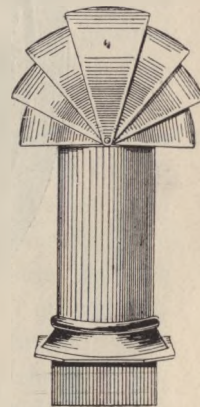


Fig. 111.

Wolpertscher Luftsauger. Grovescher Ventilator.

Kraft des Windes, indem man die oberen Enden der Kanäle, welche die verbrauchte Luft abführen sollen, mit „Aspirationsköpfen“ versieht. Dieselben sind entweder nach Art der Zerstäubungsapparate gebaut (Fig. 107), oder sie sind den Propulsorköpfen gleich, halten aber mittels einer grossen Wetterfahne ihre Oeffnung von der jeweiligen Windrichtung abgewendet (Fig. 108 und 109). Kräftig saugende und das Eindringen konträrer Luftströme hindernde Aspiratoren sind der Wolpertsche und der Grove-

sche Luftsauger (Fig. 110 und 111), obschon auch sie durchaus nicht immer entsprechen.

Künstliche
Luftbewegung.

Der Wind ist indessen ein zu unbeständiger Faktor, als dass man eine gleichmässige Lüfterneuerung durch ihn erwarten könnte; man ist daher meistens auf künstliche Luftbewegung angewiesen. Je nachdem man die bewegende Kraft vor oder hinter dem zu lüftenden Raum anbringt, drückt man Luft ein, „Pulsion“, oder saugt ab, „Aspiration“, „Exhaustion“, „Suktion“.

Eine gute Wirkung hat das Hineindrücken von event. gekühlter oder erwärmter Luft von oben her in hohe, grosse, mit Menschen gefüllte Räume, z. B. Theater, Konzert- und Versammlungssäle, bei gleichzeitiger Abführung oder Absaugung der

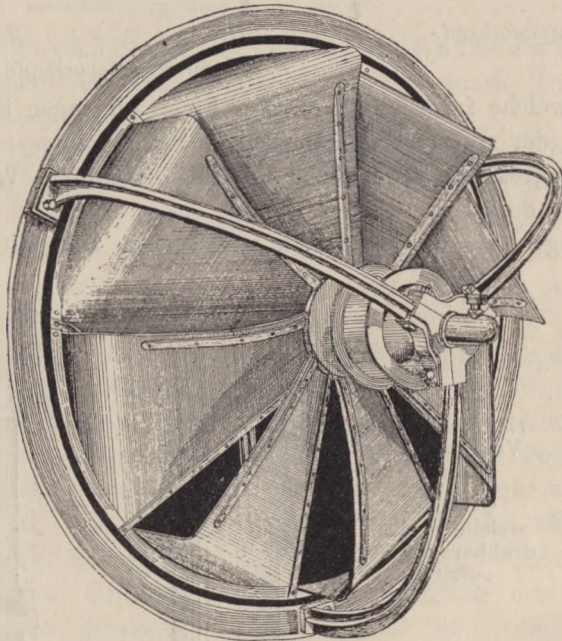


Fig. 112. Ventilator von Blackman.

verbrauchten Luft in den oberen, aber von den Eintrittsöffnungen entfernten, oder in den unteren Regionen dieser Räume.- Man erreicht so ausser einer kräftigen Lüfterneuerung eine der gewünschten Höhe entsprechende Temperatur, und, da Ueberdruck in dem Raume herrscht, ein Verschwinden des sonst so lästigen Zuges beim Oeffnen der Türen.

Als treibende Kraft verwendet man meistens Dampf, Wasser und Elektrizität. Entweder sind die Ventilatoren nach Art einer Schiffsschraube konstruiert, bezw., wie die Fig. 112 zeigt, mit Schaufelflügeln versehen, welche durch ihre Anordnung und

Form die gefasste Luft in der Längsrichtung des Kanals weiterschieben, Schraubenventilatoren, oder sie haben rechtwinklig zur Achse gestellte Flügel, welche die an der Achse, von der Seite her eintretende Luft zur Peripherie hinschleudern, von wo sie in einem Kanal weiter fliesst, Flügel- oder Schleudergebläse oder Zentrifugalventilatoren. Die Fig. 148 (Kap. Arbeiterhygiene) lässt diese Anordnung erkennen. Eine Pferdekraft liefert unter den günstigsten Bedingungen mit den ersteren Apparaten 460, mit den letzteren nur 120 cbm in der Minute.

Zur Aspiration für einzelne Zimmer und Säle (weil leicht in schon bestehende Gebäude einzubauen) verwendet man mit Vorliebe durch Wasser oder Elektrizität getriebene Ventilatoren. So lässt man z. B. innerhalb eines weiten Lüftungskanals Wasser unter starkem Druck aus einer in der Kanalachse angeordneten Brause austreten, welche grosse Quantitäten Luft mit sich reisst. Die beigezeichnete Zeichnung eines derartigen Ventilators veranschaulicht die Wirkungsweise (Fig. 113); oder man verwendet Turbinen etc.

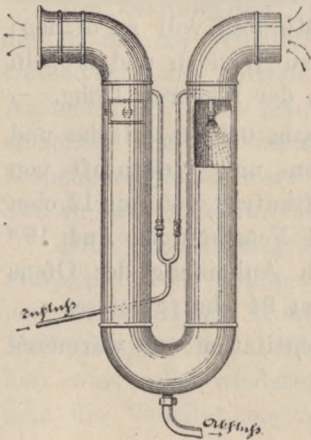


Fig. 113. Viktoria-Ventilator von Lutzner und Gumtow.

Starker ventilatorischer Effekt lässt sich durch Anwendung der Druckluft, welche sich zum Treiben von Maschinen etc. allmählich einzubürgern scheint, oder durch Dampf erreichen. Durch eine in der Längsachse des Luftkanals angebrachte Düse entweichen die Druckluft oder der Wasserdampf in dünnem, aber kräftigem Strahl und saugen die neben ihnen befindliche Luft an.

Zu grosse Schnelligkeiten müssen bei der maschinellen Ventilation vermieden werden, sonst entstehen störende Geräusche.

IV. Die Sommer- und Winterventilation und die Bestimmung der Ventilationsleistung.

Die Lüftung geschieht zur Sommerzeit am einfachsten und besten durch Oeffnen der Fenster. Kommt es darauf an, rasch alle unreine Luft zu entleeren, so öffnet man sämtliche Fenster und die Tür. Ein Schulzimmer sei $4 \times 6 \times 8 \text{ m} = 192 \text{ cbm}$ gross,

Sommer-
ventilation.

habe drei Fenster und eine Tür, letztere von 2 qm Fläche; die Schnelligkeit des durch die Tür dringenden Luftstromes betrage nicht mehr als 1 m in der Sekunde (gewöhnlich ist sie erheblich grösser), so fliessen in der Minute 120 cbm Luft zur Tür herein und zu den Fenstern hinaus, in 1½ Minuten könnte das Zimmer entlüftet sein; rechnet man, da die reine Luft sich mit der Zimmerluft mischt, die doppelte Zeit, so wäre in drei Minuten die Luft völlig erneuert.

Die zeitweilige Zuglüftung ist für die meisten Räume die einfachste, wirkungsvollste und daher beste Methode. Vor allem in den Schulen ist sie zu verlangen. In den Pausen wird es sich stets, selbst in der strengsten Winterkälte, ermöglichen lassen, die Fenster und Türen auf 1—2 Minuten voll zu öffnen; die eingetretene Luft erwärmt sich an den Wänden und Möbeln des Zimmers in kürzester Zeit wieder zu der früheren Höhe.

Beim Oeffnen eines Fensterflügels von 0,8 qm Fläche und einer Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Aussenluft von 4° ergab sich bei Pettenkofer ein Luftzutritt von nur 12 cbm in der Stunde, bei verklebten Tür- und Fensterfugen und 19° Differenz traten 57 cbm Luft ein, nach Anheizung des Ofens wurden unter sonst gleichen Bedingungen 94 cbm gemessen.

Eine langsame und gleichmässige Ventilation zur wärmeren Jahreszeit ohne Oeffnen der Fenster lässt sich dadurch erreichen, dass man die kühle Luft unten, also in der Nähe des Fussbodens einführt, und die verbrauchte Luft durch die obere Auslassklappe abführt. Siehe in Fig. 114 S. 1, die ausgezogenen Pfeile und S.

Die Intensität der Ventilation ist durch Drosselklappen oder Schieber zu regeln, welche in den Kanälen angebracht sind.

Im Winter muss die frische Luft immer angewärmt werden, ehe sie mit den Zimmerbewohnern in Berührung kommt (S. 265). Die meisten Menschen sind gegen lokale Abkühlung viel empfindlicher als

gegen schlechte Luft, und man kann sicher sein, dass die Ventilation abgestellt oder unbrauchbar gemacht wird,

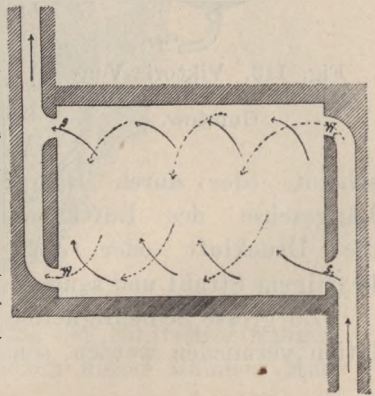


Fig. 114. Schema d. Sommer- und Winterventilation. Die gestrichelten Pfeile (W) deuten die Luftströmung bei der Winterventilation, die ausgezogenen (S) bei der Sommerventilation an.

wenn die Luft nicht angewärmt, sondern kühl in die Räume eintritt. Um die Luftbewegung unfühlbar zu machen, müssen die Einströmungsöffnungen, und, um sie leistungsfähig zu machen, die Kanäle weit sein.

Die oberen Auslässe, die Entwärmungsklappen, sind nur bei zu hoher Temperatur, oder wenn ein kurz dauernder energischer Luftwechsel erwünscht ist, den man durch Aufmachen der Fenster und Türen nicht erreichen will oder kann, zu öffnen. Für gewöhnlich dienen im Winter die am Boden befindlichen Auslässe zur Abführung der verbrauchten Luft. Siehe in Fig. 114 die gestrichelten Pfeile.

Die Leistung der Ventilation bestimmt man durch Messung der in den zu ventilierenden Raum eintretenden und der austretenden Luft mittels des Seite 24 Fig. 10 abgebildeten Anemometers. Die Schnelligkeit der Luftbewegung ist an den einzelnen Punkten eines Kanalquerschnittes nicht gleich. Ein brauchbarer Mittelwert wird durch eine Reihe an verschiedenen Stellen des Querschnittes angestellter Messungen erhalten.

Messung.

Die Ventilationsgrösse lässt sich ferner aus dem Kohlensäuregehalt der Zimmerluft berechnen. Zu dem Zwecke führt man einem Raum Kohlensäure zu und bestimmt ihre Menge. Nach einiger Zeit, während welcher die Ventilation in Tätigkeit war, wird wiederum gemessen. Aus der Differenz erhält man die Ventilationsgrösse unter Anwendung der von Seidel

Berechnung.

aufgestellten Formel: $V = 2,303 \cdot m \cdot \log \frac{k_1 - k}{k_2 - k}$, wobei k den Kohlensäuregehalt der freien Atmosphäre, k_1 den Gehalt am Beginn, k_2 am Ende des Versuches, m den Kubikinhalte des Zimmers bedeutet.

Recknagel hat berechnet, dass bei einem Preise von zwei Pfennigen für 3000 Kilogrammkalorien und einem Wasserpreis von fünf Pfennigen pro cbm die Zufuhr von 100 cbm Luft pro Stunde und ihre Erwärmung während der Heizperiode nicht mehr als etwa 30 M. jährlich kosten.

Literatur: Wolffhügel, Zur Lehre vom Luftwechsel, Archiv für Hygiene 18. Prüfung von Ventilationsapparaten 1876. Wolpert, Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung. Recknagel, Ueber Lüftung. Ges. Ing. 1891. Rietschel, Lüftung und Heizung von Schulen 1886. Lüftungs- und Heizungsanlagen 1893. K. Schmidt, Heizung und Ventilation in Weil's Handbuch der Hygiene 1896. Rietschel, Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungsanlagen 1902. Wolpert, Arch. für Hygiene 1903.

Die Beleuchtung.

I. Die Wirkung des Lichtes.

Psychische
Wirkungen.

Das Licht, d. h. Aetherschwingungen von 0,000 760 (rot) bis 0,000 382 mm (violett) Wellenlänge, soweit das menschliche Auge in Betracht kommt, wirkt auf den Menschen wohlthätig ein; die Stimmung ist eine heitere, bessere, wenn die Sonne scheint, als wenn Regen niederfällt. In gut durchlüfteten, von der Sonne durchstrahlten Wohnungen fühlt man sich wohler als in dumpfen Zimmern, wohin kein Sonnenstrahl dringt. Dumpfe, düstere Räume bilden den Inbegriff der ungesunden Wohnung, und mit Recht; besitzt doch die Natur in dem Licht eines der kräftigsten Desinfektionsmittel. Eine grosse Zahl Krankheitserreger werden durch das Licht in kurzer Zeit getötet. Die Milzbrandbazillen, die Cholera- und Typhusbazillen sterben, dem Licht ausgesetzt, viel rascher ab, als wenn sie im Dunkeln gehalten werden. Die gefährlichsten Feinde des Menschengeschlechts, die Tuberkelbazillen, sind gegen Licht ungemein empfindlich. Nicht nur das direkte Sonnenlicht, schon das diffuse Himmelslicht bringt in wenig Tagen die üppigste Kultur zum Absterben. An Fäden angetrocknete Typhusbazillen starben im dunklen Zimmer in 14, im hellen Zimmer bei diffusem Tageslicht in 2 Tagen, Tuberkelbazillen an Tröpfchen angeklebt in 18 bzw. 3 Tagen ab.

Desinfektion.

Von Belang ist weiter, dass gute Beleuchtung die Unreinlichkeiten deutlich erkennen lässt und somit die Veranlassung wird, der wichtigsten hygienischen Massnahme, der Reinlichkeit, gerecht zu werden.

Reinlichkeit.

Das Licht wirkt insofern auf den Stoffumsatz fördernd ein, als das Individuum zu lebhafterer Tätigkeit, tieferem Atmen

Stoffumsatz.

angeregt wird und dadurch einen lebhafteren Stoffumsatz hat, als wenn es im Dunkeln sich ruhig verhält.

Steht so der ganze Körper unter der Einwirkung der Beleuchtung, so werden noch besonders die Augen beeinflusst. Ein Uebermass von Licht wirkt, wenn auch nur in seltenen Fällen, schädlich. Strahlt das direkte Sonnenlicht in das Auge, so kann Verminderung der zentralen Sehschärfe eintreten. Die längere Einwirkung glänzender Flächen bewirkt die Schneeblindheit, d. h. sie setzt die Fähigkeit herab, Netzhautbilder von geringerer Lichtintensität wahrzunehmen. Durch sehr intensive künstliche Beleuchtung, z. B. bei den Glasbläsern, tritt wohl eine Belästigung, aber nur selten eine eigentliche Schädigung ein.

Schädigung der Augen durch zu starkes,

Von den Wohnräumen hält man das Licht ab durch Jalousien oder durch weisse, gelbliche oder graue Fenstervorhänge, letztere können bis 99 % des Lichtes zurückhalten; gestreifte oder gemusterte Rouleaux sind ungünstig, da sie das Licht ungleich absorbieren. Sollen die Augen vor zu grellem Licht geschützt werden, so eignen sich grosse, rauchgraue oder blaue Brillen, die soweit vom Auge abstehen müssen, dass sie der Luftzirkulation und der Schweissverdunstung nicht hinderlich sind.

Häufiger als mit dem Lichtüberfluss hat man mit dem Lichtmangel zu kämpfen. Ungenügende Helligkeit bedingt Herabminderung der Sehschärfe, daher wird das Objekt möglichst nahe an das Auge gebracht, und damit eine angestrengte Akkommodation ausgelöst, welche zu rascher Ermüdung und auf die Dauer zur Myopie und Schwachsichtigkeit führt.

durch zu schwaches Licht.

II. Die Versorgung der Wohnräume mit Tageslicht und die Messung des Lichtes.

Als von der Anlage der Strassen gehandelt wurde, ist schon gesagt worden, dass die Strassenbreite mindestens gleich der Höhe der Häuser sein sollte, damit die Mittagssonne die Erdgeschosse der Häuser möglichst bestrahle. Nach Norden liegende Zimmer sind erheblich dunkler als unter sonst gleichen Verhältnissen nach Süden gerichtete.

Vielfach aber werden sich die Bewohner mit diffusem Himmelslicht begnügen müssen, um so mehr, als man das direkte Sonnenlicht bei dem Arbeiten nicht gebrauchen kann, dasselbe vielmehr abblenden muss. Die Helligkeit des diffusen Himmelslichtes steht

Diffuses Himmelslicht.

in geradem Verhältnis zu der Helligkeit des Himmels, zu der Grösse des Himmelsabschnittes, welcher von dem Beobachtungs- bzw. Arbeitsplatz aus sichtbar ist, und zu dem Sinus des Einfallswinkels der Lichtstrahlen.

Ein Strahlenbündel von dem Durchmesser a beleuchtet bei senkrechtem Einfall die Fläche $b c$, bei einem Einfallswinkel von 45° die Fläche $b d$; im letzteren Falle erhält $b c$ nur etwa $\frac{2}{3}$ des Lichtes, welches es im ersteren Falle bekommt. (Fig. 116).

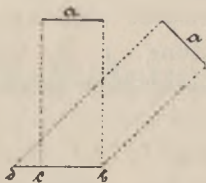


Fig. 116.

Um die Grösse des sichtbaren Himmelsstückes nebst der Grösse des Einfallswinkels zu messen, ist von Weber ein kleiner Apparat angegeben, der sog. Raumwinkelmesser.

Raumwinkel-
messer.

Man denkt sich das Himmelsgewölbe in Quadrate eingeteilt, deren Seiten je $\frac{1}{360}$ eines Grades des grössten Kugelkreises betragen; der von diesen Seiten am Untersuchungspunkt eingeschlossene körperliche Winkel ist ein Raumwinkelgrad. Ist der Sinus = 1, fällt also das Licht senkrecht ein, so ist ein Platz selbst bei bewölktem Himmel für feinere Arbeiten, z. B. Lesen und Schreiben, noch genügend beleuchtet, wenn der Raumwinkel 50° beträgt, d. h. 50 solcher Quadrate umfasst (Cohn). Ändert sich der Sinus, so muss der Raumwinkel grösser werden ($50 \cdot \sin \alpha$), wenn die Helligkeit dieselbe bleiben soll. Die Messung geschieht durch die Aufstellung einer Linse vor einem quadrierten Papier. Jedes scharf beleuchtete Quadrat entspricht einem Raumwinkelgrad; die Neigung der Linse zur Horizontalen lässt auf einem Kreisbogen die Grösse des Einfallswinkels direkt erkennen.

Mängel des
Raumwinkels.

Die Helligkeit eines Platzes wird ausser durch das direkte Himmelslicht beeinflusst durch die Menge des von den gegenüberliegenden Häusern, von den Zimmerwänden, der Decke und von der beleuchteten Fläche selbst reflektierten Lichtes und durch die Entfernung der leuchtenden Fläche, also des Fensters, vom Arbeitsplatz (sie ist umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung). Tapeten von gelber Farbe absorbieren 60, von blauer Farbe 75, von tiefbrauner Farbe sogar 96 % des in das Zimmer fallenden Lichtes (Sumpner). Ist die Menge des reflektierten

Lichtes aber bedeutend, so kann ein Platz noch genügendes Licht haben, wenn sein Raumwinkel selbst erheblich weniger als 50° beträgt, ausserdem nimmt der Raumwinkel mit der Entfernung vom Fenster rascher ab als die Helligkeit, und die Helligkeit des Himmels beeinflusst einen Platz oft mehr als die Grösse des Raumwinkels selbst. Aus allem folgt, dass der Raumwinkelmesser über die wirklich vorhandene Helligkeit eines Platzes ungenaue Resultate geben muss, und Cohn hat einen anderen Apparat an seine Stelle gebracht.

Von einem Täfelchen, siehe Fig. 117, werden die vor-

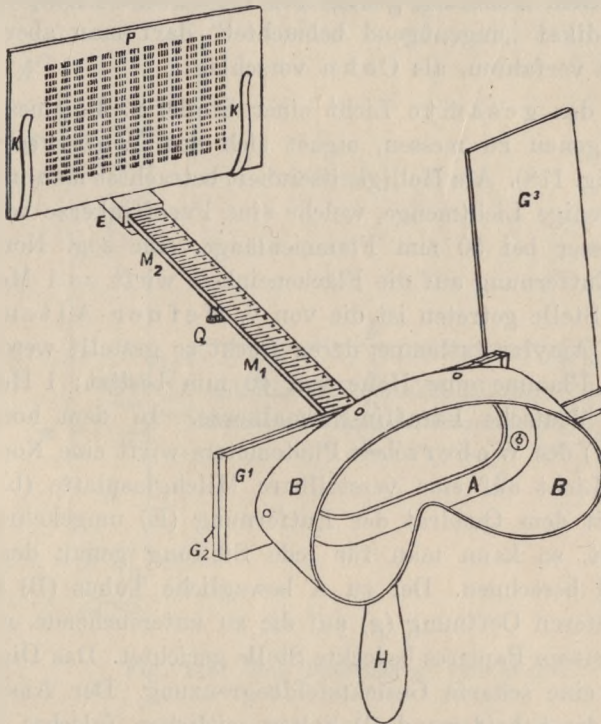


Fig. 117. Lichtprüfer für Arbeitsplätze von Herm. Cohn. A. B, H Kästchen mit Griff, wie ein Stereoskop dicht vor die Augen zu halten. G^1 2 3 rauchgraue Glasplatten; M^1 und 2 zwei Masstabhälften, die durch die Schraube Q zusammengehalten, in die Hülse E gesteckt werden, welche mittelst der Klammern K die Lesescheibe P trägt.

gedruckten, je zwei zweistelligen Zahlen mit jeweils acht Silben am Fenster laut eine halbe Minute lang abgelesen; die Zahl wird notiert. Dann wird das Täfelchen auf dem Platz, dessen Brauchbarkeit festgestellt werden soll, abgelesen, nachdem alle drei grauen Gläser niedergeschlagen sind, die 99 % des Lichtes absorbieren. Wird in derselben Zeit wie vorhin dieselbe Anzahl

Lichtprüfer.

von Zahlen heruntergelesen, so ist der Platz „vorzüglich“ beleuchtet. Kann durch 2 Gläser, die 95 % Licht fortnehmen, die gleiche Leistung erzielt werden, so ist der Platz „gut“. Ist das Lesen nur bei einem vorgelegten Glase, wodurch 80 % Licht ausgelöscht werden, möglich, so ist er noch „brauchbar“. Können in dessen die Zahlen mit dem einen Glas nicht in derselben Zeit gelesen werden, so wird der Platz von C o h n als „ungenügend“ beleuchtet angesehen. 80 % überschüssigen Lichtes sind als erforderlich angenommen, weil durch Wolken und Schatten leicht $\frac{4}{5}$ des überhaupt vorhandenen Lichtes ausgelöscht werden. — Für den gewöhnlichen Gebrauch genügt der C o h n'sche Lichtprüfer. Mit dem Prädikat „ungenügend beleuchtet“ darf man aber weniger freigebig verfahren, als C o h n vorschlägt.

Die Gesamt-
helligkeit.

Um das gesamte Licht einer Stelle, z. B. eines Arbeitsplatzes, genau zu messen, eignet sich das Webersche Photometer (Fig. 118). Als Helligkeitseinheit betrachtet man in Deutschland diejenige Lichtmenge, welche eine Paraffinkerze von 20 mm Durchmesser bei 50 mm Flammenlänge, eine sog. Normalkerze in 1 m Entfernung auf die Flächeneinheit wirft, = 1 Meterkerze. An ihre Stelle getreten ist die von v. Hefner-Alteneck eingeführte Amylzetatlampe, deren Docht so gestellt werden kann, dass die Flamme eine Höhe von 40 mm besitzt; 1 Hefnerlicht = 0,817 deutsche Paraffin-Normalkerze. In dem horizontalen Tubus (A) des Weberschen Photometers wirft eine Normalkerze (C) ihr Licht auf eine verstellbare Milchglasplatte (b); da die Helligkeit dem Quadrat der Entfernung (E) umgekehrt proportional ist, so kann man für jede Stellung genau den Helligkeitsgrad berechnen. Der zu A bewegliche Tubus (B) wird mit seiner unteren Oeffnung (g) auf die zu untersuchende, mit einem Bogen weissen Papiere bedeckte Stelle gerichtet. Das Diaphragma (d) gibt eine scharfe Gesichtsfeldbegrenzung. Der Ansatzkasten (k) und die Scheidewand (l) halten seitliches, falsches Licht ab. Durch die Oeffnung (o) blickt der Untersuchende, welchem durch das Prisma (p) das Licht der Milchglasplatte direkt neben das Licht des zu untersuchenden Platzes gebracht wird; er verschiebt die Milchglasplatte (b) so lange, bis beide Helligkeiten gleich sind. Bei dem Vergleich ungleich gefärbter Lichtquellen misst man bestimmte gefärbte Lichtstrahlen derselben und bringt ihre Mengen in gegenseitige Beziehung.

Webers
Photometer.

Das Webersche Photometer ist teuer und zunächst nicht leicht zu handhaben, aber es liefert recht genaue Resultate. Wingen hat einen kleineren, wesentlich billigeren Apparat an-

gegeben, welcher nach demselben Prinzip arbeitet. Die Platzhelligkeit, welche durch ein Stück weisses Papier dargestellt ist, wird mit der einer beweglichen Hefnerlampe verglichen. Stimmen beide Lichtfelder in ihrer Lichtintensität überein, so kann man an einem Zeiger die Anzahl Meterkerzen ablesen, womit der fragliche Platz beleuchtet ist. Das Resultat ist leicht zu erhalten und für die meisten Fälle ausreichend genau.

Für feinere Arbeiten ist genügendes Licht gegeben, wenn die Helligkeit eines Platzes (in Rot gemessen) der von 10 Meterkerzen gespendeten gleich ist. 10 Meterkerzen in Rot gemessen entsprechen 25 Meterkerzen weissen Tageslichtes. Die Verstärkung

Erforderliche Helligkeit.

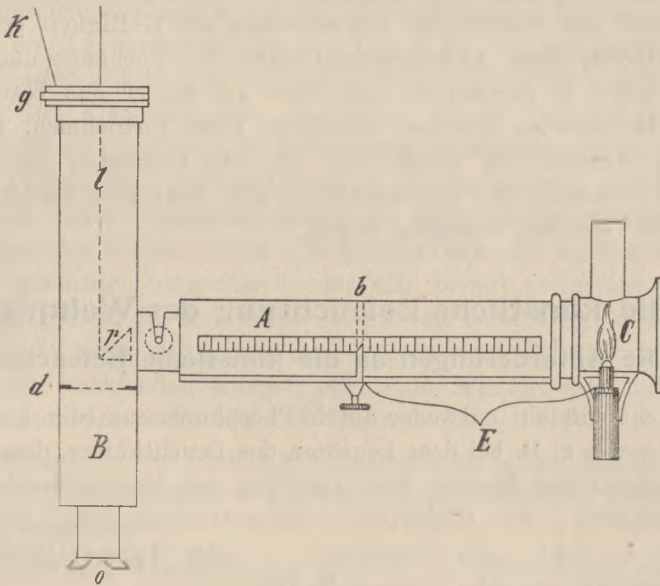


Fig. 118. Das Photometer von Weber.

der Helligkeit hat auf die Sehleistung wenig Einfluss, bei 50 Meterkerzen z. B. ist die Leistung nur um $\frac{1}{4}$ vermehrt; dahingegen nimmt die Deutlichkeit des Erkennens selbst dann wesentlich ab, wenn relativ geringe Beträge an den 10 MK fehlen. Für gröbere Arbeiten genügen schon 12—15 MK weissen Tageslichtes. Für Schulen ist die Helligkeit von 10 Meterkerzen für jeden Platz zu verlangen, ebenso in den Gewerben, wo ein genaues Sehen erforderlich ist. Die ausreichende Beleuchtung wird meistens vorhanden sein, wenn bei genügender Strassenbreite die Fensterfläche zur Bodenfläche des Zimmers sich verhält wie 1:4—5; dabei ist anzustreben, wenn Oberlicht nicht gegeben werden kann, dass die

Fenster möglichst bis zur Decke hinaufgehen, die Fensterpfeiler schmal angelegt und die vorspringenden Kanten starker Wände zwischen zwei Fenstern, weil sie Schlagschatten geben, weggenommen werden.

Verbesserung
der Helligkeit.

Wesentlich trägt zur Aufhellung eines Raumes ein weisser Anstrich, eine helle Tapete bei. Auch das Weisstünchen gegenüberliegender Hauswände in engen Höfen etc. erhöht die Helligkeit sehr. Von ganz wesentlich besserndem Einfluss sind Fenster von Prismenglas — Luxferglas —, welches das schrägauffallende Licht horizontal in Zimmer, Korridore und Keller hineinwirft. Auch kann man durch Spiegel, die vor den Oberlichtern angebracht sind, reflektiertes Himmelslicht in die Zimmer hineinwerfen und damit eine bedeutende Aufbesserung der Helligkeit erzielen. In lichtbedürftigen Arbeitsräumen sollen die Vorhänge und Rouleaux nicht so angebracht sein, dass sie immer das beste, das durch die obersten Scheiben kommende Licht fortnehmen. Bäume in den Strassen der Städte sind für die Passanten angenehm, für die Bewohner der Parterrelokale aber dann sehr lästig, wenn sie dicht vor den Fenstern stehen.

III. Die künstliche Beleuchtung der Wohnräume.

A. Die Anforderungen an die künstliche Beleuchtung.

Licht entsteht entweder durch Phosphoreszenz oder Lumineszenz, — wie z. B. bei dem Leuchten des Leuchtkäfers, dem Phosphoreszieren des Meeres, dem Leuchten des Quecksilberdampfes im luftleeren, von Elektrizität durchströmten Rohr, über ihr Wesen herrscht noch Unklarheit, — oder durch Glühen von Kohlepartikelchen oder anderen Stoffen.

Für die künstliche Beleuchtung, die hier in Frage kommt, wird das Licht erzeugt durch Flammen, in welchen Kohlepartikelchen oder andere Stoffe glühen, oder durch den elektrischen Strom, welcher seine Leiter zum Glühen bringt.

Die Anforderungen an die künstliche Beleuchtung sind:

1. Eine ausreichende, gleichmässige Helligkeit von mildem Glanz und dem Tageslicht möglichst entsprechender Farbe.

Die Menge des
Lichtes.

Vorhin ist schon gesagt worden, dass ein Platz, an welchem feinere Arbeiten vorgenommen werden, mindestens 25 MK. weissen Tageslichtes = 10 MK. in Rot des Tageslichtes haben soll, dass indessen eine Erhöhung des Lichtes auf mehr als 50 MK. in Rot für die Verbesserung der Sehleistung kaum mehr in Betracht kommt. Zwischen diesen beiden Grenzen muss also die Menge des

Lichtes liegen. Da die Lichtintensität umgekehrt proportional ist dem Quadrat der Entfernung, so könnte durch eine Annäherung der Lichtquelle eine bessere Beleuchtung leicht erzielt werden, doch steht dem die dann auftretende Belästigung durch die Wärme hindernd entgegen. Sehr störend wird ein Schwanken des Lichtes empfunden; die Iris und die Akkomodation, welche beide sich für die verschiedenen Helligkeiten einstellen müssen, werden unnötig in Anspruch genommen; Stätigkeit des Lichtes ist somit streng zu verlangen.

Schwanken des Lichtes.

Das Auge wird unangenehm berührt, wenn es durch zu glänzendes Licht angestrahlt wird, z. B. beim Sehen in die Sonne; aber auch bei künstlichem Licht kann sich das bemerkbar machen; wir wünschen deshalb einen milden Glanz. Die Helligkeit, welche ein Leuchtkörper spendet, hängt ab von der Grösse der lichtgebenden Fläche und von seinem Glanz, d. h. der Lichtmenge, welche die Flächeneinheit ausstrahlt. Einige Lichtquellen besitzen milden Glanz, so z. B. die meisten Petroleumlampen; andere wieder haben einen starken Glanz, so das Bogenlicht. Daher umgibt man stark glänzendes Licht mit einer matten Glocke, die den Glanz des Lichtes enorm abschwächt, aber die lichtspendende Fläche wesentlich vergrössert, oder man bringt es in eine solche Entfernung oder in eine solche Lage von dem Auge, dass sein Glanz nicht mehr stört, oder man schiebt einen Schirm zwischen Auge und strahlenden Körper, oder man begnügt sich mit dem reflektierten Licht der starken Lichtquelle.

Milder Glanz.

Grössere Lampen oder Beleuchtungskörper nützen das Material bzw. die Energie besser aus als kleine derselben Art, geben also relativ mehr Licht.

Die meisten Flammen sind gefärbt; die Farbe hängt ab eines Teiles von der Art des leuchtenden Körpers, anderen Teiles von der Temperatur. Ein schwach glühender Körper gibt ein rotes, ein stark glühender ein weisses Licht; die gewöhnlichen Kohlenstifte des elektrischen Bogenlichtes lassen das Licht grünlich erscheinen, mischt man der Kohle Fluorkalzium bei, so wird das Licht gelb. Im allgemeinen ist dasjenige Licht am angenehmsten, welches sich in seiner Zusammensetzung dem Sonnenlicht am meisten nähert.

Gefärbtes Licht

Hat man ein rotes und ein grünes Licht gleicher Intensität, so lassen sich feine Einzelheiten bei dem ersteren besser differenzieren als bei dem zweiten. Während die meisten Personen ein helles grünlich- oder bläulichweisses Licht vorziehen, gibt es andere, denen das rötlichgelbe angenehmer ist.

2. Die künstliche Beleuchtung soll wenig Wärme geben. Bis jetzt ist es noch nicht gelungen, eine Lichtentwicklung ohne starke Wärmebildung zu erhalten. Strahlen, deren Wellenlänge zwischen 0,8 und 0,4 μ liegen, empfinden wir als Licht. Nun senden aber die leuchtenden Körper nur wenig Strahlen von so kurzer Wellenlänge aus, die weitaus meisten Strahlen, die sie von sich geben, sind grösser, sind also Wärmestrahlen. Im elektrischen Bogenlicht, welches mit seinen 4000° die höchste Temperaturentwicklung zeigt — ein gewöhnlicher Schnittbrenner bringt es nur auf 1350°, ein Argandbrenner auf 1800°, die elektrische Glühlampe auf 1990°, das Gasglühlicht auf 2320° — sind 94,19 % dunkle, d. h. Wärmestrahlen, und 5,81 % leuchtende Strahlen, im Auerlicht 95,15 % dunkle, 4,85 % helle, im Schnittbrenner 97,31 % dunkle, 2,69 %, also noch nicht einmal 3 % helle (Rubner). An der Wärmestrahlung sind auch die Metallteile der Lampen und die Zylinder stark beteiligt.

Die gelieferte
Wärmemenge.

Belästigung
durch
Strahlung.

Die Belästigung durch die strahlende Wärme kann erheblich sein; besonders bei höheren Temperaturgraden wird die Leuchtkörperstrahlung unangenehm empfunden, sie kann in warmen Gegenden das Arbeiten bei Lampenlicht geradezu unmöglich machen. Rubner fand, dass unangenehme Sensationen an der Stirnhaut, Nasenwurzel und den Augen sich bemerkbar machten, wenn 0,05 kleine Kalorien in einer Minute auf 1 qcm Haut aufgestrahlt wurden; je höher die Raumtemperatur war, um so geringer war die Menge der ertragbaren Kalorien. Da die rotgelben Flammen die meiste Wärme abstrahlen, so ist die Petroleumstudierlampe besonders bedenklich; sie muss daher einen guten Argandbrenner, eine zweckmässig gebaute Glocke und Metallteile haben, die dadurch kühl gehalten werden, dass die Verbrennungsluft sie von aussen nach innen durchstreicht, ferner soll sie einen leichten Zylinder und hohen Fuss haben.

Im übrigen schützt man sich gegen die Strahlung, so weit sie nicht vermieden werden kann, durch passende Lampenglocken, zwischengeschaltete Glasplatten, Doppelzylinder, die wie Mäntel bei den Oefen wirken, oder Marienglaszylinder.

Ausser der strahlenden Wärme kommt bei den Flammen die Wärme in Betracht, welche durch die heissen Gase entsteht und zu einer Temperaturerhöhung des ganzen Raumes führt. In ausgesprochener Weise macht sie sich in den höheren Rängen der Theater geltend; dort ist die durch die Gasbeleuchtung bewirkte grosse Wärme geradezu ein Hindernis gewesen für eine rationelle Ventilation. Erst mit der Einführung des wärmearmen elektrischen

Heisse Ver-
brennungsgase.

Glühlichtes wurden die Temperaturen erträglich, konnte die Lüftung eine gute werden.

Nicht ganz vernachlässigt darf die Wärme für solche Räume werden, in welchen viele Lampen brennen, die durch die Kondensation des Wasserdampfes an den Wandflächen entsteht.

3. Die Beleuchtung soll möglichst wenig Verbrennungsprodukte liefern.

Wo das Licht durch Verbrennung von C und H entsteht, da wird Kohlensäure und Wasser in Menge erzeugt. Erstere ist unbequem; soviel Kohlensäure aber, dass sie schädlich würde, wird wohl selten vorhanden sein. Schlimmer ist der hohe Wassergehalt. Im allgemeinen befindet man sich in trockener Zimmerluft wohler als in feuchter. Kommt, wie meistens, zu einem hohen Wassergehalt der Zimmerluft hohe Wärme hinzu, dann treten gesundheitliche Störungen auf, die in einem Wärmestau begründet sind; entstehen ausserdem riechende Verbrennungsprodukte, so kann der Aufenthalt in einem feuchtwarmen Raume zur Unmöglichkeit werden. Dass hierbei die individuelle Veranlagung eine grosse Rolle spielt, bedarf kaum der Erwähnung. Ausser der Kohlensäure und dem Wasser, den regelmässigen Produkten der Verbrennung kommen andere, zwar seltenere, dafür aber schädlichere vor, das sind unverbrannte Kohlenwasserstoffe, Kohlenoxyd, schweflige Säure, Schwefelsäure, Oxydationen des Stickstoffs, Phosphorverbindungen usw. Je kleiner die Räume sind, je geringer die Ventilation ist, je mehr Verbrennungsprodukte geliefert werden, um so mehr wird der Aufenthalt unbehaglich, um so grösser ist die gesundheitliche Schädigung.

4. Die Beleuchtung soll in ihrer Handhabung leicht, in Anlage und Betrieb billig sein.

Das elektrische Glühlicht entzündet sich durch Drehen des Schalters an der Wand, ein Reinigen der Glühbirnen ist selten erforderlich; wie anders liegen die Verhältnisse beim Petroleumglühlicht: sein Licht ist heller und weisser, die Kosten sind erheblich geringer, und doch vermag es dem Glühlicht keine Konkurrenz zu machen, weil das Füllen der Lampe, das Schwitzen des Bassins, das Putzen des Dochtes und der Lampe zuviel Sorgfalt und Mühe erfordert.

Die Billigkeit des Lichtes spielt bei der Beleuchtung in dem Haushalt des weniger Bemittelten eine grosse Rolle; ihm ist das billigste Licht das beste. Wo aber einiger Wohlstand herrscht, da tritt die Rücksicht auf die Kosten erheblich zurück gegenüber den sonstigen Annehmlichkeiten, die das Licht gewährt, und

CO₂, H₂O.

Leichte
Handhabung.

Billigkeit.

wenn in der Beleuchtungstechnik eine Verbilligung eingetreten ist, so hat sie sich immer dadurch bemerkbar gemacht, nicht dass nun seitens der Konsumenten eine Ersparnis an Geld gemacht worden sei, sondern dass die Lichtmenge vermehrt wurde.

5. Zuletzt muss von einer guten Beleuchtung eine angemessene Verteilung des Lichtes im Raume verlangt werden. Sie ist den verschiedenen Bedürfnissen entsprechend verschieden. Am Schreibtisch wünscht man das Licht konzentriert zu haben; das seitwärts und nach oben strahlende Licht hat in diesem Falle wenig Wert. Die Flammen geben ihr Licht nicht nach allen Seiten hin gleichmässig ab, das meiste geht fort in einer mehr oder weniger der Horizontalen sich nähernden Richtung. Das seitwärts abgestrahlte Licht nennt man das „horizontale“; bestimmt man die gesamte entwickelte Lichtmenge und berechnet daraus die mittlere, so heisst diese die „sphärische“ Lichtstärke. Gefasst und konzentriert wird das Licht durch zweckmässig konstruierte Lampenglocken. Die Helligkeit wird bei passender Aufstellung der Lampe und passendem Schirm um das doppelte bis siebenfache vermehrt, jedoch nur dann, wenn die mit Glocke versehene Lampe zu dem zu beleuchtenden Objekt in eine passende Entfernung gebracht ist, so dass einerseits der Schattenkegel des unteren Teiles der Lampe nicht schadet, andererseits das zu beleuchtende Objekt weder viel oberhalb noch unterhalb der Brennweite der Glocke liegt. Seitlicher Abstand der Lichtquelle schränkt die Helligkeit viel mehr ein als senkrechter Abstand. Diejenigen Schirme sind die besten, welche die Lichtstrahlen am vollständigsten reflektieren; in erster Linie stehen die polierten Metallschirme, dann kommen die weisslackierten Blechschirme und zuletzt die Milchglasschirme. Letztere absorbieren jedoch bis zu 30 % des Lichtes; auch hier ist die Technik erfolgreich tätig gewesen, die Autositschirme des Jenaischen Glaswerkes absorbieren nur 5 %.

In Versammlungsräumen genügt es, eine gute durchschnittliche Helligkeit zu haben; die Schatten kommen weniger in Betracht; deshalb bringt man mit Vorliebe vereinzelte aber starke Lichtspender an.

Sind jedoch in einem Raume eine Anzahl Personen zu einer Arbeit versammelt, die eine intensive Beleuchtung erfordert, so empfehlen sich eine grössere Reihe kleiner Beleuchtungskörper mehr als einzelne starke.

Das beste Licht zur Arbeit ist das diffuse, keine Schatten

Verteilung
des Lichtes im
Raum.

Sphärisches
u. horizontales
Licht.

Konzentrierung
des Lichtes.

gebende Licht des Tages. Man hat in der sog. indirekten Beleuchtung einen sehr beachtenswerten Ersatz desselben gefunden.

Indirekte
Beleuchtung.

In etwa 1 m Entfernung von der Decke bringt man stark leuchtende Lampen, Bogenlicht, Gasglühlicht an, und unter ihnen werden Schirme aufgehängt, welche lichtundurchlässig sind und alles auf sie fallende Licht an die Decke werfen; diese und die Wände sind weiss getüncht, die Fenster mit weissen Rouleaux verhängt, so dass die Lichtstrahlen von allen Seiten reflektiert werden. Hierdurch erhält man auf den Plätzen ein diffuses, gleichmässiges, mildes Licht und bei selbst starker Besetzung des Zimmers keine Schatten; die lästige Wärmestrahlung ist völlig ausgeschaltet. Die indirekte Beleuchtung ist teurer als die direkte, da ungefähr $\frac{1}{3}$ des Lichtes verloren geht, aber sie ist sehr angenehm und hat sich in Schulen, Kontorräumen, vielen Fabrikarbeitssälen und dergl. gut bewährt. Den starken Lichtverlust kann man dadurch abmindern, dass man statt der undurchsichtigen Schirme Milchglasschirme nimmt, die einen Teil des Lichtes durchlassen. Ob die streng indirekte oder die halb indirekte Beleuchtung, welche einigen Schatten gibt, besser ist, richtet sich nach dem Zweck, der im Einzelfalle verfolgt wird. Für Schulen scheint die streng indirekte Beleuchtung die bessere zu sein.

Halb indirekte
Beleuchtung.

B. Die einzelnen Lichtquellen.

Für die künstliche Beleuchtung kommen hauptsächlich die folgenden Lichtquellen in Betracht:

1. Das Petroleumlicht. Es ist das verbreitetste und wird auf der ganzen Erde verwendet.

Das Petroleum findet sich in allen Weltteilen. Man nimmt zur Zeit an, es sei durch die Zersetzung tierischer Wesen entstanden. Am meisten werden das amerikanische und das kaukasische Petroleum verwendet. Ersteres besteht hauptsächlich aus den Kohlenstoffen der Reihen C_nH_{2n+2} , und unter diesen ist wieder das Pentan und Hexan (C_5H_{12} und C_6H_{14}) am meisten vertreten. Das kaukasische Petroleum besteht aus Kohlenwasserstoffen der Reihe C_nH_{2n} , den Alkylenen.

Petroleum.

Durch fraktionierte Destillation wird das Rohpetroleum zerlegt. Die zwischen $40-60^\circ$ siedenden Bestandteile bilden die Petroleumäther, die zwischen 60 und 120 die Ligroine, zwischen 120 und 150 die Putzöle, zwischen 150 und 250 das Leuchtpetroleum, zwischen 250 und 300 die Schmieröle, über 300° das Vaseline. Das im Handel vorkommende gereinigte Leuchtpetroleum hat ein spezifisches Gewicht von ungefähr $0,81$ und siedet bei 200° . Petroleum soll wasserhell oder leicht gelblich oder bläulich schillernd sein, bei 15° ein spezifisches Gewicht von $0,8$ haben und nicht mehr als 5% leichte und 15%

schwere Oele enthalten; es soll sich nicht unter 30—35° entzünden und bei 21° keine entflammbaren Dämpfe entsenden.

Form des
Brenners und
der Flamme.

Das Petroleum wird in Lampen verbrannt, deren Brenner die Grösse und Gestalt der Flamme bedingt. Rundbrenner = Argandbrenner sind, da ihre Flammen sich weniger abkühlen und daher höheren Glanz entwickeln, den Flachbrennern vorzuziehen.

Um allen C zu CO₂ zu verbrennen, muss reichlich Luft zugeführt werden. Man gibt zu dem Zwecke der Flamme eine geringe Dicke bei grosser Oberfläche, dann kann der Sauerstoff leicht an die einzelnen Kohlenpartikelchen herantreten, ferner umgibt man die Flamme mit einem Kamin, dem Zylinder. Der durch die Wärme bedingte Luftauftrieb gewährleistet eine rasselose und gleichmässige Verbrennung und verhindert das lästige Zucken der Flamme. Die Einschnürung des Zylinders, die über dem Docht sich befindende Brennplatte bewirken eine innige Berührung des Luftsauerstoffs mit den brennenden Gasen. Zufuhr von zuviel Luft bewirkt unvollständige Verbrennung und Abkühlung der Flamme, also üblen Geruch und verminderten Glanz, Zufuhr von zu wenig Luft gibt eine unruhige, rasselnde, rote Flamme. Flammen rassen, wenn auf 6 Teile Kohlenstoff weniger als 1 Teil Wasserstoff entfällt, oder wenn eine ungenügende Sauerstoffzufuhr statthat. Vermehrter Luftdruck erhöht, verminderter Luftdruck verkleinert die Leuchtkraft der Flamme.

Temperatur
der Flamme.

Eine hohe Temperatur der Flamme und damit die helleuchtende Glut der Kohlentelchen erzielt man durch vorherige Anwärmung der Verbrennungsluft. Bei der Petroleumlampe Hygiea z. B. (siehe Fig. 119) durchsetzt die von aussen zur Flamme tretende Luft die Löcher von Metallplatten, welche durch Leitung und Strahlung vom Brenner aus stark erhitzt werden. Um auch der Innenseite der Rundbrennerflamme warme Luft zuzuführen, ist das Petroleumgefäss und die starker Erhitzung ausgesetzte Docthülse von einem Luftkanal durchbohrt, welcher einen Metallzylinder mit sternförmig angeordneten Schiedwänden trägt. Das Metall wird durch Leitung stark erhitzt und gibt von seiner Wärme an die hindurchziehende Luft ab. Die grössten Lampen dieser Art geben eine Helligkeit von 120 Normalkerzen (MK).

Leistung der
Petroleum-
flamme.

Eine Petroleumlampe von 30 Kerzen, also eine gewöhnliche gute Tischlampe, verbraucht stündlich 108 ccm Petroleum und erzeugt damit 862 Kalorien, d. h. für eine Kerzenstärke werden 3,6 ccm Petroleum verbraucht und 28,7 Kalorien geliefert, von diesen entfallen nach R u b n e r 10,5 auf die Strahlung. Petroleum-

lampen und Paraffinkerzen geben von allen Lichtquellen die stärkste Strahlung und müssen daher weit vom Kopfe des Arbeitenden entfernt sein oder durch zwischengeschalteten Schutz,

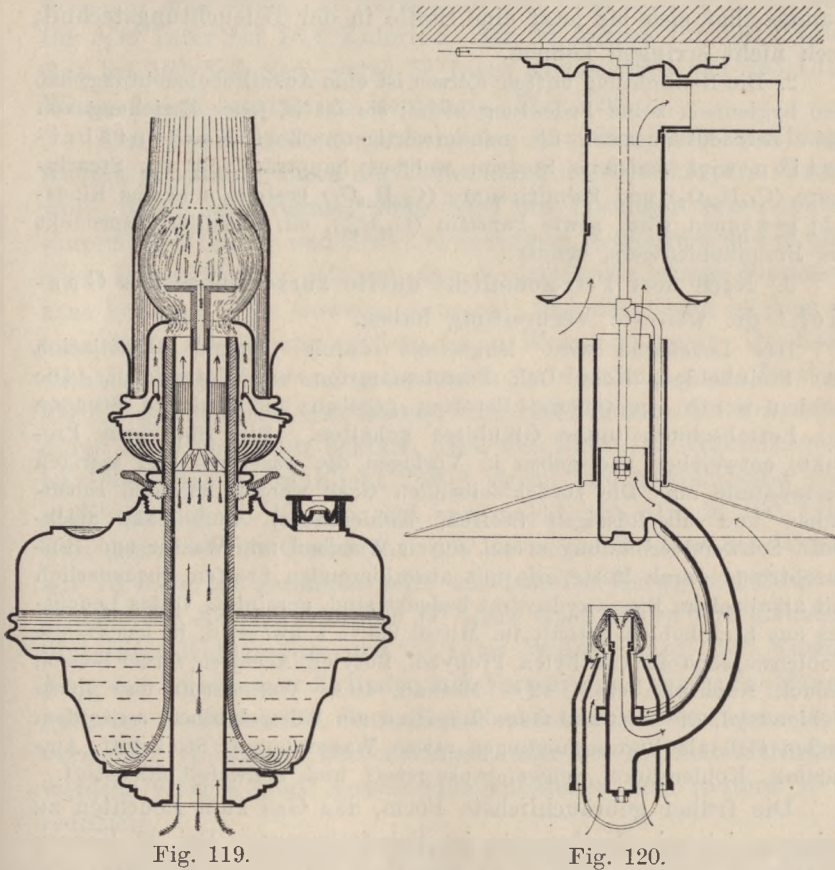


Fig. 119.

Fig. 120.

Fig. 119. Petroleumlampe von Schuster und Bar. Die Luftzuleitung ist durch Pfeile angedeutet. Der Aufsatz auf der rechten Seite des Bassins dient zum Einfüllen des Petroleum.

Fig. 120. Siemens' Regenerativbrenner. Die von einem kleinen Glaszylinder umgebene Flamme schlägt über einen inneren, kleinen Porzellanzylinder nach unten in den Ableitungskanal für die Verbrennungsgase hinein, welche in der Richtung der inneren Pfeile abziehen. Die von unten zuströmende Luft erhitzt sich an dem heißen Konus. Das Gas wird dadurch vorgewärmt, dass ein Zuleitungsrohr in dem oberen, als Ventilationsrohr dienenden Teil des Abzugsrohres der Verbrennungsgase liegt.

Doppelzylinder, an ihrer Strahlung behindert werden. Das Petrollicht ist das billigste von allen, es ist leicht transportabel, in jeder Stärke zu haben und wird aus diesen Gründen für die ärmere Bevölkerung vorläufig noch die beliebteste Lichtquelle

Petrolglühlicht.

bleiben Niedrig geschraubte Petrollampen lassen Kohlenwasserstoff entweichen und geben somit Veranlassung zu Kopfschmerzen und Uebelbefinden. Das Petroleumglühlicht, beruhend auf dem Erglühen eines Glühstrumpfes in der entleuchteten Petroleumflamme, hat sich bis jetzt eine Stelle in der Beleuchtungstechnik noch nicht erringen können.

2. Die Beleuchtung mittels Kerzen ist eine Aushilfebeleuchtung, hat also hygienisch keine Bedeutung mehr; sie ist in jeder Beziehung von allen Beleuchtungsarten die minderwertigste. Zur Kerzenfabrikation wird meistens Stearin, welches hauptsächlich aus Stearinsäure ($C_{18}H_{36}O_2$) und Palmitinsäure ($C_{16}H_{32}O_2$) besteht, und aus Rindstalg gewonnen wird, sowie Paraffin ($C_{24}H_{48}$), ein Destillationsprodukt des Braunkohlenteers, benutzt.

3. Nach dem Petroleumlicht dürfte zurzeit noch das Gaslicht die weiteste Verbreitung haben.

Fabrikation des Leuchtgases.

Das Leuchtgas wird hergestellt durch trockne Destillation von Steinkohlen, Holz, Oel, Petroleumresten und derartigem. Die Kohlen werden in tönernen Retorten gegeben und mehrere Stunden bei Luftabschluss unter Glühhitze gehalten. Die flüchtigen Produkte entweichen und geben in Vorlagen die wässrigen und teerigen Bestandteile ab. Die zurückbleibenden Gase werden von den schädlichen und überflüssigen Stoffen, Kohlensäure, Ammoniak, Stickstoff, Schwefelverbindungen etc., durch Waschen mit Wasser und Hindurchtreten durch Roste, die mit absorbierenden Stoffen, insonderlich mit alkalischem Eisenoxydhydrat bedeckt sind, gereinigt. Gutes Leuchtgas aus Steinkohlen enthält im Mittel 9,3 % schwere, d. h. leuchtende Kohlenwasserstoffe (Aethylen, Propylen, Butylen, Acetylen, ferner Benzol, Toluol, Naphtalin etc.), 42 % Methan, 40 % Wasserstoff und 7,6 % Kohlenoxyd, die letzteren Gase fungieren als Wärmebildner; ausserdem finden sich als Verunreinigungen etwas Wasserdampf, Stickstoff, Ammoniak, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff.

Schnittbrenner.

Die früher gebräuchlichste Form, das Gas zum Leuchten zu bringen, ist sein Verbrennen im Schnittbrenner. Bei 30 Kerzen Helligkeit werden verbraucht stündlich 400 Liter, die 2000 Kalorien geben; eine Kerze verlangt somit 13,3 Liter Gas und gibt 66,7 Kalorien. Ein Kubikmeter Gas verbraucht nach Slaby 1,515 Kilo Sauerstoff = 4,965 cbm Luft und produziert 0,526 cbm Kohlensäure und 1,209 cbm Wasserdunst = ungefähr 960 g Wasser; ein Schnittbrenner von 30 Kerzen liefert also 210 Liter Kohlensäure und 484 Liter Wasserdunst in der Stunde.

Argandbrenner.

Verwendet man statt des Flachbrenners einen Rundbrenner mit Zylinder, so wird die Verbrennung infolge der höheren Temperatur und der reichlicheren Luftzuführung eine bessere. Bei 30 Kerzen, also der gleichen Helligkeit, werden nur 300 Liter Gas verbraucht, d. h. die erzeugte Wärme, Kohlensäure und das Wasser sind um $\frac{1}{4}$ des früheren Betrages geringer geworden.

Gebraucht man statt der gewöhnlichen Lampen die Regenerativlampen, d. h. benutzt man einen Teil der erzeugten Hitze zur Anwärmung der Luft und des Gases, wie das in vorzüglicher Weise in der abgebildeten Siemensschen Lampe geschieht, so bekommt man schon 111 Kerzen für 408 Liter Gas, d. h. 1 Kerze für 3,68 Liter bei 18,4 Kalorien, oder 30 Kerzen für 110,4 Liter Gas bei 550 Kalorien, wobei 57 Liter Kohlensäure und 133 Liter Wasserdampf produziert werden (s. Fig. 120).

Regenerativlampen.

Den bedeutendsten Aufschwung hat die Gasbeleuchtungstechnik genommen durch die Verwendung des Glühkörpers. Baumwoll-, Seide- oder Ramiegewebe wird mit Lösungen von salpetersaurem Thor (99 %) und Cer (1 %) getränkt, getrocknet und so über einen Bunsenbrenner gehängt, dass es sich in der heissen Flammenzone befindet. Das Gewebe verbrennt, und die Erden bleiben als eine etwas zähe Asche zurück, die in Weissglut gerät. Ihr Licht enthält weniger rote und gelbe und mehr blaue und grüne Strahlen als die gewöhnliche Gasflamme, eine Erscheinung, die sich schon durch die Temperatur erklärt, denn das Licht im Argandbrenner ist 1800°, das Gasglühlicht 2320° warm. Ein gewöhnliches Gasglühlicht hat 50 Kerzen und verbraucht pro Stunde 100 Liter Gas, damit ist der Gaskonsum pro Kerze auf 2 Liter, die Wärme auf 10 Kalorien gesunken, oder um dasselbe Kerzenverhältnis zu bringen, 30 Kerzen erfordern 60 Liter Gas, liefern 300 Kalorien, 31,5 Liter Kohlensäure und 73 Liter Wasserdampf. Bei Anwendung der Schottischen Zylinder mit Vorwärmung der Luft (Hängezylinder) lässt sich bei demselben Gaskonsum eine um etwa 10 % vermehrte Helligkeit hervorbringen, oder bei gleicher Helligkeit werden Wärme und Ausscheidungsprodukte um weitere 10 % reduziert.

Gasglühlicht.

Durch die veränderte Beleuchtungsart ist somit bei gleichgebliebener Helligkeit die Menge der Kohlensäure von 210 auf 31,5 Liter, des Wasserdampfes von 484 auf 73 Liter, der Wärme von 2000 Kalorien auf 300 gesunken; der Grund für die Abminderung liegt in dem Herabdrücken des Gasverbrauchs von 400 auf 60 Liter. So hat also die verbesserte Beleuchtungstechnik uns nicht bloss ein reineres, weisseres Licht geliefert, sondern auch die gesundheitlichen Forderungen, wenig Wärme, wenig Ausscheidungsprodukte, zu einem grossen Teil erfüllt.

Die Verbesserungen in der Gasbeleuchtung.

Noch erheblichere Helligkeiten lassen sich erzielen durch das „Starklicht“, wobei Gas oder Luft unter Druck verwendet wird, so beim Milleniumlicht, Kugellicht usw. Einfacher ist das Lukaslicht; bloss durch das Aufsetzen eines langen Blechzylinders auf

Starklicht.

den Glaszylinder wird ein starker Strom von Gas und Luft durch den Bunsenbrenner gesogen, welcher einen langen Glühkörper zur Weissglut bringt; mit 600 Litern Gas werden 508 MK. erzielt. Diese Beleuchtungskörper kommen hauptsächlich für freie Plätze, weite Hallen u. dergl. in Betracht.

Acetylenlicht.

4. Wo Gas und Elektrizität fehlen, tritt das Acetylenlicht ergänzend ein. Das im elektrischen Ofen aus Kalk und Kohle gewonnene Kalziumkarbid (CaC_2) wird durch Einwirkung von Wasser in Acetylen (C_2H_2) verwandelt. Dieses verbrennt mit einem prachtvollen weissen Licht, welches zusammen mit dem Nernstlicht zur Zeit das weisseste ist. Eine Flamme von 60 MK. erfordert 36 Liter Acetylgas und liefert bei 328 Kalorien 73 Liter Kohlensäure. In kleineren Gemeinden, einzeln liegenden Fabriken, Villen findet es mit Recht weite Verbreitung. Seine Explosionsfähigkeit (siehe das nächste Kapitel) hat man vermeiden gelernt.

Spiritusglühlicht.

5. Das Spiritusglühlicht. Für ein Volk ist es erwünscht, vom Ausland unabhängig zu sein, und es ist hygienisch ein Vorteil, viele Millionen Mark jährlich dem eigenen Lande zu erhalten. Das zu erreichen, wäre möglich, wenn an die Stelle des Petroleums der Spiritus als Brennstoff träte. Es ist gelungen, den Spiritus unter Druck zu vergasen und ihn mit Luft gemischt zur Erhitzung eines Glühstrumpfes zu verwenden. Für 30 Kerzen werden 57 ccm Spiritus gebraucht, die 336 Kalorien, also relativ wenig Wärme produzieren, die Flamme ist recht hell. Trotz dieser beiden Vorteile behauptet die Petroleumlampe bis jetzt ihre Stelle; sie ist vor allem wesentlich handlicher als das Spiritusglühlicht, bei welchem die Zerbrechlichkeit des Strumpfes, die Umständlichkeit der Bedienung und das Verdunsten des Spiritus auch ausser der Brennzeit unangenehm empfunden werden.

Elektrisches Glühlicht.

6. Das elektrische Licht ist zur Zeit in den verschiedensten Formen in Benutzung und gewinnt immer mehr Bedeutung.

Das elektrische Glühlicht entsteht dadurch, dass ein aus Zellulose hergestellter Kohlenfaden von einem elektrischen Strom durchflossen und zum Glühen gebracht wird. Um ein Verbrennen des Fadens zu verhüten, wird er in eine luftleere Birne eingeschlossen. Das gewöhnliche Glühlicht gibt 16 Kerzen, es verbraucht 50 Watt an Energie und liefert ausser dem Licht stündlich 42 Kalorien, d. h. noch nicht 3 Kalorien für eine Kerze, also ganz erheblich weniger wie irgend eine der vorbesprochenen Lichtquellen. Verbrennungsprodukte werden gar nicht geliefert. Das Licht entspricht danach den hygienischen Forderungen gut, und trotzdem ist es von dem Gasglühlicht an die Seite geschoben

worden. Der Grund ist darin zu suchen, dass das elektrische Glühlicht eine intensiv gelbe Farbe hat gegenüber der mehr weissen Farbe des Gasglühlichtes, und dass es erheblich teurer ist. Ueberall da aber, wo es darauf ankommt, reine Luft, z. B. in Krankensälen, zu haben, oder wo Wärme gespart werden soll, z. B. in den oberen Rängen der Theater, ist es nicht zu entbehren; das elektrische Glühlicht ist ein kühles, mildes Licht.

Derselbe Auer von Welsbach, der das Gasglühlicht einführte, hat auch das Osmiumlicht eingeführt. Statt des Kohlenfadens ist ein ganz feiner Osmiumfaden in die luftleere Birne eingeschlossen, und bereits mit der Hälfte der Energie wie beim Kohleglühlicht, mit 1,5 Watt, bekommt man hier ein fast weisses Licht von gleicher Helligkeit. Kleinere Unstatten, die noch zu überwinden sind, verhinderten, dass das kühle, schöne, weisse Licht bis jetzt eine ausgedehntere Verwendung fand. Vom hygienischen Standpunkte aus ist das zu bedauern, da es nur den halben Wattverbrauch hat als das gewöhnliche elektrische Glühlicht, infolgedessen es nur die Hälfte Wärme liefert und die Hälfte kostet.

Osmiumlicht.

Ein ganz vorzügliches Licht gewährt die Nernstlampe. An Weisse dem Acetylen, an Kraftverbrauch, 1,5 Watt, dem Osmiumlicht gleich, erzeugt die 25kerzige Nernstlampe nur 33 Kalorien und keine gasigen Verbrennungsprodukte; ihr Licht kostet etwa $\frac{1}{3}$ des Kohlenfadenlichtes gleicher Stärke.

Der Hauptbestandteil der Nernstlampe ist ein Glühstäbchen, welches aus Oxyden der Erdmetalle besteht, und welches, solange es kühl ist, die Elektrizität nicht leitet; erwärmt es sich, so wird es leitend und erglänzt in heller Weissglut. Das Stäbchen ist von einer Heizspirale umgeben. Wird die Lampe eingeschaltet, so durchläuft der Strom die Spirale und erwärmt das Glühstäbchen; nunmehr geht der Strom durch dieses, bringt es zum Glühen und zieht zugleich einen Hammer an, durch welchen die Heizspirale aus dem Stromkreise ausgeschaltet wird; oben ist ein Widerstand eingefügt, welcher den Leuchtstab vor Ueberspannung schützt.

Man baut verschieden grosse Nernstlampen; die grösseren, die Intensiv-Nernstlampen, reichen in ihrer Wirkung schon heran an die

Bogenlichtlampen.

In einen Stromkreis schaltet man 2 Kohlenstäbe ein; sie be-

Bogenlicht.

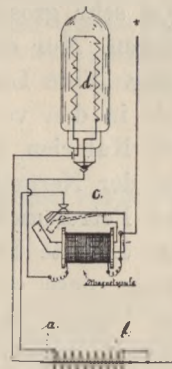


Fig. 121.

Nernstlampe.

a das gerade Brennerstäbchen; b die Heizspirale; c die Magnetspule mit Hammer; d Widerstand.

Nernstlampe.

ginnen an ihrer Berührungsstelle zu glühen, zugleich wird die Luft, die zwischen ihnen ist, sehr heiss und dadurch leitungs-fähig. Die Kohlenstäbe werden auf etwa 3 mm auseinandergezogen und in dieser Stellung zueinander gehalten. Der positive Kohlenstab brennt kraterförmig aus, und die Kohlenteilchen glühen dort bei einer Temperatur von 4000°. Die Luft und der negative Pol geben bloss 15 % des entstehenden Lichtes ab. Hinter den beiden Polen entsteht ein Schatten, und die Hauptmenge des Lichtes geht nicht in der Horizontalen fort, sondern in Strahlen, die der Lage des negativen Kohlenstiftes angenähert sind.

Stärke des
Bogenlichtes.

Die Menge des von den Bogenlampen gelieferten Lichtes ist eine sehr grosse, sie kann bis zu mehreren Millionen Kerzen betragen. Nur die kleineren Lampen eignen sich für Innenbeleuchtung. Eine Lampe von 600 Kerzen gibt nach Wedding, dem wir in den vorstehenden Ausführungen überhaupt gefolgt sind, 222 Kalorien, d. h. auf 1 Kerze 0,37 Kalorien gegen 1,3 Kalorien bei der Nernstlampe, 2,6 bei der Kohlenfadenlampe und 28,7 bei der Petroleumlampe. Das Bogenlicht ist also trotz seiner 4000° das kühlste Licht. Es erzeugt so mässige Mengen von Kohlen-säure, dass sie nicht in das Gewicht fallen. Unangenehm ist die Unruhe des Lichtes. Werden den Kohlenstiften Erden oder Metalle zugesetzt, so lässt sich das Licht färben und seine Helligkeit noch um 40 % steigern; ein derartiges, sehr intensives Licht ist das gelbe Bremerlicht.

In der folgenden Tabelle, die von Wedding aufgestellt ist, sind die gebräuchlichsten Beleuchtungskörper in der im Handel vorkommen-den Grösse, ausgedrückt als Lichtstärke in MK., angeführt und dahinter die sonst noch in Betracht kommenden Punkte angegeben. Die Tabelle bietet ein gutes Uebersichtsbild.

	Lichtstärke horizontal sphärisch.	Lichtstärke sphärisch.	Stündl. Ver- brauch an Material od. Kraft	Stündl. Entwick. entwick. Kalorien p. Kerze	Stündl. Entwick. entwick. Kalorien p. Kerze	Kosten für die Brenn- stunde	Kosten für die entwick. Kerzen-Kohlen- stunde	Stündl. säure in l
Petroleumlicht	14,8	13,2	43,6 gr	480	36,4	1,09	0,083	70,7
Spiritusglühlicht	65,3	42,9	129	698	16,3	3,78	0,088	119
Auerlicht	73,8	52,3	112,3 Lit.	573	11,0	1,39	0,027	59
Lucaslicht	581	411	630	3210	7,82	7,78	0,019	331
Hydropressgaslicht	303	214	272	1387	6,48	3,86	0,018	143
Milleniumlicht	1500	1060	1200	6120	5,77	14,8	0,014	631
Kohlefaden- glühlicht	43,8	34,6	104 Watt	89,8	2,6	4,16	0,12	—
	18,3	12,8	59 „	51,0	3,99	2,36	0,18	—
Osmiumlicht	42,3	31,4	48,7 „	42,1	1,34	1,95	0,062	—
Nernstlicht	184	113	213 „	184	1,63	8,52	0,075	—
Bogenlicht	—	400	440 „	380	0,95	17,6	0,044	10,7
Flammenbogen- licht	—	1880	440 „	380	0,202	17,6	0,0094	21,4

Aus dem Vorstehenden folgt, dass es ein absolut bestes Licht nicht gibt und nicht geben kann. Je nach dem Zweck, dem es dienen soll, muss die Auswahl erfolgen, und es ist neben der Menge und Art des Lichtes die Wärmeproduktion, die Erzeugung von Wasser und von Kohlensäure in Rücksicht zu ziehen.

In den letzten Jahren hat man Versuche angestellt über das Leuchten von Körpern im luftleeren Raum beim Hindurchschicken eines elektrischen Stromes, Lumineszenzleuchten. Einige praktische Erfolge sind bereits in der Quecksilberdampf Lampe (Hewittlicht) zu verzeichnen. In möglichst luftleerer Röhre leuchtet Quecksilberdampf; das Licht ist blau-violett, sehr kühl, selbstverständlich liefert es keine Verbrennungsprodukte, hat starke chemische Wirkungen und dürfte auch in der Medizin Anwendung finden; ob es sich in die Beleuchtungstechnik einführt, ist abzuwarten. — Möglicherweise liegt in der Lumineszenz das Licht der Zukunft.

C. Besondere, mit einigen Beleuchtungsarten verbundene Gefahren.

1. Seit Einführung der elektrischen Beleuchtung sind Verletzungen und Todesfälle bekannt geworden, welche auf dem Ueberspringen des elektrischen Stromes beruhen. Gleichströme von 1000 Volt werden noch vertragen, während Wechselströme von 1000 Volt einen Menschen zu töten vermögen. Gleichströme geringerer Stärke, bis etwa 250 Volt, gute Isolation und sachgemässe Vorsicht der Arbeiter sind die Schutzmassregeln.

2. Das Leuchtgas bietet nach zwei Richtungen hin eine Gefahr. a) Durch Entweichen des Gases mischt sich Kohlenoxyd der Einatemungsluft bei. Offen gelassene Hähne, kleine Bruch- und Roststellen dienen als Ausflussöffnungen. Das Leuchtgas wird zu 0,01—0,02 % der Luft beigemischt schon durch den Geruch erkannt, ein Gehalt von 0,2 % imponiert bereits als ein lästiger Gasgeruch. Hat allerdings ein Rohrbruch unter der Strasse stattgefunden, so verliert das Gas im Erdboden häufig seinen spezifischen Geruch und gefährdet hauptsächlich die unteren Geschosse der an Strassen mit undurchlässigem Pflaster gelegenen Häuser. Es kann weite Wege, bis zu 45 m sind beobachtet worden, im Boden zurücklegen. Die gefährlichste Zeit ist der Winter, weil durch das Gefrieren des vorher feuchten Bodens ein fast absoluter Abschluss entsteht.

Vergiftung.

Ein Gehalt der Einatemungsluft von 0,2—0,3 % CO kann einen Menschen in kurzer Zeit töten, es ist daher bei längerem Verweilen bereits ein Gehalt der Zimmerluft an Leuchtgas von 1 % verderblich, da das Gas nicht selten 10 % CO enthält. Die Schädlichkeitsgrenze für Kohlenoxyd Beimischung zur Luft liegt für den Menschen nach Grubers Untersuchungen zwischen 0,02 und 0,05 %.

Nachweis
des CO.

Um CO in der Luft nachzuweisen, schüttelt man Luft in einem 10 Literkolben mit verdünntem Blut (1 : 40) $\frac{1}{2}$ Stunde lang, giesst die Flüssigkeit in ein Kölbchen und kocht, indem langsam Luft durchgezogen wird, welche eine Flasche mit Palladiumchlorür passiert hat. Die Luft mit den Blutgasen geht durch Bleizuckerlösung und durch verdünnte Schwefelsäure in ein Kölbchen mit Palladiumchlorür. Ist CO vorhanden, so scheidet sich metallisches Palladium aus. Man kann mit dieser von Fodor angegebenen Methode noch 0,005 % CO nachweisen. Wesentlich einfacher und ebenfalls recht genau ist die Methode von Welzel, die noch 0,025 % CO angibt. — Setzt man zu 5 ccm des verdünnten Blutes ebensoviel einer 20 % Lösung von gelbem Blutlaugensalz und $\frac{1}{2}$ ccm Eisessig (1 : 3), so entsteht bei Anwesenheit von CO ein lebhaftes Rot, während bei gewöhnlichem Blut der entstehende Niederschlag grau ist. Nicht so sicher wie die vorstehenden ist die spektroskopische Methode. — Schüttelt man mit stark verdünntem Blut (1 : 300) und betrachtet das Blut durch den Spektralapparat, so sind bei Anwesenheit von mehr als $2,5 \frac{0}{100}$ CO in der Luft zwischen den Fraunhoferschen Linien D und E zwei Streifen zu sehen, die, im Gegensatz zum Oxyhämoglobinblut, etwas dichter als jene zusammenliegen und bei Zusatz von reduzierenden Substanzen, z. B. Schwefelammon, unverändert bestehen bleiben, während die des normalen Blutes zu einem breiten Reduktionsstreifen zusammenlaufen (Vogel). Spita hat eine Methode angegeben, um das CO quantitativ zu bestimmen. (Archiv für Hygiene Bd. 46.)

Die Anwendung von Wassergas, Motorgas, Sauggas usw. (s. S. 236) zu Beleuchtungszwecken ist wegen des hohen Gehaltes an CO nicht erwünscht, sollte jedenfalls nur in Räumen, die stark ventiliert sind, offenen Werkstätten und dergl. gestattet sein.

Explosion.

b) Leuchtgas bildet, zu 4—24 % der Luft zugemischt, ein explosibles Gemisch, am grössten ist die Explosionsgefahr, wenn der Prozentsatz etwa 12 beträgt. Räume, in denen es nach Gas riecht, darf man nicht mit brennendem Licht betreten.

3. Das Petroleum ist feuergefährlich, wenn es nicht sorgfältig gereinigt, oder wenn es mit leichten Kohlenwasserstoffen nachträglich versetzt worden ist.

Prüfung des
Petroleums.

Die Kaiserliche Verordnung vom 24. Februar 1882 verlangt, dass solches Petroleum, welches unter 21° bei 760 mm Druck entflamm-

bare Dämpfe entsendet, als feuergefährlich zu bezeichnen und mit einem roten Zettel zu versehen ist, welcher die Warnung trägt: „nur mit besonderen Vorsichtsmassregeln zu Brennzwecken verwendbar“. Die Prüfung hat mittels des Abelschen Petroleumprüfers zu geschehen. Er besteht aus einem Petroleumbassin in einem Luft- und Wasserbad. Oeffnet man eine Klappe, so senkt sich eine kleine Flamme in den Petroleumbehälter hinein, was die Entzündung etwa entstandener Dämpfe zur Folge hat. — Da das Petroleum in den Lampenbassins oft über 30° erhitzt wird, so sollte wie in anderen Ländern auch in Deutschland verlangt werden, dass sich entflammbare Dämpfe erst bei 40° entwickeln dürfen.

Die gasförmigen Kohlenwasserstoffe eines verfälschten oder schlecht gereinigten Petroleums bilden, zu 1 Teil mit 4 bis 8 Teilen Luft vermischt, gleichfalls ein explosives Gemenge, welches sich entzündet, wenn eine Flamme an dasselbe kommt. Das kann geschehen durch Umfallen bzw. Zerschlagen der Lampe oder dadurch, dass bei nicht gut schliessendem Docht die im Bassin enthaltenen explosiblen Gase bis zur Flamme dringen, sich dort entzünden und zurückschlagen. Um das Zurückschlagen der Flamme beim Nachfüllen von Petroleum zu vermeiden, wird eine seitlich dem Bassin aufsitzende Füllöffnung angebracht (Fig. 119).

Explosion.

4. Das Acetylen ist wenig giftig. Tödliche Intoxikationen durch dasselbe sind nicht bekannt. Hunde starben erst, als der Luft 40% Acetylgas beigemischt waren. Dahingegen ist es gesundheitsschädlich, wenn es nicht sorgfältig gereinigt ist und Schwefelwasserstoff oder Phosphorwasserstoff enthält. Letzteres Gas ist nach Jokote noch in einer Verdünnung von 1:100 000 für Katzen tödlich. Es ist daher erforderlich, das Acetylgas durch Chlorkalk mit Bleichromat oder mit salzsaurer Kupferchlorürlösung sorgfältig zu reinigen. Das Acetylgas ist sehr explosibel; schon wenn es mit $\frac{1}{4}$ —20 Teilen Luft gemischt ist, liegt Gefahr vor, am stärksten ist sie bei einer Mischung von 1:1. Bei einer Temperatur von 780°, oder, wenn das Gas mit Luft gemischt ist, von 480°, dissoziiert es sich unter Explosion; bei den sog. Einwurfapparaten kommen derartig hohe Temperaturen nicht vor. Eine Kompression verträgt das Acetylen nur, wenn es mit anderen Gasen (z. B. Fettgas 70%, Acetylen 30% zur Eisenbahnwagenbeleuchtung) gemischt ist.

Giftigkeit.

Explosion.

Die grosse Gefährlichkeit rechtfertigt die scharfen Bestimmungen, welche von Preussen (2. 11. 1897) und Bayern (22. 6. 01) betreffs der Acetylerzeugung erlassen worden sind.

Literatur: Rubner, Lehrbuch der Hygiene 1895 und Archiv für Hygiene 1895. — Weber, die Beleuchtung; Rosenboom, die Gasbeleuchtung; beide in Weyls Handbuch 1895. — H. Cohn, Tageslichtmessungen in Schulen, Deutsche medicinische Wochenschrift 1884. Der Beleuchtungswert der Lampenglocken, Wiesbaden 1895. — Wedding, Kosten der gebräuchlichsten Lichtquellen 1897. Ueb. d. Wert verschiedener Arten künstlicher Beleuchtung. D. V. f. öff. Gesundheitspflege 1901. Neuerungen in der Beleuchtungstechnik, Vortrag 1904. — Erisman, d. hyg. Beurteilung der verschiedenen Arten der künstlichen Beleuchtung etc. D. V. f. öff. Gesundheitspflege 1900. Kantry, Acetylenbeleuchtung, Gesundheits-Ingenieur 1904.

Die Entfernung der Abfallstoffe.

I. Die Zusammensetzung der Abfallstoffe.

Im Haushalt der Menschen entstehen Abfälle, Unratstoffe, die sich zusammensetzen: 1. aus dem Haus- und Strassenkehricht, 2. den Fäkalien, 3. den Hausabwässern, 4. den Abgängen der Industrie, 5. dem tierischen Dung.

Der Strassenkehricht, in Menge und Zusammensetzung sehr wechselnd, enthält gegen 20—30 % organische Stoffe. Davon entstammen die meisten dem Tierdung. v. Pettenkofer berechnet den Müll, also Hauskehricht, Küchenabfälle, Gerümpel, Asche zu ungefähr 105 kg, Vogel zu 200 kg, die Fäkalien, Harn und Kot, zu 34 bzw. 428 kg auf Person und Jahr, während Vogel den Kot mit 48,5 Kilo in Rechnung setzt. Der Kot enthält 73 % Wasser, 27 % feste Stoffe, der Harn 96 % Wasser und 4 % feste Bestandteile. Die Hausabwässer betragen täglich etwa 100—150 l, wobei die Leichtigkeit des Wasserbezuges eine massgebende Rolle spielt. Ihre Zusammensetzung ist ungemein schwankend; sie wechselt nicht allein nach Jahreszeiten (im Sommer mehr) und Tagen (Sonnabend), sondern auch nach Stunden (Mittagszeit). Noch weniger lassen sich die Abgänge der Industrie bestimmen; sie sind nach den Betrieben verschieden in Quantität und Qualität.

Ihre Menge.

Das Regenwasser kann in stark bewohnten Orten lästig, sogar schädigend werden, deshalb ist eine geregelte Abführung für grössere Gemeinwesen eine Notwendigkeit. Seine Beschaffenheit wird durch die Stoffe, welche es aufnimmt, beeinflusst; beim Beginn des Regens führt es den Schmutz der Dächer und Strassen mit sich, später wird es viel reiner.

II. Die hygienische Bedeutung der Abfallstoffe.

Die Abgänge und ihre Anhäufung sind in mehrfachen Beziehungen belästigend oder schädlich.

Infektions-
erreger in den
Faeces,

1. Infektionen können durch sie vermittelt werden.

im Kehricht,

Die Tuberkelbazillen, die Diphtheriebazillen, die Influenzabazillen, die Pneumoniekokken und die Pesterreger bei Lungenpest finden sich hauptsächlich im Sputum, die Erreger der Dysenterie, der Cholera, des Typhus hingegen im Stuhl. Die Mikroben der exanthematischen Krankheiten haften den Kleidern an, kleben an Epidermisschüppchen, welche einen nicht unbedeutlichen Teil des Zimmerluftstaubes darstellen. Im Staub, an den Kleidern etc. finden sich die Kokken der Wundinfektionskrankheiten. Kehricht, Lumpen und ähnliches sind daher vielfach die Vermittler von Infektionen.

in den
Abwässern.

Nicht unerhebliche Mengen von pathogenen Bakterien sind in den Hausabwässern enthalten. Die Bade- und Waschwässer führen die am Körper und an der Wäsche befindlichen und mit dem Kot oder Urin in das Badewasser entleerten Infektionskeime mit sich; ein grosser Teil des Urins, welcher bei Eiterungen, Typhus, Tuberkulose, Diphtherie und anderen Krankheiten die Erreger enthalten kann, und ein grosser Teil der Kinderfäkalien sowie des Sputums mischt sich regelmässig den Hausabwässern bei; sie stehen also bezüglich der Pathogenität in erster Reihe.

Persistenz der
Mikroben.

Die zymotischen Mikroorganismen halten sich einige Zeit in den Abgängen, allerdings verschieden lange, je nach ihrer Art, der Beschaffenheit der Abgänge und der äusseren Umstände (Temperatur usw.). Man hat lebende Choleraerregern noch in 6 Wochen altem, faulenden Kot gefunden. Die Tuberkulosebazillen halten sich monatelang in menschlichem und tierischem Dung. Uffelmann konnte nach 150 Tagen, Levy nach mehr als 5 Monaten noch Typhuskeime im Kot nachweisen; es sind Fälle bekannt geworden, in welchen Arbeiter, die eine Dungstätte reinigten, auf welche Monate vorher Typhusstühle entleert waren, an Typhus erkrankten.

Die Akten über die Persistenz der pathogenen Keime in den Abfallstoffen sind noch nicht geschlossen; man muss daher für jeden Keim mit der längsten bekannt gewordenen Lebensdauer rechnen. Eine Vermehrung findet gewöhnlich nicht statt, wenn sie auch bei einzelnen Arten, z. B. Eiterungserregern, Cholera, Typhus etc., nicht ausgeschlossen ist.

Die in den Fäkalien befindlichen, krankheitserregenden Bak-

terien bedingen gemeiniglich eine geringere Gefahr als die in den Waschwässern und im Müll enthaltenen. Aus den ersteren können sie schwer heraus und schwer zum Menschen zurückkommen; aus dem Waschwasser hingegen ist eine direkte Uebertragung mittelst der Hände möglich, und aus dem staubtrockenen Müll können sie vom Wind verweht in Wunden, auf der Haut, in den Respirationsorganen, auf den Nahrungsmitteln usw. abgelagert werden und, wenn die richtige Eingangspforte getroffen ist, schädigen. Ferner wird vielfach der Müll nach noch brauchbaren Sachen durchsucht; so kommen infizierte Lumpen u. dergl. wieder in den Verkehr zurück.

2. Giftwirkungen. Die Auswurfstoffe können Gifte erzeugen, jedoch ist die hieraus resultierende Gefahr gering. Die bei der Fäulnis entstehenden Toxine sind so labil, dass sie baldigst wieder zerfallen. Unter den giftigen Gasen kommen der Schwefelwasserstoff und die Kohlensäure in Betracht. Beide sind bei freier Kommunikation mit der Luft wegen der starken Verdünnung ungefährlich; aber sie involvieren dann eine Gefahr, wenn bei steter Produktion ihre Entfernung behindert ist. In fest verschlossenen oder mit Erde eingedeckten Kotgruben können sich H_2S und CO_2 in solcher Menge entwickeln, dass Leute, welche ohne Vorsichtsmassnahmen hineinsteigen, plötzlich besinnungslos werden und sterben. Man hat es in diesen Fällen mit der vereinigten Wirkung beider Gase zu tun.

H_2S u. CO_2 .

3. Die Verunreinigung der Luft und des Bodens. Früher glaubte man, dass die üblen Gerüche direkt schädigten, Typhus etc. erzeugten; diese Annahme war irrtümlich. Nicht ausgeschlossen hingegen ist, dass das konstante Einatmen solcher Dünste bei empfindlichen Personen eine gesundheitliche Störung hervorzubringen vermag. Schon der Ekel, welcher sich bemerkbar macht, wenn man die Stoffe riecht, schliesst zum mindesten eine gesundheitliche Belästigung höchsten Grades ein. Dringen die Auswurfstoffe in den Boden, so führen sie ihm eine grosse Menge Feuchtigkeit und organischer Substanzen zu. Die Fäulnis geht in der Erde weiter, und aus ihr gelangen die unangenehmen Gerüche in die Luft bzw. in die Häuser. Nicht selten ragen die Grundmauern in derartig künstlich versumpftes Terrain hinein, sie saugen das Faulstoffe enthaltende Wasser auf und hauchen dumpfe, eigentümlich fade, nicht zu entfernende Gerüche aus. Hier hat die gesundheitliche Belästigung aufgehört und ist die Schädigung eingetreten. Die ausgelaugten Abfallstoffe gelangen vielfach vom Boden aus in die Brunnen hinein, verleihen

Ueble Gerüche.

Verschmutzter Boden.

dem Wasser einen üblen, faden Geschmack und können ihm unter ungünstigen Verhältnissen bei weiten Poren, Spalten und dergl., pathogene Keime zuführen; jedenfalls aber machen sie das Wasser unappetitlich und damit ungeniessbar.

4. Die Verleitung zur Unreinlichkeit. Die Abfallstoffe bieten, wenn sie nicht in zweckentsprechender Weise abgeführt werden, einen unangenehmen Anblick, beleidigen das ästhetische Gefühl und sind die Veranlassung zu neuer Unreinlichkeit. Dieser Punkt hat früher im Vordergrund der Frage gestanden, dann ist er zurückgedrängt worden durch die Betonung der Infektionsgefahr, allmählich wird er wieder mehr gewürdigt. Es ist widerlich, sich sagen zu müssen, der eigentümlich fade, süßliche Geruch, welcher in dem Flur eines Hauses sich bemerkbar macht, rührt von der an Ort und Stelle stattfindenden Fäulnis der Auswurfstoffe her, es ist unangenehm, im Hofe Berge von Küchenabfällen und altem Gerümpel liegen zu sehen, oder zu bemerken, wie die Waschwässer, statt glatt abzufließen, in Lachen sich sammeln, bis sie der milde Sonnenstrahl verdunsten lässt; es ist störend, beim Genuss eines Trunkes Wasser den Gedanken nicht los werden zu können, dass vielleicht ein Teil des Wassers den schmutzigen Pfützen, den Jauche- und Kotgruben entstammt. Derartige Beleidigungen sind gesundheitlich nicht indifferent, sie beschränken den Genuss der freien Luft und wirken bis zur Brechneigung ekelregend. Das Auge, der Geruchssinn, stumpf geworden gegen derartige Beleidigungen, sind nicht mehr geeignet, Wächter der Reinlichkeit zu sein. Wo der Hof unrein ist, da sind das Haus und das Zimmer, die Kleidung und der Körper in Gefahr, ebenfalls unreinlich behandelt zu werden, und damit ist dann der Infektion Tür und Tor geöffnet. Die prompte, zweckentsprechende Entfernung der Unratstoffe ist auch ein hygienisch-erzieherisch wichtiger Faktor.

III. Die Ansammlung und Abführung der Abfallstoffe.

Die Ansammlung und Entfernung der Abfallstoffe müssen so geschehen, dass Gesundheitsschädigungen durch Infektionserreger und Gifte, Belästigungen durch üble Gerüche und unangenehmen Anblick vermieden werden, und Haus, Boden und Wasser vor Besudelung durch die Auswurfstoffe geschützt sind und bleiben.

Die Art der Sammlung und Entfernung der Abfallstoffe richtet sich nach der Oertlichkeit, ob Stadt, ob Dorf, und nach der Art des Unrates. Tierischer Dung wird in gemauerten, wasserdichten Gruben gesammelt und in grösseren Städten möglichst bald in dichten Kastenwagen abgefahren. Der Tierdung kann unter Umständen die Bakterien des Milzbrandes, des Rotzes, der Tuberkulose, der Aktinomykose, des Tetanus enthalten. Seine Aufstapelung nach Vermischung mit menschlichen Fäkalien ist zu vermeiden, weil die Infektionserreger der letzteren von dort aus leichter zum Menschen zurückkehren können, und weil die starke Wärme zu einer Vermehrung der Krankheitskeime beiträgt.

Tierdung.

Der Müll, einschliesslich der Asche, soll in eisernen oder gemauerten, feuer- und wasserdichten Gefässen, die nicht unter Fenstern ihren Stand haben dürfen und mit gut schliessenden Deckeln versehen sein müssen, gesammelt und durch undurchlässige, oben geschlossene, im städtischen Betrieb stehende Wagen, welche ein Einschütten des Mülls ohne nennenswertes Verstäuben gestatten, regelmässig abgeholt werden. Kann der Müll nicht sofort zu Dünger verarbeitet, in Gruben gegeben oder untergepflügt werden, so wird er vielfach an besonderen, offenen oder umzäunten Plätzen aufgestapelt. Diese Methode ist hygienisch zu beanstanden, sofern der Müll von dort fortgeweht oder nach Metallteilen, Glasflaschen, Lumpen usw. durchwühlt wird; denn auf solche Art können im Hausunrat enthaltene Keime wieder zum Menschen zurückgebracht werden. Aufgestapelter Müll muss unberührt bleiben und bald besät werden.

Müll.

Dahingegen lohnt es sich, dass die grossen Städte den Müll verwerten. In Charlottenburg liefert eine Gesellschaft Schränkchen in die Küchen hinein mit einem Blecheimer für die Asche, einem Blechgefäss für Speisereste und einem Netzbeutel für sonstigen Abfall, Lumpen, Flaschen, zerbrochenes Porzellan, Papier etc. Die Asche wird fortgefahren zur Auffüllung von Gelände, mit den Küchenabfällen werden Schweine gemästet, in der Anstalt waren derzeit 300 Stück. Aus dem Müll werden mit Gabeln die Flaschen, alten Eimer, Stiefel usw. herausgenommen, gesammelt und, wenn grosse Massen zusammen sind, verkauft. Der übrige Müll kommt in einen Entstäubungsapparat und dann auf ein Band ohne Ende, an welchem eine Reihe von Frauen stehen, die das Material sortieren. Die so gewonnenen Materialien werden gesammelt und gehen waggonweise an die Fabriken. Das ganze Verfahren ist fast staubfrei und nicht zu beanstanden; der Gesundheitszustand des Personals ist ein guter.

Trennung und Verwertung der Abfälle.

Die in und an den Kohlenrevieren gelegenen Städte sollten nach dem Vorbilde Englands Müllverbrennungsöfen einrichten. Der Müll selbst enthält soviel brennbare Stoffe, dass er bei starkem

Müllverbrennung.

Zug ohne oder mit etwa 5 % Kohlenzusatz brennt; er wird in geneigte Oefen geschüttet, in denen er langsam trocknet und auf die Roste rutscht. Die entstehenden Gase passieren ein Schamottegewölbe, in welchem sie verbrennen (System Horsfall), oder die in den Fuchs eingetretenen Gase über und durch ein Koksfeuer gezogen (System Fryer), und so verbrannt. Die überschüssige Wärme wird ausser zum Anwärmen des Mülls noch zur Erzeugung von Dampf, Elektrizität etc. verwendet. Aus dem Müll entstehen ungefähr 40 Volumprozent Schlacken, die für Wegebauten und Betonarbeiten brauchbar sind.

Wo in den Häusern genügend grosse Feuerungen zur Verfügung stehen, z. B. bei Zentralheizungen, da sollten die über

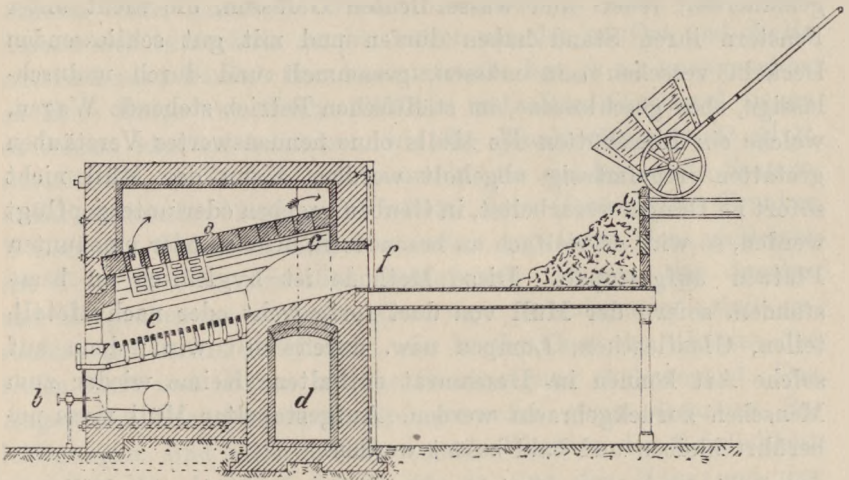


Fig. 122. Verbrennungsofen nach Horsfall. a Schamottegewölbe zur Gasverbrennung; b Lufteinblasehahn; c Rauchrohr; d Kamin; e Verbrennungsraum; f Einschüttetür.

Tag gesammelten verbrennbaren Abfälle ebenfalls verbrannt werden

Unter den übrigen Abfallstoffen sind von grosser Bedeutung die Fäkalien; sie können entfernt werden durch

A. Die Abfuhrsysteme.

Unter diesen ist das älteste und verbreitetste:

a) Das Grubensystem.

Die Fäkalien fallen hierbei entweder direkt vom Sitztrichter aus oder durch ein Fallrohr in grössere gemauerte Behälter.

Gute Gruben sollen ausserhalb der Häuser und mindestens 10 m von dem nächsten Brunnen entfernt liegen, von den Funda-

menten der Häuser durch eine undurchlässige Schicht sicher abgetrennt und wasserdicht sein; den notwendigen Luftabschluss erreicht man durch Anlage von Gewölben oder durch feste Holz- bzw. Eisendeckel, die man etwa 25 cm hoch mit Erde überschüttet. Die Gruben sind wasserdicht, wenn sie in Klinkern und Zement oder in geteerten Ziegeln und Asphalt gemauert und mit einem 20 cm dicken Tonschlag umgeben sind, oder wenn Ton zwischen zwei wie angegeben konstruierte Mauern gefüllt ist. Die Entleerung soll durch Maschinen geschehen, welche die grösste Reinlichkeit mit Geruchlosigkeit verbinden. Diese Apparate bestehen gewöhnlich aus einem Dampferzeuger und einem Tonnenwagen von 1—2 cbm Inhalt, welchem luftdicht ein 10 cm weiter Kotschlauch angeschraubt ist. Hat der Dampf die Luft aus dem Tonnenwagen herausgetrieben, so wird der Dampf abgestellt und der Kotschlauch geöffnet; in das durch Verdichtung des Dampfes entstandene Vakuum presst der Luftdruck den Grubeninhalte hinein. Uebergelaufener Grubeninhalte wird sofort mit Kalkmilch desinfiziert und darauf entfernt.

Entleerung.

So sollte die Grubeneinrichtung beschaffen sein, so ist sie jedoch selten beschaffen. In den älteren Städten liegen die Gruben dicht an der Hauswand, oft sogar bilden das Fundament und die Hausmauer eine ihrer Wände. Wasserdicht dürfte kaum eine einzige ältere Grube sein; ebensowenig findet sich ein luftdichter Verschluss. Bei der mangelhaften und schwer zu bewerkstellenden Entleerung (kommt es doch vor, dass der Inhalt mit Butten auf dem Rücken aus der Grube herausgetragen werden muss) entwickelt sich ein unglaublicher Geruch, entsteht starke Verschmutzung. Die Unannehmlichkeiten der Entleerung sind die Veranlassung gewesen, dass man früher die Gruben recht gross anlegte und durch lockere Mauerung dem Versickern, dem „Versitzen“, der flüssigen Teile nach Kräften Vorschub leistete, wodurch Boden und Wasser in hohem Grade verunreinigt wurden. Sind die Gruben klein oder wird die Abfuhr unregelmässig besorgt, so fliesst der Inhalt über; Infektionen, üble Gerüche, Verschmutzung des Hofes und des Hauses, Gewöhnung an Unreinlichkeit sind die unausbleiblichen Folgen.

Gruben älterer Städte.

Um den in vielen älteren Städten durch die Gruben entstandenen Unzuträglichkeiten entgegenzutreten, hat man dort, wo man die Schwemmkanalisation nicht einführte, vielfach seine Zuflucht zu „beweglichen Gruben“ (fosses mobiles), zu Tonnen genommen.

b) Das Tonnensystem.

Konstruktion
der Tonne.

Bei dem Tonnensystem münden die Abfallrohre in eine Eisen- oder undurchlässige Holztonne (Fig. 123 und 124) oder bei grösseren Anlagen in Tonnenwagen.

Die Tonnen fassen zwischen 100—300 l, sie sind mit dicht schliessendem Deckel versehen, welchen das Fallrohr durchsetzt. Der früher vielfach angewendete „Syphon mit Kotverschluss“, welcher üblen Geruch verhindern sollte, ist als überflüssig und unpraktisch fast ganz verlassen. Die Tonnen haben dicht unter ihrem oberen Rand einen Ueberlauf, damit zuviel hineingelangte Flüssigkeit in einen darunter gestellten Eimer abfliessen kann. Der Tonnenraum soll möglichst dicht verschlossen und frostfrei, der Fussboden und der untere Teil der Wände sollen zementiert sein.

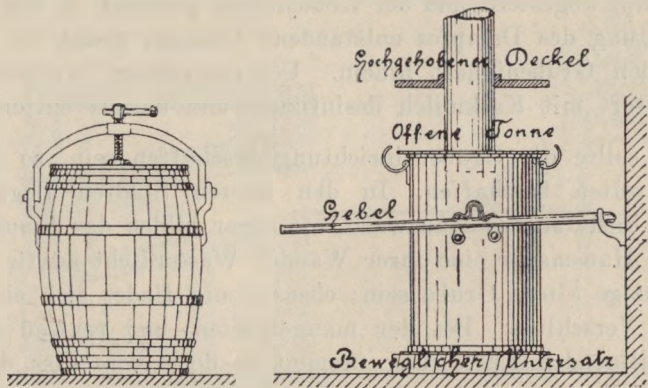


Fig. 123. Holztonne (Petroleumtonne) mit aufschraubbarem Deckel.
Fig. 124. Eisentonne mit beweglichem Deckel. Das Rohr ragt in die Tonne hinein, um Verschmutzung und Anfrieren zu verhüten. Nach Anlüften der Tonne mittelst des Hebels und Fortnahme des beweglichen Untersatzes lässt sich die Tonne leicht entfernen.

Tonnenabfuhr.

Die hermetisch verschlossene Tonne werde je nach Bedarf in täglichen bis vierzehntägigen Zwischenräumen abgefahren. Wenn schon bei der Grubeneinrichtung die regelmässige Entleerung von grosser Wichtigkeit ist, so ist das bei dem Tonnensystem noch mehr der Fall. Geschieht die Abfuhr nicht regelmässig und in entsprechenden Zwischenräumen, oder ist das Personal nicht gut geschult, dann können durch Verschütten des Inhalts und durch Ueberfliessen erhebliche Unzuträglichkeiten entstehen. Ist aber die Abfuhr gut eingerichtet, der Betrieb geregelt, ist überdies für eine bequeme Gelegenheit gesorgt, die Hausabwasser los zu werden, so dass die Versuchung, sie in die Tonne zu entleeren, nicht vorliegt, dann ist das Tonnensystem

Vorzüge des
Tonnensystems.

so reinlich, dass es nur von der Schwemmkanalisation übertroffen wird. Zweifellos tut vom sanitären Standpunkte aus eine gut angelegte Grube dieselben Dienste, aber sie genügt den ästhetischen Rücksichten, die in der Hygiene ebenfalls berechtigt sind, weniger. Ausserdem ist eine gut angelegte Grube eine Seltenheit und ihre Dichtigkeit schwer kontrollierbar. Hierzu kommt, dass in den älteren Städten die Einrichtung guter Gruben oft nicht mehr möglich ist, während ein Tonnensystem stets und überall eingerichtet werden kann.

Anwendbarkeit.

Gerade für die Assanierung älterer Stadtteile ist daher das System von Wert. Die Mehrkosten, welche durch den höheren Fuhrlohn entstehen, machen sich durch die grössere Reinlichkeit reichlich bezahlt. Als ein dauerndes System eignet sich die Tonnen-einrichtung nur für kleinere Städte mit ackerbautreibender Umgebung; für grössere Städte ist sie schon wegen der grossen, nicht unterzubringenden Torfkotmassen unmöglich.

c) Verwandte Systeme.

Das Fass- oder Kübelsystem stellt eine Abart der Tonneneinrichtung dar. In den Klosetträumen der einzelnen Familien wird der Sitz, welcher den Trichter trägt, beweglich gemacht und darunter ein Fass von etwa 30 l Raummass geschoben. Das Fass, dessen Deckel luftdicht aufgeschraubt werden kann, wird wöchentlich ein oder mehrere Male abgeholt. Verschleppung von Infektionserregern oder Geruch ist bei regelmässiger Abholung, Anwendung von Torfstreu und zweckentsprechender Ventilation des Klosettraumes nicht zu fürchten; herrscht aber nicht die nötige Ordnung und Sorgfalt, dann ist dieses primitive System, welches eigentlich nur als eine Aushilfe eine Berechtigung hat, gefährlich, da Infektionen und Verschmutzungen sich leicht ereignen.

Die Einrichtung entspricht im Prinzip dem in England viel gebräuchlichen Moulaschen oder Erdklosett, in welches sich beim Niederlassen des Deckels etwa $\frac{1}{2}$ kg Erde oder Asche über die Fäkalien entleert als Deckmaterial und Desodorans.

d) Weitere Behandlung und Verbleib der Fäkalien.

1. Die Desinfektion. Die in dem Kot und Urin enthaltenen Krankheitserreger gehen zum Teil rasch zugrunde, zum Teil bleiben sie trotz der Fäulnis und hoher Ammoniakalkaleszenz längere Zeit lebendig. Eine Desinfektion des in den Tonnen und

Desinfektion.

Gruben enthaltenen Kotes ist schwer ausführbar, insofern als die Desinfizientien in die festen oder dickbreiigen Kotmassen nicht eindringen. Am wirksamsten hat sich noch die Anwendung von Kalk erwiesen (siehe Kap. Infektionskrankheiten). Da jedoch mit den ordnungsgemäss in die Gruben, Tonnen und Kübel entleerten Fäkalien niemand ausser beim Ausräumen in Berührung kommt, so sind die event. in den dort befindlichen Massen enthaltenen Krankheitserreger gar nicht imstande, Schaden anzurichten, wenn nur der Kotbehälter (gegen Fliegen etc.) dicht abgeschlossen ist, bei dem Transport die erforderliche Sorgfalt geübt wird, und die abgeholtten Fäkalien sofort untergegraben oder kompostiert und mit Erde etc. bedeckt werden. Eine Desinfektion ist somit unnötig. Dahingegen soll man die Stühle der Kranken desinfizieren, denn diese lassen sich in Nachtgeschirren oder Steckbecken mit Erfolg behandeln, und es ist sicherer, die Krankheitskeime, wenn man sie überhaupt fassen kann, sofort abzutöten, als sie langsamem Absterben zu überlassen. Für die Desinfektion eignet sich am besten der Chlorkalk, dann der Aetzkalk, die übrigen Mittel kommen weniger in Betracht; das erforderliche Verfahren ist in dem Kapitel „Desinfektion“ angegeben.

Desodorisation.

2. Die Desodorisation. Die Entwicklung unangenehmer Gerüche und die Belästigung durch dieselben lässt sich verhindern durch Desodorantien und eine dem Zwecke entsprechende Ventilation. Die Desodorantien wirken entweder durch die Behinderung der Zersetzungs Vorgänge, also durch Hemmung des Bakterienlebens, oder durch die Bindung der entstandenen übelriechenden Gase. Zu den Desodorantien gehören Eisenvitriol, Kupfervitriol, Kaliumpermanganat, Chlorzink, Saprol, und Kalk einerseits, und die Ueberschüttung mit Erde, Asche oder Torfmull andererseits. Die ersteren Mittel üben zugleich eine, wenn auch schwache, desinfizierende Wirkung aus; Saprol und Kalk (siehe Desinfektion) sind zugleich kräftige Desinfizientien.

Erd-, Asche-,
Torfstreu-
klosetts.

Die letzteren Mittel verhindern den üblen Geruch, sodann schaffen sie ein für die Landwirtschaft brauchbares Präparat. Für jede Sitzung soll $\frac{1}{2}$ —1 kg Erde (Moule, Passavant) genügen oder dieselbe Menge Asche (Morell). Indessen ist die Menge und das Gewicht der gebrauchten Materialien zu gross, um noch für mittlere Städte brauchbar zu sein. Bessere Erfolge sind in den letzten Jahren mit Torfmull erzielt worden. Fein zerriebener Torf wird in Kästen, die entweder in den Sitzdeckeln oder hinter den Sitzen angebracht sind, eingeschüttet. Nach der Defäkation werden automatisch etwa 50 g des Mülls

über die Fäkalien geschüttet; da die Wasserkapazität des Torfs zwischen 500 und 1000 Gewichtsprozenten schwankt, so kann die aufgeschüttete Menge allen Urin in sich aufnehmen. Der Kot verwandelt sich in schmierige, bräunliche Streifen. Bei nicht zu hoher Wärme und häufiger Entfernung der Massen ist Ammoniakgeruch selten, Fäkalgeruch gar nicht vorhanden. Eine Desinfektion der Fäkalien tritt nicht ein, sie ist selbst dann selten, wenn man dem Torf Säuren zusetzt, weil diese ohne mechanische Mischung in das Innere der Kotmassen nicht eindringen können. Die Torffäkalien sind für die Landwirtschaft von grösserem Wert als der Grubeninhalt.

3. Die Ventilation. Um den Eintritt übler Gase in das Haus zu verhüten, schliesst man bei den Wasserklosetts (Fig. 136 u. 137) den Sitztrichter durch eine Wasserschicht, Syphonverschluss, luftdicht, von dem Fallrohr ab und erreicht damit vollen Erfolg. Schwieriger ist die Geruchloshaltung bei den übrigen Systemen. Man kann durch Anbringung eines Siphons, event. eines Oelsiphons, oder durch Einstellen des Fallrohrs in einen an der Grubenwand befindlichen kleinen, mit Kot und Urin gefüllten Rezipienten wohl den Geruch aus den Tonnen und Gruben abhalten, aber nicht den aus dem Fallrohr selbst sich entwickelnden. Die an dem Sitztrichter selbst angebrachten Verschlüsse halten nicht dicht, ausserdem entwickeln sich aus dem im Sitztrichter haften gebliebenen Kot und Urin üble Gerüche, so dass für alle diese Systeme die Ventilation des Kotbehälters und der Abortanlage erforderlich ist.

Man richtet dieselbe am besten so ein, dass der Tonnenraum oder die Grube selbst möglichst luftdicht abgeschlossen ist bis auf die Oeffnung für das Fallrohr bzw. Ventilationsrohr. Wenn man das Fallrohr zur Ventilation benutzen will, so führt man es wie einen gut ziehenden Schornstein frei bis über den First des Daches und versieht es mit einem Sauger.

Häufig zieht der Schlot nicht, z. B. wenn die Sonne darauf scheint, oder wenn die Klosetts durch die Luftströmung saugend wirken, oder wenn die Deckel offen gelassen werden; in diesen Fällen dringen dann die üblen Gerüche in das Haus. Geht das Rohr nicht bis über den First hinaus, so werden bei konträrem Wind regelmässig die übelriechenden Gase durch das Fallrohr in das Haus gedrückt! Wegen der meistens peripheren Lage der Klosetts lässt sich gewöhnlich nur bei flachen Dächern das Hinaufziehen des Rohres bis über den höchsten Punkt des Daches ermöglichen.

An einen gewärmten Schornstein kann man das Fallrohr bei

Ventilation.

Luftdichter Abschluss der Grube oder des Tonnenraumes.

Wärmequelle
im Fallrohr.

dem Zweck, welchem es dient, nur selten legen, denn die Aborte liegen an der Peripherie, die Schornsteine mehr im Zentrum des Hauses. Will man eine Aspiration durch Wärmedifferenz, so muss man in dem oberen Teil des Rohres eine Wärmequelle — Gas, Petroleumflamme — anbringen. Diese saugt dann, immer vorausgesetzt, dass das Fallrohr bis über den First reicht, wenn die Aspiration stark genug ist, und die Deckel geschlossen sind, die in dem Fallrohr und dem Kotbehälter entstehenden Gase und die Luft aus den Aborten selbst ab; frische Luft dringt durch die Türe oder das Fenster nach.

Ventilations-
rohr.

Besser sieht man von dem Fallrohr als Ventilationsrohr völlig ab und konstruiert neben dem in der Nähe des Kotrezipienten gelegenen Küchenschornstein einen besonderen Ventilations-schlot, welcher der Küchenseße anliegend stets warm ist und mit ihr bis über den First geht. Diesen Schlot verbindet man mittels eines weiten, schräg absteigend gelegten Verbindungsrohres mit dem Innenraum der Grube oder dem unteren Teile des Fallrohres. Das Fallrohr wird oben abgeschnitten, die Trichter werden an die Sitzbretter möglichst luftdicht angeschlossen, und die Sitze mit gut schliessenden Deckeln versehen. Bei dieser Einrichtung muss fortwährend ein Zug von den Klosetträumen und dem Kotbehälter aus in das Fallrohr hinein und zum Ventilationsrohr hinaus statthaben. Der möglichst luftdichte Verschluss der Sitze und des Kotbehälters soll einen starken Zug garantieren, einerseits durch den negativen Luftdruck im Fallrohr, andererseits durch die stets hohe Temperatur im Ventilationsrohr, welches dann durch Luftwechsel und Wärmetransport wenig abgekühlt wird. Lässt sich der Schlot nicht neben den Schornstein legen, so ist ein besonderes Ventilationsrohr von der Weite des Fallrohres bis über den First des Daches zu ziehen und mit Sauger und Wärmequelle zu versehen. Die beiden Zeichnungen, Fig. 125 und 126 lassen die Anordnungen ohne weiteren Kommentar erkennen; in der Fig. 73 ist das Fallrohr durch ein sanft aufsteigendes, weites, den Tonnenraum durchziehendes Blechrohr mit dem Ventilationskanal verbunden (s. S. 215).

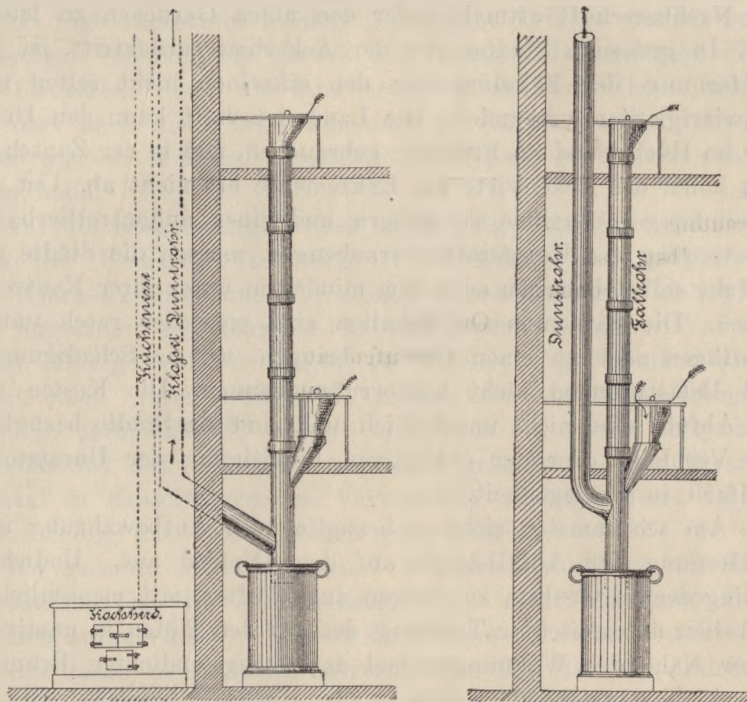
Die Lüftung der Abortsitzräume muss durch ein unmittelbar in das Freie führendes Fenster gewährleistet sein. Gute Beleuchtung, hellgestrichene Wände, Vorhandensein von Papier (z. B. in Schulaborten) und Freistehen des Sitztrichters (ohne Holzverkleidung) sind aus Gründen der Reinlichkeit erforderlich.

Die Fallrohre müssen vollständig undurchlässig und glattwandig sein. Besondere Vorsicht ist notwendig, um sie im

Winter vor dem Einfrieren zu bewahren. Eine nicht zu geringe Weite und möglichst frostfreie Lage an einer Innenwand, event. Heizung der Klosetträume oder des Fallrohres durch eine kleine Petroleumlampe schützen gegen diese Eventualität. Die Aufnahmebehälter für den Kot müssen gleichfalls gegen Frost geschützt sein.

Die Pissoire vermitteln Infektionen anscheinend selten, sie verbreiten aber häufig üblen Geruch durch Ammoniakbildung. Man unterscheidet Becken-, Rinnen- und Flächenpissoire; die letzteren werden aus Fayence, oder Stein oder Rohglas her-

Pissoire.



Ventilation der Klosetträume und der Fallrohre

Fig. 125 mittels eines an den Küchenschornstein angelegten, durch ein schräg aufsteigendes Verbindungsstück mit dem unteren Ende des Fallrohres verbundenen gemauerten Kanals.

Fig. 126 mittels eines besonderen mit Ventilationskappe und Wärmquelle versehenen Zinkblechrohres.

gestellt; wenn möglich, wendet man temporäre oder kontinuierliche Wasserspülung an und führt den Urin rasch den Kanälen zu. Wo das zu teuer ist, oder Kanalisation nicht besteht, bestreicht man die Becken, Rinnen oder Flächen, gegen welche der Urin gelassen wird, mit Oel, gibt zu dem Harnreservoir hin einen „Oelverschluss“ und fängt den Urin in Gruben oder Tonnen,

event. unter Zugabe von Torf, auf. Der Fussboden der Pissoire muss absolut wasserdicht, geneigt und leicht zu reinigen sein.

4. Die Abfuhr. Sehr genauer Regelung bedarf die Entfernung der Fäkalien. Wird die Abfuhr nicht sorgsam überwacht, so gehören Ueberlaufen der Behälter und Verunreinigung des Bodens, der Häuser und der Strassen zu den regelmässigen Ereignissen, und darin liegt eine grosse Gefahr. Aus den kleineren Städten werden die Unratstoffe, wenn ihre Fortschaffung dem einzelnen überlassen bleibt, auf die Felder und in die Gärten gefahren, wo eine Kontrolle des Verbleibs unmöglich ist, und die Nachbarschaft oftmals unter den üblen Gerüchen zu leiden hat. In grösseren Städten, wo der Ackerbau zurücktritt, ist die Entfernung der Fäkalien für den einzelnen nicht selten mit Schwierigkeiten verbunden. Die Landwirtschaft kann den Dung nur im Herbst und im Frühjahr gebrauchen, und in der Zwischenzeit holen die Ackerwirte die Exkreme oft nicht ab. Um die regelmässige Abnahme zu sichern und einer unkontrollierbaren Zerstreuung der Unratstoffe vorzubeugen, müssen die Städte die Abfuhr selbst besorgen oder zum mindesten unter ihrer Kontrolle haben. Die entnommenen Fäkalien sind entweder rasch unterzupflügen oder an einen Ort zu bringen, wo sie Schädigungen und Belästigungen nicht hervorrufen können. Die Kosten für die Abfuhr sind nicht unerheblich, und sind die Städte bezüglich des Verbleibs oder der definitiven Beseitigung der Unratstoffe vielfach in Verlegenheit.

Kontrolle.

Dörfliche
Verhältnisse.

Am schlimmsten sieht es bezüglich der Aufbewahrung und Entfernung der Abfallstoffe auf den Dörfern aus. Undichte, uneingedeckte Gruben, zu Bergen angehäufter, mit menschlichen Fäkalien untermischter Tierdung, der auf den Höfen in unmittelbarer Nähe der Wohnungen und der völlig undichten Brunnen lagert, die entstehende Jauche in den Boden hineinlässt oder in Strömen quer über den Hof auf die Strasse entsendet, sind fast die Regel. Von dem guten Willen der Leute ist wenig zu erwarten, da helfen nur der von oben her erlassene Befehl und die Strafe.

Man hat der Schwemmkanalisation mit Recht den Vorwurf gemacht, sie entziehe dem Ackerbau nutzbringende Stoffe; wird jedoch der menschliche Dung der Landwirtschaft zur Verfügung gestellt, so nimmt sie ihn entweder überhaupt nicht, oder nur dann, wenn sie ihn sehr billig und bequem haben kann, allerdings nicht mit Unrecht, denn die Masse der Fäkalien ist im Verhältnis zu den darin enthaltenen, für die Pflanzen nützlichen Stoffen zu gross. Das gilt bereits von dem frischen Unrat, noch viel

mehr indessen von dem längere Zeit gelagerten, vor allem von dem Grubeninhalt; letzterer hat schon in wenig Wochen über 75 % seines hauptsächlichsten Pflanzennährstoffes, nämlich des Stickstoffs, verloren.

Um die Fäkalien konzentrierter und damit wertvoller zu machen, hat man versucht, die festen Exkremente von den flüssigen zu sondern, letztere den Kanälen zu übergeben und bloss die ersteren abzufahren. Die Trennung von Harn und Kot ist entweder durch ein bereits in einer queren Linie des Falltrichters eingerichtetes Schied oder durch ein erst in der Grube angebrachtes Sieb angestrebt worden. Praktische Erfolge wurden um so weniger erreicht, als gerade die flüssigen Bestandteile, die man fortlaufen liess, die landwirtschaftlich wertvollsten sind. Man darf auch nicht vergessen, dass der Urin, besonders wenn er erst aus den Fäkalen abfiltriert wird, pathogene Keime enthalten kann.

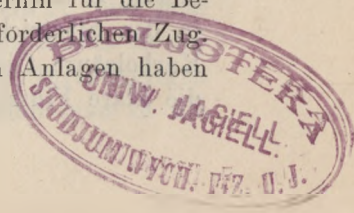
Trennung
der Fäkalien.

Auf ein sehr geringes Mass werden die Fäkalien reduziert durch die Poudrettierung. Die Fäkalmassen, möglichst ohne Abwasser und ohne Torfzusatz werden mit Schwefelsäure stark angesäuert auf mehr als 100° erhitzt und von ihrem Wasser befreit. Das getrocknete Pulver, die Poudrette, ist keimfrei und besitzt einen guten Dungwert; leider sind die Darstellungskosten so hoch, dass sie schwer verkäuflich ist. Auch Kotsteine hat man aus den Fäkalien zu pressen gesucht, die als Brennmaterial in Kesselfeuerungen Verwendung finden sollten. Dauernden Erfolg hat dieses Streben nicht gehabt.

Poudrettierung.

Wo grössere Menschenmassen zusammen sind, wie in den Grossstädten, ist die Landwirtschaft gar nicht imstande, alle Fäkalien aufzunehmen. Grössere Etablissements haben daher ein Interesse daran, die Fäkalien zu vernichten. Das lässt sich erzielen durch Anwendung des Feuerklosetts. Die Fäkalien fallen auf einen engen Rost, welcher den Urin in eine darunter stehende flache Schale abfliessen lässt. Vor dem Rost befindet sich die Feuerung, welche die Unratmasse zunächst austrocknet und sie dann zum Verbrennen bringt. Damit die Destillationsprodukte nicht durch ihren Geruch lästig fallen, werden sie mittels einer hinter dem Rost liegenden zweiten Feuerung verbrannt; auch streichen die Gase des aus der Pfanne verdunstenden Urins durch dieselbe. Ein hoher Schornstein garantiert weiterhin für die Beseitigung jedes üblen Geruches sowie für den erforderlichen Zug. Die wenigen bis jetzt in Gebrauch befindlichen Anlagen haben sich bewährt.

Feuerklosett.



e) Die Entfernung der Hausabwässer.

Werden so auf die eine oder andere Weise die Fäkalien aus den Orten herausgeschafft, so ist noch das Abwasser aus den Haushaltungen unterzubringen.

Die
bestehenden
Verhältnisse.

In den Dörfern und kleinen Städten wird es leider meistens einfach auf die Strasse, die Höfe, oder in die Gärten gegossen und versinkt dort, soweit es nicht verdunstet. Als einen geringen Fortschritt darf man es bereits bezeichnen, wenn das Abwasser in besondere Schwind- oder Schlinggruben geschüttet wird; über den hygienischen Unwert derselben haben wir schon gesprochen. Für grössere Gemeinwesen ist für die Abführung der Wasser ein Kanalnetz notwendig, und es besteht auch in vielen Städten schon seit langer Zeit. Die älteren Kanäle sind jedoch meistens ohne System, zum Teil sogar mit fehlender Sohle und mangelhaftem Querschnitt angelegt, so dass sie zuweilen nur verlängerte Schwindgruben sind. Bei den neueren Anlagen hat man diese Fehler vermieden. Da die Hausabwässer mindestens ebenso infektiös sind als die Fäkalien, auch suspendierte Substanzen in grösserer Menge enthalten, so muss eigentlich im Bedarfsfalle ihre Desinfektion und dauernd ihre Reinigung verlangt werden. Diese finden jedoch gewöhnlich nicht statt, anscheinend, weil die absolute Menge der Abfallstoffe geringer ist, als wenn die Fäkalien mit eingeführt werden, und weil hauptsächlich die kleineren Städte zu diesem Verfahren greifen, wo das Verhältnis der Schmutzstoffe ohne Fäkalien zu der Menge des Flusswassers ein günstiges ist, und durch Wasser übertragbare Krankheiten seltener vorkommen.

Grubenklärung.

In denjenigen Städten, wo neben einem geordneten Kanalnetz für die Hausabwässer die Abfuhr der Fäkalien besteht, wird bald von einer Reihe von Interessenten, z. B. den Wirten, der Wunsch rege, Spülklosetts einzuführen und die Fäkalien, die durch den Wasserzusatz enorm in ihrer Masse vermehrt werden, nicht mehr abzufahren, sondern in die Kanäle zu entleeren. Dieser nicht unberechtigte Wunsch hat zu der Anlage von „Spülgruben mit Klärung der Abwässer“ geführt. Durch die Klärung dachte man die Krankheitskeime zu töten, die festen Massen niederzuschlagen. Hierzu verwendete man u. a. die S ü v e r n'sche Masse: Aetzkalk (100), Teer (8), Magnesiumchlorid (33), Wasser (860); in England setzte man Alaun, Blut und Ton (clay) zu (ABC-Prozess); Friedrich lässt in den Sitztrichter Tonerde-, Kalk- und Eisenoxydhydrat nebst Karbolsäure fliessen. Die Klärung vollzieht sich in der Grube; die klare Flüssigkeit läuft event. nach Passierung eines zweiten

Beckens in die Kanäle ab, während die festen Stoffe durch Abfuhr entfernt werden. Die erwähnten sowie alle in diese Richtung schlagenden Versuche haben den Vorteil, dass sie bei reichlicher Anwendung von Kalk ein keimfreies oder keimarmes Abwasser liefern, welches, wenn der Kalküberschuss nicht zu gross ist, in den meisten Fällen wohl unbedenklich in die Wasserläufe eingelassen werden kann. Sie haben den Nachteil, dass durch den Kalkzusatz eine mächtige Schlammanhäufung entsteht, welche bald zu einem Aufgeben des Zusatzes von Klärmitteln führt, sofern das nicht schon vorher aus Bequemlichkeit geschehen ist.

Aus diesem Grunde und weil ein Zusatz von Desinfizientien nicht erforderlich ist, solange keine durch Wasser übertragbaren Krankheiten in der Stadt herrschen, führt man jetzt das Wasser in eine Grube, die mit einem Tauchrohr versehen ist; in ihr findet eine Trennung der festen Massen in Sink- und

Spülgruben.

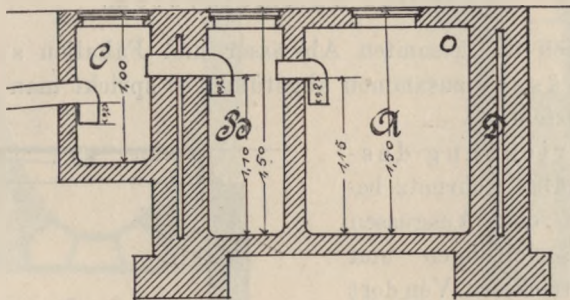


Fig. 127. Spülgrube. A erste Grube; B Grube für das schon geklärte Wasser; C Revisionsschacht mit Abfluss zum Kanal; D in dem Mauerwerk eingeschlossene Tonschicht.

Schwimmstoffe statt. Während die ersteren zu Boden sinken, steigen die letzteren an die Oberfläche und bilden einen luftdichten Abschluss: unter ihm entwickelt sich eine lebhaft anärobe Zersetzung der organischen Massen. Kommt neuer Abfall hinzu, so fließt von der Flüssigkeit der ersten Grube ebensoviel in die zweite. Hier ist gleichfalls eine starke Zersetzung im Gange; das Wasser in ihr ist nur mehr wenig getrübt. Von da gelangt die geklärte Flüssigkeit durch ein Tauchrohr in den Revisionsschacht und dann in die Kanalisation.

Das abfließende Wasser hat sich sehr gereinigt, und man darf annehmen, dass unter den ungünstigen Verhältnissen in der Grube die meisten der hineingelangten pathogenen, lufthungrigen Bakterien abgestorben sind. Im Bedarfsfalle kann man in die

zweite Grube (B.) Desinfektionsmittel, Aetzkalk, Chlorkalk, geben. Alle Jahre ein- oder zweimal werden die Gruben gereinigt.

Am besten ist es, wenn die gesamten Abfallstoffe mit oder ohne das Regenwasser, aber ohne den Hausmüll und den Tierdung, in einem Rohrnetz gesammelt und abgeführt werden; dies geschieht durch

B. die Schwemmkanalisation.

Dabei besteht die Forderung, 1. dass das Rohrsystem raschen Abfluss gestatte; 2. in seinem Verlauf keine Infektionserreger austreten, keine belästigenden Gase und keine Flüssigkeit entweichen lasse; 3. der am Ende des Systems austretende Kanalinhalt keine gesundheitlichen Schädigungen und Belästigungen bewirke.

a) Die Kanalanlagen.

α) Das Sammelsystem.

Werden die gesamten Abwässer und Fäkalien sowie die Regenwasser zusammen abgeführt, so spricht man von einem Sammelsystem.

1. Einrichtung desselben. Das Rohrnetz beginnt mit den Ausgüssen der Wasserleitungen und den Aborttrichtern. Von dort aus führen Zink- oder Eisenrohre bis in bzw. unter das Kellergeschoss des Hauses, wo sie sich zu einem Sammelrohr aus Eisen oder glasiertem Ton vereinigen. Bevor

der Strang die Grundmauer durchsetzt, um spitzwinkelig in einen Strassenkanal überzugehen, ist ein Revisionsstück, d. h. ein Rohr, eingefügt, welches in seinem oberen Umfang mit einem wasserdicht schliessenden Deckel versehen ist (Fig. 128).

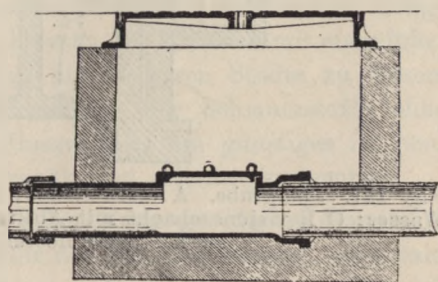


Fig. 128. Revisionsstück in gemauertem Schacht.

Hauskanäle.

Strassenkanäle.

Die Strassenkanäle liegen meistens inmitten der Strassen und bestehen gewöhnlich bis zu 0,5 m Durchmesser aus glasierten, fehlerfreien Tonrohren; weitere Strassenkanäle werden entweder in Zement und Ziegelsteinen gemauert oder aus Zementbeton hergestellt. Der Querschnitt der Kanäle ist eiförmig, mit der Spitze nach unten, damit eine möglichst hohe, aber wenig breite Wasser-

schicht in der Kanalsohle fließt, wodurch das Sedimentieren der Schmutzteile besser verhindert wird (Fig. 129).

Um dem Grundwasser Abfluss zu gewähren und eine Senkung seines Spiegels zu erwirken, führt man das Stützmauerwerk der Eikanäle hohl aus oder umgibt die Rohre mit grobem Kies. Der Grundwasserstrom läuft dann parallel zum Schmutzwasserstrom. Von Strecke zu Strecke sind Einläufe für das Rinnsteinwasser eingefügt (Fig. 130); sie lassen den groben Schmutz in einen in ihrem tieferen Teil stehenden Eimer sinken und das Wasser aus dem oberen Teil in den Kanal ablaufen; diese Sinkkästen nennt man auch Schlammfänge oder Gullies. Ausserdem werden Revisionschächte eingemauert, welche zur Kontrolle und zur

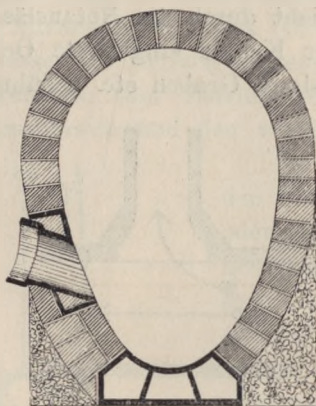


Fig. 129. Grösserer Strassenkanal mit Einmündung eines Seitenkanals, hohlem Sohlenstück und Kiesschüttung zur Aufnahme des Grundwassers.

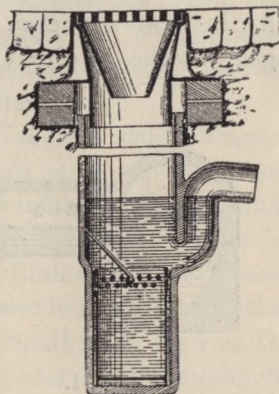


Fig. 130. Sinkkasten mit Einlaufgitter, Schmutzeimer u. Wasserverschluss (Siphon) zum Kanalnetz hin.

Reinigung dienen und den Zutritt der Aussenluft zu dem Kanalinnern gestatten.

Ob die Kanäle fächerförmig oder parallel, ob in einer oder mehreren Höhenzonen angeordnet, ob sie in einen oder in mehrere Hauptsammler mit gesonderten Abführungen (Radial- oder Teilsystem) zusammengefasst werden, richtet sich hauptsächlich nach den örtlichen Verhältnissen, in erster Linie also nach der Terraingestaltung und nach der Lage und Anordnung der Strassen.

Die Weite der Kanäle ist von der Menge des Regenwassers abhängig, welche aufgenommen werden soll. Die Menge der Hausabwässer ist im Vergleich zum Regenwasser gering, gewöhnlich nur 1,5—3 % betragend. Schwere Unzutraglichkeiten würden

entstehen, wenn man die Kanäle so gross bauen wollte, dass sie alles Regenwasser aufnehmen könnten. Man begnügt sich meistens damit, den grösseren Kanälen eine solche Weite zu geben, dass sie imstande sind, mittlere Regen zu fassen. Die Weite der Rohre richtet sich also ganz nach den örtlichen Bedürfnissen, der Intensität, Dauer und örtlichen Ausdehnung der stärkeren Regen, der Dichtigkeit der Bebauung, der Oberflächen-gestaltung und Grösse des Terrains, der Leichtigkeit, das oberirdisch ablaufende Regenwasser los zu werden usw. Zunächst kommt es darauf an, dass die Anfangsteile der Kanäle das Regenwasser in möglichst grosser Menge aufnehmen, dahingegen sucht man die Sammelkanäle, um gerade die Aufnahmefähigkeit der Anfangsteile zu erhalten, möglichst von dem plötzlich eingeführten Regenwasser zu entlasten; das geschieht durch die Notauslässe, d. h. in dem seitlichen Umfang der Kanäle eingebaute Oeffnungen, welche es direkt einem Flusslauf, Graben etc. zuführen

Notauslässe.

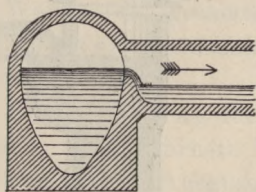


Fig. 131.

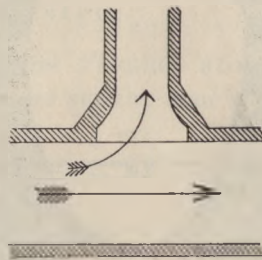


Fig. 132.

Fig. 131 und 132. Notauslass im Quer- und Längsschnitt.

(Fig. 131 und 132). Die Notauslässe beginnen meistens in Tätigkeit zu treten, wenn die Kanäle das drei- bis sechsfache der Abwassermenge an Regenwasser aufgenommen haben. Das ausströmende Mischwasser enthält also die entsprechende Menge Abwasser und ziemlich viel Strassenschmutz, dessen Hauptmasse allerdings im Beginn des Regens, wenn die Notauslässe noch nicht in Tätigkeit getreten sind, in das Kanalsystem einfliesst und abgeschwemmt wird. Da die Schmutzwässer aus den Notauslässen in dem Wasser der Vorflut noch eine weitere starke Verdünnung erfahren und da dieses Wasser gerade zu Regenzeiten wohl nur in Ausnahmefällen für häusliche Zwecke eine Verwendung findet, so kann man vom gesundheitlichen Standpunkt aus gegen das notwendige Uebel der Notauslässe nicht allzuviel einwenden.

2. Um raschen Abfluss und möglichst geringe Sedimen-

tierung zu gewährleisten, müssen die Kanäle ein zweckmässiges Gefälle besitzen; die Hausleitungen erhalten, wenn angängig, ein Gefälle von 1:50, die kleinen Strassenleitungen von 1:250, die grösseren von 1:500, die Sammelkanäle von 1:1000. Bei zu starkem Gefälle fliesst das Wasser zu rasch ab, so dass die grösseren Sinkstoffe trocken fallen und faulen. Diesem Uebelstand kann man entgegnetreten durch das „Brechen“ des Gefälles: man führt den Kanal in den oberen Teil besonderer Schächte oder einzelner Revisionsbrunnen hinein und aus ihrem unteren Teil wieder ab.

Das Gefälle wird wesentlich durch die Tiefenlage der Kanäle beeinflusst, und diese hängt ab von der zur Erlangung der Frostfreiheit erforderlichen Tiefe (in Deutschland ungefähr 1 m), von der Notwendigkeit, das Grundwasser niedriger zu legen oder Abwässer aus Kellern aufzunehmen, sofern Küchen, Waschküchen, Badestuben oder Betriebe darin untergebracht sind, von der Strassenbreite und den verfügbaren Geldmitteln.

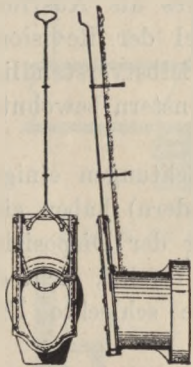


Fig. 133. Spülschieber eines engeren Kanalrohres von vorn und von der Seite gesehen.

Den in den Kanälen sich ablagernden Schlamm entfernt man durch Spülung oder mechanische Reinigung. Die Spülung geschieht, soweit der Regen das nicht besorgt, durch raschen Einlass grosser Wassermassen aus der Wasserleitung, aus Bächen und Teichen oder aus Spülkästen, die zum Teil automatisch arbeiten, oder durch Stauung des Kanalwassers selbst hinter Stauklappen, welche in Revisionschächten vor der Mündung des unteren Kanalendes angebracht sind (Fig. 133). Wird der Stau plötzlich gehoben, so reisst das mit grosser Gewalt einströmende Stauwasser die abgelagerten festen

Teile fort. Die manuelle Reinigung lässt sich in den begehbaren Kanälen leicht ausführen, in den engen Kanälen wird unter reichlicher Spülung eine Drahtbürste hin und her gezogen.

3. Austritt von Infektionserregern, Gasen und Flüssigkeiten.

Der Austritt von Infektionserregern in die Luft kann, da an keiner einzigen Stelle des ganzen Kanalsystems Staubtrockenheit vorhanden ist, nur durch Verspritzen feinsten bakterienhaltiger Tröpfchen statthaben; aber bei der Enge der Kanäle und der Feuchtigkeit der Wandungen werden die Tröpfchen bald ab-

Bakteriologische Reinheit der Luft.

gefangen. Untersuchungen haben gezeigt, dass wirklich die Kanalluft fast keimfrei ist.

Ein Austritt von Flüssigkeiten entsteht nur bei Verletzungen des Kanals; solche können entstehen, wenn saure alkalische oder heisse Flüssigkeiten in die Kanäle gelassen werden, oder wenn Bodensenkungen stattfinden, oder, besonders bei gefrorenem Boden. Rohre zerdrückt werden. Austritt der Kanallflüssigkeit kann eine erhebliche Verschlammung des Bodens zur Folge haben, sogar mit Eindringen des Schmutzwassers in die Keller.

Gase.

Stinkende Gase sollen in einem gut konstruierten und gut gehaltenen System nicht vorkommen. Dahingegen sind geringe fade oder modrige Gerüche gewöhnlich. Man schützt sich davor durch zweckmässige, kräftige Ventilation unter Verhinderung des Eintritts der Kanalluft in die Häuser. Zu diesem Zwecke werden die Dachrinnen oder besondere Rohre in den Scheitel der Kanäle eingebunden, und die Fallrohre der Klosetts und der Ausgüsse bis über das Dach verlängert; beide Arten von Rohren dienen während eines grossen Teiles des Jahres als Ausflussöffnungen, während die durchbrochenen Deckel der Revisionschächte als Einflussöffnungen fungieren. Selbstverständlich dürfen die Dachrinnen nicht dicht neben den Fenstern bewohnter Räume ausmünden.

Untersuchungen an Tieren und die Beobachtungen einiger Autoren an Menschen (Kanalarbeitern, Leimsiedern) haben eine Schädigung oder eine ungünstige Beeinflussung der Disposition durch stinkende Gase, sofern Schwefelwasserstoff fehlt, nicht erkennen lassen, während andere Forscher eine schlechte Einwirkung auf die Disposition behaupten.

Siphon.

Um den Austritt der Gase in das Haus zu verhindern, schiebt man Wasserverschlüsse (Siphons, Trabs) ein; d. h. das von den Ausgussbecken der Wasserleitung und den Klosettrichtern abgehende Rohr wird S-förmig gebogen; in der Biegung bleibt eine Wasserschicht zurück, die bei einer Höhe von 5 cm genügt, dem Andrang der Gase aus den Kanälen zu widerstehen (Fig. 134).

Durch Verdunsten, Durchbrechen oder Absaugen des Siphons kann das Wasser entfernt und den Kanalgasen der Eintritt ermöglicht werden. Das „Absaugen“ findet statt, wenn von einem höher gelegenen Ausguss aus das Abfallrohr gefüllt wird, und der Abfluss so rasch erfolgt, dass hinter dem stürzenden Wasser eine starke Luftverdünnung entsteht. Das „Durchbrechen“ ereignet sich, wenn von oben niederstürzende Wassermassen die vor ihnen befindliche Luft stark zusammendrücken. Die Verlängerung der

10 cm weiten Fallrohre in gleicher Stärke bis über das Dach bei gleichzeitig tiefen und relativ engen (5 cm) Siphons und die glatte Durchführung der Hausableitungsrohre zum Strassenkanal ohne Wasserverschluss im Hauptstrang verhindern beides und begünstigen die Ventilation.

Veranlassung zu üblen Gerüchen geben zuweilen die Wasserklosetts, und zwar sowohl durch Beschmutzung der Sitztrichter oder Sitzbecken mit Kot als auch durch üble Gerüche aus dem

Wasserklosetts.

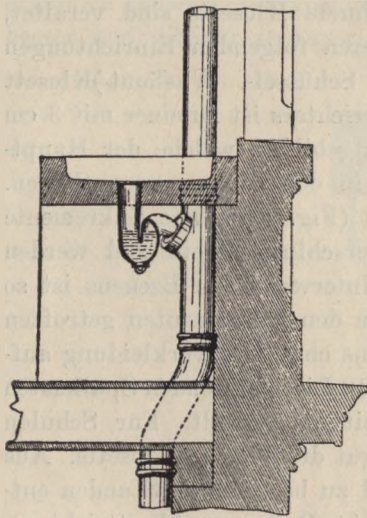


Fig. 134.
Siphon an einem Spülstein.

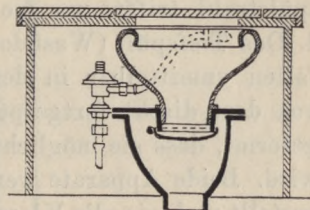


Fig. 135. Pfannenklosett.

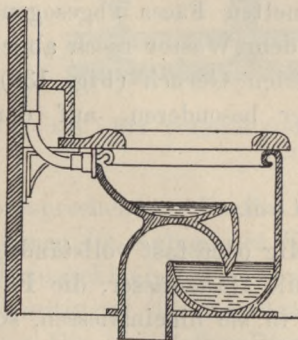


Fig. 136. Tellerklosett.

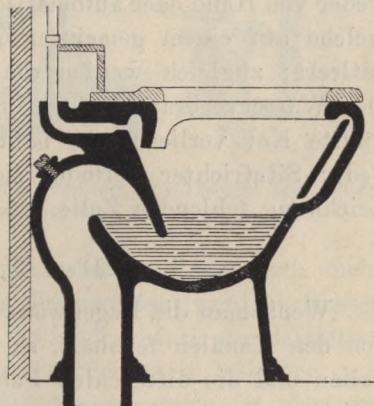


Fig. 137. Tiefspülklosett.

Fallrohr. Das erstere wird verhindert durch zweckmässige Sitztrichter und Sitzbecken, welche mit reichlicher, kräftiger Spülung versehen sind, das letztere durch Einschieben eines Wasserverschlusses direkt unterhalb der Sitzgelegenheit.

Die verschiedenen „Systeme“ der Klosetts lassen sich in

4 Gruppen unterbringen. 1. Die Trichter- (einfache Siphon-) Klosetts. Durch Oeffnen eines Selbstschlusshahnes mittelst Zuges werden die Wände des Trichters abgespült und die Fäkalien durch den Siphon in das Fallrohr entleert. 2. Das Klappen- (Pfannen-, Becken-)Klosett. Der Trichter ist durch eine etwas Wasser enthaltende Schale geschlossen. Nach der Defäkation wird durch Zug zugleich die Schale geöffnet und die Spülung eingeleitet; die Fäces fallen in ein nicht leicht sauber zu haltendes Becken (Fig. 135). Beide vorbezeichnete Klosetts sind veraltet, an ihre Stelle sind die viel einfacheren folgenden Einrichtungen getreten. 3. Das Teller- (Becken-, Schüssel-, Washout-)Klosett (Fig. 136). Der hintere Teil des Sitztrichters ist zu einer mit 3 cm Wasser bedeckten flachen Schale umgebildet, welche der Hauptspülstrahl trifft, um die Fäkalien in den Siphon zu entleeren. 4. Das Tiefspül- (Washdown-)Klosett (Fig. 137). Die Exkremeunte fallen unmittelbar in den Wasserverschluss hinein und werden von dort direkt fortgespült. Die Hinterwand des Beckens ist so geformt, dass sie möglichst nicht von den Exkrementen getroffen wird. Beide Apparate werden meistens ohne Holzverkleidung aufgestellt und wie alle Klosetts aus 5—10 Liter haltenden Spülkästen und nicht direkt aus der Wasserleitung gespült. Für Schulen und ähnliche Anstalten eignen sich gut die Trogspülklosetts. Aus einem Bassin mit Wasserzulauf wird zu bestimmten Stunden entweder von Hand oder automatisch in eine Reihe von Aborttrichtern, welche auf einem gemeinsamen Sammelrohr sitzen, das Wasser entleert; zugleich werden die angesammelten Fäces abgesogen. Der Wasserverbrauch ist gering; der in dem Wasser rasch abgekühlte Kot verliert sehr bald seinen üblen Geruch (Fig. 138). Jeder Sitztrichter befindet sich in einer besonderen, auf der Zeichnung fehlenden Zelle.

β) Das Trennsystem.

Wenn man die Regenwässer vollständig oder fast vollständig von den Kanälen fernhält, so dass nur die Hauswässer, die Fäkalien und die differenten Fabrikwässer in sie hineinfließen, so spricht man von einem „Trennsystem“. Die Regenwässer werden dann in offenen oder gedeckten Rinnen oder in kurzen Stichkanälen auf kürzestem Wege dem nächsten Wasserlauf überwiesen. Der Strassenschmutz gelangt dann allerdings in die Vorflut hinein; aber derselbe lässt sich zum Teil in kleinen vorgelegten Sandfängen fernhalten; andererseits besteht er zum grössten Teil aus indifferentem anorganischen Material, und das organische,

in der Hauptsache Pferdedung, ist ungefährlich. Sollte der Sand und Kies sich anhäufen, so wird er durch Baggern entfernt. Man muss auch berücksichtigen, dass bei Regen in nicht ganz flacher Gegend unendlich mehr Schmutz ausserhalb der Städte in die Vorflut gespült wird, als innerhalb derselben.

Der Nutzen der Trennsysteme beruht darin, dass man kleinere Kanäle gebraucht (Tonrohre genügen meistens), die Notauslässe vermeidet und, sofern man überhaupt Maschinen gebraucht, mit erheblich schwächeren auskommt; ferner kann man die Abwässer besser und billiger reinigen und desinfizieren und gebraucht bei

Nutzen.

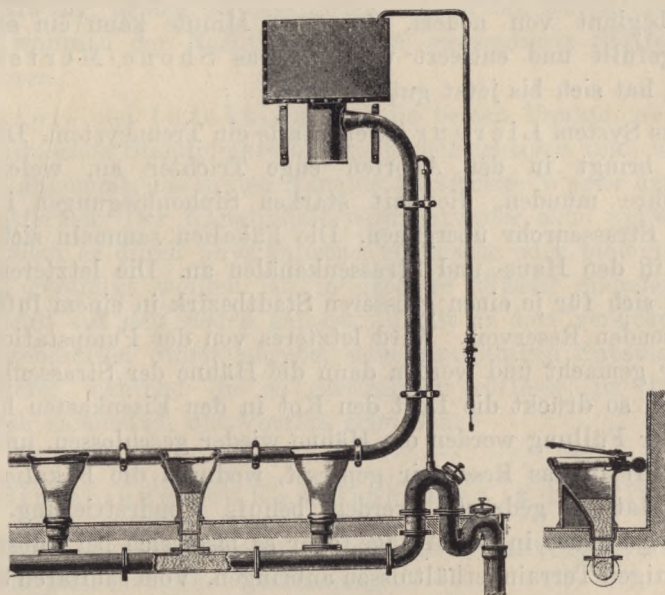


Fig. 138. Ein Trogspülklosett von vorn gesehen, im Längs- und Querschnitt mit Spülkasten.

entsprechender Vorflut weniger Rieselland. Wenn auch nicht immer die Anlage der Kanäle beim Trennsystem weniger Kosten verursacht als beim Sammelsystem, so ist jedenfalls die definitive Beseitigung der Abwässer bei gleicher Sicherheit billiger.

Die technische Einrichtung des Trennsystems ist der des Sammelsystems sehr ähnlich. — Das Entweichen von Infektionserregern in die Luft, der Uebergang von Flüssigkeiten in den Boden ist ausgeschlossen; üble Gerüche oder Ablagerungen entstehen bei dem Trennsystem ebensowenig als bei dem Sammelsystem; die Reinigung der Kanäle lässt sich in gleich guter Weise bewirken.

Ist genügendes Gefälle vorhanden, so läuft das Abwasser auch beim Trennsystem ohne Nachhilfe an seinen Bestimmungs-ort; fehlt das Gefälle, so muss es gehoben werden.

Druckluft-
system.

Nach dem *Shone* (Mertenschen) Verfahren wird das durch Druckluft bewirkt; das Abwasser (ohne Regen- und indifferente Fabrikwasser, aber mit Einschluss der Fäkalien) fließt in etwa 0,6—1,5 cbm haltende eiserne Topfe und wird von dort, sobald ein Topf gefüllt ist, durch selbsttätig eintretende Druckluft in das Entleerungsrohr gepresst und an seinen Bestimmungs-ort getrieben; nach der Entleerung entweicht die überschüssige Druckluft, neues Schmutzwasser fließt dem Topfe zu, und das Spiel beginnt von neuem. In einer Minute kann ein solcher Topf gefüllt und entleert werden. Das *Shone-Mertensche* System hat sich bis jetzt gut bewährt.

Liernur-
System.

Das System *Liernur* ist ebenfalls ein Trennsystem. Der Erfinder bringt in den Aborten enge Trichter an, welche in Eisenrohre münden, die mit starken Siphonbiegungen in das eiserne Strassenrohr übergehen. Die Fäkalien sammeln sich vorläufig in den Haus- und Strassenkanalen an. Die letzteren vereinigen sich für je einen grösseren Stadtbezirk in einem luftdicht schliessenden Reservoir. Wird letzteres von der Pumpstation aus luftleer gemacht und werden dann die Hähne der Strassenkanäle geöffnet, so drückt die Luft den Kot in den Eisenkasten hinein. Nach der Füllung werden die Hähne wieder geschlossen, und nun wird Luft in das Reservoir gepresst, wodurch die Fäkalien zur Zentralstation gedrückt werden behufs Poudrettierung. Das System ist teuer in der Anlage, aber es lässt sich bei selbst sehr ungünstigen Terrainverhältnissen anbringen. Vom sanitären Standpunkte aus kann es nicht empfohlen werden, weil es die lästigen und infektiösen Hausabwässer nicht mit entfernt; das System erfüllt also seinen Zweck nur zur Hälfte.

b) Die definitive Beseitigung des Kanalinhaltes.

Zusammen-
setzung.

Die Zusammensetzung der Kanalwässer ist sehr verschieden; so hatte München, als es seine Fäkalstoffe noch nicht einfuhrte, im Liter seiner Kanalwässer bei Tage 49 mg anorganische, 21 mg organische suspendierte und 381 mg gelöste Substanzen, während das Mittel aus 50 Analysen der Kanalwässer von 16 englischen Städten 178 mg anorganische, 213 mg organische suspendierte und 824 mg gelöste Substanzen betrug. In der gleichen Zahl von Analysen aus 16 Städten Englands, die ihre Fäkalien mit einführen,

wurden gefunden 241 mg anorganische, 205 mg organische suspendierte und 722 mg gelöste Stoffe, während Berlin unter der gleichen Bedingung die Zahlen 210, 326 und 850 aufweist. Aus den Angaben folgt zugleich, dass die Einleitung der Fäkalien, wegen des erforderlichen Spülwassers, keinen Einfluss auf das prozentische Verhältnis hat, obwohl sie die absolute Menge des Schlammes vermehrt. Unter den suspendierten Stoffen haben die organischen Substanzen wegen ihrer Faulfähigkeit und die Bakterien als Erreger der Fäulnis und der Infektionen eine besondere Bedeutung. Steuernagel berichtet, dass die die Fäkalien der Stadt Köln enthaltenden Abwässer in den Morgenstunden 279 mg, in den Mittagstunden 311, in den Abendstunden 219 und während der Nacht nur 56 mg suspendierte Stoffe im Liter führen.

Tages- und
Nachtabwässer.

Fäulnis und Infektion sind die beiden Punkte, welche vom hygienischen Standpunkte aus zu berücksichtigen sind, wenn es darauf ankommt, das in den Kanälen abgeführte Wasser definitiv zu entfernen. Der Kanalinhalt wird entweder ohne weiteres, oder nachdem er durch physikalische, chemische oder biologische Methoden gereinigt worden ist, in grössere Wässer eingeleitet, oder er wird auf den Boden gelassen, damit er dort versickernd seine suspendierten Stoffe abgebe, seine faulfähigen Substanzen mineralisiere, während die so gereinigten Abflüsse, in Drainröhren sich sammelnd, die Vorflut erreichen.

1. Die Einleitung des Kanalinhalt in die Flüsse.

Wird die Kanalflüssigkeit in laufendes Wasser geleitet, so erfährt sie zunächst eine Verdünnung.

Ist diese erheblich, so kann es zu einer eigentlichen Fäulnis der im Wasser gelösten und suspendierten Substanzen nicht kommen; aber sie kann auftreten, wenn das Kanalwasser im Verhältnis zu dem Inhalt des Wasserlaufes zu gross ist. Nach v. Pettenkofer soll eine Uebelstände erzeugende Verunreinigung des Flusswassers nicht eintreten, wenn die Wassermenge bei niedrigstem Wasserstand sich zum Kanalwasser verhält wie mindestens 15:1; nach Brix sollen auf jeden Einwohner des Entwässerungsgebietes bei einer Stromschnelligkeit von mehr als 1 m in der Sekunde 5 cbm, bei 0,6 m 10 cbm, bei weniger als 0,6 m 15 cbm Flusswasser täglich kommen. Diese Angaben sind nur als ganz allgemeine Anhaltspunkte zu benutzen. Die Menge und Art der Abwässer, die Reinheit des Flusswassers und eine

Verhältnis des
Flusswassers
zum Schmutz-
wasser.

grosse Reihe gleich zu erwähnender Faktoren sind mit in Rücksicht zu ziehen.

Selbst-
reinigung.

Das Flusswasser entledigt sich der ihm übergebenen gelösten und suspendierten Stoffe wieder durch die sog. „Selbstreinigung“. Diese wird bewirkt zunächst durch die Verdünnung mit reinem Grund-, Bach- oder Flusswasser, dann durch rein chemische Bedingungen und Zersetzungen, ferner, und das ist meistens der wichtigste Faktor, durch die Sedimentierung der schwebenden Bestandteile und endlich durch die Aufnahme bzw. Zerlegung von Substanzen durch lebende Wesen. Zu letzteren gehören die kleinen Tierchen, die grünen und chlorophyllosen Pflanzen und nicht am wenigsten die Bakterien des Wassers. Die Selbstreinigung hängt ausserdem ab von der Höhe der Temperatur, von der Wassermasse, der Schnelligkeit des Strömens, der Beschaffenheit des Flussbettes und der Ufer, der Art der Verunreinigung und der Art der im Wasser vorkommenden Lebewesen. Hiernach ist klar, dass die Selbstreinigung mehr oder minder stark ausfallen kann, und dass die für die Reinigung erforderliche Wegstrecke verschieden gross ist. Die Selbstreinigung eines Flusses ist als beendet anzusehen, wenn das Wasser in biologischer, chemischer und mikroskopischer Beziehung den Stand wieder eingenommen hat, welchen es vor Einführung der Verunreinigung besass, und wenn das Flussbett wieder ebenso rein ist, wie es vor der Schmutzwassereinleitung war.

Ausfallen der
suspendierten
Substanzen.

Während der Selbstreinigung fallen die suspendierten Bestandteile unter sonst günstigen Umständen aus und bilden am Boden oder an den Ufern des Wassers Schlammبانke, die beim Trockenfallen oder bei hoher Aussentemperatur in stinkende Fäulnis geraten und für die Anlieger zu einer sehr unangenehmen Nachbarschaft werden können. Die Schlamm-Bildung ist in wasserarmen, nicht regulierten, langsam fliessenden Wasserläufen am stärksten; besonders vor den Stauwehren macht sie sich bemerkbar. Bei grösseren Flüssen ist die Gefahr, die aus der Sedimentierung hervorgeht, gering. Die Hochwässer nehmen vielfach die Schlamm-massen und die sich in den verschlammten Flüssen stark entwickelnden Pilze (Sphaerotylus, Oszillarien, Beggiatoa und andere), welche durch ihre Zersetzung wiederum arge Gerüche erzeugen, mit fort.

Die pathogenen
Bakterien im
Wasser.

Gibt man pathogene Bakterien aus guten Nährmedien in Wasser hinein, so stirbt eine grosse Anzahl rasch ab; die Minderzahl bleibt am Leben und hält sich nun lange im Wasser. Verschiedene Beobachtungen sprechen dafür, dass das gleiche statt-

hat, wenn Krankheitskeime mit dem Kanalwasser in die Flüsse gelangen. Kommen die Krankheitserreger zusammen mit Nahrungszentren, z. B. Kotteilchen, in das Wasser hinein, so halten sie sich länger; dasselbe dürfte der Fall sein, wenn die Menge des Siedewassers im Verhältnis zu der des Flusswassers gross ist, und wenn das Flusswasser einen relativ guten Nährboden für die Bakterien darstellt, wie das z. B. bezüglich der Elbe und der Cholera Bazillen im Jahre 1892 bei der Hamburger Epidemie der Fall war.

Infiziertes Flusswasser ist dann gefährlich, wenn es als Hausgebrauchswasser, vor allem aber, wenn es als Trinkwasser Verwendung findet, und ist die Gefahr um so grösser, je näher die Schöpfstelle dem Eintrittsorte der Bakterien liegt.

Flusswasser als
Trink- und Ge-
brauchswasser.

Hierbei muss allerdings betont werden, dass das Flusswasser im allgemeinen nicht als ein Trinkwasser anzusehen ist, welches unfiltriert genossen werden kann. Wie wir sehen werden, ist die Desinfektion der gesamten Kanalwasser einer Stadt sehr schwierig durchzuführen, man kann wohl sagen, unmöglich; die grossen Städte können vielfach ihr Abwasser gar nicht anders los werden, als dass sie es gereinigt oder ungereinigt in den Fluss geben. Das Streben muss daher dahin gehen, die Bevölkerung in ihrem Trinkwasserbezuge vom Fluss unabhängig zu machen.

Für die Flüsse mag die Regel gelten, dass die Einleitung von Schmutzwässern statthaben darf, wenn die Menge der festen und gelösten Bestandteile der Kanaljauche gering ist im Verhältnis zu der Wassermasse des Flusses und wenn das Flusswasser auf eine grössere Entfernung hin weder zum Trinken noch zum Hausgebrauch Verwendung findet. Hierbei besteht aber die Voraussetzung, dass vor dem Einlass die sinnfalligen Verunreinigungen aus dem Wasser entfernt worden sind. In allen anderen Fällen ist es notwendig, die Kanaljauche, bevor sie den Wasserläufen übergeben wird, gründlich zu reinigen.

Regel.

Die Einleitung der ungereinigten Kanalwasser in die freie See ist dann ungefährlich, wenn die Strömung den Kanalinhalt rasch und endgültig fortführt.

Einlassen
in die See.

2. Die mechanische Klärung.

Die sichtbaren gröberen Verunreinigungen entfernt man durch die mechanische Klärung.

a) Das Abfangen der gröberen Teilchen. Die in den

Abfang-
vorrichtungen.

Kanälen dem Ausfluss zueilenden Abwässer zerreiben das in ihnen enthaltene Material, so dass Kot, Papier und ähnliches am Ausfluss des Hauptsammlers grösstenteils schon zu feinem Detritus zermahlen wieder erscheint. Die schweren, und zwar die groben und feinen Teile fängt man ab durch Anlage eines Sandfanges, d. h. man verbreitert und vertieft den Querschnitt am Ende des Kanals, indem man ein Becken einbaut, vermindert so die Schnelligkeit des Wassers und gibt den schweren Stoffen Zeit sich zu Boden zu senken. Vor oder in dem Sandfang nimmt man die schwebenden Teile durch Rechen heraus, die entsprechend den verschiedenen weiten Zwischenräumen ihrer Zähne hintereinander geschaltet sind. Rinsch hat die Rechen kreisbogenförmig ausgebildet und entnimmt ihnen durch bewegliche, kammähnliche Ausräumer die aufgelagerten Stoffe, welche auf Transportbänder geworfen werden. Auch durch an einer drehbaren Achse befestigte Rechen entfernt man die Suspensa, oder durch Bleche mit sehr vielen Löchern von ca. 3 mm Durchmesser, über welche das Schmutzwasser läuft. Auf die angegebene Weise werden nur die gröberen Teile bis ungefähr 3 mm entfernt, aber das genügt für diejenigen Städte, welche eine günstige Vorflut haben.

Sedimentierung.

β) Ein weitergehender Erfolg lässt sich durch Sedimentierung erreichen. Man führt das Abwasser zunächst in eine Galerie und von da in den Schlammfang, welcher mindestens 1 m tiefer hinunterreicht; dann tritt das Wasser in ein langgezogenes Becken mit einer vom Schlammfang bis zum Ablauf hin langsam ansteigenden Sohle. Der Wasserzulauf wird durch Schützen geregelt und findet dicht über der Sohle am Eingang zum Becken statt. Steuernagel, der hier massgebend gearbeitet hat, fand, dass der Schmutz sich vorwiegend im Schlammfang und in dem ersten Drittel des Beckens ablagerte, und dass bei dem 45 m langen, 2 m tiefen Kölner Becken bei einer Schnelligkeit des Abwasserstromes von 4 mm in der Sekunde, d. h. einer Durchlaufszeit von 3 Stunden $7\frac{1}{2}$ Minuten 72 %, bei einer Schnelligkeit von 20 mm = $37\frac{1}{2}$ Minuten Durchlaufszeit 69 % und bei 40 mm Schnelligkeit = $18\frac{3}{4}$ Minuten Durchlaufszeit 59 % der Schwebstoffe ausfielen (s. Fig. 139).

Wenn in rund 20 Minuten $\frac{6}{10}$, in 40 Minuten $\frac{7}{10}$ der Suspensa verschwinden, so ist das als ein grosser Reinigungseffekt zu bezeichnen; die übrigen 30 % sind spezifisch so leicht, dass sie auch nach stunden- und tagelangem Stehen nicht völlig aus dem Wasser verschwinden.

3. Die chemische Klärung.

Bis vor wenig Jahren wurden die Abwässer meistens unter Zusatz von Chemikalien gereinigt. Das Hauptklärungsmittel war der Aetzkalk, welchem andere chemische Stoffe, die voluminöse Niederschläge bildeten, in erster Linie Aluminiumsulfat und Eisensulfat zugesetzt wurden. Man hatte die Idee, dass durch den Aetzkalk die pathogenen Bakterien getötet würden, und dass die Niederschläge von kohlenurem Kalk, von Tonerdehydrat bezw. Eisenoxyhydrat die suspendierten Stoffe fassten und nieder-rissen. Letzteres geschieht; es zeigte sich jedoch, dass die Des-infektion des ungereinigten Wassers eine sehr unvollständige war, und dass durch den Zusatz der Chemikalien Massen völlig wert-

Chemische Klärmittel.

Mangelhafter Erfolg.

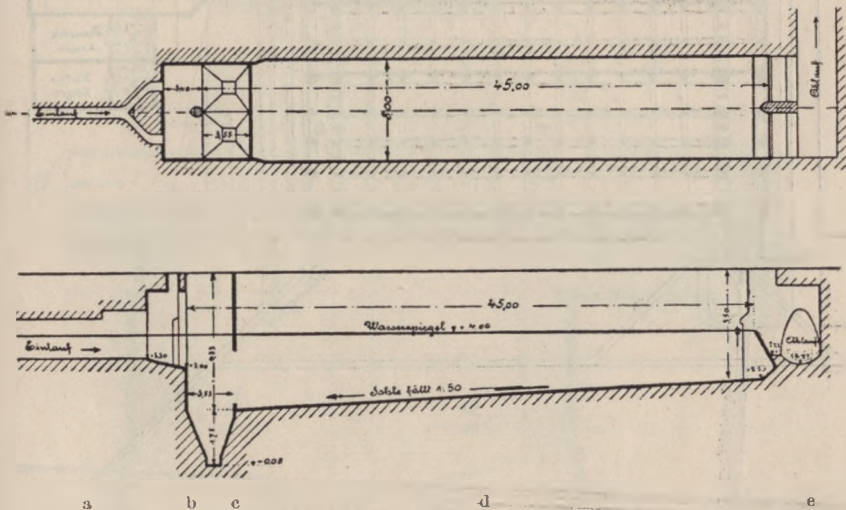


Fig. 139. Die Kölner Sedimentierbecken im Aufriss und im Längsschnitt nach Steuernagel.

a der Einlauf mit dem Verteiler; b die Galerie; c der vertiefte Schlammfang, an seinem Ausgang die den Wasserzufluss regelnde Schütze; d das Klärbecken; e der Ablauf für das geklärte Wasser.

losen Schlammes entstanden, die nicht mehr zu bewältigen waren; hierzu kam dann die Erkenntnis, dass man durch vorsichtige Regulierung des Durchflusses des Abwassers durch das Becken, durch bloße Sedimentierung, fast denselben Reinlichkeitserfolg erzielen konnte. Wo Becken für die chemische Klärung früher eingerichtet worden sind, da verwendet man sie jetzt fast nur noch als Sedimentierbecken, setzt jedenfalls so wenig Kalk und sonstige Chemikalien zu, als eben erforderlich sind, um eine gute Ausfällung zu erhalten.

Schlamm.

Es sei noch erwähnt, dass der Aetzkalk auf die suspendierten

Substanzen einwirkt und dadurch die Menge der gelösten organischen Stoffe vermehrt. Wenn die Wasser mit einem Ueberschuss von Kalk in die Vorfluter kommen, so tritt dort eine Umwandlung in kohlen-sauren Kalk ein, und wo die Vorflut und die Schnelligkeit des Wassers nicht gross ist, entstehen mächtige Schlamm-bänke, die zur warmen Jahreszeit einen recht üblen Geruch von sich geben.

Als Muster einer Beckenanlage sei die Frankfurter gewählt. Jedes der vier Becken derselben fasst 1100 cbm, ist 83,4 m lang.

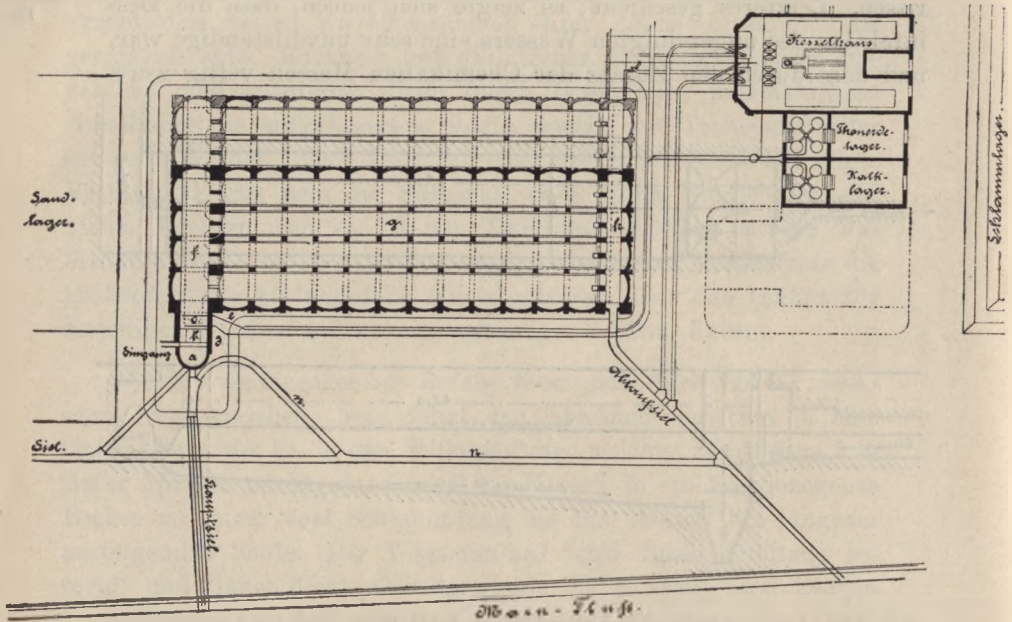


Fig. 140. Klärbeckenanlage in Frankfurt a. M.

a Sandfang; b Siebe; c Mischraum; d Kalkzulauf; e Tonerdezulauf; f Zuleitungsgalerie; g Klärbecken (die beiden oberen Becken sind nicht ausgebaut); h Ableitungsgalerie; n Notauslässe.

6 m breit, am Einlauf 2, am Auslauf 3 m tief. Das Wasser fliesst mit ca. 4 mm Geschwindigkeit in der Sekunde; es wird durch breite, schmale Schlitzte, je nach der Temperatur bald oben, bald unten abgelassen. Auf dem Wege durch die sehr langen Bassins kombiniert sich die Wirkung der relativen Ruhe und der Chemikalien zu dem fast völligen Ausfällen aller suspendierten Bestandteile. Das geklärte Wasser ergiesst sich in den Main. Soll ein Bassin von dem abgelagerten Schlamm befreit werden, so lässt man das Wasser, nachdem der Zufluss verschlossen, langsam ab und entfernt zuletzt den Schlamm mit einer Pumpe.

Sofern der Raum für Klarbecken nicht gegeben war, verwendete man Brunnen, in welche das Schmutzwasser mit Chemikalien vermischt unten eintrat und langsamer nach oben stieg, als die Fallgeschwindigkeit der suspendierten Teilchen und der Niederschläge in ihrer Mehrheit betrug; das Wasser wurde so ge-

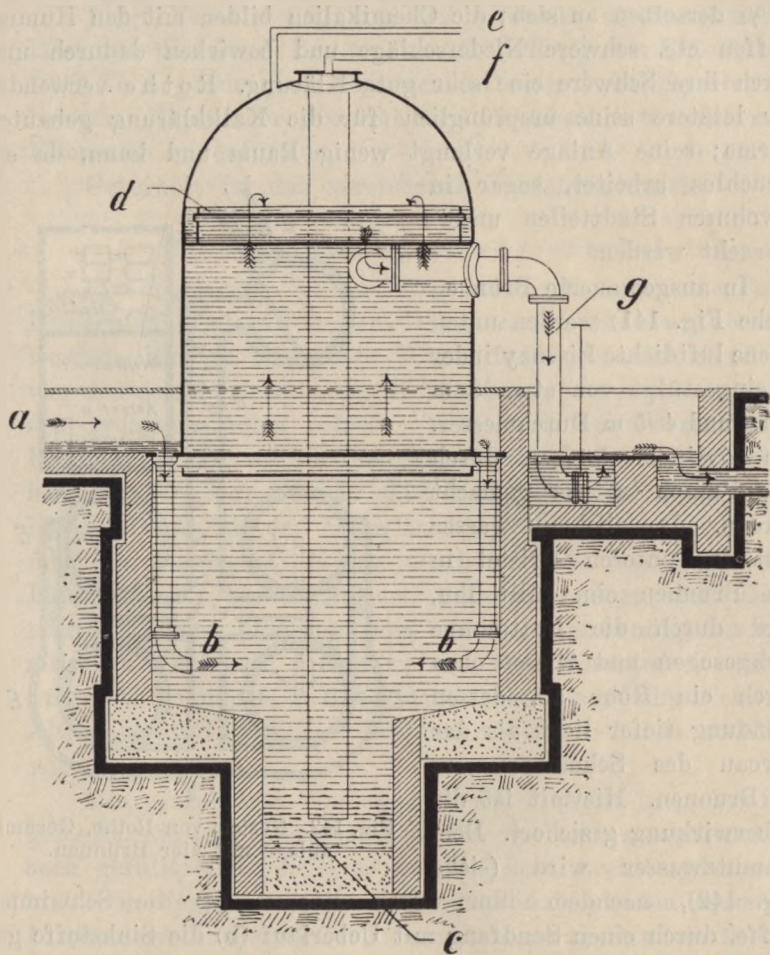


Fig. 141. System von Rothe. Klärbrunnen.

a Schmutzwasserzulauf; b Schmutzwasserverteilerrohre; c Schlamm-
senke, welche von f aus leergepumpt wird; d Rohrsysteme zur Auf-
nahme des geklärten Wassers, welches durch g abfließt; e Luftpumpe.

wisermassen durch seinen eigenen Schlamm hindurchfiltriert;
das klare Wasser wurde oben abgesogen.

Nach diesem Muster arbeitet noch ein Verfahren, welches
man den chemischen anreihen kann, und mit welchem recht gute
Resultate erzielt werden können, nämlich

4. das Kohlebreiverfahren von Rothe-Degener.

Zusätze.

Auf 1 cbm Abwasser werden 1,5 kg feinstgeschliffene Braunkohle und ca. 250 g Tonerdesulfat oder Eisensulfat zugesetzt. Die Braunkohle wirkt anscheinend durch Flächenattraktion auf die gelösten organischen Substanzen ein und reisst gegen 65 bis 80 % derselben an sich; die Chemikalien bilden mit den Humusstoffen etc. schwere Niederschläge und bewirken dadurch und durch ihre Schwere eine sehr gute Klärung. Rothe verwendet für letztere seine ursprünglich für die Kalkklärung gebauten Türme; seine Anlage verlangt wenig Raum und kann, da sie geruchlos arbeitet, sogar in bewohnten Stadtteilen untergebracht werden.

Die Methode.

In ausgemauerte Brunnen (siehe Fig. 141) werden unten offene luftdichte Eisenzyylinder hineingestülpt von etwa 8 m Höhe und 4–5 m Durchmesser. Die Zylinder können durch eine Pumpe luftleer gemacht werden. Das Schmutzwasser tritt im unteren Drittel in den Brunnen ein, füllt ihn, wird durch die Luftpumpe hochgesogen und fließt oben durch ein Rohr ab, dessen Mündung tiefer liegt als das Niveau des Schmutzwassers im Brunnen. Hiermit ist die Heberwirkung gesichert. Dem Schmutzwasser wird (siehe

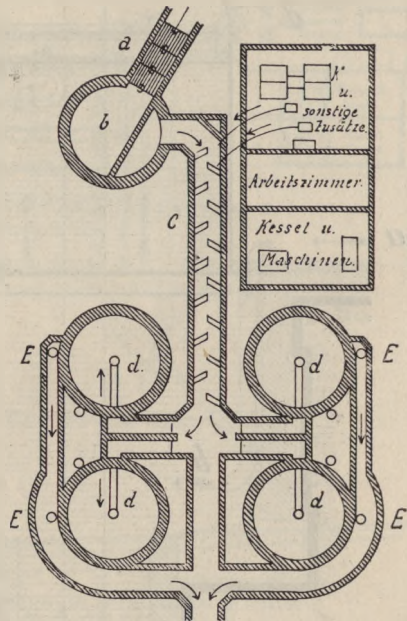


Fig. 142. System von Rothe, Gesamtanlage mit vier Brunnen.

Fig. 142), nachdem ihm durch Rechen (a) die Schwimmstoffe, durch einen Sandfang mit Ueberlauf (b) die Sinkstoffe genommen sind, Kohlebrei und etwas später Aluminiumsulfat zugesetzt. Alles wird in einem Mischgefäuder (c) innigst miteinander in Berührung gebracht. Durch die Einlaufrohre (d) wird die Mischung in die Brunnen geleitet, durch die Rinnen (e) läuft das geklärte Wasser ab. Der entstehende Schlamm wird mittels einer Pumpe abgesogen, in Filterpressen von dem grösseren Teil seines Wassers befreit, zu einer Art Torf zusammengepresst und direkt in der Feuerung der Anlage verwertet. Auch ist es möglich, ein, wenn auch geringwertiges, Kraftgas aus ihm zu gewinnen.

Unter gewissen Bedingungen lässt sich das Verfahren mit Vorteil verwenden, vor allem wenn gute Braunkohle billig zu haben ist, wegen mangelhafter Vorflut eine grosse Reinheit der Abwässer erzielt werden muss, oder Schlamm vermieden werden soll.

Liegt Veranlassung vor, das Abwasser zu desinfizieren, so lässt sich das durch Zusatz von 0,2 Teilen guten Chlorkalks auf 1000 Teile gereinigten Abwassers in einer befriedigenden Weise bewerkstelligen; der überschüssige Chlorkalk ist nachher durch Eisensalze zu entfernen.

Ueberholt ist das vorstehende Verfahren durch

5. die biologische Abwässerreinigung.

Das Verfahren ist aus England herübergekommen und in Deutschland vor allen von Dunbar in Hamburg bearbeitet worden. Das zu reinigende Wasser wird zunächst durch Siebe von den schwimmenden, durch Sandfänge von den sich absetzenden gröbereren Teilen befreit. Man kann das Wasser auch in Kammern leiten, wo die Trennung durch blosses Stagnieren statt hat; es bildet sich dann in ganz kurzer Zeit eine dicke, undurchlässige Decke an der Oberfläche des Wassers, und die ganze Abwassermasse gerät in eine durch anaerobe Bakterien bedingte Fäulnis, wobei viel organisierte Substanz zerlegt wird. Die Einrichtung solcher „Faulkammern“ ist nicht notwendig, hat an sich mit dem Verfahren nichts zu schaffen, kann jedoch unter gewissen Bedingungen, z. B. bei Anwesenheit von Industrien, welche schwer zersetzbare Körper in ihren Abwässern haben, von Nutzen sein.

Das vorgeklärte Wasser wird von oben her in grosse Becken gelassen, die mit Koksstückchen oder Schlackenstückchen 1—2 m hoch gefüllt sind; meistens schaltet man zwei Oxydationsbeete hintereinander, dann haben die Brocken in dem ersten Becken einen Durchmesser von etwa 8—20 mm, in dem zweiten von 3—8 mm. In dem ersten Bassin bleibt das Wasser 2—4 Stunden stehen, wird dann, sofern überhaupt eine stärkere Reinigung notwendig ist, auf das zweite Filter- oder Oxydationsbeet gelassen und bleibt dort abermals 4 Stunden. Das nun unten abgelassene Wasser ist bis auf wenige Prozente frei von suspendierten Teilchen und seine organischen gelösten Substanzen und damit sein Glühverlust, sein Gehalt an organischem Stickstoff haben im Durchschnitt um 60 bis 65 % abgenommen; es ist ferner nicht mehr fäulnisfähig und klar. Sollte die Klarheit durch beigemischte anorganische Teilchen

Desinfektion.

Intermittieren-
des Verfahren.

Sandfang.

Faulkammer.

Oxydations-
beete.

zu wünschen übrig lassen, so kann durch ein sogenanntes Schönfilter, ein Filter von mittelfeinem Sand, oder durch Bodenberieselung dieser Schönheitsfehler leicht beseitigt werden (Fig. 143).

Wenn ein Oxydationsbeet entleert ist, so bleibt es mindestens 4 Stunden leer stehen, mehr wie 2—3 Füllungen sollen täglich nicht vorgenommen werden. Die Menge der Abwässer, die in diesem Zeitraum von 1 cbm Filtermaterial gereinigt werden kann, beträgt ungefähr 0,25 cbm, doch ist die Zahl noch nicht genügend festgelegt; sie schwankt auch nach der Art der Abwässer, der Art des Betriebes und den Anforderungen, die man an den Reinheitsgrad des behandelten Wassers stellt.

Neben das intermittierende Oxydationsverfahren ist das kontinuierliche getreten. Man konstruiert nach Dunbar freistehende Oxydationskörper aus kindskopfgrossen Stücken Schlacken oder Koks, oder man gibt in seitlich geschlossene Behälter faustgrosse

Kontinuierliches Verfahren.

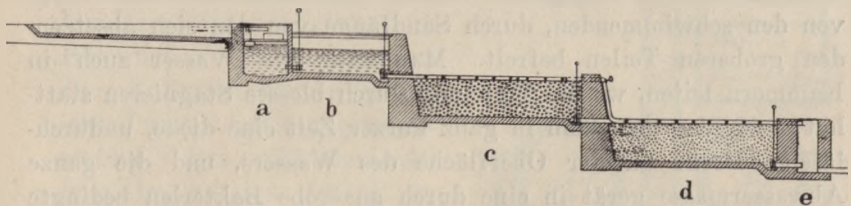


Fig. 143. Biologische Kläranlage.

a Vorraum mit dem Zulauf, dem Sandfang und dem Rechen für die gröberen suspendierten Stoffe; (b Faulraum;) c Koksbeet mit gröberem Material für die Vorreinigung und Verteilungsrohr; d zweites Koksbeet mit feinem Koks für die Nachoxydation mit Verteilungsrohr; e Revisionsschacht und Ablauf für das geklärte Wasser.

Stücke und überschichtet sie in beiden Fällen mit einer ca. 20 cm starken Lage von Schlackenstückchen von 1—3 cm Korngrösse, über welche Rillen aus ganz feinkörnigem Material gelegt werden. In die Rillen läuft das Abwasser in kontinuierlichem Strom ein und zwar in 24 Stunden auf den Quadratmeter Oberfläche etwa 1—2 cbm. Durch die Rillen und das feinere Material sinkt es auf das grobe und fällt in Tropfen — daher der Name Tropfverfahren — von einem Brocken auf den andern. Das Wasser fliesst unten gereinigt ab. Sollte es, z. B. bei sehr schmutzigem Röhmaterial, den erforderlichen Reinlichkeitsgrad nicht erreicht haben, so wird es durch einen zweiten und dritten Körper gleicher Art geschickt.

Theorie des Verfahrens.

Den Vorgang der Reinigung bei dem biologischen Verfahren denkt man sich folgendermassen. Indem das Wasser durch die relativ engen Kanäle zwischen den einzelnen Koks bzw. Schlacken-

stückchen hindurch tritt, werden die suspendierten Substanzen abfiltriert oder bleiben an den Bröckchen hängen.

Die gelösten organischen Substanzen werden durch Absorption aus dem Wasser herausgenommen und den Flächen fest angelagert. Die Wirkung ist jedoch eine beschränkte, sie hört, wie Versuche gezeigt haben, in wenigen Wochen auf. Dadurch indessen, dass mit jeder Entleerung der Oxydationskörper dem Luft-sauerstoff freier Zutritt zu den Schlackenoberflächen gegeben wird, entsteht dort eine starke Absorption des Sauerstoffes und ein üppiges Bakterienleben, und der grösste Teil der organischen suspendierten und gelösten Substanz, welcher während des Füllungsstadiums abgelagert ist, wird in dem Zeitraum des Leerstehens zerlegt und zwar oxydiert. Die Energie der Zerlegung findet ihren Ausdruck in einer starken Anreicherung der Luft mit CO_2 (bis auf 10 %), sodann in Bildung von salpetriger Säure, Salpetersäure und — durch Denitrifikationsvorgänge — von freiem Stickstoff: auch eine lebhaftere Temperaturerhöhung im Oxydationskörper macht sich bemerkbar.

Bei dem Tropfkörper, welcher übrigens während der Nacht ruht, gehen bei dem geringfügigen Zulauf und dem steten freien Zutritt von Luftsauerstoff die Prozesse der Ablagerung und der Zerstörung nebeneinander vor sich.

6. Die Fortschaffung des Schlammes.

Sehr wertvoll bei dem biologischen Verfahren ist die geringe Schlamm-*bildung*. Die gröberen Schlammteile werden abgefangen, die feineren, organischen zerlegt. Bei regem Betrieb bleibt jedoch die Zerlegung hinter der Zuführung zurück. Hinzukommt, dass das stark kohlen-säurehaltige Wasser die Kokskörper, insonderlich die Schlacken angreift und eine Menge anorganischen Materials in Lösung bringt, z. B. Eisenverbindungen, wodurch andere Theilchen losbröckeln. Die Brockenkörper schwinden daher, und das Reinwasser führt anorganisches Material mit, welches zum Theil den Brocken und nicht dem Abwasser entstammt. Alle 2—3 Jahre müssen die Brockenkörper gründlich gereinigt werden. Der dabei entstehende Schlamm ist eine schwärzliche, geruchlose, humöse Masse, die keinen Dungwert hat, aber zur Besserung der mechanischen Verhältnisse beitragen kann.

Schlamm beim biologischen Verfahren.

Bei der Abwasserreinigung spielt der Schlamm überhaupt eine erhebliche Rolle. Die groben, durch Absieben entfernten Theile haben einen guten Dungwert, sie werden von der Landwirtschaft nicht nur genommen, sondern sogar bezahlt. Mit dem feinen Schlamm der Kläranlagen ist das anders. Es ist schon gesagt

Geringer Dungwert.

worden, dass der Abraum der Kalkkläranlagen wegen seines geringen Dungwertes besonders in Gegenden mit kalkreichem Boden keine Abnehmer findet. Der Schlamm der Sedimentierbecken enthält zuerst weit über 90 % Wasser, welches sich schwer entfernen lässt; es erfordert monatelanges Liegen, ehe der Schlamm stichfest wird, wobei er immer noch über 60 % Wasser enthält. An Pflanzennährstoffen ist er sehr arm, so dass die Landwirtschaft nicht in der Lage ist, einen nennenswerten Betrag dafür zu zahlen; manche Städte können daher den Schlamm nicht los werden.

Fettgewinnung. Das Kohlebreiverfahren hat den grossen Vorzug, dass es ihn zur Verbrennung bringt. In Cassel hat man versucht, durch Behandlung mit Schwefelkohlenstoff aus dem Schlamm der Klärbassins das Fett zu gewinnen; das Verfahren deckt indessen zur Zeit die Kosten nicht. Rationeller ist das Verfahren von Kremer, welcher das frische Stadtabwasser durch Apparate laufen lässt, welche den Fettfangen in den Ausgüssen der Schlachthöfe, Fleischiereien, grossen Hotels nachgebildet sind. Der fetthaltige Schlamm steigt nach oben und wird extrahiert. Hierbei ergibt sich noch ein Rückstand, welcher gegen 5 % N. enthält, also Dungwert haben dürfte. (Da der zu Boden fallende Schlamm gleichfalls gefangen und gepresst wird, so stellt das Kremersche Verfahren eine neue Methode der mechanischen Abwasserreinigung dar; ob sie sich bewähren wird, lässt sich noch nicht sagen.)

7. Die Desinfektion der Stadtabwässer.

Desinfektion durch Kalk, durch Chlor-kalk. Sämtliche Abwässer, ob gereinigt oder ungereinigt, gelangen zuletzt mit den in ihnen enthaltenen pathogenen Bakterien in Wasserläufe oder Wasserbecken hinein. Auf diese Verhältnisse ist schon Seite 327 hingewiesen worden. Wenn auch Flusswasser nicht als Trinkwasser anzusehen ist, so haben die Orte, welche ihr Abwasser in die Wasserläufe schicken, dennoch für ein möglichstes Freihalten derselben von Krankheitskeimen zu sorgen. Man hat früher versucht, die Desinfektion durch Kalk zu bewirken; das Verfahren hat nicht zum Ziele geführt; auch sind ganz enorme Mengen von Kalk notwendig, wenn während einiger Wochen oder gar Monate das gesamte Abwasser einer Stadt desinfiziert werden soll. Bessere Resultate hat man mit Chlorkalk erzielt; es genügt 1 Teil Chlorkalk auf 5000 Teile Wasser, um Cholera- und Typhusbazillen innerhalb einer Stunde abzutöten, vorausgesetzt, dass sie frei in der Flüssigkeit schwimmen; sind sie in Schleimflocken, in Kotklümpchen eingehüllt, dann gelingt es weder

mit Chlorkalk noch auf andere Weise sie zu vernichten, es sei denn durch Hitze. Die Desinfektionswirkung ist zweifellos eine bessere, wenn das Desinfektionsmittel auf das gereinigte Abwasser einwirkt, aber dann ist erforderlich, vor dem Einlass in die Vorflut das überschüssige Chlor wieder zu entfernen, was am besten durch Zusatz von Eisensalzen geschieht. Selbstverständlich wird hierdurch die Abwasserbehandlung um so mehr kompliziert, als besondere Bauwerke für den Desinfektionsprozess notwendig werden. Dunbar rät daher an, bei dem biologischen Verfahren den Chlorkalkzusatz vor der Reinigung zu machen, den Chlorkalk eine Stunde einwirken zu lassen, und dann das Wasser auf die Oxydationskörper zu schicken; dort wird der unterchlorigsaurer Kalk in Kalziumchlorat verwandelt. Die so erhaltenen Desinfektions- und Reinigungsresultate waren gute.

Im allgemeinen jedoch empfiehlt sich die Desinfektion der Abwässer nicht. Es ist viel richtiger, die Desinfektion der Abgänge der Kranken dort vorzunehmen, wo man der Bakterien habhaft werden kann, also am Krankenbette selbst. Auch hier wird man nur einen Teil der pathogenen Keime treffen; vor allem entgehen diejenigen, welche im Stadium incubationis und vor Einleitung des Desinfektionsverfahrens entleert worden sind; aber ihre Zahl dürfte geringer sein, als die derjenigen, welche bei einer allgemeinen Desinfektion nicht erliegen.

Desinfektion am
Krankenbett.

Wenn eine Stadt ihre Abwässer nach irgend einer der vorbenannten Methoden reinigt, so hat sie die Verpflichtung, eine strenge Meldepflicht aller Fälle und aller verdächtigen Fälle von Krankheiten, welche durch Wasser übertragbar sind, sowie eine obligatorische, am besten kostenlose und streng kontrollierte Desinfektion der Abgänge solcher Kranken ein- und sorgfältig durchzuführen.

8. Die Reinigung der Abwässer durch Rieselung.

Für die Reinigung der Abwässer durch den Boden hindurch wendet man die absteigende kontinuierliche oder intermittierende Filtration an. Das Kanalwasser wird durch Rechen von seinen größten schwimmenden Teilen, Papier etc., befreit, gibt die schweren Teile, Sand, Kaffeesatz etc., in kleinen Sedimentierbecken, sog. Sandfängen, ab und gelangt zu der Verteilungsstation der weiter abseits gelegenen „Rieselfelder“, wo es abermals durch Sedimentierung während einer kurzen Zeit und durch Rechen von den groben Teilen, die der ersten Klärung entgangen sind, gereinigt wird.

Rieselanlage.

Nicht jeder Boden eignet sich zum Rieselland; Sand mit etwas Lehm ist der beste Rieselboden, dann folgt reiner Sand; schwere lehmige Bodenarten eignen sich schlecht. — Rieselfelder sind planierte und durch flache Wälle getrennte Felder bezw. Wiesen, welche, wenn nicht ganz besonders günstige Verhältnisse das unnötig machen, in 1,5—2 m Tiefe drainiert sind. Die Drainröhren vereinen sich je nach Bedarf zu grösseren Sammelrohren und führen das Drainwasser direkt oder durch ausgeworfene tiefe Gräben dem nächsten Wasserlauf oder See zu. Auf den Wällen befinden sich Gräben, welche die Kanalwasser von der Verteilungsstation erhalten, um sie durch Schleusen in regelmässigen Wechsel auf die Felder zu entleeren (Ueberstauung), oder in kleine Gräben zwischen schmale Beete zu schicken (Beetwirtschaft), oder (nach Art des Hang- oder Rückenbaues) in dünner Schicht über Wiesenflächen laufen zu lassen (Rieselung). Die Rieselanlagen werden mit Pflanzen verschiedener Art, insonderlich mit Gras bestellt. Blattpflanzen und Gräser gedeihen gut wegen des reichen Stickstoffgehaltes der Rieselwasser.

Wirkung der
Berieselung.

Das aufgelassene Kanalwasser sinkt in den Boden hinein und gibt dort seine suspendierten Bestandteile, darunter auch die Bakterien, zum allergrössten Teil ab. Ausserdem verliert es, bevor es in die Drainröhren sickert, mehr als 80 % seiner organischen, gelösten Substanzen. Diese werden im Boden durch die Wirkung der Mikroorganismen mineralisiert. Das Ammoniak, die Phosphorsäure, die Kaliverbindungen finden sich im Drainwasser nur in geringen Mengen wieder; sie werden von den Pflanzen aufgenommen, welche sie zu ihrem Aufbau gebrauchen; dahingegen geht das Kochsalz fast vollständig durch, und der Gehalt an Salpetersäure ist im Drainwasser viel grösser als im Kanalwasser.

Im Durchschnitt aus 17 Analysen waren enthalten:

	Organ. Phosphor-						
	Subst.	säure	H ₃ N	N ₂ O ₅	NaCl.	Kali	Natr.
in der Kanaljauche	22,0	3	12,0	0,0	24,0	7,0	30,0
im Drainwasser	3,5	0,35	0,56	12,0	21,8	0,37	6,0

Die Pflanzen verbrauchen ausserdem viel Wasser zu ihrem Aufbau und bringen noch mehr Wasser zur Verdunstung. Durch den Pflanzenbau wird die Zerlegung der gelösten und suspendierten Abfallstoffe lebhaft gefördert und die definitive Beseitigung eines Teiles ihrer Produkte ermöglicht; ausserdem kann noch ein kleiner pekuniärer Gewinn erzielt werden.

Im Winter, sofern man starken Frostes wegen nicht weiter rieseln kann, lässt man die Kanaljauche in einzelne Abteilungen, Einstaubassins, der Rieselfelder laufen, dort versickert sie unter der Eisdecke, d. h. also, es findet eine kontinuierliche, absteigende Filtration statt, wobei die Reinigung eine unvollständige ist.

Staubcken,
kontinuierliche
absteigende
Filtration.

Durch die Berieselung wird die Zerstörung der Faulstoffe in die oberflächlichen Schichten eines grossen Terrains verlegt, denn man rechnet 1 ha Rieselfläche auf 250 Einwohner, doch kann man bei leichtem, sandigem Boden, sofern das Drainwasser sich leicht entfernen lässt, bis zu 500 annehmen. Bei dem dort vorhandenen reichen Sauerstoffgehalt überwiegen die Oxydationen; es kommt auf den Rieselfeldern nicht zur Bildung eines eigentlichen Gestanks; man bemerkt gar keinen oder einen faden, modrigen Geruch. Ueber Belästigungen durch gut bewirtschaftete Rieselfelder wird daher von den Umwohnern selten geklagt. Die Rieselarbeiter erfreuen sich ebenso wie die eigentlichen Sielarbeiter einer guten Gesundheit. Man sollte erwarten, dass Infektionen bei diesen Leuten häufig vorkämen, aber das Gegenteil ist der Fall; man hat bis jetzt Infektionen mit Sicherheit auf Rieselanlagen oder Rieselwasser nicht zurückführen können. Entweder werden die pathogenen Bakterien von den zahlreichen Saprophyten rasch überwuchert und sterben baldigst ab, oder ihre Verteilung im Wasser ist eine sehr grosse, so dass sich selten die zu einer Infektion erforderliche Zahl zusammenfindet. Damit die Arbeiter kein Drainwasser trinken, wird ihnen gutes Trinkwasser mitgegeben.

Anzahl der
Personen.

Einfluss der
Felder auf die
Gesundheit.

Die bakteriologische Untersuchung erweist, dass das Drainwasser viele Bakterien (zwischen 10 000 und 100 000 im cem) enthält; die physikalische Untersuchung ergibt seine völlige Geruchlosigkeit und Klarheit; die chemische Untersuchung weist nach, dass bei keiner anderen Methode das Ammoniak und die organischen gelösten Substanzen so gut zerlegt bzw. zurückgehalten werden, als bei dieser; trotzdem enthält jedoch das Drainwasser noch über 90 % des in dem rohen Abwasser vorhanden gewesenen Stickstoffs und eine so grosse Menge anorganischer Nährstoffe, dass als Vorflut dienende kleine und mittlere Wasserläufe einen oft lästigen Pflanzenwuchs und unangenehm werdende Pilz- und Algenwucherungen zeigen, unter welchen der Leptomitus, die Beggiatoa sowie Diatomeen im Verein mit Oszillarien die hervorragendsten sind.

Von allen Methoden der Abwasserreinigung ist bis jetzt die Rieselung unbestritten die beste.

Literatur. Brix, Hyg.-Tech. Massnahmen z. Verhütung der Verbreitung von ansteckenden Krankheiten; in Behring, Bekämpfung der Infektionskrankheiten 1894. — Blasius u. Büsing, Gerson, Vogel, Weyl. Die Städtereinigung. Richter, Strassenhygiene; in Weyls Handbuch 1894. — Meyer u. Reincke, Beseitigung städtischer Abfallstoffe, u. Frühling, Technische Einrichtungen, in D. V. f. öff. Gesundheitspflege Bd. 27. — Frühling, Entwässerung der Städte; in Handbuch der Ingenieurwissenschaften Bd. III. 1893. — Vogel, Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe, Berlin 1896. — Gärtner, Herzberg, Die gesonderte Abführung der Meteorwässer; D. V. f. öff. Gesundheitspflege 1897. — Dunbar, Zur Abwasserreinigung in Oxydationskörpern mit kontinuierlichem Betrieb. Ges.-Ingenieur 1903. Zur Desinfektion von Abwassern. Ges.-Ing. 1904. Zur Beurteilung der biologischen Reinigungsmethoden. Int. Kongress, Brüssel 1903. — Dunbar u. Thum, Beiträge z. Abwasserfrage, Berlin 1902. — Mitteilungen der Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung. 1901—1904. — „Ges.-Ingenieur“ 1904. — „Gesundheit“ 1904. — Techn. Gemeindeblatt 1904.

Das Leichenwesen.

I. Die durch unbeerdigte Leichen entstehenden Gefahren. Die Leichenhallen, die Leichenschau.

Durch die Leiche eines an infektiöser Krankheit Verstorbenen entstehen gewisse Gefahren für die Umgebung.

Infektions-
gefahr.

Die Leidtragenden können sich in den Räumen, welche der Kranke bewohnt hat, oder wo er gestorben ist, bezw. wohin er nach seinem Tode gebracht wurde, durch abgelagerte Krankheitskeime infizieren, um so mehr, wenn dort Erfrischungen und Nahrungsmittel eingenommen werden. Von der Leiche lösen sich pathogene Keime nicht ab, es sei denn, dass sie berührt oder umgelagert wird, oder dass keimhaltige Flüssigkeiten aus den Körperhöhlen hervordringen. Die Infektionsgefahr wird um so geringer, je rascher die Leiche aus dem Hause entfernt und die infizierte Räumlichkeit desinfiziert wird.

Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, auf den Friedhöfen Leichenhäuser zu errichten, wohin die an Infektionskrankheiten Gestorbenen bald nach dem Tode geschafft werden müssen, die übrigen Leichen geschafft werden können. Der Transport soll statthaben durch eine Desinfektionskolonne, d. h. Leute, von denen zwei den Toten zur Leichenhalle schaffen, während zwei andere gleich an Ort und Stelle die vorschriftsmässige Desinfektion der Räume und Utensilien vornehmen. Gerade für die ärmere Bevölkerung, welche beschränkt wohnt und daher am meisten von den ansteckenden Krankheiten heimgesucht wird, sind die erwähnten Einrichtungen sehr wohlthätig. Selbst die kleinste Gemeinde sollte ihr Leichenhaus haben, welches nur aus einem grösseren

Leichenhallen.

Desinfektions-
kolonne.

Zimmer und einer Totenkammer zu bestehen braucht. Grosse Gemeinden werden selbstverständlich mehr Raum gewähren. Siehe die Abbildung 144. Die Leichenräume müssen gut zu lüften, vor dem Zutritt von Insekten möglichst geschützt, mit leicht zu reinigenden, sicher zu desinfizierenden Wänden, Fussböden und Geräten versehen sein und kühl gehalten werden.

Wo Leichenhallen nicht existieren, sollte bei infektiösen Krankheiten die Versammlung des Gefolges im Trauerhause nicht gestattet sein, eine Massnahme, wodurch zugleich die Leichenschmäuse verhindert würden.

Leichenschau.

Es wäre zu wünschen, dass allgemein die Totenschau eingeführt würde. Sie hat den Zweck, den erfolgten Tod zu konstatieren, die Ursache des Todes festzustellen, eventuelle Verbrechen aufzudecken, Auskunft zu geben über die allgemeine und die durch Infektionskrankheiten bedingte Mortalität und die Behörde in der Sorge für Verhinderung der Ausbreitung ansteckender Krankheiten durch Verstorbene, deren Kleider, Betten und Wohnungen zu unterstützen. Bis jetzt ist die allgemeine Einführung der Totenschau an dem Kostenpunkt und dem Mangel an Aerzten in einzelnen Bezirken gescheitert. Jedenfalls ist erwünscht, dass die behandelnden Aerzte auch dort, wo sie noch nicht dazu verpflichtet sind, Leichenscheine ausstellen,

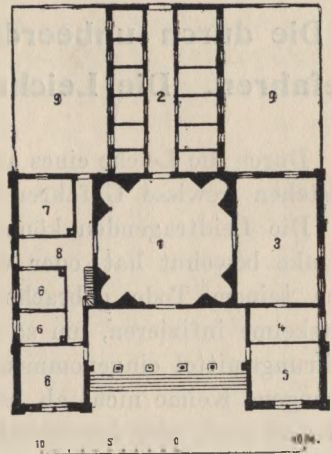


Fig. 144. Leichenhalle zu Erfurt.

1 Versammlungssaal; 2 Flur mit 12 Leichenzellen; 3 Leichensaal; 4 Leichenträger; 5 Zimmer des Geistlichen; 6 Wärterwohnung; 7 Sezierzimmer; 8 Flur; 9 Höfe.

die ausser den Personalien die Art, Dauer und Aetiologie — letztere, soweit Infektionskrankheiten in Betracht kommen — der vorausgegangenen Krankheit enthalten; auch ist eine Bemerkung über die erfolgte oder erforderliche Desinfektion zu machen. Nach § 10 des Reichsgesetzes betreffend die Bekämpfung gemeingefährlicher Krankheiten kann für Orte oder Bezirke, welche von einer gemeingefährlichen Krankheit befallen oder bedroht sind, die amtliche Besichtigung jeder Leiche vor der Bestattung angeordnet werden.

II. Die Zersetzung der Leichen und dadurch bedingte gesundheitliche Schädigungen.

Die Zersetzung der der Erde übergebenen Leichen wird eingeleitet durch Bakterien, welche oft schon *sub finem vitae* in den Kreislauf gelangen oder sehr bald nach dem Tode vom Darm aus in die Organe eindringen, und welche obligat oder fakultativ anaërob sind, da der Leichnam keinen freien Sauerstoff enthält. Unter ihnen sind die Proteusarten und ein dem *Bazillus des malignen Oedems* nahestehender Organismus und das *bact. coli commune* die gewöhnlichsten. Man trifft sie nicht selten im Beginn der Zersetzung in Reinkultur oder höchstens mit 2—3 anderen Arten gemischt. Erst später treten mehr Arten auf. Die Gasentwicklung ist anfänglich eine starke; das Gas besteht dann zu mehr als 90 % aus Wasserstoff; nach wenig Tagen jedoch überwiegt die Kohlensäurebildung erheblich; ausserdem werden Schwefelwasserstoff, Sumpfgas und Ammoniak gebildet; diese Gase entstehen durch Reduktions-, die Kohlensäure auch durch Oxydationsvorgänge. Nach der Sprengung oder Lockerung der *Cutis* beginnen die aëroben Bakterien an der Zersetzung sich zu beteiligen. Die Schimmelbildung hat bei der Leichenfäulnis wenig Einfluss, während Insekten oft in grossem Massstabe mitwirken; dahingegen beteiligen sich die Schimmel anscheinend mehr an den später entstehenden Verwesungsvorgängen.

Zersetzung.

Die Schnelligkeit des Fäulnis- oder Verwesungsprozesses hängt ab: 1. von der Höhe der Temperatur; je grösser diese, desto rascher jene; 2. von der Durchlüftung; durch Zuführung von Sauerstoff wird den aëroben Mikroorganismen die Existenz ermöglicht, und durch Abführung der reichlich entstandenen Kohlensäure ein das Wachstum der Bakterien hemmender Faktor beseitigt; ausserdem wird Wasser entfernt und durch die Eintrocknung und die Sauerstoffzufuhr der Fäulnisprozess (Reduktionsvorgänge) in einen Verwesungsprozess (Oxydationsvorgänge) umgewandelt; die stinkende Fäulnis erstreckt sich gewöhnlich nur über einige Monate; 3. von der Feuchtigkeit; geringe und mittlere Feuchtigkeit wirkt begünstigend auf den Verlauf des Vorganges ein. Liegt die Leiche im Wasser, so wird die Zersetzung eingeschränkt, um dann, wenn die Leiche trocken fällt, mit um so grösserer Intensität zu verlaufen.

Zersetzungs-
dauer.

In lockerem, sandigem, kalkhaltigem Boden genügen meistens 4—5 Jahre zur vollständigen Zerstörung der Weichteile einer

Kinderleiche, 7—9 Jahre zu der eines Erwachsenen, jedoch kommen vielfach Ausnahmen vor, und in kaltem, lehmigem Boden kann die völlige Zersetzung bis 30 Jahre beanspruchen. Aus diesem Grunde lässt sich eine allgemein gültige Vorschrift über die bis zur Neubelegung einer Grabstelle erforderliche Zeit nicht aufstellen. Der Wiederbelegungsturnus muss vielmehr im Einzelfalle durch Ausgrabungen festgestellt werden.

Wenn die Leichen grosser Trockenheit oder gleichmässiger Kühle bei regem Luftwechsel ausgesetzt sind, so tritt Mumifikation ein. Liegen die Leichen in fliessendem Wasser oder in Luft nicht durchlassendem, feuchtem Boden, so kommt es zur Bildung von Leichenwachs; anscheinend erleidet hierbei das Fett und zugleich die Muskulatur (Lehmann) eine Umwandlung, indem Kalkseifen, freie Fettsäuren und die Ammoniakverbindungen derselben gebildet werden.

Gesundheitliche Schädigungen und Belästigungen von seiten der beerdigten Leichen können vermittelt werden:

Friedhofsboden.

1. Durch den Boden, insofern als die pathogenen Keime sich in ihm zu halten und zu vermehren und von ihm auf den Menschen überzugehen vermögen. Versuche haben jedoch gezeigt, dass das Leben der Krankheitserreger in den beerdigten Leichen ein sehr kurzes ist; spätestens in wenig Monaten ist es erloschen. Typhusbazillen halten sich drei Monate, Cholera- und Pestbazillen einen Monat, Tuberkelbazillen etwa vier Monate (nach anderen Untersuchungen aber zwei Jahre) in beerdigten Leichen lebend und virulent. Ausserdem existiert anscheinend keine Möglichkeit für die Bakterien, aus der Tiefe des Grabes an die Oberfläche zu dringen. Sichere Beobachtungen über Infektionen von Friedhöfen aus liegen nicht vor.

Luft.

2. Durch die Luft. Pathogene Keime sind in der Luft der Friedhöfe nicht enthalten, da sie, wie soeben erwähnt, aus dem Boden nicht heraus können. Eine Schädigung durch Gase ist, abgesehen von ganz vereinzelt Unglücksfällen durch Anhäufung von CO_2 und H_2S in lange verschlossen gewesenen Gräften, nicht bekannt geworden. Eine Geruchsbelästigung findet bei regeltem Betrieb, nicht zu grobporigem Boden und einiger Vorsicht im Zerkleinern der Erdschollen von sehr hartem oder gefrorenem Erdreich nicht statt; die 0,9—1,0 m Erde, welche ausser dem aufgeschütteten Grabhügel den Einzelsarg decken, genügen, um die riechenden Gase zu absorbieren. Findet eine Neubelegung des Friedhofes statt vor Beendigung der Verwesung, so erheben

sich allerdings stark belästigende Gerüche, ebensolche können eintreten bei Anlage von Massengräbern. Bei letzteren ist die Aufschüttung eines breiten und hohen Grabhügels, das Einstreuen von Kalk und das Besäen mit Grassamen notwendig.

3. Durch das Wasser. Man könnte sich denken, dass die Infektionserreger mit der aussickernden Flüssigkeit aus dem Sarg in den Boden und von dort durch das niedergehende Tagwasser bis zum Grundwasser vorgeschoben würden, von wo sie in Brunnen und zurück zum Menschen gelangten. Aber es dringt wenig Flüssigkeit aus dem Sarg heraus; Aufgrabungen haben gelehrt, dass schon ganz dicht unter der Gräbersohle das Erdreich sich immer frei erwies von pathogenen Bakterien, dass bereits 0,5 m unter dem Sargboden der Keimgehalt nicht grösser ist als im unberührten Erdreich gleicher Tiefe. Ausserdem würde der Erdboden die aus dem Sarg vorgedrungenen Bakterien bald abfiltrieren, und gelangten die Keime wirklich in das Grundwasser hinein, so fänden sie dort so ungünstige Verhältnisse, dass sie baldigst absterben würden. Die einzige Möglichkeit wäre, dass das Grundwasser die Gräber zeitweise überflutete, rasch in grobporigem Boden weiter bis in die nächsten schlecht gemauerten Brunnen flosse und pathogene Bakterien mitnähme; aber dieses Vorkommnis dürfte ungemein selten sein und ist jedenfalls vermeidbar oder zu beseitigen. Giftige, gelöste Stoffe werden in sehr geringer Menge erzeugt und zerfallen rasch weiter. Die Erfahrung lehrt, dass die auf den Friedhöfen befindlichen Brunnen ein reineres Wasser zu enthalten pflegen, als die Brunnen in den Städten. Es ist das verständlich, wenn man bedenkt, dass die Leichen viel weniger fäulnisfähiges Material darstellen als die Abfallstoffe, welche in den Boden gelangen. Von 1000 Menschen sterben jährlich ungefähr 24 mit 312 kg organischer Substanz. Die in den Abfallstoffen von 1000 Menschen gelieferten organischen Stoffe wiegen pro Jahr 28 350 kg, die Leichen bilden somit etwa 1 % der gelieferten faulfähigen Massen.

III. Die Anlage der Friedhöfe und die Feuerbestattung.

Gesundheitliche Schädigungen durch die Bestattungsplätze sind bei guter Anlage und richtiger Verwaltung nicht zu befürchten. Nichtsdestoweniger sollen die Begräbnisplätze schon aus ästhetischen Rücksichten nicht direkt dicht bebauten Stadt-

Wasser.

Lage
der Friedhöfe.

teilen anliegen; die neue preussische Verordnung schlägt eine Entfernung von 35 m vor. Die auf oder in der Nähe der Friedhöfe und zugleich in der Richtung ihres Grundwasserstromes befindlichen Brunnen sollten tiefgehende Rohrbrunnen sein; vorhandene Kesselbrunnen sind in solche umzuwandeln, damit nur gut filtriertes Wasser in sie hineingelangen kann. Die Grösse des Friedhofes muss so bemessen sein, dass bei einer Fläche von 4,5 qm für das Grab einschliesslich der Wege die Grablänge 2 m, die Breite 1 m, die Entfernung von anderen Gräbern 0,6 m beträgt und dass ein Begräbnisturnus von ungefähr der doppelten Dauer der Verwesungszeit eintreten kann. Vor der Wiederbenutzung hat eine Untersuchung stattzufinden, ob vollständige Verwesung eingetreten ist. Die Grabtiefe von der höchsten Stelle des Sargdeckels bis zur Erdoberfläche ohne Grabhügel betrage je nach der Bodenart 0,9—1,2 m. Massengräber dürfen auf Friedhöfen nicht gestattet werden; Grüfte sind tunlichst zu vermeiden; sind sie nicht zu umgehen, so müssen sie allseitig ummauert sein und Luftwechsel gestatten. Steiles Terrain, sowie Tonboden eignen sich nicht gut zur Anlage von Begräbnisstätten; der Boden sei eben, durchlässig, trocken und lufthaltig. Die Grabsohle liege über der höchsten Grundwasserlinie; sind Ueberflutungen zu fürchten, so werde durch Drainierung oder durch Aufschüttung eine absolute oder relative Niedrigerlegung des Grundwassers bewirkt. Oberflächlich andrängendes Wasser ist durch Dämme usw. abzuweisen.

Grösse
des Grabes.

Begräbnis-
turnus.

Feuer-
bestattung.

Die Feuerbestattung. In den letzten Jahrzehnten hat man die Feuerbestattung wieder einzuführen gesucht und dafür Propaganda gemacht, indem man sagte, dass durch sie alle gesundheitlichen Schädigungen der gewöhnlichen Bestattungsart beseitigt würden. Da letztere, wie gezeigt ist, nicht bestehen oder sich vermeiden lassen, so hat die Hygiene als solche an der Feuerbestattung zurzeit kein aktives Interesse; sie hat aber andererseits keinen Grund, sich derselben unfreundlich gegenüberzustellen; ästhetischer ist die Verbrennung jedenfalls als die Zersetzung im Grabe. Man hat der Meinung Ausdruck gegeben, in Epidemiezeiten die Leichen durch Feuer zu zerstören. Wenn wenig Leichen da sind, dürfte dem nichts im Wege stehen, wenn jedoch viele Leichen zu beseitigen sind, so kommt man durch die gewöhnliche Beerdigung viel rascher zum Ziel; ein Ofen kann in 24 Stunden ununterbrochenen Betriebes höchstens 6—8 Leichen einäschern.

Das Prinzip bei den verschiedenen Verbrennungsöfen ist

ungefähr das gleiche. Die Leiche wird in einem leichten Holz- oder Zinksarg in den aus feuerfesten (Schamotte-) Steinen aufgebauten Raum gestellt, welcher schon vorher stark erhitzt worden ist. Nach Schluss der Tur lässt man die in der Hauptsache aus Kohlenoxyd bestehenden 800—1200° heissen Gase einer Koks-

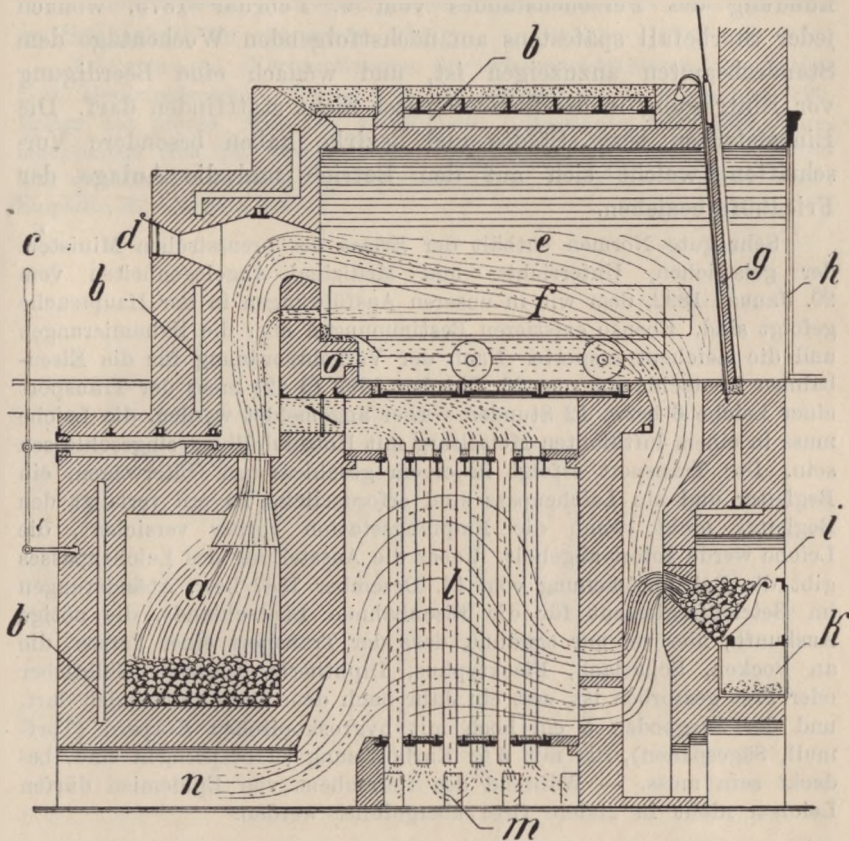


Fig. 145. Verbrennungsofen auf dem Friedhofe in Jena. System Klingens-
stierna. (Ausgeführt von Gebr. Beck in Offenbach.)

a Koksheizung, b ausgesparte Räume im Mauerwerk zur besseren Wärme-
haltung, c Abschlusschieber, d Schauöffnung, e Verbrennungsraum,
f Wagen, auf welchem der Sarg steht, g innere, h äussere Tür, i Feuer-
ung zur vollständigen Verbrennung der Gase der Leiche, k deren Aschen-
fall, m Oeffnungen an der Aussenseite des Ofens, durch welche frische
Luft in die Rohre l tritt; die Rohre l werden von der heissen Ab-
luft n umspült und es tritt die frische sauerstoffhaltige Luft stark er-
wärmt in den Verbrennungsraum ein, n Abzug in den Schornstein,
o Oeffnung, durch welche kühle Luft unter den mit Sanddichtung nach
oben hin abgeschlossenen Wagen tritt.

feuerung mit möglichst stark vorgewärmter Luft gemischt die
Leiche umspielen, der Sarg verbrennt sofort, die Leiche trocknet
oberflächlich aus, und die trocknen Teile geraten in das Glühen.

Am schwersten verbrennen die Organe der Bauchhöhle. In 3 Stunden ist von der Leiche nichts als ein paar Kilo weisser Asche zurückgeblieben, die gesammelt und in einer Urne beigesetzt wird.

Gesetzliche
Bestimmungen.

Für das ganze Deutsche Reich gilt das Gesetz betr. Beurkundung des Personenstandes vom 6. Februar 1875, wonach jeder Sterbefall spätestens am nächstfolgenden Wochentage dem Standesbeamten anzuzeigen ist, und wonach eine Beerdigung vor Eintragung in die Sterberegister nicht stattfinden darf. Die Einzelstaaten bezw. Städte und Bezirke haben besondere Vorschriften, welche sich auf den Betrieb und die Anlage der Friedhöfe beziehen.

Sehr gute Normen enthält der Erlass des preussischen Ministers der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten vom 20. Januar 1892, dem wir in unseren Ausführungen in der Hauptsache gefolgt sind. Ebenso existieren Bestimmungen über die Exhumierungen und die Leichentransporte. Nach der Verkehrsordnung für die Eisenbahnen Deutschlands vom 26. Oktober 1899 (§ 42) muss der Transport einer Leiche 6 bezw. 12 Stunden vorher angemeldet werden, die Leiche muss in einem luftdichten Metallsarg mit Holzumhüllung eingeschlossen sein. Der Transport erfolgt in einem geschlossenen Güterwagen, ein Begleiter und ein Leichenpass sind erforderlich. Bayern verlangt den Begleiter nicht, wenn die Empfangsstation vorher versichert, die Leiche werde sofort abgeholt. Ueber die Ausstellung des Leichenpasses gibt die Bekanntmachung vom 14. Dezember 1887 betr. Abänderungen im Betriebsreglement für die Eisenbahnen Deutschlands, die nötige Auskunft; hier sei nur erwähnt, dass der Transport einer Person, die an Pocken, Scharlach, Flecktyphus, Diphtherie, Cholera, Gelbfieber oder Pest gestorben ist, erst ein Jahr nach dem Tode stattfinden darf, und der Sargboden 5 cm hoch mit hygroskopischen Körpern (Torfmull, Sägespänen), die mit 5 % Karbollösung zu besprengen sind, bedeckt sein muss. — Während des Herrschens von Epidemien dürfen Leichen nicht in andere Orte übergeführt werden.

Abdeckereien.

Abdeckereien. Gefallene Tiere sollen in geschlossenen mit Blech ausgeschlagenen Kastenwagen möglichst bald von dem Sterbeort zur Abdeckerei gebracht werden. Diese muss abgesondert vor der Stadt liegen und einen gut zementierten, hellen und luftigen Schlachtraum haben.

Alle an Rinderpest, Milzbrand, Wildseuche, Rotz und Tollwut gestorbenen oder wegen dieser Krankheiten getöteten Tiere müssen unschädlich beseitigt werden. Werden sie vergraben, was in den kleinen Anstalten stets geschieht, so muss die deckende Erdschicht 1 m betragen, jedoch dürfen die Gräber nicht bis in das Grundwasser hineinreichen. In den grösseren Anstalten werden die ganzen Kadaver in besondere Apparate, Digestoren, gegeben,

in welchen sie unter Hochdruckdampf zerfallen; dabei wird Fett, Leim und „Tierkörpermehl“ gewonnen, letzteres dient als Viehfutter. Bei diesem sehr reinlichen Prozess werden alle Krankheitskeime abgetötet. — In den kleineren Anstalten werden die an nicht infektiösen Krankheiten gestorbenen Tiere zerkleinert und dann in offenen Kesseln zerkoht; dieses Verfahren lässt meistens sehr an Sauberkeit zu wünschen übrig.

Literatur. Verhandlungen der wissenschaftlichen Deputation f. d. Medizinalwesen. Sitzung vom 29. Oktober. — 1. November 1890. Erlass des preuss. Min. der geistlichen, Unterrichts- und Med.-Angelegenheiten vom 20. Januar 1892. Wernich, Leichenwesen einschliesslich der Feuerbestattung in Weyls Handbuch II. Bd. — Schäfer, Enzyklopädie d. Hygiene 1904.

Die Schulhygiene.

Die Schule hat die Pflicht, über der geistigen Ausbildung ihrer Zöglinge die Sorge um das körperliche Wohl nicht zu vernachlässigen. Sie muss den Schüler nicht allein vor gesundheitlichen Schädigungen schützen, sie muss auch auf möglichste Förderung seiner körperlichen Entwicklung bedacht sein.

I. Die Infektionskrankheiten.

Durch das enge Zusammenleben und den innigen Verkehr in der Schule wird die Vermittelung von Infektionskrankheiten ungemein begünstigt. Um Ansteckungen vorzubeugen, besitzt die Schule vier Mittel:

1. Den Ausschluss des erkrankten Individuums.
2. Den Ausschluss der Geschwister des Erkrankten.

Die Frage, ob durch Geschwister Krankheitskeime übertragen werden können, muss bejaht werden, obschon die Statistik keine entscheidende Antwort gibt, denn

- a) können die Geschwister sich bereits im stad. incubationis befinden, also schon infektionstüchtig sein,
- b) vertragen die meisten pathogenen Bakterien den Aufenthalt ausserhalb des Körpers, können also verschleppt und auf dritte übertragen werden.

Selbstverständlich sind bei dem Ausschluss die Art der Krankheit und das Lebensalter massgebend. Fast in allen Staaten erfolgt der Ausschluss bei Cholera, Ruhr, Scharlach, Diphtherie, Pocken, Cerebrospinalmeningitis, Unterleibs-, Fleck- und Rückfallstypus, kontagiöser Augenentzündung, Keuchhusten

und meistens auch bei Masern und Röteln. Es sei daran erinnert, dass bei Kindern der Typhus oft leicht verläuft und nur durch die bakteriologische Untersuchung und die Agglutinationsmethode festgestellt werden kann. Solche leicht Erkrankte sind sehr geeignet, die Krankheit weiter zu übertragen.

3. Den Klassenschluss. Auch dieser richtet sich nach Krankheit und Schulklasse. Der Schulschluss ist ein zweischneidiges Schwert. Die Kinder, denen der Schulgang versagt ist, treffen sich leicht an anderen Orten, auf der Strasse, den Spielplätzen etc. Wenn man derartige Zusammenkünfte nicht verhindern kann, ist es oft richtiger, den Schulbesuch nicht zu unterbrechen. Andererseits bildet die Isolierung das beste Mittel, um ein Kind vor Infektion zu schützen. Da ein gesetzlicher „Schulzwang“ besteht, so verlangen die Hygiene und die Gerechtigkeit, wenn bei ansteckenden Krankheiten Schulschluss nicht angeordnet wird, dass die Behörde den Eltern von der bestehenden Krankheit Kenntnis gibt und ihnen die Erlaubnis gewährt, die Kinder zu Hause zu halten. In dem noch gültigen preuss. Regulativ vom 8. 8. 1835 heisst es daher auch: „Hinsichtlich der Schule sollen zwar die gesetzlichen Bestimmungen, die den Schulbesuch befehlen, in keiner Weise zur strengen Anwendung kommen, jedoch soll auch die gänzliche Schliessung der Schule nicht ohne dringende Not erfolgen usw.“ — Hier wird also bei der Kollision der Pflichten ein Kompromiss geschlossen, womit die Hygiene sich einverstanden erklären kann.

Alle Staaten haben Verfügungen über den Schulschluss erlassen.

In vieler Beziehung mustergültig ist der Erlass des preussischen Ministers vom 14. 7. 84, wonach bei den vorhin genannten Krankheiten die Erkrankten und ihre Geschwister von der Schule fernzuhalten sind. Die Wiederzulassung erfolgt entweder auf ärztliches Zeugnis des Inhalts, dass eine Infektionsgefahr nicht mehr zu befürchten sei, oder wenn die für den Verlauf der Krankheit als Regel geltende Zeit abgelaufen ist. Als normale Krankheitsdauer gelten bei Pocken und Scharlach 6, bei Röteln und Masern 4 Wochen. Die genesenen Kinder sind zum Schulbesuch und Verkehr überhaupt erst zuzulassen, wenn sie im warmen Bade gründlich mit Seife abgewaschen und nachher mit reinen bzw. desinfizierten Kleidern versehen sind. Aus Internaten sind die Zöglinge nur dann in die Heimat zu entlassen, wenn ärztlicherseits attestiert wird, dass die Gefahr einer Uebertragung nicht mehr besteht. Beim Herannahen der erwähnten Seuchen

Wieder-
zulassung zur
Schule.

ist der Reinhaltung der Schule und ihrer Utensilien besondere Sorgfalt zuzuwenden. Ueber Schliessung der Schulen befindet die Behörde unter Zuziehung des beamteten Arztes; vor der Wiedereröffnung hat eine ausgiebige Reinigung und Desinfektion zu erfolgen.

Bevor ein an Diphtherie erkrankt gewesenes Kind zur Schule zugelassen werden darf, sollte, sofern die Gelegenheit zur Untersuchung gegeben ist, der bakteriologische Nachweis erbracht werden, dass keine virulenten Diphtheriebazillen mehr in Nase und Rachen vorhanden sind.

4. Die Desinfektion. Diese wird nach den allgemein gültigen Regeln vorgenommen. Siehe das Kap. Desinfektion.

II. Die Schulkrankheiten.

Weitere gesundheitliche Schädigungen können entstehen durch die Einwirkungen der Schule und des Lernens auf die Kinder. Zu diesen sog. „Schulkrankheiten“, welche ätiologisch den Gewerbekrankheiten an die Seite zu stellen sind, gehören:

1. Ernährungsstörungen. Sie treten meistens in der ersten Zeit des Schulbesuches auf. Veranlassung ist die ungewohnte sitzende Lebensweise in überfüllten Zimmern, verbunden mit der ungewohnten und daher starken geistigen Anstrengung. Die zeitweilige Entfernung aus der Schule, event. bis zum Beginn des neuen Schuljahres, ist das souveräne Mittel.

2. Kopfschmerz und Nasenbluten kommen bei Schülern häufiger vor als bei Erwachsenen. Begünstigende Momente sind schlechte, heisse Schulluft, angestrengte geistige Arbeit und venöse Stauung im Gehirn, bewirkt durch enge Bekleidung des Halses oder Vornüberbeugen des Kopfes beim Lesen und Schreiben in unpassenden Schulbänken.

3. Verkrümmung der Wirbelsäule. Der „runde Rücken“, die Ausbiegung der Wirbelsäule nach hinten, ist in der Hauptsache bedingt durch angeborene oder erworbene Schwäche. Die Kinder haben nicht die Kraft, lange Zeit hindurch eine straffe, gerade Haltung anzunehmen, also die beim Geradesitzen erforderliche Balanzierarbeit zu leisten. Gute, kräftige, oft gereichte Nahrung, vorsichtig geleitete körperliche Uebungen und gute, bequeme Subsellien sind die anzuwendenden Massnahmen.

Häufiger ist die seitliche Ausbiegung. Gewöhnlich ist die Brustwirbelsäule in der Höhe des 6.—8. Brustwirbels nach rechts konvex ausgebogen, während sich die kompensatorische Biegung

nach links in der Lendenwirbelsäule findet; die rechte Brusthälfte ist stark und voll, die linke abgeplattet; die rechte Schulter steht etwas höher als normal; das rechte Schulterblatt steht ab, und zwar mit dem unteren Winkel nach hinten und aussen, das linke Schulterblatt liegt fest an. Eulenberg fand, dass unter 1000 Skoliosen 877 im schulpflichtigen Alter von 6—14 Jahren entstanden waren.

Die beschriebene Haltung gleicht zum Verwecheln der schlechten Sitzweise beim Schreiben; das Kind sitzt dabei mit dem mittleren Teil des Oberschenkels auf dem Bankrand, die linke Hand liegt an der Tischkante, die linke Schulter steht niedrig, die rechte hoch, der rechte Ellbogen ist weit ab auf den Tisch geschoben, der Kopf schief nach rechts geneigt. Das rechte Schultergelenk bildet somit den fixen Punkt, an welchem der Oberkörper hängt, und durch Muskelwirkung wird die Rückenwirbelsäule nach rechts konvex zur Schulter hingezogen. Wegen dieser Aehnlichkeit hat man die „Schulskoliose“ für eine direkte „Schreibskoliose“ erklärt. Dem widerspricht jedoch, dass etwa $\frac{3}{4}$ der Skoliotischen Mädchen und nur $\frac{1}{4}$ Knaben sind.

Schlechte
Schreibhaltung.

Ausser dem schlechten Sitzen müssen also noch andere Ursachen vorhanden sein, und diese liegen anscheinend in Ungleichmässigkeiten des Wachstums und der Verknöcherung der Wirbelkörper. Wo die Verknöcherung zurückgeblieben ist oder langsam vor sich geht, wie bei zart angelegten Mädchen oder schlecht genährten oder rhachitischen Kindern, da wird der Annahme nach durch den Druck, welcher bei dem schlechten Schreibsitzen die linke Seite trifft, ein Schwund der Substanz oder eine Behinderung in der Verknöcherung erzeugt. Hiernach soll die Skoliose aus mangelhafter Knochenbildung unter Einwirkung der schlechten Haltung entstehen.

Andere
Ursachen.

Das Mittel, diesem Uebel entgegenzutreten, ist gegeben in gut konstruierten, bequemen Bänken und in der richtigen Haltung beim Schreiben, ferner in zweckmässig geleiteten körperlichen Uebungen und in guter, reichlicher Nahrung.

4. Die Myopie. Zuerst ist durch Herm. Cohn in überzeugender Weise nachgewiesen worden, dass die Augen der Schüler mit zunehmender Höhe der Klasse schlechter werden, und zwar hauptsächlich durch die Zunahme der Myopie. Das normale kindliche Auge ist zunächst hyperopisch, dann emmetropisch. In der Schule verschwindet allmählich die Hyperopie und geht in Emmetropie und Myopie über.

Herm. Cohn fand:

In den Dorfschulen	1,4 %	Myopen
„ „ städtischen Elementarschulen	6,7 %	„
„ „ höheren Töchterschulen . .	7,7 %	„
„ „ Mittelschulen	10,3 %	„
„ „ Realschulen	19,7 %	„
„ „ Gymnasien	26,2 %	„

In den Klassen ergeben sich die folgenden Prozentsätze für die verschiedenen Refraktionszustände:

nach Erismann (Moskau)

	VIII.	VII.	VI.	V.	IV.	III.	II.	I.
Myopie	13,6	15,8	22,4	30,7	38,4	41,3	42,0	42,8
Hyperopie	67,8	55,6	50,5	41,3	34,7	34,5	32,4	36,2
Emmetropie	18,6	28,0	26,4	27,3	26,4	24,2	25,0	21,0

nach Conrad (Königsberg)

	VIII.	VII.	VI.	V.	IV.	III.	II.	I.
Myopie	4,3	5,5	8,7	14,4	18,6	34,0	37,4	51,7
Hyperopie	70,0	64,7	60,9	54,3	45,9	33,8	35,3	22,9
Emmetropie	25,0	29,8	30,2	30,6	35,3	32,0	27,3	24,6

Gründe für die
Myopie.

Die Beobachtung Cohns, dass die Häufigkeit der Myopie mit der Arbeitsleistung steigt, ist von allen Seiten bestätigt worden. Die Veranlassung zu der Schulmyopie ist in den Fällen, wo Erbllichkeit nicht vorliegt, in Druckwirkungen zu suchen, welche das Auge treffen und welche, nach Stilling, hauptsächlich hervortreten sollen bei zu niedrigem Bau der Augenhöhle (Chamäkonchie). Mag nun der Druck entstehen durch Akkomodation für die Nähe, insbesondere bei schlechter Beleuchtung, oder durch den raschen Wechsel der Akkomodation, oder durch den Muskeldruck, welchen das Auge von aussen her erleidet, wenn es zum genaueren Sehen mit dem anderen in Konvergenz gestellt und gehalten wird (m. obliquus sup. und m. rectus int.), oder beim Wechsel der Zeilen unzählige Male in der Stunde bewegt wird, oder vielleicht auch durch die venöse Stauung, welche durch die schlechte Haltung beim Schreiben und Lesen erzeugt wird, immer reagiert der Augapfel auf den wiederholt ausgeübten Druck durch ein Nachgeben an der dünnsten Stelle, also nach hinten, womit die Vergrößerung der Längsachse des Auges und somit die Myopie gegeben ist. Erbliche Belastung betreffs der Augen, Astigmatismus und allgemeine schlechte Ernährung begünstigen die Druckwirkung in hohem Masse. Die Häufigkeit der Folgekrankheiten wächst mit dem Grade der

Kurzsichtigkeit. Ausreichende Beleuchtung, gute Haltung beim Schreiben und Lesen, gute Schreibutensilien und deutlicher Druck in den Büchern vermögen das Uebel zu mildern. Ganz wird sich die Schulkurzsichtigkeit nicht heben lassen, weil die Schülerarbeit sich ohne Druckwirkungen auf das Auge nicht leisten lässt.

5. Ob psychische Störungen schwererer Art der Schule zur Last gelegt werden dürfen, erscheint zweifelhaft; dagegen wird nicht gerade selten durch sie eine gewisse Nervosität hervorgerufen. Diese ist hauptsächlich begründet in dem Zuviel des Lernmaterials, in der Ueberbürdung der weniger gut veranlagten, aber eifrigen oder von Hause aus reizbaren Schüler. Geringere Anforderungen an den Lernenden, gleichmässige Ruhe des Lehrers werden ihren günstigen Einfluss nicht verfehlen.

Man darf nicht vergessen, dass nur ein Teil der als Schulkrankheiten bekannten Schädigungen der Schule ohne weiteres zur Last gelegt werden darf. Manche der Affektionen hängen mit der Entwicklung zusammen, und die Schule übt nur einen akzessorischen Einfluss aus. Zudem dürfen die Schädigungen des Lebens ausser der Schule nicht übersehen werden. Die ungünstigen Ernährungs- und Wohnungsverhältnisse im Elternhause, die schlechte Sitzgelegenheit, die mangelhafte Beleuchtung bei den Hausarbeiten wirken meistens schlimmer ein als die Schule.

Schule und
Haus.

Aus der Aufgabe der Schule, alles zu vermeiden, was das körperliche Wohl der Zöglinge schädigen könnte, und alles zu tun, was die Entwicklung der Schüler zu fördern vermag, und aus dem „gesetzlichen Schulzwang“ folgt, dass an die Schule und an ihren Betrieb hohe hygienische Anforderungen gestellt werden müssen.

Das in früheren Kapiteln über die hygienischen Einrichtungen, Bau, Heizung, Ventilation, Beleuchtung etc. Gesagte ist für die Schule ebenfalls massgebend; es genügt daher, an dieser Stelle auf Besonderheiten hinzuweisen.

III. Bau und innere Einrichtung von Schulen.

A. Die baulichen Einrichtungen.

Die Schulen sollen, damit die Wege nicht zu weit sind, möglichst in der Mitte des von den Schülern bewohnten Bezirks liegen. Freie, nicht von Nebengebäuden beeinflusste Lage, möglichst geräumige (3 qm für jedes Kind) und trockene Spielplätze sind erforderlich. Auf denselben sollen gedeckte Hallen oder

Schulplatz.

eine Turnhalle vorhanden sein zum Aufenthalt der Schüler bei schlechter Witterung. Wohnungen von Lehrern oder Schuldienern müssen von den Schulräumen ganz abgesondert sein und ihren eigenen Eingang haben.

Schulgebäude.

Die Schulgebäude sollen höchstens drei Geschosse haben; das oberste Geschoss enthalte die Klassen für die älteren Schüler, da diese die Arbeit des Treppensteigens leichter leisten können. Die Treppen sollen nicht unter 1,5, die Korridore nicht unter 2 m breit sein. Beide müssen einer kräftigen Lüftung fähig und zugleich vor lästigem Zug durch Windfänge und Türen geschützt sein. Auf jedem Korridor muss mindestens eine Waschgelegenheit mit Seife und reinlichen Handtüchern, sowie ein Gestell mit sauberen Gläsern zum Trinken vorhanden sein.

Die Aborte seien hell und luftig, mit Papier versehen und müssen täglich gereinigt werden, die Sitze sind täglich mit einem in Karbollösung getauchten Lappen abzuwischen; auf je 30 Knaben bzw. 15 Mädchen wird ein Sitz gerechnet. Die Türen sollen weder bis zur Decke noch bis zum Fussboden reichen. Eine Heizung der Klosetträume ist erwünscht.

Schulzimmer.

Die Schulzimmer seien, wenn zugänglich, nur an einer Seite der Korridore angeordnet; jeder Klassentüre ist möglichst ein Korridorfenster gegenüber zu legen. Das Schulzimmer sei so gross, dass Lehrer und Schüler dasselbe bequem mit Auge und Stimme beherrschen können. Die grösste Länge überschreite deshalb nicht 9 m, die Breite nicht 6 m, wegen der sonst zu mangelhaften Beleuchtung der Plätze an der Innenwand; als grösste Höhe ist 4 m ausreichend. Die eben besprochenen Langklassen sind besser als die Quadratklassen. Die Tiefklassen sind wegen ihrer ungünstigen Beleuchtung ganz zu vermeiden.

Auf den einzelnen Schüler komme eine Bodenfläche von 1—1,5 qm, ein Luftraum von 4—7 cbm; der Fussboden bestehe aus hartem Holz mit möglichst geringen Fugen, oder aus Estrich mit Linoleum. Die Innenseiten der Aussenwände seien bis zur Kopfhöhe mit Holz verkleidet, die Innenwände ebenso weit mit Oelanstrich, der übrige Teil aller Wände mit abgetöntem, die Decke mit weissem Kalkanstrich versehen.

Beleuchtung.

Die Fenster sollen schmale Fensterrahmen und schmale Fensterkreuze haben, nach oben bis zur Decke, nach unten bis mindestens 1 m über den Fussboden reichen und dem Schüler Licht von links gewähren. Die Fensterpfeiler seien schmal, zum Zimmer hin verjüngt; sie dürfen vorn und hinten im Zimmer keine dunklen Ecken entstehen lassen. Bei Schulen muss das

Streben sein, jedem Platz 50 Raumwinkelgrade zu gewähren, denn freies Himmelslicht ist das beste Licht. Bei freier Lage des Schulgebäudes lässt sich das leicht erreichen. Bei dem Bau von Schulen in fertigen Strassen ist dadurch oft das nötige Himmelslicht zu erzielen, dass man nach dem Vorschlage von Max Gruber die Geschosshöhe recht gross macht (5 m), was aber in der Beheizung Schwierigkeiten bringt, oder dass man der Schule einen Vorgarten gibt und dann ein hohes Kellergeschoss (2 m) baut; auch ist es empfehlenswert, die kleinsten Kinder, wegen der geringeren Pulshöhe in den Zimmern des untersten Stockwerkes unterzubringen. Sehr beachtenswert ist der Vorschlag Fr. v. Grubers: die Parterrezimmer von Schulen, welche an engen Strassen liegen, zu Magazinen, Läden etc. einzurichten, die Schulzimmer aber in die oberen Stockwerke zu legen und, um das Treppensteigen zu vermeiden, wenn angängig, eine sanft ansteigende, im Hofe angebrachte Rampe zu benutzen.

Im übrigen sei auf das Kapitel „Die Versorgung der Wohnräume mit Tageslicht“, verwiesen.

Bei der künstlichen Beleuchtung ist die Anbringung mehrerer kleiner Lampen der Benutzung vereinzelter grosser Lampen mit hoher Lichtintensität vorzuziehen, da letztere starke Schlagschatten geben. Am besten ist diffuses Licht, und gerade für Schulen ist die indirekte Beleuchtung (S. 289) zu empfehlen. Jeder Platz muss eine Helligkeit von mindestens 10 Meterkerzen besitzen (das Nähere siehe Kapitel Beleuchtung). Die Produkte der Beleuchtung müssen so abgeleitet werden, dass der Wärmeeffekt mit zur Ventilation des Zimmers beiträgt. Der Unterricht, bei welchem ein deutliches Sehen erforderlich ist, werde im Winter auf die mittleren Tagesstunden gelegt.

Ein zehnjähriges Kind haucht ungefähr 10 l, ein Erwachsener gegen 20 l CO₂ in der Stunde aus. Verlangt man eine Schulluft mit nicht mehr als 1‰ CO₂, so ist eine stündliche Luftzufuhr von 17—33 cbm pro Kopf, verschieden nach dem Alter der Schüler, erforderlich. Bei stark besetzten Schulen wird die Zufuhr von soviel Luft Schwierigkeiten machen, wenn nicht schon beim Bau Sorge getragen ist, für weite Zuluftkanäle, sehr weite Auslassöffnungen, ordentliche Erwärmung der zuzuführenden Luft und eine treibende Kraft (Ventilator). Die Einrichtung der Ventilation und ihre Handhabung ist S. 246 u. 275 angegeben.

Um die Luft der Schule rein zu halten, sind die ausdunstenden Oberkleider der Kinder durch Unterbringung in besonderen Garderoben oder auf den Gängen, sowie der Staub fern zu halten.

Ventilation.

Die freien Zeiten zwischen den einzelnen Stunden sollen zu energischem Lüften dienen durch Oeffnen sämtlicher Fenster und Türen; bei ungünstiger Witterung, wenn der Schulplatz in den Zwischenzeiten nicht benutzt werden kann, ist den Kindern der Turnsaal oder die Aula zu öffnen.

Heizung. Für kleinere Schulen empfiehlt sich die Lokalheizung durch Regulierfüllöfen mit weitem Mantel, welcher die Zuführung frischer Luft und zugleich die Zirkulationsventilation gestattet; auch der in Fig. 78 Seite 240 abgebildete Schulofen von Winter in Hannover leistet sehr gute Dienste. Die Beschickung der Oefen erfolge vom Korridor aus. Für grosse Schulen kommt meistens Zentralheizung zur Anwendung. Während für Bibliotheken und ähnliche, nur wenige Stunden des Tages benutzte Räume die Heizung mit gespanntem Dampf oder heissem Wasser gute Dienste leistet, sind für die Schulzimmer in erster Linie die Niederdruckdampfheizung, sodann die Warmwasser- und die Dampfwasserheizung geeignet; die frische Luft wird dabei in besonderen Kammern vorgewärmt und mittels Kanälen in die Zimmer geleitet. Für die gute Wirkung der Luftheizungen ist die sorgsamste Ausführung unbedingtes Erfordernis. Immer müssen Einrichtungen getroffen werden, welche es ermöglichen, den Druck des Windes zum Eintreiben der warmen Luft in die dem Winde zu-gekehrten Klassenzimmer zu verwenden.

Je besser die Zirkulation der Luft in einer Schule ist, um so gleichmässiger ist die Temperatur; die Wärme übersteige 20° nicht. Die frisch zugeführte erwärmte Luft werde angefeuchtet.

B. Die Utensilien.

Eigenschaften
der Bänke.

1. Die Schulbänke. Bei dem geraden Sitzen balanciert der Oberkörper auf den beiden tubera ischii und dem os coccygis, was eine nicht unbedeutende Arbeitsleistung erfordert; sie kann nur geleistet werden, wenn das Kind bequem sitzt; die Bank muss dem Kinde passen, wie ihm das Kleid und die Stiefel passen.

Höhe.

Die Höhe der Sitzbank muss der Länge des Unterschenkels entsprechen ($\frac{2}{7}$ — $\frac{3}{11}$ der Körperlänge), so dass der Fuss ganz auf den Boden gesetzt werden kann.

Breite.

Die Breite sei etwas geringer als die Länge des Oberschenkels nebst der Gesässrundung ($\frac{1}{5}$ der Körperlänge), die Form des Sitzbrettes schmiege sich der Körperform an.

Lehne.

Die Lehne hat dem balancierenden Körper eine Stütze zu bieten; gewährt sie dieselbe in einer kleinen Vorbuchtung in

der Kreuzgegend, so spricht man von einer Kreuzlehne, stützt sie in der Höhe der Schulterblätter, von einer Rückenlehne; die allein zu empfehlende Kreuzrückenlehne vereint die Vorzüge beider.

Die Entfernung der Tischplatte von der Sitzplatte, die „Differenz“ sei etwas kleiner als die Entfernung des Sitzknorrens von dem Olekranon (bei Knaben $\frac{1}{7}$, bei Mädchen $\frac{1}{6}$ der Körperlänge), damit das Kind beim Schreiben durch eine einfache Rotation der Arme im Schultergelenk die Unterarme bis fast zum Ellbogen leicht auf den Tisch bringen und bequem dort halten kann, ohne die gerade und gute Haltung aufzugeben.

Differenz.

Die Tischplatte soll 40—50 cm breit und in ihren unteren drei Viertelteilen leicht geneigt sein; ihre Länge betrage etwas weniger als das Doppelte der Länge von Unterarm und Hand.

Tischplatte.

Die Sitzbank muss bis an oder unter die Tischplatte reichen, also Minus- oder Nulldistanz haben. Wenn eine Lotrechte, von der tiefsten Kante der Tischplatte zum Boden gefällt, die Sitzbank nicht berührt, so ist Plusdistanz vorhanden; berührt die Lotrechte die vordere Kante, so besteht Nulldistanz; fällt sie auf die Sitzbank, so besteht Minusdistanz. Das Lesen ist bei allen Distanzen bequem ausführbar, am bequemsten bei Null- oder geringer Plusdistanz. Zum Schreiben ist die Minusdistanz die vorteilhafteste; dahingegen ist sie und auch die Nulldistanz den Kindern beim Aufstehen hinderlich.

Distanz.

Diese Schwierigkeit bei der Null- und Minusdistanz hat hauptsächlich die verschiedenen Banksysteme hervorgebracht. Bänke mit Plusdistanz werden, da in ihnen ein gutes Sitzen auf die Dauer nicht möglich ist, nicht mehr beschafft. Um keine beweglichen Teile an den Bänken mit Null- oder Minusdistanz zu haben, hat man, was sehr empfehlenswert ist, zweisitzige Bänke konstruiert; die Kinder treten beim Aufstehen heraus. Wenn zweisitzige Bänke in einer Schulklasse aufgestellt sind, so ist dadurch allein schon den Schülern ein grösserer Luftraum gewährt, und ein nachträgliches Zusammenpferchen der Kinder unmöglich gemacht. Die Löffelsche Bank gewährt für jedes Kind einen Sitz- und Stehplatz; letzterer ist durch eine Aussparung im Sitz geschaffen. Bei mehrsitzigen Bänken lassen sich bewegliche Teile nicht umgehen. Man unterscheidet Bänke mit beweglicher Tischplatte und Bänke mit beweglichem Sitz, und macht Unterabteilungen, je nachdem die Bänke oder Sitze in ihrer Totalität oder für die einzelnen Plätze beweglich gemacht sind; auch gibt es Systeme, bei welchen Tisch und Bank gegeneinander verstellbar

Die Banksysteme.

Beweglicher Tisch.

sind. Man ermöglicht die Beweglichkeit der Tischplatte entweder durch Aufklappen ihres vorderen Teiles (Albers, Vogel etc.), oder durch Verschieben in einer Nute (Kunze) bezw. Hervorziehen der ganzen Platte. Im allgemeinen werden die Bänke mit beweglichen Sitzen vorgezogen.

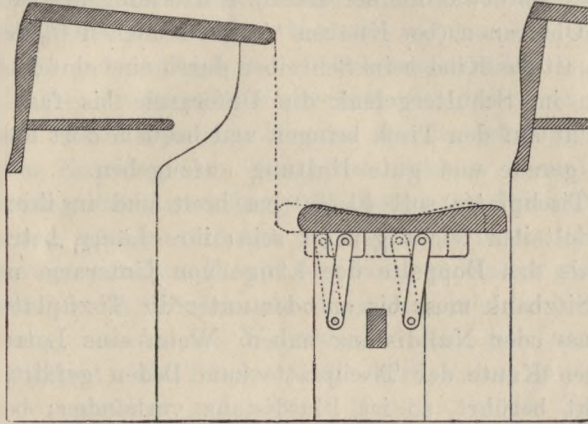


Fig. 146. Schulbank von Hippauf mit Nulldistanz bei vorgeschobenem, mit Plusdistanz bei zurückgeschobenem Sitz.

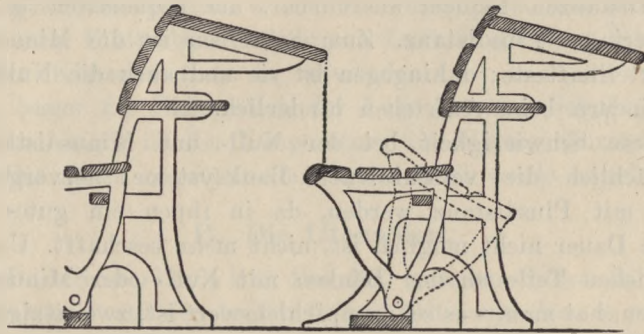


Fig. 147. Schulbank von Lickroth mit Minusdistanz bei niedergeklapptem Sitz.

Beweglicher
Sitz.

Man unterscheidet Klappsitze (Columbus), Schiebesitze (Beyer, Wackenroder) und Pendelsitze (Hippauf, Lickroth). Bei den letzteren sind Auflagen, Puffer, erforderlich, um das Geräusch zu verhüten. Für die unteren Klassen, wo die Lese- und Schreibübungen gemeinschaftlich angestellt werden, empfiehlt sich die Bank von Hippauf, bei welcher die ganze Sitzbank, nachdem die Kinder sich erhoben haben, vor- (Minus- bezw. Nulldistanz) oder zurückgeschlagen wird (Plusdistanz). (Fig. 146.) In den höheren Klassen sind die beweglichen Einzelsitze besser (Lickroth, Baron, Höchner etc.). (Fig. 147.)

Fussbretter sollen der leichteren Reinigung wegen fehlen; wenn sie gewährt werden, müssen sie aufklappbar oder so hoch sein, dass unter ihnen gefegt werden kann. Die recht gute Rettigbank ist vollständig umlegbar, und erleichtert dadurch die Reinigung erheblich.

Fussbretter.

Messungen haben ergeben, dass in den Volks- und Mittelschulen, also in 12 Schuljahren 2,0 % der Kinder unter 110 cm, 0,4 % über 180 cm und 97,6 % zwischen 110 und 179 cm hoch sind. Rechnet man mit Spiess auf je 10 cm Unterschied in der Körperlänge eine andere Banknummer, so reichen für jede Klasse aller Schulen drei verschiedene Grössen von Subsellien aus, und für ein vollständiges Gymnasium genügen neun verschiedene Bankgrössen. Die Kinder müssen entsprechend ihrer Körpergrösse halbjährlich auf die Sitze verteilt werden. Zum Messen ist ein Massstab erforderlich, auf welchem nach dem Vorgange von Spiess gleich die Banknummer angegeben ist.

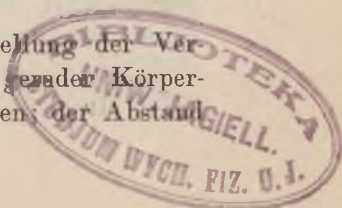
Zahl der Bankmodelle.

2. Die Schreibutensilien. Die Wandtafeln seien intensiv schwarz, aber nicht glänzend, die Kreide möglichst weiss. Schiefertafeln und Griffel werden besser nicht verwendet. Das Schreibpapier sei weiss oder hellgelb, die Tinte tiefschwarz; je stärker die Helligkeitsdifferenzen zwischen Tinte und Papier hervortreten, um so besser und leichter lässt sich die Schrift erkennen. Dabei falle kein seitliches Licht in die Augen, weil dadurch das Verhältnis der Helligkeit zwischen Papier und Schrift ein geringeres wird, die Schultische sollen daher dunkel gehalten sein.

Beim Schreiben soll sich das Heft in Medianlage, d. h. vor der Mitte des Körpers befinden. Bei der gewöhnlichen Kurrent- oder Schrägschrift liegt es dabei schräg, indem sein unterer Rand mit der unteren Tischkante einen nach rechts offenen Winkel von 10—30° bildet. Bei der Steilschrift liegt das Heft in gerader Medianlage, und sein unterer Rand läuft mit der Tischkante parallel. Bei entsprechender Handlage lässt sich die Steilschrift in Form der Rundschrift fast ebenso rasch und leicht schreiben als die Schrägschrift. Die Haltung der Kinder ist, wie durch genaue Messungen und durch Photographieren ganzer Schulklassen nachgewiesen worden ist, bei ersterer eine bessere als bei letzterer, und daher die Steilschrift vom hygienischen Standpunkte aus entschieden zu empfehlen.

Schrägschrift.
Steilschrift.

Beim Steilschreiben ist auf horizontale Stellung der Verbindungslinien der Augen bzw. Schultern bei gerader Körperhaltung und nur leicht geneigtem Kopf zu achten; der Abstand



der Augen von der Schrift betrage nicht unter 30 cm; die Unterarme sollen auf etwa $\frac{2}{3}$ ihrer Länge symmetrisch auf dem Tisch ruhen, so dass sie vor der Körpermitte einen ungefähr rechten Winkel bilden. Der Arm werde beim Schreiben in unter sich parallelen Lagen nach rechts geschoben. Die Hand ruhe in halber Pronationsstellung auf dem Endglied des kleinen Fingers, das Ende des Federhalters sei nach aussen hin gerichtet. Das Gesäss und die Oberschenkel müssen voll auf dem Sitz ruhen; die Beine sollen weder am Knie noch am Knöchel übereinander geschlagen sein; die Füsse sollen mit der ganzen Fläche auf dem Boden stehen.

3. Die Bücher seien auf weissem, starkem Papier gedruckt. Die Buchstaben müssen intensiv schwarz sein. Die Grösse des Buchstaben n (das n dient als Normale) sei nicht kleiner als 1,5 mm, seine Breite nicht unter 1,0 mm, seine Grundstriche nicht schmaler als 0,25 mm, der Durchschuss, d. h. die Entfernung zweier Zeilen, nicht unter 2,5 mm, die Approche, d. h. der Abstand zweier benachbarter Buchstaben, betrage nicht weniger als 0,5 mm. Diesen Anforderungen entsprechen am besten die mit Korpus und Borgis bezeichneten Druckschriften. Die Zeilenlänge betrage etwa 10 bis höchstens 12 cm. Der Lesende lehne den Rücken an und stelle oder halte das Buch schräg, damit die ganze Grösse des Buchstabens für den Gesichtswinkel ausgenutzt werde.

IV. Die Hygiene des Unterrichts.

Die Kinder dürfen nicht vor vollendetem 6. Lebensjahr der Schule überwiesen werden und sollen anfänglich nur 2 bis 3 Stunden systematischen Unterricht erhalten.

Ueberbürdung.

Eine Ueberbürdung ist nicht nur vorhanden, wenn die Kinder soviel Arbeit zu leisten haben, dass die zwischenliegenden Ruhepausen nicht genügen, die völlige geistige oder körperliche Frische wiederherzustellen, sondern auch wenn die Kinder so stark beschäftigt sind, dass sie ausser für Arbeit und die notwendige Ruhe keine Zeit für ihr Spiel und ihre Liebhabereien übrig behalten. In den Volksschulen existiert eine Ueberbürdung wohl nicht, wenn die Lehrer bezüglich der Hausarbeiten über die vorgeschriebenen Normen nicht hinausgehen. Die jüngeren Kinder sollen einschliesslich der Hausarbeit nicht mehr als 6, die älteren nicht mehr als 8 Stunden täglich arbeiten (preuss. Erl. v. 10. 11. 1884). In den Mittelschulen jedoch ist sie vielfach vorhanden.

Der Grund liegt zunächst darin, dass die jungen Leute, welche sich den gelehrten Berufen, zunächst also dem Universitätsstudium widmen wollen, gezwungen sind, hauptsächlich philologische Studien zu treiben, wozu eine besondere Veranlagung gehört. Junge Leute, die diese nicht besitzen, müssen durch eisernen Fleiss, d. h. auf Kosten ihres Körpers das ersetzen, was den anderen von der Natur mitgegeben ist. Die Ueberbürdung würde für viele verschwunden sein, wenn es möglich wäre, auf verschiedenen, nicht ausschliesslich klassisch-philologischen Wegen zur Universität durchzudringen. Dann muss weniger Hausarbeit gegeben werden, in zwei Stunden soll es auch einem mittelmässig veranlagten Schüler möglich sein, die Arbeiten für den nächsten Tag vorzubereiten; der überflüssige Gedächtniskram ist zu beseitigen.

Als ein Missstand sind vom gesundheitlichen Standpunkte aus die Prüfungen in den Schulen, soweit sie keine Fachschulen sondern Vorbereitungsschulen sind, zu bezeichnen; nur wenn ein Lehrer nicht wissen sollte, ob die Vorbildung im allgemeinen genügt, sollte geprüft werden. Durch die Vorbereitungen zu den Examinibus werden die jungen Leute geistig und körperlich über das zulässige Mass angespannt; sie verlieren an geistiger und körperlicher Frische, verlieren an Appetit und Körpergewicht und schlafen schlecht. Gerade der letzte Punkt ist von Wichtigkeit. Junge Leute bis zum 18. Jahre haben täglich 9 Stunden, Knaben bis zu 10 Jahren 10 Stunden, und 7 jährige Kinder 11 Stunden Schlaf nötig.

Auch das Haus trägt oft zur Ueberbürdung bei, indem nicht im Schulplan enthaltene Disziplinen und Künste verlangt werden. Das ist meistens fehlerhaft, und darf eigentlich nur geschehen, wenn der Schüler nach der betreffenden Richtung hin so gut veranlagt ist, dass ihm das Lernen keine Arbeit, sondern eine Erholung ist. So ist es z. B. in den meisten Fällen eine Ueberbürdung seitens des Hauses, wenn nicht musikalische Kinder veranlasst werden, in der geringen freien Zeit, die ihnen die Schule lässt, sich und die Musik zu quälen. Es wäre gut, wenn die nicht musikalisch veranlagten Kinder mit dem üblichen Musikunterricht nicht behelligt würden.

In den niedrigen Klassen wird zweckmässig Vor- und Nachmittagsunterricht erteilt. In den höheren Klassen vermögen bei entsprechendem Wechsel des Gegenstandes und unter Einschlebung der nötigen Pausen die Schüler dem Unterricht 5—6 Stunden zu folgen. Dort genügt also der Vormittagsunterricht. Im übrigen sprechen bei der Frage des Vormittags- und Nachmittagsunter-

Vor- und
Nachmittags-
unterricht.

richtes auch ausserhalb der Schule liegende Verhältnisse ein entscheidendes Wort; vor allem kommt in Betracht die Beschäftigung und die Vermögenslage der Eltern, die ortsübliche Essenszeit, die Weite des Schulweges und dergl. Nach jeder Stunde werde eine Pause von 10—15 Minuten, nach der dritten Stunde eine solche von einer halben Stunde gewährt. Den Kindern ist während der Freiviertelstunden der Spielplatz, die Turnhalle und die Aula zu öffnen, damit die Schulzimmer durch weites Oeffnen der Türen und aller Fenster ordentlich gelüftet werden.

Turnen und
Spiele.

Die üblichen Schulstrafen schädigen die Gesundheit nicht. Das Turnen sei obligatorisch für Knaben und Mädchen. Dispens werde allein auf ärztliches Attest hin erteilt. Schwächliche Kinder müssen beim Turnen geschont werden. Mehr als bis jetzt üblich sind die Spiele, insonderlich die Ballspiele, zu fördern und nach Möglichkeit über das schulpflichtige Alter hinaus auszudehnen. Gesang ist als Lungengymnastik günstig zu beurteilen. Von hohem hygienischen und erziehlischen Wert sind die Schulbäder in Gestalt der Brausebäder.

Aufgaben der
Schulärzte.

Schulärzte. Damit die Schule ihren Aufgaben in gesundheitlicher Beziehung besser nachkommen kann, sind in einer Reihe von Städten und in dem Herzogtum Meiningen auch überall auf dem Lande Schulärzte angestellt. Sie haben die neueintretenden Kinder genau auf ihren Gesundheitszustand zu untersuchen und den Befund in einem das Kind durch die ganze Schule begleitenden „Gesundheitsschein“ einzutragen. Die nicht ganz normal befundenen Kinder werden seitens des Lehrers und des Arztes unter steter Aufsicht gehalten. Alle Monate ungefähr besucht der Arzt die Schule, wo er „Sprechstunde“ in der Weise abhält, dass er zunächst in einige Klassen geht und nachsieht, ob Kinder irgend welche Auffälligkeiten zeigen, sich vom Lehrer Beobachtungen mitteilen lässt, und sich von dem hygienischen Zustande der Schulzimmer ein Bild macht, dann werden die ihm aufgefallenen, oder von den Lehrern bezeichneten, oder die, wie vorhin besprochen, in Obhut genommenen Kinder untersucht; im Bedarfsfalle wird den Eltern mitgeteilt, dass ihr Kind krank sei, und die Heranziehung eines Arztes sich empfehle. Zweimal jährlich hat der Schularzt das ganze Schulgebäude, den Spielplatz, die Aborte, die Heizung, Lüftung, Beleuchtung etc. zu revidieren. Eine wichtige Pflicht ist die, den Lehrern über schulhygienische Fragen Vorträge zu halten, um sie zunächst für Schulhygiene zu interessieren und dann in speziellen Teilen, Ventilation, Hilfe bei Verunglückungen etc. auszubilden. — Wo

immer man Schulärzte angestellt hat, ist Gemeinde und Schule mit der Einrichtung zufrieden gewesen.

V. Der Betrieb der Schule.

Eine grosse Schule ist in Bau, Leitung und Betrieb einfacher und billiger als mehrere mittlere Schulen, jedoch sind letztere vom sanitären Standpunkte aus vorzuziehen wegen der geringeren Infektionsgefahr und der leichter zu handhabenden Fürsorge für das gesundheitliche Wohl der Kinder.

Die beim Bau getroffenen hygienischen Massnahmen müssen später voll in Wirksamkeit gehalten werden. Einer der Lehrer sollte die Oberaufsicht darüber haben, und sämtliche Lehrer müssen über die Notwendigkeit und die Einrichtung von Ventilation, Heizung und Beleuchtung unterrichtet und immer wieder auf sie hingewiesen werden. Dann ist darauf zu halten, dass genügendes Unterpersonal vorhanden ist, um Heizung, Beleuchtung, Lüftung und Reinigung zu besorgen; nach dieser Richtung hin darf nicht gespart werden. Täglich müssen die Schulzimmer mit feuchten Sägespänen ausgefegt, die Bänke, die Heizkörper etc. feucht abgewischt werden; der Staub ist einer der gefährlichsten Feinde der Schüler. Auf den Korridoren, in den Schulzimmern sind mit Wasser oder feuchten Sägespänen versehene Speigefässe, die an geschützten Plätzen in $1\text{--}\frac{3}{4}$ m Höhe an der Wand befestigt sind, täglich zu entleeren und zu reinigen.

Literatur. Kotelmann, Zeitschrift für Schulgesundheitspflege, Hamburg bis 1904. — Eulenberg u. Bach, Schulgesundheitslehre, Berlin 1891. — Burgerstein, Axel Keys Schulhygienische Untersuchungen, Hamburg u. Leipzig 1889. — Burgerstein u. Netolitzky, Handbuch der Schulhygiene in Weyls Handbuch der Hygiene, Jena 1901. Gesunde Jugend bis 1904.

Die Gewerbehygiene.

I. Schädigende Einwirkungen der Betriebe auf die Arbeiter.

Einfluss der Arbeit.

Von den 52 278 000 Einwohnern Deutschlands sind über 19 Millionen, d. h. fast 40 % in versicherungspflichtigen Betrieben tätig. Die Arbeit übt je nach ihrer Art einen Einfluss auf die Gesundheit der Arbeiter aus, und Morbidität und Mortalität werden durch die gewerbliche Arbeit stark beeinflusst. Es wäre erwünscht, über Erkrankung und Tod bei den einzelnen Industrien genaue und zugleich grosse Zahlen zu haben. Leider versagt jedoch hier die Statistik, und nur dort, wo die Schädigungen besonders hoch sind, wie wir das beim Schleifergewerbe sehen werden, wurden bislang Vergleiche gezogen.

Trotz des Mangels ausgiebiger statistischer Daten, lässt sich erkennen, dass die Betriebe mit vorwiegendem Aufenthalt in frischer Luft bessere Lebensbedingungen gewähren als die, welche in engen, dunklen Räumen sich abspielen, und dass unter den Industrien einzelne sind, die sich durch besonders hohe Kranklichkeit und zahlreiche Todesfälle auszeichnen.

Es musste die Aufgabe einer werktätigen Hygiene sein, die Schäden, die im Gewerbe liegen, zu heben oder wenigstens zu mildern, und manches ist schon erreicht, noch mehr bleibt zu tun übrig.

Handwerk und Hausindustrie.

Die Hygiene des Handwerkerstandes, des kleineren Handels und der Hausindustrie liegt noch sehr im argen. „Unter Hausindustrie versteht man diejenige gewerbliche Tätigkeit, welche zu Hause, nicht auf Bestellung von Kunden am Orte und für

den lokalen Absatz, sondern regelmässig für ein Geschäft oder für den Export, überhaupt für den Vertrieb im grossen arbeitet“ (Stieda). Sie beschäftigt in Deutschland $\frac{1}{2}$ Million Menschen, darunter 44 % Frauen. Dem kleinen Gewerbe und der Hausindustrie ist schwer mit werktätiger Hygiene beizukommen. Wohl haben die Behörden Vorschriften erlassen und Anweisungen erteilt über Anlage und Betrieb von Werkstätten, Einrichtung von Wohn- und Arbeitsräumen; aber damit allein ist es nicht getan, auch die Kontrolle ist notwendig, und um diese ist es hier schlecht bestellt. Man muss durch Wort und Schrift das Kleingewerbe und die Hausindustrie auf die gesundheitlichen Forderungen aufmerksam machen; ob aber danach gelebt wird, ist bei dem harten Kampfe um das Dasein, welchen gerade diese Betriebe führen, eine andere Frage.

Wesentlich besser steht es um die Gesundheitspflege in den grossen Betrieben und in den Fabriken.

Fabriken und
grosse Betriebe.

A. Massnahmen, die Gebäulichkeiten betreffend.

1. Der Luftraum. Die Fabriklokalitäten, in welchen viele Leute 10 und mehr Stunden des Tages zusammen arbeiten, oft in einer Atmosphäre, welche durch Staub, Gase etc. verunreinigt ist, sollen selbstverständlich hoch und geräumig sein. Man hat vielerseits einen Minimalkubus Luftraum für den einzelnen Arbeiter verlangt. Diese sonst berechnete Forderung hat das Missliche, dass zu leicht der Fabrikherr veranlasst wird, über die Norm nicht hinaus zu gehen. Ausserdem richtet sich die Grösse des notwendigen Luftkubus nach der Art des Gewerbes und der Art und Grösse der Ventilation. So ungenügend daher auch Bestimmungen wie „möglichst gross“, „tunlichst geräumig“ sind, so wenig lassen sich dieselben generell vermeiden. Für die einzelnen Gewerbe oder Anlagen aber kann man und hat man auch vielfach den erforderlichen Luftraum bestimmt.

Für Deutschland liegt die gesetzliche Handhabe in dem S. 375 erwähnten § 120 a, b, c und d der Reichsgewerbeordnung vom Juli 1883 und Juli 1891. Dazu hat der preussische Minister eine Erläuterung erlassen (28. 2. 89), wonach bei jedem Neu- oder Umbau für gewerblichen Betrieb, Art und Umfang des letzteren, Zahl, Grösse und Bestimmung der Arbeitsräume, ihre Zugänglichkeit, Licht- und Luftversorgung, die Maximalzahl der in jedem Raume zu beschäftigenden Arbeiter und die aufzustellenden Maschinen polizeilich festgestellt werden. — Wenn unter „sachverständigem“, d. h. ärztlichem und technischem „Beirat“ nach

Gesetzliche
Bestimmungen.

diesen Bestimmungen gehandelt wird, so kann von seiten der Gesundheitspflege bezüglich der Raumgrösse kaum mehr verlangt werden. — Für einzelne gefährliche Industrien sind besondere gesetzliche Bestimmungen oder Verordnungen erlassen.

2. Die Ventilation. Der gegebene Luftraum findet seine Ergänzung durch die Ventilation. Sofern dieselbe zur Zuführung frischer Luft und Abführung der durch die Menschen selbst gesetzten gasigen Ausscheidungen dient, folgt sie den in einem früheren Abschnitte des Buches aufgeführten Maximen; es sei darauf aufmerksam gemacht, dass auch für Fabriken die Möglichkeit der Erwärmung und Anfeuchtung der zugeführten Luft verlangt werden muss. Die Ventilation dient in der Industrie ausserdem zur Entfernung gesundheitsgefährlicher Gase oder Staubarten. Mit Rücksicht darauf unterscheidet man

a) Eine lokale Ventilation, d. h. die Luft wird gerade an der Stelle abgeführt, wo die Verunreinigung durch Staub, schlechte

Lokale
Ventilation.

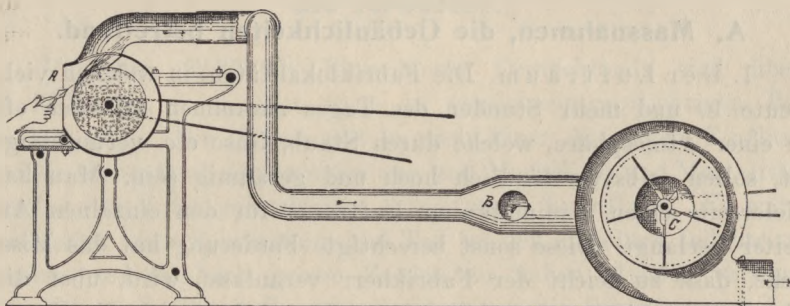


Fig. 148. Staubabsaugung an einem Schleifstein der Nähfadelfabrik von Lammertz-Aachen.

A Oeffnung in der Kapsel des Schleifsteins, B Einmündung eines zweiten Nebenchannels in den Hauptkanal. C Ventilator, an der Achse die Einmündung des Hauptkanals.

Gase oder toxische Stoffe statthat. Als Beispiel hierfür diene die Absaugung des Staubes beim sog. Trockenschleifen (Fig. 148). Die Staubquelle, der sich drehende Stein, steckt in einer Blechhülle, welche dort, wo der zu schleifende Gegenstand eingeschoben wird (A), eine Oeffnung hat. Die Hülle setzt sich fort in einen Kanal, welcher in einen Sammelkanal für alle Schleifsteine mündet (hinter B). Dieser trägt an seinem anderen Ende einen Exhaustor, an dessen Achse — zentral — die Luft eintritt (C), um durch die sich drehenden fächerförmigen Flügel peripher in den Evakuationskanal fortgeschleudert zu werden. Ist der Apparat in Tätigkeit, so wird die Luft aus den Kanälen angesogen, sie stürzt aus dem Arbeitssaal in die Oeffnung der Schleif-

steinkapsel und nimmt den entstehenden Schleifstaub sofort mit. Die staubhaltige Luft tritt zuletzt in sog. Staubkammern mit grossen Querschnitt und eingeschalteten Schiedwänden oder sonstigen Staubfängen, wo sich der Staub zu Boden senkt. Aehnliche Exhaustoreinrichtungen finden sich in Zementfabriken, in der Bleiweissindustrie etc. In anderen Betrieben dienen Luftkamine und ähnliche Einrichtungen der lokalen Ventilation. Anstatt in Staubkammern, lässt man den Staub in einigen Betrieben in lange Säcke aus gerauhtem Zeug treten; der Staub wird dadurch entfernt, dass automatisch von Zeit zu Zeit entweder eine Bürste sich durch den Schlauch bewegt, oder dass der Sack zusammenklappt und dann plötzlich wieder straff gespannt wird.

Allgemeine
Ventilation.

b) Die allgemeine Ventilation kommt zur Entfernung von Staub und Gasen erst dann in Frage, wenn die lokale Ventilation nicht angewendet werden kann. Ob sie auf Zuführung von frischer Luft oder auf Absaugung der verunreinigten Luft beruht, sie bleibt immer ein Nothelf, da es ihr nie gelingt, den Staub oder die Gase rasch und völlig zu entfernen; es tritt stets nur eine Verdünnung, oder richtiger eine Verteilung der schädlichen Stoffe ein, welche allerdings um so grösser ausfällt, je höher und grösser die Räume sind, je energischer die Ventilation ist. Wenn die Luftbewegung jedoch über eine gewisse Schnelligkeit, deren Grösse sich nach der Höhe der Temperatur der eingeführten Luft richtet, hinausgeht, so wird sie als lästig empfunden und von den Arbeitern abgestellt oder unwirksam gemacht. — Der Einfluss der Ventilation auf schon abgelagerten Staub ist sehr gering.

Respiratore.

c) Die Filtrierung der Einatemungsluft durch Respiratore. Als Respirator kann ein vor Mund und Nase gebundenes, trockenes oder befeuchtetes, bezüglich mit chemischen Agentien, zur Bindung von Gasen, imprägniertes Zeugstück, ein Wattebausch oder Schwamm dienen. Vollkommener sind die mit Luftaustritts- und Eintrittsventilen versehenen, mit Watte oder Schwamm ausgestopften oder aus zunächst undurchlässigem Pergament-, dann aus schwer durchlässigem, aber eine sehr grosse Oberfläche darbietendem Zeugschlauch bestehenden Respiratore. Sämtliche Respiratore belästigen auf die Dauer oder bei angestrenzter Arbeit nicht selten bis zur Unerträglichkeit, sie werden daher von den Arbeitern ungern getragen oder geradezu zurückgewiesen; nur dann werden sie benutzt, wenn die in ihnen zu leistende Arbeit kurze Zeit währt und leicht ist.

Freiluftatmer.

d) Ergänzend kommt hinzu: Die Atmung von aussen zu-

geleiteter frischer Luft. Sie ist notwendig bei einem Aufenthalt in mit giftigen Gasen geschwängerter Atmosphäre. Die „Freiluftatmer“ bestehen aus einem um Mund und Nase fest anliegenden Mundstück, und einem aus leichtem luftdichten Stoff gefertigten und über eine feine Drahtspirale gezogenen Schlauch, welcher mit der Aussenluft in Verbindung steht und sie der Atmung zuführt; die verbrauchte Luft wird durch ein Ventil des Mundstückes entleert oder durch die Nase ausgeatmet.

3. Die Beleuchtung. Für die Beleuchtung der Arbeitsstätten gelten die gleichen Grundsätze wie für die übrigen Gebäude und die Schulen. Für die natürliche, ausgiebige Beleuchtung einstöckiger Fabriken oder des obersten Geschosses mehrstöckiger Anlagen haben sich die Sheddächer, d. h. zickzackförmig konstruierte Dächer mit Verglasung der steilen Seite, entschieden bewährt.

Das zur Zeit beste, künstliche Licht für die Industrie ist das elektrische oder das Gasglühlicht. An den Plätzen für feinere Arbeiten soll mindestens eine Helligkeit von 10 MK. herrschen.

4. Die Heizung. Zur Heizung grösserer Anlagen wird naturgemäss am häufigsten der Dampf verwendet, welcher in vielen Fällen als sog. „Abdampf“ billigst zur Verfügung steht. Vielfach ist auch Luftheizung eingerichtet und zwar in letzter Zeit mit gutem Erfolge. Nach dem Verfahren von Sturtevant (Boston) wird mittels eines Gebläses Luft durch relativ enge Rohre, die im Zentrum die noch engeren Dampfheizrohre bergen, kräftig an sehr vielen Stellen in die Räume hineingeworfen. Die in der Industrie beschäftigten Arbeiter leiden häufiger durch Hitze als durch Kälte. Vielfach lässt sich die starke Hitze nicht vermeiden, zuweilen jedoch wohl; so findet man nicht selten, dass durch die Arbeitsräume gehende Betriebsdampfrohre nicht isoliert sind, dass Entwärmungsklappen, die dicht unter der Decke sitzen müssen, fehlen, und dergl. Wenn die Hitze nicht vermieden werden kann, so werde, soweit zugänglich, der hohen Feuchtigkeit gesteuert. Auch der vielfach in den Fabrikräumen herrschende lästige Zug werde eingeschränkt, z. B. durch Anbringung von Windfängen vor den Türen.

5. Die Reinlichkeit. Mit ganz besonderer Sorgfalt soll in den Fabriken auf Reinlichkeit gehalten werden. Die giftigen und irritierenden Inhalationen sind es nicht allein, wegen welcher diese Forderung aufzustellen ist, auch der Infektion wird durch Reinlichkeit vorgebeugt. Je mehr Menschen auf einem gegebenen Raume zusammen leben, um so grösser ist die Infektionsgefahr.

Vor allem wird der Phthise, welche besonders die Arbeiterbevölkerung heimsucht, durch Reinlichkeit in wirksamster Weise vorgebeugt, einerseits indem die Bazillen entfernt werden, andererseits die Atmungswege vor den kleinen Verletzungen, welche die scharfen Splitterchen machen, und vor intensiveren Katarrhen bewahrt bleiben.

B. Massnahmen, welche durch das Geschlecht und das Alter der Arbeiter bedingt sind.

Die Industrie strebt danach, möglichst billige Arbeitskräfte zu bekommen, sie nimmt deshalb auch Frauen und Kinder in ihre Dienste. Der lang dauernde Aufenthalt in den engen, heissen Fabrikräumen, die angestrengte Arbeit, verbunden mit unausgesetzter Aufmerksamkeit, welche die Maschine erfordert, sowie die Akkordarbeit sind weder günstig für die Entwicklung des Kindes, noch für den normalen Ablauf der physiologischen Funktionen des Weibes.

Die Forderung, den Kindern und Frauen die Arbeit in den Fabriken und Betrieben ganz zu untersagen, ist zur Zeit unerfüllbar. Vielfach ist die Familie gezwungen, zum Verdienst mit beizutragen. Wollte man den Kindern und Frauen diese Arbeiten ganz verbieten, so würden sie der Hausindustrie zugedrängt und so in schlechtere Verhältnisse gebracht, als sie Fabrik und Betriebe bieten.

1. Die Kinderarbeit. Je später die Kinder der regelmässigen körperlichen Arbeit zugeführt werden, um so besser. Einen nicht unbeträchtlichen Teil des Tages wirken die Schädigungen der Schule auf die Kinder ein, und es sollen die Schädigungen der gleichmässigen Fabriks- und Betriebsarbeit oder sonstiger Arbeiten in Werkstätten und Haus nicht zu denen der Schule hinzukommen. Die Hygiene muss verlangen, dass Schule und Fabrik bezw. intensive Hausarbeit sich gegenseitig ausschliessen. Erst mit dem dreizehnten Jahre ist der Körper des Kindes widerstandsfähig, der Geist kräftig genug zu anhaltenderer Anstrengung. Die Zahl der Arbeitsstunden richtet sich am besten nach der Art der Beschäftigung. Unter keinen Umständen darf die Nachtruhe der Kinder gekürzt werden.

2. Die Frauenarbeit. Die Frauen sind 6 Wochen nach ihrer Niederkunft von der Fabriks- und Betriebsarbeit fern zu halten, wegen der Ernährung und Abwartung des Kindes und der Erholung und Kräftigung der Mutter. Mit Rücksicht auf die Wohnlichkeit des Hauses, die Bereitung der Nahrung, die

Sorge für die Kinder sollte die Frau kürzere Zeit an der Arbeitsstätte verbleiben als der Mann; ihr muss Zeit gegeben werden für die Erfüllung ihrer häuslichen Pflichten.

3. Beschränkungen in der Arbeitszeit der Männer sind für die gesundheitsgefährlichen Betriebe erforderlich (Blei-, Quecksilberindustrie etc.), ebenso für die Arbeiten, welche sehr grosse Kraftanstrengung erfordern.

Andererseits ist immer eine zu lange Arbeitsdauer — über 10—12 Stunden z. B., verschieden nach der Art des Gewerbes und Betriebes — aus Gesundheitsrücksichten zu beanstanden. Dahingegen ist die Frage nach einem Normalarbeitstage von kürzerer Dauer in der Hauptsache mehr eine volkswirtschaftliche als eine hygienische.

4. Die Ruhezeiten in der Arbeit. Dem Arbeiter muss soviel Zeit gegeben werden, dass er 1. seine Mahlzeiten in Ruhe zu sich nehmen und die Verdauung der Hauptmahlzeiten in Ruhe einleiten kann, 2. dass eine Erholung des ermüdeten Körpers und Geistes möglich ist. Auch die Fabrikarbeit beansprucht vielfach eine erhebliche geistige Anstrengung, vor allem eine angespannte ermüdende Aufmerksamkeit. Eine 1—1½ stündige Mittagspause und zwei halbstündige Zwischenpausen sind für Erwachsene Erfordernis.

Soweit angängig ist die Nacharbeit und die Ueberstundenarbeit zurückzudrängen; vollständig lassen sich diese beiden Uebelstände in den Industrien mit „kontinuierlichem Betrieb“ und in den „Saisonindustrien“ nicht vermeiden.

Die Sonntagsruhe ist, wenn nicht Betriebe wie die eben erwähnten und die Beförderungsbetriebe zu fortgesetzter Arbeit zwingen, entschieden zu verlangen, weil sie dem erschlaferten Individuum Musse gewährt, sich zu erholen, und weil Zeit gegeben ist zur Reinigung, besseren Beköstigung und Bewegung in freier Luft.

5. Die gesetzlichen Bestimmungen. Die auf die angegebenen Verhältnisse sich beziehenden Bestimmungen sind in der „Reichsgewerbeordnung“ vom 1. 7. 83 und in der Novelle zur RGO. vom 1. 7. 91 enthalten, und haben, soweit die §§ 134 bis 139 b in Betracht kommen, auch auf die Werkstätten mit Dampf- und Motorenbetrieb, Hütten- und Bergwerke, Bahnhöfe, Werften, grössere Zimmerplätze, Brüche und Gruben etc. Geltung. Dann enthält der § 154 Absatz 4 die hervorragend wichtige Bestimmung, dass die Vorschriften der §§ 134—139 b auch auf andere Werkstätten, sowie auf Bauten ausgedehnt werden können, sofern

nicht der Arbeitgeber ausschliesslich zu seiner Familie gehörige Personen beschäftigt. Durch diese Bestimmung ist es ermöglicht, zur passenden Zeit die Arbeiterschutzbestimmungen auch auf Handwerk und Hausindustrie auszudehnen. In gewisser Beziehung ist das bereits geschehen, indem eine entsprechende kaiserliche Verordnung für die Werkstätten der Kleider- und Wäschekonfektion erlassen worden ist.

Nach § 120 sind die Gewerbeunternehmer verpflichtet, die Arbeitsräume, Betriebseinrichtungen, Gerätschaften etc. so einzurichten und zu unterhalten, dass die Arbeiter gegen Gefahren für Gesundheit und Leben soweit geschützt sind, wie es die Natur des Betriebes gestattet. Insbesondere ist für genügendes Licht, ausreichenden Luftraum und Luftwechsel, Beseitigung des Staubes, der Dünste, Gase und Abfälle Sorge zu tragen. Ebenso sind die zum Schutze der Arbeiter gegen gefährliche Berührungen mit Maschinen etc. erforderlichen Vorrichtungen herzustellen. Endlich sind von den zuständigen Behörden (Polizeiverwaltungen) Vorschriften über die Ordnung des Betriebes und das Verhalten der Arbeiter zu erlassen, welche zur Sicherung eines gefährlichen Betriebes notwendig sind. Durch Beschluss des Bundesrates können Vorschriften erlassen werden über die Anforderungen an bestimmte Arten von Anlagen und die Art ihres Betriebes. Solche sind erlassen bezüglich der Zündhölzer-, Bleifarben- und Bleiprodukte-, Akkumulatoren-, Thomasmehl- und der Alkalichromatfabrikation, der Pinsel- und Bürstenfabriken und Rosshaarspinnereien, der Zinkhütten, der Steinbrüche und Steinhauereien, des Buchdruckereigewerbes.

Nach §§ 135—136 dürfen Kinder unter 13 Jahren überhaupt nicht, Kinder über 13 Jahren nur dann in Fabriken beschäftigt werden, wenn sie die Volksschule nicht mehr zu besuchen brauchen; von dieser Bestimmung sind Ausnahmen nicht zulässig. Kinder unter 14 Jahren dürfen täglich höchstens 6 Stunden, „junge Leute“ zwischen 14—16 Jahren höchstens 10 Stunden beschäftigt werden. Dabei müssen die Arbeitsstunden zwischen 5½ Uhr morgens und 8½ Uhr abends liegen, und es müssen bei sechsstündiger Arbeit eine halbstündige, bei mehrstündiger eine einstündige und, wenn die Arbeit 8 Stunden überschreitet, zwei halbstündige Pausen gewährt sein. Während der Pausen darf den jugendlichen Arbeitern eine Beschäftigung im Fabrikbetriebe nicht gewährt werden.

Durch Gesetz vom 30. 3. 03 ist bestimmt worden, dass Kinder in Betrieben und Werkstätten, die gesundheitlich bedenklich sind, keine Beschäftigung finden dürfen; Kinder unter 12, eigene Kinder im eigenen Geschäft unter 10 Jahren sollen im Handels- und Verkehrsgeschäft überhaupt nicht, Kinder über 12 Jahren höchstens 3, in den Ferien 4 Stunden täglich beschäftigt werden. In Schank- und Gastwirtschaften sollen Kinder unter 12 Jahren ebenfalls nicht arbeiten. Austragen von Waren, Botengänge dürfen von Kindern nur während 3 Stunden am Tage und nicht vor der Schulzeit übernommen werden.

§ 137 der GO. verlangt, dass Arbeiterinnen in Fabriken nicht in der Nachtzeit von 8½—5½ Uhr, sowie an den Vorabenden der Sonn- und Festtage nicht über 5½ Uhr nachmittags beschäftigt werden.

a) Lokalitäten.

b) Betriebsvorschriften.

c) Kinderarbeit in Fabriken,

d) junge Leute,

in Werkstätten.

e) Frauenarbeit.

Arbeiterinnen über 16 Jahren dürfen nicht über 11 Stunden, an den Vorabenden der Sonn- und Festtage nicht über 10 Stunden in den Fabriken Arbeit finden bei einstündiger Pause. Sofern ein Hauswesen zu besorgen ist, sind die Arbeiterinnen auf ihren Wunsch mittags eine halbe Stunde früher zu entlassen. Wöchnerinnen dürfen die ersten 4 Wochen nach ihrer Niederkunft überhaupt nicht, während der folgenden 2 Wochen nur auf Grund eines ärztlichen Attestes beschäftigt werden.

Bundesrats-
erlasse.

Der Bundesrat ist ermächtigt, die Verwendung von Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeitern in gewissen besonders gefährlichen Fabrikationszweigen zu verbieten; andererseits darf er Abweichungen von den vorstehend angegebenen Bestimmungen bei Industrien mit ununterbrochenem Feuer und bei Saisonbetrieben bis zu einer gewissen Grenze gestatten. [Vom Reichskanzler sind Bestimmungen erlassen über die Beschäftigung von jugendlichen Arbeitern und von Arbeiterinnen in Glashütten (11. 3. 92 und 5. 3. 02), Drahtziehereien mit Wasserbetrieb (11. 3. 92), Cichorienfabriken (27. 3. 92), Steinkohlenbergwerken (27. 3. 92, 1. 2. 95, 11. 3. 97 u. 24. 3. 03), Rohrzuckerfabriken und Raffinerien (24. 3. 92), Walz- und Hammerwerken (29. 4. 92 u. 27. 5. 02), Hechelräumen (29. 4. 92), Ziegeleien (27. 4. 93 u. 15. 11. 03), Spinnereien (8. 12. 93), Molkereien (17. 7. 95), Konservenfabriken (11. 3. 98), Steinbrüchen und Steinhauereien (20. 3. 02), Akkumulatoren (11. 5. 98), Zinkhütten (6. 2. 00), Alkalichromatfabriken (2. 2. 97), Thomasmehlfabrikation (25. 4. 99), Bearbeitung von Faserstoffen, Tierhaaren, Abfällen und Lumpen (27. 2. 03), Bleifarben und Bleiproduktfabriken (26. 5. 03), Getreidemühlen (26. 9. 99 u. 15. 11. 03).]

Die Fabrikherren sind verpflichtet, über die von ihnen beschäftigten jugendlichen Arbeiter und über die Arbeiterinnen Listen zu führen und der Ortspolizei entsprechende Anzeige zu machen.

Gewerbe-
inspektoren.

Damit die gesetzlich bestimmten Massnahmen ausgeführt werden, ist durch die Reichsgewerbeordnung die Institution der Fabrikinspektoren, oder richtiger „Gewerbeaufsichtsbeamten“, geschaffen. Diese Beamten haben in gewissen Zwischenräumen die Industrien ihrer Bezirke zu bereisen, die Aufsicht über die Ausführung der Bestimmungen zu führen, auf Innehaltung derselben zu dringen und über ihre Tätigkeit an den Bundesrat zu berichten. In den letzten Jahren sind auch weibliche Beamte angestellt worden, welche sehr segensreich wirken.

C. Allgemeine Einflüsse der Berufstätigkeit und Unfälle.

Schädigungen
durch den
Betrieb.

1. Schädigungen durch Arbeit und Beruf. Die Schädigungen des Gewerbe- und Fabrikbetriebes liegen teilweise in der Arbeit selbst. Viele Gewerbe drücken dem Arbeiter ihren Stempel auf; die Schusterbrust, die schiefe Haltung des Schreiners, die Bäckerbeine, die nach vorn gebeugte Haltung

der Näherin und Stickerin, die Varicen der Setzer und Kellner sind landläufige Beispiele hierfür.

Andere Nachteile werden durch die hohen oder niedrigen Temperaturgrade erzeugt. So macht das Arbeiten bei konstant hoher Temperatur oder bei warmer, unbewegter Luft den Körper wenig widerstandsfähig gegen herandringende Schädlichkeiten und gegen Temperaturwechsel und disponiert zu Erkältungen. Die strahlende Wärme, das Arbeiten mit bestimmten chemischen Körpern vermag Hautentzündungen und Verbrennungen zu erzeugen. Die Arbeit in grosser Kälte beeinträchtigt das Wohlbefinden gewöhnlich nicht; wenn zur Kälte aber Luftbewegung und Feuchtigkeit hinzukommt, treten Erkältungen und lokale Erfrierungen, Frostbeulen, auf.

Starke Lichteffekte sind den Augen nachteilig.

Ein Teil dieser Schädigungen lässt sich nicht vermeiden, ein anderer Teil kann beseitigt werden durch entsprechende Apparate, bequeme Sitzgelegenheit etc. Gegen die strahlende Wärme schützen vorgehängte Glasplatten oder Anzüge aus schlecht leitenden Stoffen, Asbestgeweben u. dergl.; Schädigungen der Augen werden vermieden durch Tragen von Brillen mit gefärbten oder Gipsspatgläsern (Marienglas). Der erschlaffenden Wirkung der Hitze muss durch Hautreize in Gestalt von oft verabreichten Bädern entgegengewirkt werden. Gegen Frostschäden schützt das Einfetten der Hände und Füsse, sowie das Tragen wasserdichter Stoffe an den der Feuchtigkeit ausgesetzten Körperteilen.

2. Die Unfälle. Zahlreich sind die Unfälle, welche im Gewerbe vorkommen. Im Jahre 1902 erlitten unter rund 19 Millionen versicherter Personen 119 901 entschädigte Betriebsunfälle, 55 399 wurden zeitweise, 55 264 dauernd teilweise, 1396 dauernd völlig erwerbsunfähig; 7842 Personen wurden getötet. Die Erhebungen gestatten den Schluss, dass ungefähr die Hälfte aller Unglücksfälle vermeidbar ist. Stark gefährdet sind die Arbeiter im Bergbau-, Hütten- und Salinenwesen. Von 100 Mitgliedern der preussischen Knappschaftsvereine starben in den Jahren 1883—1892 durchschnittlich 8,91 Personen, davon 2,08 durch Verunglücken. Die Unfälle durch niedergehendes Gestein lassen sich durch entsprechenden Ausbau der Gruben verhindern. Der Technik muss es gelingen, die Unfälle bei der Aus- und Einfahrt durch zweckmässige Einrichtungen der Fahrkünste und Seilfahrten abzustellen. Die schädigenden Wirkungen der Wetter einschl. der Explosionen müssen durch reichliche, gut geleitete

Temperaturen.

Licht.

Zahl der Unfälle.

Bergbau und Hüttenbetrieb.

Ventilation und weitere Vervollkommnung der Wetterindikatoren und der Beleuchtung verhindert werden.

Im Jahre 1902 ereigneten sich auf 100 Vollarbeiter im Speditionsgeschäft 16,0, in den Steinbrüchen 15,3, im Bergbau 13,5, in der Holzindustrie 12,4, in dem Bauwesen 12,7 Unfälle, während z. B. auf die Textilindustrie nur 3,0, auf die Nahrungsmittelindustrie 4,7 trafen. Das Gewicht und die Grösse der zu hantierenden Gegenstände hat also einen ausschlaggebenden Einfluss auf die Zahl der Verunglückungen.

Kessel-
explosionen.

Im Maschinenbetrieb sind die Kesselexplosionen gefährlich. In den Jahren von 1878 bis 1902 ereigneten sich im Deutschen Reich 433 Kesselexplosionen, davon durch Wassermangel ca. 43 %, durch Abnutzung der Kessel 25 %; es wurden beschädigt 965 Personen, davon 30 % tödlich. Seit dem Jahre 1878 sind die Explosionen um mehr als die Hälfte weniger geworden durch die gute Aufsicht und die Schutzmassnahmen. Letztere sind erhalten in der Bekanntmachung des Reichskanzlers (v. 5. 8. 98) und in der Preuss. Anweisung betreffend Genehmigung und Untersuchung von Dampfkesseln (vom 15. 3. 97, 9. 3. 1900, 22. 3. 1900).

Maschinen-
betrieb.

Als hauptsächlich gefährlich kommen weiter in Betracht die Motore, die Transmissionen, die Aufzüge (Fahrstühle u. dergl.), sowie die Arbeitsmaschinen.

Die Motore müssen „umfriedigt“ sein, ebenso wie die bewegten Teile der Transmissionen, mit welchen Menschen in Berührung kommen können. Ueber die Hälfte der Unfälle an Transmissionen entsteht durch Riemenauflegen mit der Hand; die Riemenaufleger müssen allgemeine Verwendung finden.

Im Jahre 1887 entstanden 216 Unglücksfälle bei den Motoren, 364 bei den Transmissionen und 899 bei den Fahrstühlen usw.; von den letzteren war der vierte Teil tödlich. Die Bergwerksbetriebe und das Baugewerbe stellen hierzu hohe Prozentsätze; hauptsächlich sind gute, oft zu revidierende Fördermaschinen mit ausreichenden Fangvorrichtungen zu verlangen.

Ueber die so sehr verschiedenen Arbeitsmaschinen lässt sich nur sagen, dass die gefährdenden Teile soviel als möglich mit Schutzvorrichtungen zu umgeben oder doch durch Anstriche (rot) von den nicht gefährlichen deutlich unterscheidbar zu machen sind. Die Arbeitgeber sind gesetzlich verpflichtet, zweckmässige Schutzvorrichtungen anzubringen; oft jedoch macht der sträfliche Leichtsinns der Arbeiter die beste Absicht zunichte.

D. Schädigungen durch das Einatmen von Gasen.

1. Die Gase und ihre Wirkungen. In der Industrie werden eine Anzahl gesundheitsschädlicher Gase erzeugt oder als Nebenprodukte geliefert. Einige unter ihnen, z. B. Chlor, Brom, Salzsäure, Fluorwasserstoffsäure, schweflige Säure, salpetrige Säure, Salpetersäure und Ammoniak, bewirken, eingeatmet, gleiche oder ähnliche Symptomenkomplexe. Diese bestehen zunächst in Reizerscheinungen der Augenbindehäute (Cl, Br, SO₂, H₃N) und der Respirationsorgane event. unter Glottiskrampf. Wenn das Exzitationsstadium vorüber ist, wird die Atmung verlangsamt. Bei intensiver Einwirkung können katarrhalische Lungenentzündungen, Ecchymosen, Croup (z. B. nach Einatmung von Cl, HCl, FIH, H₃N, HNO₂), heftige Atemnot (bei HNO₃ und HNO₂ setzt sie erst viele Stunden nach geschehener Intoxikation ein), Lungenödem und Tod entstehen.

Cl, Br, HCl,
FIH, SO₂, HNO₂,
HNO₃, H₃N.

Die Symptome werden hervorgerufen durch örtliche Schädigungen, Anätzung, Wasserentziehung, Eiweissgerinnung, oder durch Einwirkung auf das Blut, z. B. Ansäuerung (SO₂), Methämoglobinbildung, oder sie entstehen reflektorisch. Bei Chlor und Ammoniak sind Hämorrhagien im Magen und Darm selten, häufiger treten sie auf nach Inhalationen von Salzsäure und Brom. Experimentelle Untersuchungen an Tieren haben ergeben, dass die längere Zeit fortgesetzte Inhalation selbst geringer Mengen von CO₂, CO, H₂S, CS₂ die Empfänglichkeit für die Infektionskrankheiten wesentlich steigert.

Schwefelwasserstoff, in grösserer Menge eingeatmet, kann plötzlich Besinnungslosigkeit und raschen Tod bewirken. Verläuft die Vergiftung nicht rasch letal, so folgt meistens wochenlange Krankheit mit interkurrierenden maniakalischen Anfällen. Der Tod wird in den akuten Fällen in noch ausgesprochenerer Weise als bei der Kohlenoxydvergiftung durch Einwirkung auf die Nervenzentren bedingt, die Blutdissolution ist dabei gering. Die chronische Vergiftung, bei welcher sich Methämoglobin im Blute bildet, beginnt mit Appetitlosigkeit, schlechtem Geruch aus dem Munde, Magendruck und Schwäche; später kommen marantische Erscheinungen und Hirnsymptome, entweder Erregungs- oder Schwächezustände, hinzu.

H₂S.

Die Kohlenoxydvergiftung verläuft mit Kopfschmerz, Benommenheit, Erbrechen und Besinnungslosigkeit; letztere kann ganz plötzlich und ohne jede Vorboten auftreten; diese Plötzlichkeit in Verbindung mit der Geruchlosigkeit vermehrt die dem

CO.

CO innewohnende Gefahr. Dauert die Einatmung auch nur mässiger Mengen von Kohlenoxyd längere Zeit, so tritt fast immer der Tod ein. Schon sehr geringe Mengen bedingen Kopfschmerz und Uebelbefinden. Siehe auch Seite 236 und 298.

CO₂.

Die Kohlensäure wirkt, zu 30 % eingeatmet, rasch tödlich unter sofortigem Verschwinden des Bewusstseins; 18—25% können bei normalem Sauerstoffgehalt mehrere Stunden lang ertragen werden unter schwerer Narkose; bei mehr als 5 % macht sich Uebelkeit, Erbrechen, Kurzatmigkeit und Atemnot geltend.

Der Allylalkohol (C₃H₆O), das Metadinitrobenzol (C₆H₄(NO₂)₂), das Amidobenzol (Anilin) (C₆H₅NH₂), das Toluidin (C₆H₄CH₃NH₂), das Pyridin (C₅H₅N) und die Pyridinbasen können eingeatmet ebenfalls schwere Vergiftungserscheinungen hervorrufen.

2. Die Betriebe, in welchen die giftigen Gase auftreten. Viel Salzsäuregas wird produziert bei der Sodafabrikation, der Kattundruckerei, der Kunstwollenfabrikation und in der chemischen Industrie, viel Ammoniak bei der Gaserzeugung; ausserdem macht letzteres sich in unangenehmer Weise an den undichten Stellen der Ammoniak-Eismaschinen und hier und da in der Farbenindustrie geltend. Chlorgas entsteht bei der Fabrikation des Chlorkalks und wird, ebenso wie die schweflige Säure, hauptsächlich zu Bleichprozessen der verschiedensten Art verwendet. Schweflige Säure tritt ferner in grösseren Mengen auf beim Rösten der Erze, in der Zelluloseindustrie, bei der Gewinnung von Schwefelsäure und von Sulfaten. Der Gebrauch des Broms und der Salpetersäure bzw. der salpetrigen Säure ist beschränkter. In lästiger Weise machen sich diese Körper bei ihrer Fabrikation und in einigen chemischen Prozessen bemerkbar; so entweichen Salpetersäuredämpfe bei der Darstellung der Schwefelsäure, des Nitrobenzols, Nitroglyzerins, der Nitrozellulose, also bei der Herstellung des rauchschwachen Pulvers.

Der Schwefelwasserstoff gelangt in der Lohgerberei hier und da in grösseren Mengen zur Aufnahme; häufiger ist Verunglücken bei Ausräumung lange verschlossener Abtrittgruben, wo eine Konkurrenzwirkung von H₂S und CO₂ vorhanden ist. Der Schwefelwasserstoff findet in der chemischen Technologie häufige und ausgedehnte Verwendung, sodann bei der Aufarbeitung von Sodarückständen, bei der Paraffinbereitung u. ähnl. Schwefelkohlenstoff wird in ungeheuren Mengen zur Fettextraktion verwendet. Kohlenoxyd gelangt in grösserer Menge in bewohnte Räume bei ungenügender Sauerstoffzufuhr zu glühenden Kohlen in Zimmeröfen ohne ausreichenden Abzug, oder durch

Ausströmung von Wassergas oder Leuchtgas. In der Industrie kommt CO vor bei der Verhüttung der Erze als Bestandteil der Gichtgase und im Bergbau in den „brandigen Wetter“. Die Kohlensäure findet sich vor allem in den Gärbetrieben: sie entwickelt sich in den Gärbottichen, fließt über den Rand derselben und lagert in dichter Schicht am Boden. Sie bildet ferner die Hauptmasse der „stickenden oder schweren Wetter“ und der „Nachschwaden“ der schlagenden Wetter. (Siehe auch Seite 6.)

Die Pyridine werden zur Denaturierung des Alkohols verwendet, die anderen vorstehend genannten organischen Gifte werden hauptsächlich in der Farbenindustrie gebraucht.

3. Die gefährlichen Konzentrationen, bei welchen also die erwähnten Gase Gesundheitsschädigungen bedingen, sind nach Lehmanns Versuchen in folgender Tabelle zusammengestellt:

	Raschgefährliche Erkrankungen bedingen	Es werden $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ Stunden vertragen ohne schwere Störungen	Minimale Symptome werden hervorgerufen
Salzsäuregas . . .	1,5—2,0 ‰	0,05—0,1 ‰	0,01 ‰
Schweflige Säure . .	0,4—0,5 ‰	0,05 ‰	—
Ammoniak	2,5—4,5 ‰	0,3 ‰	0,1 ‰
Chlor oder Brom . .	0,04—0,06 ‰	0,004 ‰	0,001 ‰
Schwefelwasserstoff .	0,5—0,7 ‰	0,2—0,3 ‰	—
Kohlenoxyd	2—3 ‰	0,5—1,0 ‰	0,2 ‰
Kohlensäure	30 ‰	8 ‰	1 ‰
Schwefelkohlenstoff .	über 10 mg im l	1,2 mg im l	0,5 mg im l;
Phosphorwasserstoff .	—	0,01 ‰	erst durch weniger als 0,01 ‰.
Phosphortrichlorid .	3,5 mg im l	0,3—0,5 mg im l	0,004 mg im l

Kleine Mengen von Cl, Br, H₂S, H₃N in der Atemluft werden bei kurzem Aufenthalt fast völlig absorbiert, bei stärkerer Konzentration und längerem Aufenthalt nimmt die prozentige Absorption ab. An Ammoniak, schweflige Säure und Chlor tritt eine gewisse Gewöhnung ein, an Schwefelwasserstoff jedoch nicht; eher scheint sich bei letzterem eine Kumulation der Wirkung einzustellen.

4. Die Schutzmassregeln. Der beste Schutz gegen die Inhalation besteht darin, die Gase zu hindern, in den Arbeitsraum einzutreten. Dieses geschieht dadurch, dass die Entwicklung der Gase, z. B. beim Bleichen, bei der Fettextraktion usw., in fest geschlossenen Apparaten vorgenommen wird.

Verhinderung des Eintritts.

Absorption und
Ventilation.

Die im Betriebe oder bei der Produktion entweichenden Gase müssen möglichst direkt entfernt werden, entweder durch entsprechende Bindung oder durch Ventilation, in der Weise, dass sie, soweit irgend möglich, am Orte der Entstehung abgesogen werden.

Im allgemeinen machen sich die schädlichen Gase durch ihren Geruch bemerkbar; das CO hingegen ist geruchlos, wird aber kenntlich durch die anderen riechenden Bestandteile, die in den Produkten der Verbrennung, dem Kohlendunst, oder im Leuchtgas enthalten sind. Der spezifische Gasgeruch geht verloren, wenn das Leuchtgas nach Rohrbrüchen grössere Strecken des Erdreichs durchsetzt. Um so mehr muss die Technik bestrebt sein, Rohrbrüche rasch aufzufinden. Die Kohlensäure und der Schwefelwasserstoff, welche sich in lange verschlossenen Räumen angesammelt haben, werden durch das Hineinwerfen von Strohbindeln, die mit Kalkmilch getränkt sind, bzw. durch reichliche Lüftung entfernt.

Pneumatophore.

Wenn längere Zeit in einer Atmosphäre, welche giftige Gase enthält, gearbeitet werden muss, so sind die Freiluftatmer zu gebrauchen, oder „Pneumatophore“, Apparate, welche Sauerstoff enthalten, oder Respiratoren, deren Füllungen die Gase binden. Die Arbeiter müssen über die Giftigkeit der Gase und die Vermeidung ihrer Einatmung unterwiesen werden.

E. Schädigungen durch Inhalation von Staub.

Ein weiterer gesundheitlicher Nachteil liegt in der Einatmung des bei manchen Betrieben auftretenden Staubes.

Ueber seine Menge geben folgende Zahlen einen ungefähren Anhalt. Es fanden sich im cbm Luft in einem Sägewerk 15, einer Rosshaarspinnerei 10, Kohlengrube 14, Mahlmühle 22—47, Papierfabrik (Hadernsaal) 23, Eisengiesserei (Putzraum) 1—2, Schnupftabakfabrik 16—72, Filzfabrik (Fachraum) 175, Zementfabrik 130—223. Kohlenbunker eines Kriegsschiffes während des Kohlens 83—2290 mgr. Zum Vergleich sei angegeben, dass ein Wohnzimmer 0,0, die freie Luft durchschnittlich viel unter 1, ein Wohn- und Kinderzimmer, ein Laboratorium 1,5, eine Schule 8 mg im cbm enthielten. (Hesse, Arens, Dirksen.)

Ablagerung
in den
ersten Wegen.

1. Allgemeine Folgen der Staubinhalation. Ein beträchtlicher Teil des eingeatmeten Staubes wird in den oberen Luftwegen abgefangen und dann expektoriert. Die Nase bietet eine sehr grosse feuchte Oberfläche dar, auf welcher der Staub sich ablagert. Henke wies nach, dass auf die noch warme Luft-

röhrenschleimhaut eines Hingerichteten gelegter Kohlenstaub in 15 Sekunden um die Breite eines Knorpelringes nach oben bewegt wurde. Der tief eingedrungene Staub lagert sich zunächst den Wänden der Alveolen an, von wo er entweder durch die Atembewegungen in das Gewebe hineingedrückt oder von Lymphzellen, sog. Staubzellen, aufgenommen und verschleppt wird. Geringe Staubmengen haben keine weiteren Folgen.

im
Parenchym.

Bei Inhalation grösserer Massen stellt sich unter Austritt weisser Blutkörperchen, Quellung und Abstossung von Epithelien eine Entzündung ein. Um die grösseren Ansammlungen im Lungenparenchym bildet sich eine Gewebswucherung, welche später zur knotigen, fibrösen Induration führt. Bei Verödung grösserer Lungenpartien folgt gewöhnlich ein kompensatorisches Emphysem; in anderen Fällen entstehen Bronchiectasien. In den cirrhotischen Partien kommt es zu gangränösen oder eitrigen Prozessen.

Das klinische Bild wird beherrscht durch die Katarrhe, sei es, dass sie primär, auf den Reiz des Staubes erfolgen, sei es, dass sie Folgeerscheinungen des Emphysems oder der Bronchiectasien sind. Um die unwegsam gewordenen Alveolen und Bronchiolen zeigen sich hier und da die Symptome der Bronchopneumonie. Bei dem Zerfall der Cirrhosen treten die Symptome des Lungenabszesses, der Lungeneiterung, in den Vordergrund.

Katarrhe.

Die croupöse Pneumonie wird ebensowenig als die Tuberkulose durch die Staubinhalation erzeugt, aber beiden Infektionen wird unzweifelhaft durch sie Vorschub geleistet. Sowohl die Katarrhe als die bronchopneumonischen Prozesse bieten günstige Verhältnisse für die Ansiedelung der pathogenen Bakterien. Auch verwunden die scharfen Staubarten bei ihrem Eindringen die Schleimhaut, und die kleinen Wunden stellen geeignete Eingangspforten für die Infektionserreger dar.

Infektionen.

Ist hiernach die Staubinhalation nur ein prädisponierendes Moment für die Phthise, so kann dasselbe doch bei reichlicher Anwesenheit von Tuberkelbazillen in der Respirationsluft so mächtig werden, dass es den Prozentsatz der Sterblichkeit ganz wesentlich beeinflusst.

2. Der Kohlenstaub. Am häufigsten findet sich in den Lungen der Kohlenstaub. Während die Kinderlunge rosarot aussieht, hat die Lunge des Erwachsenen eine dunklere bis schiefergraue Farbe, als Folge der während des Lebens eingeatmeten Kohle (anthracosis pulmonum). Die Lungen der

Kohlenarbeiter bergen naturgemäss die grösste Menge Kohlenstaub. Die pigmentarme Lunge einer Frau enthielt 1 g, eine Kohlenlunge mittleren Grades 9,5 g Kohle. Von den verschiedenen Kohlenstaubarten ist der Russ, weil amorph, der ungefährlichste, während die Braun-, Stein- und Holzkohle vermöge ihrer splittigen Beschaffenheit eher Verletzungen des Lungengewebes bewirken. Andere Symptome als die des Katarrhes und des Emphysems sind bei Kohlenarbeitern selten; ebensowenig ist Pneumonie oder Tuberkulose häufig. An den Orten, wo die Kohle in grossen Mengen eingeatmet wird, kommen Tuberkelbazillen entweder nicht vor (Plätze der Häuer in den Bergwerken, Kohlenbunker), oder sie werden durch den frischen Luftzug (Kohlenschuppen, Heizräume) rasch fortgeführt; ausserdem können in diesen Berufen schwächliche Personen kaum Verwendung finden.

3. Der Eisenstaub. Unter siderosis pulmonum versteht man die Einlagerung von Metallstaub, insonderlich von Eisenstaub, in die Lungen. Das Eisen wird als Eisenrost (Englisch Rot) oder als metallisches Eisen (Eisenspäne) aufgenommen. Englisch Rot wird von den Leuten, welche geschliffenen Gegenständen trocken die Politur geben, und von den Emballage-Verfertigern für Blattgold eingeatmet. Metallisches Eisen atmen die Feilenhauer und die sog. Trockenschleifer ein, sofern nicht durch besondere Vorsichtsmassregeln der Inhalation dieses scharfen Stein- und Eisenstaubes vorgebeugt wird.

Das eingeatmete „Englisch Rot“ ist, da es sehr fein und amorph ist, ungefährlich, dahingegen sind die Eisensplitter gefährlich wegen der entstehenden Katarrhe und Entzündungen.

Wenn auf die katarrhalische Entzündung eine cirrhotische folgt und später in den verödeten Geweben Nekrose auftritt, so bezeichnet man diese Prozesse als „Schleiferschwindsucht“. Neben dieser ist die eigentliche Tuberkulose bei den Schleifern sehr verbreitet.

Moritz und Röpke konstatierten, dass von 4027 Schleifern Solingens in der Zeit von 1885—95 im ganzen 20,6 ‰, von der übrigen Bevölkerung nur 13,6 ‰ starben. Von 250 genau untersuchten Schleifern wurden 78,5 ‰ als objektiv krank befunden. Von 100 Todesfällen gehörten bei den Schleifern 72,5, von der übrigen gleichaltrigen Bevölkerung Solingens 35,5 der Tuberkulose an. Ueber die Menge des entstehenden Staubes kann man sich einen Begriff machen, wenn man bedenkt, dass 20—30 ‰ des gelieferten Schleifmaterials (Scheren, Messer etc.) abgeschliffen werden, und dass ein Schleifstein von zirka

77 cm Durchmesser und 10 cm Stärke in 4 Wochen bis auf den halben Durchmesser abgeschliffen wird.

Wenn zum Nachweis des Eisens in der Lunge das Mikroskop versagt, so hilft die Chemie. Teilchen des verdächtigen Lungengewebes werden im Reagensglase mit Salzsäure gekocht; der salzsaure Auszug wird mit Ferrozyankaliumlösung versetzt und färbt sich bei Anwesenheit von Eisen blau (Berliner Blau).

4. Der Bronze- und Zinkstaub. Beide Staubarten bedingen angeblich nur Katarrhe. Die nach Einatmung von Zinkstaub auftretenden chronischen Vergiftungserscheinungen werden mit Recht als chronische Bleivergiftung gedeutet. Die Reichsgesetzgebung, Verordnung vom 6. 2. 1900, nimmt auf die hier bestehenden Gefahren die gebührende Rücksicht; sie sucht die Bildung und die Ablagerung des Staubes möglichst zu verhindern und die Arbeiter vor der Einatmung des Staubes und seiner Aufnahme mittelst der Nahrung zu bewahren. Für Frauen und jugendliche Arbeiter sind besondere Massnahmen getroffen.

5. Der Steinstaub. Die Einlagerung von Steinstaub in die Lungen, chalicosis pulmonum, findet sich bei Porzellanarbeitern und Töpfern, bei Specksteinsägern, Zementarbeitern, bei Edelstein-, Feuerstein- und Glasschleifern, bei Mühlsteinschärfern, bei Stampfmüllern, d. h. Leuten, welche den groben Quarz zerkleinern, um ihn für die Porzellan- und Glasindustrie brauchbar zu machen.

In der Lungenasche eines 6 Monate alten Kindes wurde eine Spur, in der eines Mannes, welcher nicht Steinarbeiter war, 7 %, in der eines Steinhauers 20 % Sand gefunden (Meinel). Die Kieselsäure und ihre Verbindungen bilden den gefährlichsten Staub. Je schärfer die Ecken und Kanten, je härter das Korn ist, um so zahlreichere Verletzungen werden verursacht, um so mehr treten Katarrhe auf und um so leichter wird eindringenden Infektionserregern die Ansiedelung gemacht. Kalkstaub wird zum Teil resorbiert. Von den harten Steinen ist daher der Marmorstaub bei weitem am ungefährlichsten; dann folgt im weiten Abstände der Granit, am gefährlichsten sind die Kieselsäuregesteine, also die Sandsteine. Unter Fortlassung aller älteren Statistiken sei nur erwähnt, dass von 344 Gehilfen des Verbandes der Steinmetzen Deutschlands 311 = 90,4 % an Lungen- und Kehlkopfschwindsucht litten, und dass das Durchschnittsalter von 240 Steinmetzen nur $29\frac{1}{6}$ Jahr betrug, dass ferner von diesen 240 Steinarbeitern nur der vierte Teil einen gesunden Kehlkopf besass und 32,5 % an Tuberkulose litten (Sommer-

Schädigungen
durch
Steinstaub.

feld, 1892). Im Solinger Kreise entfielen von 1885—1895 auf 100 Todesfälle an Lungenschwindsucht:

	Alter 14—20	21—30	30—40	41—50	üb.50	überhaupt
bei den Schleifern . . .	25,8	84,4	75,9	79,3	68,7	72,5
bei der übrigen männlichen Bevölkerung	40,0	69,9	47,0	36,0	25,3	35,3

Sommerfeld weist nach, dass von den in den letzten 10 Jahren gestorbenen 952 Steinhauern 84,2 % der Tuberkulose erlegen sind; die Gesamtsterblichkeit betrug 39 ‰; 41 % der Erkrankungen entfielen auf die Atmungsorgane. Calver fand, dass nach einer Arbeitszeit von 14—15 Jahren $\frac{1}{3}$ aller Steinmetzen der Tuberkulose erliegt. Unter 100 Gestorbenen sind 80,13 den Erkrankungen der Atmungsorgane, davon 55,03 der Tuberkulose zum Opfer gefallen. Die durchschnittliche Lebensdauer sämtlicher Steinarbeiter wird mit $36\frac{1}{2}$ Jahren angegeben.

Sehr schädlich ist der bei dem Verarbeiten der als Düngemittel gebrauchten Thomasschlacke entstehende Staub (die Thomasschlacke enthält ca. 59 % Kalkerde, 18 % Phosphorsäure); anscheinend stellen die feinen Mineralteilchen die Noxe dar; auffällig häufig entstehen durch diesen Staub schwere Pneumonien.

Weniger gefährlich als der anorganische ist der vegetabilische Staub.

6. Der Tabakstaub. Der Tabakstaub steigt hauptsächlich auf beim Sortieren bzw. Herausnehmen der trockenen Blätter, dem Sieben und Verpacken des Rauchtobaks, dem Mahlen, Rappieren und Sieben des Schnupftobaks, während die Fabrikation der Zigarren, des Roll- und Kautobaks mit geringer Staubentwicklung verbunden ist. Die neu eintretenden Tabakarbeiter leiden oft in der ersten Zeit an Katarrhen und nervösen Störungen, welche später, ohne Folgen zu hinterlassen, schwinden. Die Tuberkulose fordert viele Opfer. Neuralgien und motorische Störungen kommen vor, wenn die Nikotin und Nikotianin enthaltenden Tabakdünste längere Zeit eingeatmet werden. Die Tabakarbeiter sind im allgemeinen schwächlich; dabei ist indessen zu berücksichtigen, dass in der Tabakfabrikation noch Leute beschäftigt werden können, welche ihrer Konstitution nach für andere Berufsarten nicht mehr tauglich sind (S. 389).

7. Der Baumwollensstaub. In der Baumwollenindustrie wird der meiste und schärfste Staub bei der Vorbereitung der Baumwolle durch den Reisswolf und die Karden erzeugt; bei der Spinnerei, Weberei und Wattefabrikation ist er geringer und

viel weniger scharf; daher leiden nach den Untersuchungen von Schuler und Burkhardt die vorbereitenden Arbeiter zu 7,2 %, die Weber zu 4,0 % und die Spinner zu 4,9 % an Erkrankungen der Atmungsorgane.

8. Der Holz- und Getreidestaub. Von der Einwirkung des Holz- und Getreidestaubes weiss man bis jetzt wenig. Nach Hirt sollen von 100 kranken Müllern 42 an Affektionen der Luftwege leiden.

(Wenn Mehl in feinsten Verteilung und grosser Menge, etwa 40 g auf den cbm, in der Luft schwebt, so kann es durch offenes Licht zum plötzlichen Verbrennen gebracht werden, sog. Mehlexplosion. Kohlenstaub explodiert nur dann, wenn zugleich 2—3 % Grubengas in der Luft sind.)

9. Der animalische Staub wird eingeatmet in der Kürschnerei, bei dem „Fachen“ (Durcheinanderarbeiten der Haare) in der Hutfabrikation, dem „Scheren“ in der Tuchindustrie und bei der Horn-, Perlmutter- und Knochendrechslerei sowie der Fabrikation künstlichen Düngers aus tierischen Abfällen. Die klinischen Erscheinungen sind den vorher besprochenen gleichartig, jedoch weniger intensiv. Augenbindehaut-Katarrhe sind häufig.

10. Die Hadern-Krankheit. Der beim Sortieren der Wolle, Haare und Borsten, der Lumpen und Hadern entstehende Staub bietet besonderes Interesse. Man beobachtete zuerst in Niederösterreich und Steiermark (1870) bei den Lumpensortierern und in England bei den Wollsortierern eine eigentümliche Affektion. Die Individuen erkrankten mit allgemeiner grosser Abgeschlagenheit und mit Atemnot. Die Temperatur steigt in den meisten Fällen wenig, sinkt später sogar unter die Norm, die Schwäche wird grösser, und bei erhaltenem Bewusstsein gehen die Befallenen in 2—5 Tagen zugrunde. Die Obduktion ergibt regelmässig seröse oder fibrinöse Pleuritis, lobäre oder lobuläre Pneumonie oder auch Kompressionsatelektasen bezw. entzündliche ödematöse Erweichungen des Lungengewebes, entzündliche Schwellung der Bronchialdrüsen, parenchymatöse Degeneration der Leber, des Herzens, der Nieren, Milztumor und katarrhalische Erscheinungen in den Luftwegen. Die mikroskopische Untersuchung des Blutes zeigt bewegungslose Stäbchen, welche man sehr bald als Milzbrandbazillen erkannte. (Eppinger.) Dieselbe Erkrankung kann sich bei Gerbern zeigen, die getrocknete ausländische Häute verwenden. Ebenso tritt die Krankheit auf bei Personen, die ausländische Borsten oder Rosshaare verarbeiten. Selbstverständlich ist die Gefahr, dass die Milzbrand-

infektion von Wunden an den Händen und am Gesicht ausgehe, eine mindestens ebenso grosse als die, mittelst der Lungen infiziert zu werden.

Bei der „Wollsortierer- oder Hadern-Krankheit“ liegt eine Milzbrandaffektion vor.

Indessen ist nicht völlig ausgeschlossen, dass auch andere Bakterien ein klinisch und anatomisch-pathologisch ähnliches Krankheitsbild geben. Darauf deuten die Beobachtungen von Kranhals, welcher von dem Bazillus des malignen Oedems, von Bordoni-Uffreduzzi, welcher von dem proteus hominis capsulatus Krankheitserscheinungen sah, die von denen des Lungenmilzbrandes nicht zu unterscheiden waren.

11. Schutzmassnahmen. Um den Schädigungen durch die Inhalation des Staubes in der Industrie entgegenzutreten, ist anzustreben:

a) Die Verhinderung der Entstehung des Staubes. Diese Forderung lässt sich in sehr vielen Fällen erfüllen, so z. B. durch Anfeuchtung des zu verarbeitenden Materials bei vielen Polier-, Steinhauer- und Schleiferarbeiten, in einem Teil der Baumwollenindustrie, der Drechslerei etc.

b) Die Verhinderung der Kommunikation der Staubquellen mit den Arbeitsorten.

In den Stampfwerken, bei der Kugelmüllerei, der Bronze-fabrikation, dem Mischen, Rühren und Sieben der Bestandteile des Glas- und Porzellan-gutes, und in manchen anderen Fällen kann die Arbeit in staubdichten Behältnissen und mittelst Rühr- oder Schüttelwerk vorgenommen werden. Die Technik muss hier für den Schutz der Gesundheit der Arbeiter noch werktätiger eintreten, als sie das bisher schon getan hat.

c) Die lokale Ventilation, d. h. die Absaugung des Staubes am Orte der Entstehung.

d) Die allgemeine Ventilation.

e) Die Filtrierung der Luft durch Respiratore.

f) Die Anwendung von Freiluftatmern. Die vier letzten Punkte sind im Anfang dieses Kapitels ausführlich besprochen.

g) Die grösstmögliche Reinlichkeit; täglich soll zwei oder mehrere Male, in den Pausen, der Staub feucht aufgewischt werden; ausserdem ist alles Ueberflüssige, was dem Staub als Ablagerungsstätte dienen kann, aus dem Lokal zu entfernen.

h) Glatte, an den Händen, dem Hals, den Knöcheln dicht anschliessende Arbeitskleider, die ausserhalb der Arbeitsstätte aufzubewahren sind.

i) Gesundes Personal. Je nach der Beschäftigungsart sind die Anforderungen an die körperliche Brauchbarkeit verschieden;

es sollte eine Untersuchung der nicht zu jungen, neu einzustellen- den Leute durch einen mit dem Betriebe völlig vertrauten Arzt statthaben.

k) Den hustenden Arbeitern ist besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden; wenn möglich, sollen sie in einem staubfreien Teil des Betriebes Verwendung finden. Jedenfalls ist mit aller Strenge darauf zu achten, dass sie nicht an die Erde, sondern in feucht gehaltene Näpfe spucken. Diese sollen in jeder Werk- stätte vorhanden sein. Die Arbeiter sind über die Bedeutung des Auswurfs für die Verbreitung der Tuberkulose zu unter- richten. Hustende Arbeiter müssen einen von ihren Nachbarn mindestens 2 m entfernten Stand haben.

l) Ein Wechsel in der Arbeit des Personals, damit nicht der einzelne Arbeiter zu lange der Schädigung des Staubes aus- gesetzt sei.

m) Der Hadernkrankheit beugt man vor durch Desinfektion der Wolle, der Haare und Borsten und der Lumpen. Leider stehen die Kosten der Desinfektion der Lumpen in schroffem Gegensatz zu ihrem Preis. Da jedoch die Hadern vor der Verarbeitung ge- reinigt werden müssen, so lasse man diese Manipulation die erste sein und modifiziere sie zweckmassig für die Desinfektion. Die mit Drahtgeflecht überzogenen Sortiertische mit Staubabsaugung nach unten sind nur Notbehelfe.

12. Gesetzliche Bestimmungen. Die Gesetzgebung in Deutschland hat sich bis jetzt, von einzelnen ganz lokalen Verordnungen und dem allgemein gehaltenen § 120 der R.-G.-O. (siehe Seite 375) abgesehen, mit den Staubgewerben noch wenig befasst.

Für die Zigarrenfabrikation ist eine Bekanntmachung des Reichs- kanzlers vom 8. 7. 1893 erlassen. Die Verordnung beabsichtigte in erster Linie, der Kleinindustrie, welche ihre Arbeiter besonders hohen sanitären Schädlichkeiten durch Benutzung unpassender Räumlich- keiten etc. aussetzte, zweckentsprechende Massnahmen gegen den Staub und den Nikotindunst aufzugeben. Wohn- und Lager- und Arbeitsräume müssen von einander getrennt, letztere mindestens 3 m hoch, hell, luftig und gediebt sein, und jedem Arbeiter 7 cbm Luftraum gewähren. Auch ist tägliche Lüftung und feuchte Reinigung vorgeschrieben.

Ferner hat der Reichskanzler eine Belehrung erlassen (18. 4. 91), welche die Massnahmen gegen die Gesundheitsschädigungen durch die Verarbeitung ausländischer Rohhäute enthält. Die Häute sollen ab- gesondert gelagert werden; Staub ist durch Besprengen mit Wasser zu verhindern; die Lagerplätze etc. sind mit Kalkmilch zu desinfizieren; die Packmaterialien, Haare und Kehrlicht zu verbrennen. Durch Bundes- ratsbeschluss ist bestimmt worden (22. 10. 02), dass die aus dem Aus-

lande stammenden Haare und Borsten zunächst einer Desinfektion zu unterziehen sind; die Misch-, Reinigungs- und Hechelmachines müssen ummantelt und mit Absaugevorrichtungen versehen sein. Eine grosse Reinlichkeit und täglich zweimaliges Lüften der Arbeitsäle wird verlangt. Das Essen in den Arbeitsräumen ist verboten.

Die Bestimmungen über die Anlagen zur Fabrikation und den Vertrieb von Thomasmehl (Bundesratsverordnung v. 25. 9. 99) enthalten vor allem Vorschriften, die einem Verstäuben des Materials vorbeugen und seiner Aufnahme durch Lungen und Magendarmkanal entgegenzutreten sollen.

In den Steinbrüchen müssen wasserdichte Unterkunftsräume oder Arbeitsbuden vorhanden sein, die täglich zu reinigen sind. Die beim Behauen beschäftigten Arbeiter sollen mindestens 2 m voneinander entfernt sein (20. 3. 02).

F. Schädigungen durch den Giftstaub der Industrie.

Bleiindustrie.

1. Das Blei. Bei der Verhüttung und Reinigung des Bleies — Deutschland lieferte mit 154 000 Tonnen im Jahre 1898 ungefähr $\frac{1}{5}$ der gesamten Weltproduktion —, bei der Reduktion des Bleioxyds entsteht der „Bleirauch“, in der Hauptsache aus feinst verteiltem metallischem Blei, Bleioxyd und kohlen-saurem Blei bestehend. Bei der Verarbeitung des Bleies ist am wichtigsten die Fabrikation des Bleiweisses. In Deutschland lässt man zunächst Essigdämpfe auf Bleiplatten einwirken; das entstandene basisch essigsäure Blei wird durch Kohlensäure in basisch kohlen-saures Blei $2 \text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$, d. h. Bleiweiss, umgewandelt. Das rohe Bleiweiss wird durch Schlemmen von den gröbereren Partikeln befreit, getrocknet, im Desintegrator gemahlen und in Fässern verpackt oder nach dem Mahlen mit Oel angerieben. Eine andere Farbe, die Mennige (Pb_3O_4), entsteht durch Erhitzen des Massikots (Bleioxyd) auf $300\text{—}400^\circ$; dabei kann Blei als Bleirauch, Bleioxyd und Hyperoxyd verstäuben.

Das metallische Blei und alle Bleipräparate sind giftig. Sie können durch die Atmungs- und Digestionsorgane sowie durch die Haut aufgenommen werden.

Blei vergiftung.

Die Symptome der chronischen Bleivergiftung sind Bleisaum (Schwefelblei) am Zahnfleisch, Appetitlosigkeit, Bleikolik mit Verstopfung, Bleilähmungen (nerv. radialis) und den rheumatischen ähnliche Gliederschmerzen (arthralgia saturnina); bei noch höheren Graden tritt die Encephalopathia saturnina auf, bei welcher eklamptische Zufälle und andere Erscheinungen seitens des Zentralnervensystems im Vordergrunde stehen. Die älteren Bleiarbeiter haben fast alle an irgend einer Form der Bleikrankheit gelitten. Ausser den eigentlichen Bleiarbeitern

sind die Silber- und Zinkhüttenarbeiter, die Anstreicher und Lackierer, Zinngiesser, Glasurarbeiter, die Buchdrucker, die Jacquardweber und manche andere Arbeiter der Blei-Intoxikation ausgesetzt.

Der Bundesrat hat unter dem 26. 5. 1903 eine Bekanntmachung erlassen, die Einrichtung und den Betrieb der Bleifarben- und Bleizuckerfabriken betreffend, welche die besten prophylaktischen Massnahmen enthält.

Prophylaxe.

Die Arbeitsräume müssen hoch, geräumig, gut ventiliert sein, feucht und rein gehalten werden. Die Apparate sollen staubdicht sein. Wo Bleistaub in die Arbeitsräume eintreten kann, muss er sofort an der Eintrittsstelle abgesaugt werden. Wo sich Staub nicht vermeiden lässt, sind Respiratore zu tragen. Zum Arbeiten in Bleilösungen sind die Hände einzufetten oder mit wasserdichten Handschuhen zu versehen. Bei der Arbeit sollen Oberkleider angezogen werden; gesonderte Wasch-, Ankleide-, Speise- und Baderäume müssen vorhanden sein. Arbeiterinnen und jugendliche Arbeiter dürfen nicht beschäftigt werden. Die Arbeitsdauer soll 10 Stunden nicht übersteigen. Nur solche Personen können zugelassen werden, welche eine ärztliche Bescheinigung beibringen, dass sie „weder schwächlich, noch mit Lungen-, Nieren- oder Magenleiden oder mit Alkoholismus behaftet sind“. Die gesundheitliche Ueberwachung ist einem Arzt zu übertragen, welcher mindestens zweimal monatlich die Arbeiter untersuchen und über jeden Fall von Bleierkrankung den Arbeitgeber benachrichtigen muss.

Unter dem 11. 5. 1898 hat der Bundesrat den vorigen entsprechende Bestimmungen für die Akkumulatoren-Fabriken erlassen. Zum Schutze der Buchdrucker und Schriftgiesser (31. 7. 1897) ist bestimmt worden, dass in den Giessereien 15, in den Setzereien 12 cbm Luftraum pro Person zu gewähren sind. Die Räume müssen gut gediegt, die Wände mit leicht zu reinigendem Oelanstrich oder jährlich zu erneuerndem Kalkanstrich versehen sein, die Setzkasten sind im Freien zu reinigen. Ausserdem werden ausgiebige Waschgelegenheiten mit Lieferung von Seife und Handtuch verlangt.

Dass die Vergiftungen in der Zinkindustrie durch Blei bedingt sind, ist schon Seite 385 gesagt worden.

Der Gebrauch des Zinkweisses an Stelle des Bleiweisses, des bleifreien Letternmetalls, der eisenummantelten Bleigewichte in der Jacquardweberei, die Einführung bleifreier Glasuren und Emailen etc. haben neben den sanitären Vorschriften die Bleivergiftung in der Industrie in den letzten Jahren wesentlich vermindert.

2. Das Arsen. Am gefährlichsten von den Arsenverbindungen ist der Arsenwasserstoff, ihm zunächst steht die arsenige Säure, dann folgen die wasserlöslichen, darauf die übrigen Arsenverbindungen. Akute Vergiftungen in der Industrie sind selten. Die Symptome der chronischen Vergiftung sind Kopf-

Vergiftungen.

schmerz, Druck im Schädel, Geschwürchen im Mund, chronische Magenbeschwerden, Brennen im Schlund, nervöse Störungen etc. Gefährdet sind die Arbeiter der Arsenverhüttung, der Arsenfarben-, der Buntpapier-, der Blumenfabriken etc. Letztere Betriebe sind durch das Gesetz vom 5. 7. 1887, die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben bei der Herstellung von Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen betreffend (siehe Seite 122 und 187), wesentlich eingeschränkt. Arsenhaltige Wasser- oder Leimfarben für bauliche oder häusliche Gebrauchsgegenstände sind verboten.

Prophylaxe.

Als Schutz gegen die Intoxikation dienen möglichst dichter Schluss aller das Gift in Staubform enthaltenden Apparate, lokale und allgemeine kräftige Ventilation, an den Händen, am Halse, an den Knöcheln dicht anschliessende Arbeitskleider, reichliche Waschgelegenheit und Handtücher zum ausgiebigen Abtrocknen, Respiratore oder Freiluftatmer bei bestimmten Arbeiten und die Reinigung von Nase und Mund mit Antidot, dem frisch bereiteten Eisenoxydhydrat. Rohe Salz- oder Schwefelsäure sowie Zink sind oft arsenhaltig; es ist daher der Arbeiter vor der Einatmung des entwickelten Wasserstoffs (event. durch Vorlage einer Waschflasche mit ammoniakalischer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd) zu schützen, da schon kleinste Mengen von Arsenwasserstoff, wenige ccm, zur tödlichen Vergiftung genügen. Eine Reihe solcher Unglücksfälle ist bekannt geworden.

Mischt man 1 Raumteil der verdächtigen Salzsäure mit 3 Raumteilen Zinnchlorürlösung, oder 1 Teil der verdächtigen Schwefelsäure mit 2 Teilen Wasser und 3 Teilen Zinnchlorürlösung, so entsteht bei Anwesenheit von Arsen innerhalb 15 Minuten eine dunkle Färbung. Für den Nachweis des Arsens in Gespinsten und Geweben ist eine Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 10. 4. 88 massgebend.

3. Das Quecksilber kann als Quecksilberverbindung oder als Quecksilberdunst in den Körper aufgenommen werden. Dieser entsteht bei der Verhüttung des Quecksilbers, der Thermometer- und Glühlampenfabrikation, der Amalgamierung verschiedener Metalle und der Spiegelfabrikation. Letztere Industrie ist die bedeutendste. Auf Marmortischen wird Zinnfolie ausgebreitet, die mit Quecksilber übergossen und angerieben wird. Die polierte Glasscheibe wird über das Zinnamalgam geschoben, mit Gewichten beschwert und leicht schräg gestellt, damit das überschüssige Quecksilber abfließen kann. Nach 24 Stunden kommt der Spiegel in den Trockenraum, wobei das noch zurückgebliebene Quecksilber allmählich abläuft oder abdunstet.

Der chronische Merkuralismus beginnt mit Speichelfluss und

Spiegel-
fabrikation.

Entzündung der Mundschleimhaut, später folgen Lockerung der Zähne sowie Erscheinungen von seiten des Digestionstraktus. Im weiteren Verlauf treten tremor mercurialis und hier und da psychische Störungen auf. Lungenleiden sind bei Quecksilberarbeitern nicht selten. Die eigentliche Merkurialcachexie ist, da die Quecksilbervergiftung jetzt früh genug in Behandlung kommt, fast ganz verschwunden.

Symptome der Vergiftung.

Die hygienischen Massnahmen sind in präziser Form enthalten in den „Vorschriften, betreffend die Einrichtung und den Betrieb von Spiegelbeleganstalten“.

Prophylaxe.

(Erlass des preussischen Ministers vom 18. 5. 1889, des bayrischen Ministers vom 31. 7. 1889.) Die Herstellung von Quecksilberspiegeln darf nur in kühlen Räumen geschehen, deren Fenster nach Norden liegen. In den Beleg- und Trockenräumen muss die Arbeit ausgesetzt werden, wenn die Temperatur 25° übersteigt. Heizung darf nur stattfinden durch Zuführung von höchstens 15° warmer Luft. Eine künstliche Ventilation muss jedem Arbeiter mindestens 60 cbm Luft in der Stunde liefern. Im Belegraum muss 40 cbm, im Trockenraum 30 cbm Luftraum pro Kopf gewährt sein bei einer Minimalhöhe der Räume von 3,5 m. Der Fussboden ist glatt herzustellen, stets feucht zu halten und täglich abzukehren; die Arbeitszeit in den Beleg- und Trockenräumen darf im Winter 8, im Sommer 6 Stunden nicht überschreiten. Das Anreiben der Zinnfolie soll nicht mit der Hand geschehen. Der Arzt hat neu einzustellenden Leuten zu bescheinigen, „dass nach dem Ergebnis der körperlichen Untersuchung besondere Umstände, welche von der Beschäftigung in einer Spiegelbeleganstalt aussergewöhnliche Nachteile für ihre Gesundheit befürchten lassen, nicht vorliegen“. Sämtliche Arbeiter sind alle 2 Wochen zu untersuchen. Die Vorschriften über die Krankenbuchführung, die Kleidung, Wasch-, Speise- und Baderäume sind mit denen der Bleiindustrie übereinstimmend.

Die Beachtung dieser Vorschriften und die vielfache Verwendung des Silbers statt des Quecksilbers hat die früher sehr hohe Krankenzahl (über 80 % der Arbeiter) auf fast Null heruntergedrückt.

Zur Filzhutfabrikation werden die Hasenhaare durch Bestreichen der Felle mit salpetersaurem Quecksilberoxyd abgelöst. Da hierbei eine schwer lösliche Verbindung mit dem Keratin entsteht, so sind die Arbeiter der Filzbranche gefährdet. Gründliches Auswaschen der Haare event. unter Zusatz entsprechender Chemikalien beseitigt den grössten Teil der Gefahr; sie wird erst völlig verschwinden durch Verwendung einer quecksilberfreien Beize.

Hutfabrikation.

4. Der Phosphor. Der Phosphor findet seine hauptsächliche Verwendung in der Zündwaren-Industrie.

Die geschwefelten Hölzchen werden in die Zündmasse getunkt. Diese besteht aus einem dünnen Klebemittel, welchem ausser einem Sauerstoffträger, z. B. Salpeter, 5—7 % weisser Phosphor beigemischt sind. Die eingetunkten Hölzer werden in besonderen Kammern getrocknet, dann verpackt. Bei der Bereitung der Zündmasse, dem Eintunken, Trocknen und Verpacken entweicht Phosphor in feinsten Verteilung.

Die akute Vergiftung kommt in der Industrie kaum vor; die chronische beginnt mit Zahnschmerz, es folgt Lockerwerden der Zähne, Periostitis der Kiefer und Nekrose, „Phosphornekrose“. Diese Krankheit ist zurzeit selten geworden und zwar sowohl durch das Reichsgesetz vom 13. 5. 84, nach welchem Streichhölzchen mit weissem Phosphor nicht mehr in der Hausindustrie hergestellt werden konnten und dann durch die Einführung der sogen. schwedischen Streichhölzer.

Durch das Gesetz vom 10. 5. 93 ist die Fabrikation der Streichhölzchen mit weissem oder gelbem Phosphor verboten. Die schwedischen Streichhölzer haben an den paraffingetränkten Stäbchen Köpfe, die aus chlorsaurem und chromsaurem Kali, Braunstein und Glaspulver bestehen. Die Reibfläche der Schachtel enthält den ungiftigen roten Phosphor.

5. Unter den Chromverbindungen zeichnen sich die Alkalichromate (doppeltchromsaures Natrium und Kalium) dadurch aus, dass sie eingeatmet die Schleimhaut der Nase und des Rachens angreifen, wobei sie zu geschwürigen Prozessen mit Durchlöcherungen der Nasenseidewand führen; ausserdem erzeugen sie, in kleine Hautverletzungen gelangt, tiefe, schwer heilende Geschwüre. Um diesen erheblichen Schädigungen entgegenzutreten, war es notwendig, das Zerstäuben und Verspritzen der Chromate möglichst zu verhindern, den trotzdem entstehenden Chromatdampf und Chromatstaub sofort am Entstehungsort abzusaugen, den Arbeitern ausgiebige Gelegenheit zum Waschen und Nase- und Mundausspülen zu geben und die Arbeiter täglich auf kleine Wunden zu untersuchen. (Bundesratsbeschluss vom 2. 2. 1897.) Die Massnahmen haben eine gute Wirkung gehabt.

6. Das Giess- und Messingfieber tritt bei Arbeitern auf, welche die beim Zusammenschmelzen von Zink und Kupfer entstehenden dichten, weissen Dämpfe einatmen. Die Leute erkranken einige Stunden später an einem heftigen, malariaähnlichen Anfall mit reichlichem Erbrechen und starkem Kopfschmerz. Am folgenden Tage ist wieder Wohlbefinden vorhanden. Dauernde Schädigungen entstehen anscheinend nicht. Die individuelle Empfänglichkeit für das Giessfieber ist sehr ver-

schieden. Durch gute Oefen, kräftige Ventilation und Tragen von Respiratoren lässt sich die Krankheit vermeiden.

II. Schutz des Publikums vor Belästigungen und Schädigungen durch Industrie und Gewerbe.

1. Die Schädigungen. Zu diesen sind zu rechnen zu nächst die Explosionen, wie sie bei der Bereitung von Zündstoffen oder infolge des Berstens von Dampfkesseln auftreten.

Für die Vermeidung von Explosionen in Zündwarenfabriken sind je nach der Art des Betriebes verschiedene Massnahmen erforderlich. (Verordnung in Preussen vom 24. 8. u. 25. 9. 1887, und 19. 10. 1893.) Um die Explosionen der Dampfkessel zu verhindern, verlangt die Reichsgewerbeordnung (§ 24) die Genehmigung zur Anlage und zum Betrieb.

Die allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln, ihre Konstruktion, Ausrüstung mit Sicherheitsvorrichtungen, Prüfung auf Widerstandsfähigkeit etc. sind enthalten in der Bekanntmachung des Reichskanzlers und einer Anweisung des Preussischen Handelsministers. (S. Seite 378.)

Intoxikationen sind möglich durch die giftigen Gase, den Staub und die Abwässer der Industrie. Der abgeführte oder abgesogene Staub darf nicht direkt in das Freie gelassen werden. Er wird entweder in Staubfiltern, Staubkammern und Kanälen zum Absetzen gebracht oder in Wasser geleitet und ausgewaschen, oder verbrannt. Die giftigen und lästigen Gase können abgefangen, kondensiert oder durch chemische Bindung, darunter ist auch ihre Verbrennung zu rechnen, unschädlich gemacht werden. Es gelingt jedoch nicht immer, des Staubes oder der Gase völlig Herr zu werden.

Intoxikationen.

Die Abwässer von chemischen Fabriken, Färbereien, manchen Hüttenbetrieben etc. enthalten entweder direkte Gifte (Arsen, Blei, Antimonverbindungen) oder Säuren bezw. Alkalien. Die Gefahr der Vergiftung von Grundwasser, Brunnen und Flüssen liegt nahe. Bei den Betrieben, welche viele organische Substanzen oder organisierte Partikelchen in ihren Abwässern bergen (Stärke- und Zuckerfabriken, Brauereien, Leimsiedereien und ähnlichen) ist die Fäulnis der Abwässer oder die Verschlammung der Wasserläufe und nachträgliche Fäulnis zu fürchten.

Die Hygiene muss verlangen, dass die Abwässer der Industrie von den Giftstoffen befreit sind, ehe sie die Fabrik verlassen; der starke Säure- oder Alkaligehalt der Wässer muss abgestumpft werden. Trotzdem ist den Brunnen in der Um-

gebung gefährlicher Etablissements besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden, um so mehr, als aus den Abfällen einiger Industrien Giftstoffe, üble Geschmacks- und Riechstoffe durch das Regenwasser gelöst und in den Untergrund geführt werden. Die an organischem Material reichen Abwässer werden am besten durch Rieselung gereinigt. Wo das nicht angängig ist, müssen je nach der Eigenart des Betriebes andere Reinigungsmethoden angewendet werden; es ist leicht, die suspendierten Stoffe abzufangen, aber schwer, die gelösten organischen Substanzen zu entfernen.

Infektionen.

Infektionen sind hauptsächlich zu fürchten in der Lumpen- und Lederindustrie. Wenn auch in erster Linie die Arbeiter der betreffenden Anstalten gefährdet sind, so verbreitet sich doch von diesen aus die Krankheit nicht selten weiter. Beisswänger hat nachgewiesen, dass der Milzbrand in denjenigen Ortschaften Württembergs auftritt, welche die Gerberei betreiben, oder welche an fliessenden Wässern unterhalb grosser Gerbereien liegen. Die Weichwässer und die sonstigen Abgänge der Lederindustrie dürfen nicht in die Wasserläufe hineingeleitet, die Häute nicht hineingehängt werden.

Infektionen durch Lumpen werden, wie bereits erwähnt, durch eine zweckmässige frühe Desinfektion verhindert. Ueber die Gefahr der Seuchenhäuser ist Seite 18 gesprochen worden.

In Hospitalern mit infektiösen Kranken ist peinlichste Sauberkeit und ausgiebige Desinfektion unbedingtes Erfordernis.

2. Die Belästigungen entstehen durch die üblen Gerüche, welche viele Industrien verbreiten, durch den Russ, den Staub und den Lärm. Es lässt sich aber Belästigung und Schädigung oft nicht auseinanderhalten. Für eine Begutachtung möge der Satz des Gutachtens der wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen in Preussen vom 27. 7. 1886 beherzigt werden: „Wenn die freie Luft häufig so verunreinigt wird, dass man gezwungen ist, sich dagegen abzuschliessen, dann kann es keinem Zweifel unterliegen, dass es sich nicht mehr um eine einfache Belästigung, sondern geradezu um eine Schädigung der Gesundheit handelt.“ Neben der Behinderung des Genusses der frischen Luft kommt hierbei die Unmöglichkeit des Temperatenausgleiches in Betracht.

Belästigung
oder
Schädigung.

Der gesunde, kräftige Mann fühlt kaum als Belästigung, was der Kranke, der Genesende, der Schwache schon als erhebliche Schädigung empfindet. Bei der Abschätzung der Belästigungen ist daher nicht bloss das gesunde, sondern auch das kranke und schwache Individuum zu berücksichtigen.

Der Russ lässt sich, wenn auch nicht ganz entfernen, so doch wesentlich beschränken durch die Anstellung gelehrter Heizer und durch die sog. Rauchverbrennung (Seite 233); letztere sollte bei der Konzessionierung der Anlage stets verlangt werden. Nicht selten gelingt es, die üblen Gerüche dadurch los zu werden, dass man die Abgase in die Feuerung leitet. — Das Geräusch kann vermindert werden durch Schluss der Fenster der Werkstätten, durch Doppelfenster etc.

In nicht wenigen Fällen lassen sich die Schädigungen und Belästigungen nicht anders vermeiden als durch möglichst grosse räumliche Entfernung der sie erzeugenden Anlagen von den Wohnstätten. Feuergefährliche, schlechte Gerüche oder giftige Gase oder viel Staub und Lärm erzeugende Anstalten sowie chemische Fabriken und ähnliche Betriebe, welche für Besitzer, Anlieger und Publikum überhaupt erhebliche Nachteile, Gefahren oder Belästigungen herbeiführen können, sind nach § 16 der Reichsgewerbeordnung konzessionspflichtig. Die §§ 16, 18 und 26 der R.-G.-O. geben hinreichende Mittel an die Hand, um die Neueinrichtung schädigender und belästigender Betriebe in der Nähe menschlicher Wohnungen zu verhindern. Seite 223 ist der § 23 der R.-G.-O. erwähnt, wonach konzessionspflichtige Betriebe in bestimmte Bezirke gewiesen werden können. Bei bestehenden Betrieben kann nach den zur Zeit gültigen Gesetzen (R.-G.-O. § 51) die fernere Benutzung nur „wegen überwiegender Nachteile und Gefahren für das Gemeinwohl“ untersagt werden.

Konzessionspflichtige Anlagen.

In sehr guter Weise sind die hygienischen Direktiven und Massnahmen einer Reihe der konzessionspflichtigen Betriebe zusammengestellt in der preuss. technischen Anleitung etc., hinsichtlich der Genehmigung gewerblicher Anlagen etc. v. 18. 5. 95 mit Nachträgen vom 9. 1. 96 u. 16. 3. 98.

III. Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen.

Wenn dem Arbeiter gegen die Schädigungen des Gewerbes Schutz gewährt ist, so bleibt noch übrig, ihm auch ausserhalb der Stätte seiner Arbeit Fürsorge um sein gesundheitliches Wohl zuzuwenden. Das geschieht in den Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen.

A. Die Sorge für die Ernährung der Arbeiter.

Wie die Kost des Arbeiters beschaffen sein muss, wieviel Geld dafür ausgegeben werden kann, ist in dem Kapitel Ernährung gesagt, jedoch seien hier 2 Rezepte nach Prausnitz

angeführt, da sie in vorzüglicher Weise die Bewertung einer Kost illustrieren.

Kost für den ganzen Tag.

	Gewicht	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Preis
100 g Rindfleisch	80	17	4	—	15
Fett	25	—	25	—	3
Kartoffeln	500	10	1	105	3
Brot	750	45	3	350	20
Milch	250	9	10	12	4
Magerkäse	120	41	14	4	10
		122	57	471	55

Mittagessen. Erbsensuppe, Kalbsbraten u. Kartoffelsalat.

Erbsen	75	16	1	39	3
Fett	20	—	19	—	3
200 g Kalbfleisch	160	32	2	—	27
Kartoffeln	359	6	—	67	2
Oel	12	—	12	—	1
Schwarzbrot	120	7	—	59	3
		61	34	165	39

Nochmals sei darauf hingewiesen, dass die „Konsumvereine“ die Beschaffung guter und billiger Nahrungsmittel ermöglichen. Leider wird die Arbeiterkost vielfach nicht gut, nicht schmackhaft bereitet. Es ist deshalb der „Haushaltungsunterricht“ mit angeschlossenen Kochübungen von grossem Nutzen und bereits in einer Reihe von Städten eingeführt. Entweder bildet dieser Unterricht einen Teil des Lehrplanes der obersten Elementarschulklasse, oder er wird in Gestalt einer Abendschule an 16—18jährige Mädchen erteilt. Er erstreckt sich auf alle Gebiete des Haushaltswesens oder umfasst nur den Unterricht im Kochen; ersteres ist das bessere. Da die Arbeiterin wenig Zeit auf das Kochen verwenden kann, empfiehlt sich die Anschaffung von Grudeöfen (Grude = Braunkohlenabfall), welche für wenig Pfennige täglich ohne Aufsicht langsam die Speisen gar kochen lassen, so dass die Arbeiterin morgens beim Verlassen der Wohnung die Speisen einsetzt und sie mittags bei der Heimkehr gar vorfindet. Zum Garwerden der Speisen genügen bereits 70 bis 80°. Man kann daher auch die Speisen zunächst auf 100° erhitzen und sie dann in Kästen einsetzen, die mit schlecht wärmeleitendem Material (Federn, Wolle, Haaren, Heu) ausgefüllt sind. Gute Wärmekästen lassen sehr wenig Wärme entweichen und werden die Speisen in ihnen in etwa 4 Stunden gar.

Menagen.

Wohltätig sind die „Arbeiter-Menagen“, d. h. Einrichtungen,

Kochunterricht.

welche den Arbeitern gegen ein billiges Entgelt an den Industriestätten selbst die Verpflegung gewähren. Gewöhnlich richten die Fabrikherren die Anstalt so ein, dass sie höchstens den Selbstkostenpreis berechnen. Leider wird das humane Streben des Arbeitgebers vielfach von dem Arbeiter mit Misstrauen betrachtet. Besser gefallen dem Manne die „Volksküchen“, wo er für sein bares Geld nach seinem Belieben sich eine mehr oder minder reichliche Portion geben lassen kann.

Volksküchen.

Alkoholgenuss.

Eine grosse Gefahr liegt in dem Alkoholgenuss. Der Arbeiter bedarf bei seiner oft schweren, eintönigen Beschäftigung eines Exzitans, und er nimmt dasjenige, welches für den geringsten Preis das meiste leistet und bequem zu haben ist, den Branntwein. Will man dem Genuss desselben entgegentreten, so muss man dem Manne die Möglichkeit gewähren, an dem Arbeitsplatz selbst für ein billiges Geld ein anderes Anregungsmittel zu erhalten. In einigen Industriezentren bestehen öffentliche Kaffeeschenken, welche, mit im Winter erwärmtem Lesezimmer vereinigt, dem ermüdeten Arbeiter körperliche Erholung und geistige Anregung gewähren. Das ist gut für die freie Zeit, aber kommt für die Arbeitszeit nicht in Betracht. Man hat vielfach verlangt, dem Arbeiter ein gutes, billiges Bier zugänglich zu machen, damit er sich des Schnapses entwöhne. Das ist gut gemeint, führt aber kaum zu dem gewünschten Ziel. Gutes Bier ist nicht billig, es erzeugt auch nicht das Gefühl der Wärme, und der Arbeiter ist mit einem Glas Bier den Tag über nicht zufrieden; er verbraucht vielmehr einen beträchtlicheren Teil seines Lohnes, wenn er anstatt des Branntweines Bier trinkt, und der ganz enorme Verbrauch von Flaschenbier in den Betrieben, auf den Bauten usw. zeigt, dass man hier einen bedenklichen Weg beschritten hat. Das, was der Mann an Bier genießt, wird der Familie an Brot entzogen. — Der Hebel ist einzusetzen bei der heranwachsenden Arbeiterschaft; es muss ihr klar gemacht werden, dass es der Reizmittel durchaus nicht so sehr bedarf, wie die älteren Arbeiter angeben, dass der Alkohol in jeder Form ein Gift ist. Schlimm ist das böse Beispiel der älteren Arbeitsgenossen, der Hohn, der Spott, der über die Abstinenten ergossen wird. Helfend kann hier die Betriebsleitung eintreten, sie kann als Hausherr die Einbringung von Spirituosen verbieten, ebenso kann sie anordnen, dass die jüngeren Arbeiter für die älteren kein Frühstück oder Alkohol heranholen, und weiter ist es ihr möglich, junge Leute nur dann anzustellen, wenn sie sich verpflichtet, während der Arbeit und der Pausen keinen Alkohol

in irgend einer Form zu geniessen. Als Ersatz dafür sollten sich die Leitungen dazu verstehen, ihren Leuten für ein ganz billiges Geld gezuckerten Kaffee oder Tee zu geben.

B. Die Sorge für die Wohnung der Arbeiter.

Tatsächliche
Wohnungs-
verhältnisse.

Um sich ein Bild über die Wohnverhältnisse der Arbeiter in den Städten zu machen, dienen die folgenden Zahlen. In Breslau betragen im Jahre 1893 die nur aus einem heizbaren Zimmer bestehenden Wohnungen 41,4 %, in Köln 12,97 %, in München 27,6 %. Auf ein heizbares Zimmer kamen 6 und mehr Personen in 2887 Fällen in Hannover, in 7079 Fällen in Halle, in 3315 Fällen in Königsberg. In Leipzig bestanden im Jahre 1885 25 % der Wohnungen aus einem heizbaren Zimmer mit Zubehör, 26 % aus 2 Zimmern mit Zubehör; beide Kategorien beherbergten 47 % der Bevölkerung; 1270 Familien, die nur über ein heizbares Zimmer verfügten, teilten diesen Raum noch mit Schlafleuten. In demselben Jahre entfielen in der hauptsächlich von Arbeitern bewohnten Sorauerstrasse in Berlin auf je 2 Räume durchschnittlich 4,4 Menschen, dabei hatten 43 % der gesamten Bewohner unter 20 cbm Luftraum, der Preis einer zweizimmerigen Wohnung betrug durchschnittlich 225 M. In Merseburg und Weissenfels kamen bei einer Gruppe von Arbeiterwohnungen nur 9,8 bzw. 9,7 cbm auf den Wohnraum und 6,7 beziehungsweise 7,0 cbm auf den Schlafraum für jeden Bewohner. Die Wohnverhältnisse der Arbeiter in kleinen Industriestädten sind vielfach erheblich schlechter als in den Grossstädten; am schlechtesten sind wohl die periodischen Landhilfsarbeiter untergebracht. Die meisten Wohnungen der ärmeren Arbeiter gewähren nicht den nötigen Raum.

a) Allgemeine
Anforderungen.

1. Eigentlich sollte jede Arbeiterfamilienwohnung bestehen aus mindestens einer Wohnstube, einer Schlafstube, einer Küche, einem kleinen Vorratsraum im Keller und Dachboden und dem Abort. Sehr wünschenswert ist ein eigener Flur und, wo zugänglich, ein Stückchen Garten. Bei herangewachsenen Kindern sind für die verschiedenen Geschlechter besondere Schlafkammern erforderlich.

Indessen ist der Verdienst vielfach so schlecht, sind die Mieten so hoch, dass die Arbeiter nur eine aus zwei Räumen bestehende Wohnung mieten können. In solchem Falle ist Wohnstube und Küche zusammenzulegen und der zweite Raum als Schlafstube zu verwenden. Oft ist sogar nur ein Wohnraum

zu erschwingen. Leider ist hier die wirtschaftliche Seite der Frage und nicht die gesundheitliche massgebend.

Will der Arbeiter gesundheitlich entsprechend leben, so darf er nicht mehr als ungefähr $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{6}$ des Verdienstes für die Wohnung ausgeben, und die erste Forderung der Arbeiterwohnungs- hygiene ist, „dass für dieses Geld dem Arbeiter möglichst viel Raum zur Verfügung gestellt werde, dass also billig gebaut und zu geringem Zins vermietet werde“. Kann das nicht geschehen, so nützt die Erfüllung der übrigen gesundheitlichen Massnahmen nicht viel, die Ueberfüllung macht sie grösstenteils illusorisch. Unter Berücksichtigung dieses Gesichtspunktes ist zu verlangen, dass jeder Bewohner mindestens 20 cbm Wohnungsraum, wovon die Hälfte als Schlafräum, erhalte, bei einer Zimmerhöhe von mindestens 2,8 m. Die sächsischen Regulative fordern für eine Familienwohnung ausser der Küche mindestens 30 qm Grundfläche. Wo, wie meistens, besondere Lüftungsanlagen nicht zu erschwingen sind, muss die Ventilation mit der Heizung in Verbindung gebracht werden.

b) Spezielle Anforderungen.

Bis fast zur Decke gehende doppelt verglaste Fenster mit festem Mittelpfeiler sind zu empfehlen. Auf gute Wärmehaltung der Häuser, auf gute Heizungseinrichtungen ist wegen Ersparnis laufender Kosten ein grosser Wert zu legen. In den Küchen sind eiserne Herde, in den Zimmern, in welchen gekocht werden muss, Kochöfen aufzustellen, welche den Wasserdampf sowie die Speiseausdünstungen und im Sommer die überflüssige Wärme, ohne das Zimmer zu belästigen, direkt in den Kamin abgeben (Seite 251); Grudeöfen sind für den Sommer sehr geeignet.

Mitbestimmend für den Preis einer Wohnung ist der Preis des Bauplatzes, wo letzterer gering ist, lassen sich kleine Familienhäuser einrichten; wo derselbe teuer ist, muss man mit Arbeiterzinshäusern zufrieden sein. Man unterscheidet das Einfamilienhaus (Fig. 149 und 150), Zwei- und Vierfamilienhaus (Fig. 151); diese Häuser können villenartig inmitten kleiner Gärten liegen oder mit Vorgärten und Hofraum zu Strassenzügen vereint sein (siehe Fig. 152 und 153).

Einzelhäuser.

Das Bestreben, dem Arbeiter den Erwerb von kleinen Häusern durch Abzahlung zu ermöglichen, ist nur von geringem Erfolg gewesen. Einzelhäuser oder Doppelhäuser sind gewöhnlich zu teuer; die Arbeiterbevölkerung fluktuiert und will vielfach kein eigenes Heim, weil dieses sie beschränkt dem höheren Lohne nachzugehen. Wo aber der Boden billig, die Verhältnisse

patriarchalisch genug waren, um den Hauserwerb zu ermöglichen, da hat man gute Resultate erzielt.

Bei den Massenwohnungen hat man verschiedene Systeme angewendet.

In einigen Vierteln Londons hat man Häuser im Blockbau errichtet; um einen Hof, welcher $\frac{2}{3}$ des ganzen Komplexes um-

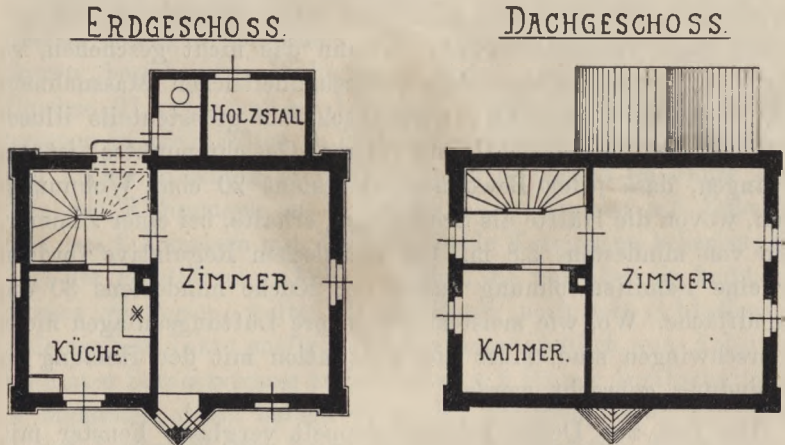


Fig. 149.

Fig. 150.

Einfamilienhaus der Höchster Farbwerke.
Fig. 149. Erdgeschoss. Fig. 150. Dachgeschoss.

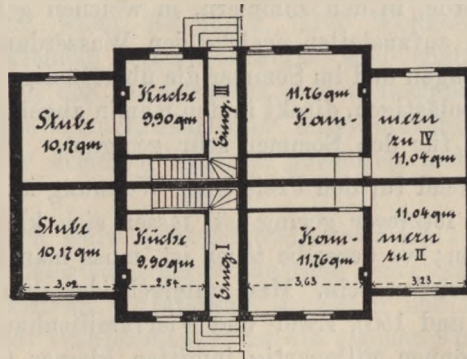


Fig. 151. Vierfamilienhaus mit Teilung übers Kreuz: Haus und Wohnung sind zweigeschossig; jede Familie ist vollständig für sich abgeschlossen. Links die Parterrerräume zweier Wohnungen, rechts die Kammern des Obergeschosses der zwei anderen, gegenüberliegenden Wohnungen. Anilinfabrik von A. Leonhardt in Mühlheim a. M.

fasst, schliessen sich hohe Bauwerke mit einer grossen Anzahl Einzelwohnungen. An der Hofseite des Hauses laufen Veranden hin, von wo aus eiserne Freitreppen in den gemeinschaftlichen Hof führen.

In Deutschland sind grosse Miethäuser mit eingebauten Treppen mehr beliebt. Sie finden sich hauptsächlich in der Peripherie der Grossstädte.

Bei diesen Zinshäusern und noch mehr bei den innerhalb der grossen Städte eingerichteten liegt die Gefahr vor, dass

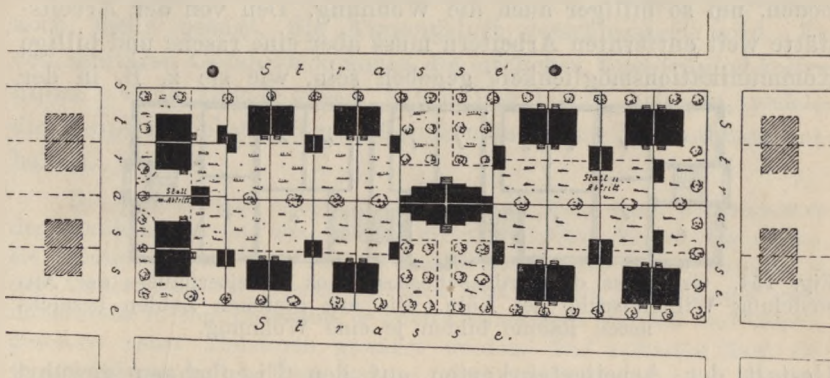


Fig. 152. Arbeiterkolonie der Anilinfarbenfabrik von A. Leonhardt in Mühlheim a. M. Offene Bauweise mit 1 Vier- und 10 Zweifamilienhäusern, den dazu gehörigen Stallungen, Aborten und Gärten.

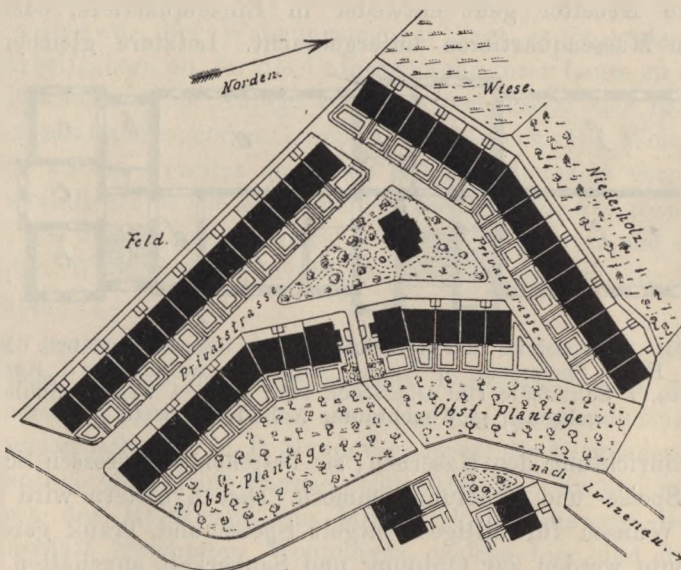


Fig. 153. Arbeiterkolonie des Herrn Vogel-Lunzenau mit aneinandergereihten Familienhäusern und Vorgärten.

Licht und Luft durch die Errichtung zu hoher Gebäude und durch zu enge Hofräume und Strassen zu stark beschränkt werden. Entsprechende Normen in den Bauordnungen sind des-

halb vorzusehen. Mehr als höchstens 4 Geschosse einschliesslich des Parterres und des besser voll auszubauenden Dachgeschosses soll ein Arbeiterwohnhaus nicht haben, so dass im Höchstfall 8 Parteien auf einer Treppe verkehren.

Je weiter von der Stadt entfernt, um so billiger ist der Boden, um so billiger auch die Wohnung. Den von der Arbeitsstätte weit entfernten Arbeitern muss aber eine rasche und billige Kommunikationsmöglichkeit gegeben sein, wie sie z. B. in der

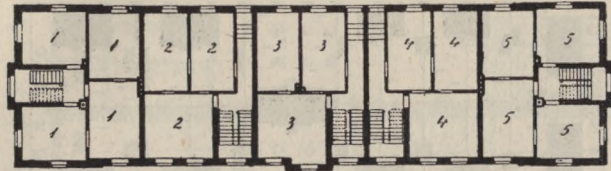


Fig. 154. Grundriss des Erdgeschosses eines Arbeiterhauses der Ansiedelung Wilhelmsruhe bei Köln. Die mit gleichen Zahlen bezeichneten Räume bilden je eine Wohnung.

Gestalt der Arbeiterfahrkarten auf den Eisenbahnen gewährt wird. Bei Bremen ist eine Arbeiterkolonie eingerichtet, zu deren Hausausrüstung, um die Entfernung zu kürzen, Fahrräder gehören.

2. Die Wohnungen für Unverheiratete. Der unverheiratete Arbeiter geht entweder in Einzelquartiere, oder er wird in Massenquartieren untergebracht. Letztere gleichen in

Massen-
quartiere.

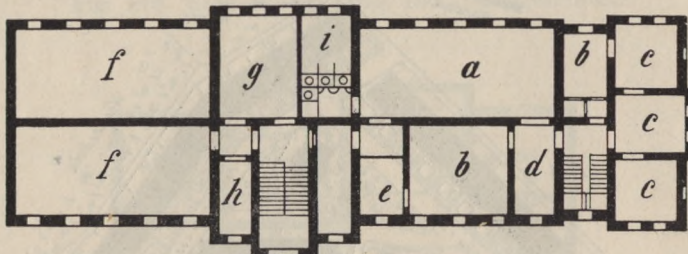


Fig. 155. Erdgeschoss der Arbeiterkaserne der Zuckerfabrik Mühlberg a. E. a Speisesaal, b Küche, c Beamtenwohnung, d Kantine, e Vorräte, f Schlafsäle (im Oberstock sind noch 4 weitere Schlafsäle gelegen), g Waschraum, h Bad, i Aborte.

ihrer Einrichtung den Kasernen; sie bestehen aus grossen Schlafsälen, Speise- und Erholungszimmern. Den Arbeitern wird nach ihrem Wunsch für billiges Entgelt Speise und Trank gereicht. Die Leute werden zur Ordnung und Sauberkeit angehalten, und so sind diese Arbeiterkasernen, wenn sie sonst den hygienischen Anforderungen entsprechen, günstig zu beurteilen.

Aber viele Arbeiter empfinden die Hausordnung als drückende Fessel, oder sie finden in den Quartieren keinen Platz und mieten sich daher als „Schlafburschen“ oder „Schlafgänger“

Schlafgänger-
wesen.

ein, d. h. für ein gewisses Geld bekommen sie eine Schlafstelle und die Erlaubnis, sich nach der Arbeitszeit bei der Familie einzufinden und dort bis zum Beginn der nächsten Arbeitszeit zu verbleiben. Schlafburschen werden meistens von den ärmsten Familien aufgenommen, wodurch der ohnehin knappe Wohnraum noch mehr beengt, die Atmungsluft verschlechtert wird. Zu den sanitären Gefahren kommen die sittlichen Unzutraglichkeiten hinzu. Viele Gemeinwesen haben Regulative erlassen, welche die hauptsächlichsten diesbezüglichen sanitären Massnahmen enthalten.

Die Schlafräume sollen mit den eigenen Wohn- und Schlafräumen der Familien oder mit den Aborten nicht in direkter Verbindung stehen, sie müssen gedeilt, mit einer Tür und mindestens einem Fenster in der Aussenwand des Hauses versehen sein. Jedem Schlafgänger muss mindestens 10 cbm Luftraum, je zweien mindestens ein Bett und Waschgeschirr nebst Handtuch gewährt werden. Die zulässige Zahl der Quartiergänger soll in dem Raume selbst angeschlagen sein. Für die Benutzung ist die obrigkeitliche Genehmigung einzuholen. Unverehelichte Personen verschiedenen Geschlechtes dürfen nicht in demselben Raume nächtigen.

3. Die Sorge für Beschaffung von Arbeiterwohnungen. Bei Wohnungsmangel liegt es in erster Linie den Arbeitgebern ob, für die Unterbringung ihrer Leute zu sorgen. Das geschieht durch Anlage von Arbeiterhäusern oder Kolonien, d. h. zusammenhängenden Gruppen von Häusern. Die Wohnungen werden an die Arbeiter zu einem billigen Mietszins verpachtet. In vorbildlicher Weise gehen an manchen Stellen die grossen Betriebe des Staates vor, die dort, wo für ihre Arbeiter und kleinen Beamten Wohnungsschwierigkeiten bestehen, selbständig Häuser errichten.

Durch die Arbeitgeber.

In zweiter Reihe stehen die Arbeiter selbst. Es existieren auf dem Prinzip der eingetragenen Genossenschaften mit beschränkter Haftung basierte, aus Arbeitern bestehende Spar- und Baugenossenschaften (z. B. Hannover, Jena); die Mitglieder zahlen wöchentlich eine kleine Summe, 0,30—0,60 Mk., ein und erlangen dadurch das Recht auf den Mitbewerb um die von der Genossenschaft errichteten Wohnungen, welche hier und da auch in eigenen Besitz übergehen können. Viele Invaliditäts- und Altersversorgungskassen haben ihre Reservegelder zu mässigem Zins solchen Genossenschaften hypothekarisch zur Verfügung gestellt, ein hoch anzuerkennendes Vorgehen.

Durch die Arbeiter.

Eine dritte Gruppe von Arbeiterwohnungen ist aus milden Stiftungen hervorgegangen. Die Miete entspricht geringen

Durch Stiftungen und gemeinnützige Gesellschaften.

Kapitalzinsen. Ferner werden durch sog. gemeinnützige Bau-
gesellschaften eine Anzahl Wohnungen eingerichtet und billig
vermietet.

Durch Aktien-
gesellschaften.

Die aus all diesen Quellen entstandenen Häuser genügen
dem Bedürfnis keineswegs, und es ist wünschenswert, dass
auch in Deutschland auf rein geschäftlicher Basis begründete
Aktiengesellschaften die Errichtung und Verwaltung von Arbeiter-
mietshäusern in die Hand nehmen. Die Industriellen sollten
sich in erster Linie als Aktionäre beteiligen. Der Zinsfuß darf
jedoch nicht über 3 % betragen. Auch haben einige Städte Woh-
nungen für ihre eigenen Arbeiter und für sog. „kleine Leute“
gebaut; die meisten Städte haben sich jedoch damit begnügt, durch
billige Abgabe von Bauland oder unentgeltliche Anlage von Wegen,
Gas- und Wasserleitung usw. die gemeinnützige Bautätigkeit zu
unterstützen.

Sauberkeit.

Wie immer auch die Wohnung sei, die Arbeiterbevölkerung
wird dichtgedrängt oder in engen Räumen wohnen und ist da-
her den Krankheiten, insonderlich den Infektionskrankheiten,
mehr ausgesetzt als die übrige Bevölkerung. Die Reinlichkeit
mindert diese Gefahr wesentlich; aber der Sinn für dieselbe
fehlt vielen Arbeitern. In erster Linie muss die Jugend an
Reinlichkeit gewöhnt werden, mit dem Erwachsenen ist wenig
auszurichten. Daher sind die Schulbäder von so hoher Wichtig-
keit; die Kinder werden dadurch zur Körperreinlichkeit erzogen,
sie lernen sich der schmutzigen und zerrissenen Unterkleider
schämen. Die Reinlichkeit des Körpers und der Kleider hat
die Sauberkeit der Wohnung zur Folge. Schon früh sollten die
Kinder dazu angehalten werden, mit dem Auswurf vorsichtig
umzugehen, um der Verbreitung der Tuberkulose entgegen-
zutreten.

Im Haushaltsunterricht ist dem Kapitel „Ordnung und
Sauberkeit“ ein grosser Raum zu gewähren. Die Arbeiterinnen
müssen es lernen, die noch so ärmliche Wohnung rein und
wohnlich, gemütlich herzurichten, damit der Mann keinen Grund
hat, sein Heim mit dem Wirtshaus zu vertauschen.

C. Die Sorge für die Kinder.

Eine der Hauptsorgen des Arbeiters ist die Sorge für die
Kinder. Wenn Vater und Mutter den Erwerb ausser dem
Hause suchen müssen, sind die Kinder eine grosse Last für die
Eltern. Für die Kinder selbst liegt die Gefahr der Verwahr-
losung in sittlicher und gesundheitlicher Beziehung vor. Des-

halb haben schon früh, als die Konzentrierung der Arbeit begann, wohldenkende Menschen sich der Kinder der Arbeiter angenommen, und noch jetzt ist die Sorge um dieselben eine der Hauptzweige der Vereinswohltätigkeit in den Industriezentren.

1. Kinderkrippen sind Anstalten, wohin die Mütter ihre Kinder bis zu 2 Jahren über Tag geben können, um sie abends wieder abzuholen. Den Kindern wird entsprechende Nahrung gereicht. Leider ist die Sterblichkeit, besonders unter den Säuglingen, eine hohe; der Brechdurchfall fordert zahlreiche Opfer, trotzdem die Mütter veranlasst werden, wenn angängig, den Kindern in der Zwischenzeit die Brust zu reichen. Vom gesundheitlichen Standpunkte aus ist zu verlangen, dass in den Krippen die grösste Sauberkeit herrsche; als Nahrung für die Säuglinge komme nur frisch sterilisierte Milch in zweckentsprechender Verdünnung zur Verwendung. Zur Wartung und Pflege sei eine grosse Anzahl gut geschulter, dafür auch gut bezahlter gesunder Wärterinnen vorhanden. Die Brechdurchfälle werden besser als ansteckend betrachtet und sollten Wärterinnen, die Kinder mit solchen Durchfällen pflegen, zur Wartung, insonderlich zur Ernährung gesunder Kinder nicht herangezogen werden. Die Räume müssen den Anforderungen der Gesundheitspflege voll entsprechen, und ferner muss eine regelmässige ärztliche Kontrolle der Anstalt statthaben.

2. Unter Kinderbewahranstalten, Kindergärten, versteht man Anstalten, wohin Kinder von 2 Jahren bis zum schulpflichtigen Alter gebracht werden, um dort Wartung, Nahrung und Beschäftigung für die Zeit zu finden, während welcher die Eltern fern sind. Die Nahrung sei einfach aber kräftig, genügend fett und eiweisshaltig und der Verdauung der Kinder angepasst. Kinderbewahranstalten sollen besondere Speise-, Spiel- und Schlafräume haben, welche sämtlichen hygienischen Anforderungen an Heizung, Licht und Luft — genügender Luftkubus, genügende Lüfterneuerung — entsprechen. Ein grosser Spielplatz, womöglich mit bedeckter Halle, ist Erfordernis. Leider lassen die hygienischen Verhältnisse mancher Kinderbewahranstalten und Kindergärten vieles zu wünschen übrig. Eine häufige ärztliche Kontrolle ist um so mehr notwendig, als die erwähnten Anstalten sehr leicht zum Ausbruch weitverbreiteter Epidemien (Masern, Keuchhusten, Diphtherie, Scharlach) Veranlassung geben können. Jede Bewahranstalt soll ein Zimmer haben, in welchem verdächtige oder erkrankte Kinder so lange untergebracht werden können, bis sie von den Eltern abgeholt

werden. Mindestens zweimal jährlich werde der Kalkanstrich der Wände erneuert, alle acht Tage werde gründlich gescheuert, täglich feucht abgewischt und der Fussboden feucht gereinigt. Tuberkulose oder der Tuberkulose verdächtige Personen dürfen weder in den Krippen noch in den Bewahranstalten eine Beschäftigung finden.

3. Die Ferienkolonien. Eine Institution, welche hauptsächlich den Kindern der arbeitenden Klasse zugute kommt, sind die „Ferienkolonien“ oder „Sommerpflegen“. Arme schwächliche oder kränkliche Schulkinder werden durch Vermittelung wohlthätiger Vereine auf das Land geschickt, wo sie unter Aufsicht eines Lehrers an einem Ort für einige Wochen einquartiert, „Kolonien“, oder in Familien zerstreut untergebracht werden, „Familienpflege“. Kranke oder kränkliche Kinder werden in Bäder geschickt. Die weniger schwächlichen bekommen „Stadtpflege“, d. h. sie werden während der Ferien täglich zur Stadt hinausgeführt, um sich in der freien Natur im Spiel frei zu bewegen; hierbei wird ihnen Brot und Milch gereicht. Diese Einrichtungen, welche in den letzten Jahren einen bedeutenden Aufschwung genommen haben, wirken, wie der Augenschein und die Gewichtsbestimmungen ergeben, sehr günstig auf das Befinden ein.

4. Die Kinderhorte. Um die schulpflichtigen Kinder von Arbeitern, welche ausser dem Hause sich beschäftigen, nicht verwahrlosen zu lassen, sind die „Kinderhorte“ oder „Kinderheime“ gegründet. In diesen Anstalten versammeln sich die Kinder in den schulfreien Stunden, sie stehen dort unter Aufsicht, spielen, werden ins Freie geführt, zur Anfertigung ihrer Schularbeiten angehalten und mit einer einfachen Mahlzeit verpflegt.

D. Die Sorge für den arbeitsunfähigen Arbeiter.

1. Die früheren Verhältnisse. Während die erwähnten Einrichtungen durch private Wohlthätigkeit entstanden sind und unterhalten werden, hat in den letzten Jahren das Deutsche Reich — dem später andere Staaten gefolgt sind — in sehr ausgiebiger Weise für die arbeitende Bevölkerung gesorgt.

Wurde früher der Arbeiter alt und gebrechlich, konnte er wegen Krankheit oder infolge eines Unglücksfalles sein Brot nicht mehr erwerben, so war der Notgroschen bald aufgezehrt;

der Mann, die Familie war arm geworden. Die Sorge für den Verarmten fiel zunächst den begüterten nächsten Verwandten zu; versagte diese Hilfe, so musste das Gemeinwesen eintreten. Nach dem „Gesetz über den Unterstützungswohnsitz“ musste und muss jetzt noch der Armenverband des Ortes aushelfen, in welchem der Verarmte seinen Unterstützungswohnsitz hat. Letzterer wird erworben durch zweijährige Anwesenheit, verloren durch zweijährige Abwesenheit.

Versorgungspflichtige.

Unterstützungswohnsitz.

Diejenigen Bedürftigen, welche keinen Unterstützungswohnsitz haben, heissen „Landarme“ und werden durch die Armenverbände grösserer Bezirke, die sog. Landarmenverbände, unterstützt. Die Grösse und Gestaltung dieser Verbände ist in den verschiedenen deutschen Staaten verschieden, aber jeder Deutsche wird als „Inländer“ betrachtet. Dieses auf der Basis der Freizügigkeit gegründete Gesetz hat in Bayern keine Gültigkeit; dort basiert die Armenpflege auf dem „Heimatsrecht“. Jeder Bayer ist in irgend einer Gemeinde heimatsberechtigt, geht das Heimatsrecht in einer Gemeinde verloren, so wird es in einer anderen wieder erworben, und letztere hat die Pflicht der Unterstützung.

Landarme.

Heimatsrecht.

Das, was dem Armen gegeben wurde, war nur das Notwendigste.

Um sich vor Not zu schützen, um nicht das Entwürdigende des Almosenempfanges auf sich zu laden, taten sich schon ziemlich früh einige Gewerke, zunächst die Knappschaften, zusammen. Durch Zuschüsse aller wurde ein Kapital gesammelt, aus welchem zuerst die Begräbniskosten bestritten (Totenladen), bald auch Bedürftige unterstützt wurden. Da aber diesen Kassen oder Laden die Kontrolle fehlte, so traten nicht selten geschäftliche Schwierigkeiten ein, und die Kassen entledigten sich des öfteren ihrer Verpflichtungen nicht in gehöriger Weise. Dem wurde ein Ende gemacht durch das Gesetz über die eingeschriebenen Hilfskassen vom 7. 4. 76. Die Hilfskassen unterstehen behördlicher Kontrolle; der Unterstützungsanspruch ist weder übertragbar noch verpfändbar, noch Gegenstand der Beschlagnahme; durch Ortsstatut konnte die Bildung von eingeschriebenen Kassen und der Beitritt von Gesellen, Arbeitern etc. angeordnet werden; ferner konnte festgesetzt werden, dass die Arbeitgeber nicht allein die Prämien vorschiesen, sondern auch zur Hälfte tragen mussten. Diese Kassen haben manches Gute bewirkt, indessen wurde nicht genügend Gebrauch von ihnen gemacht; ohne Zwang liess sich Grosses nicht schaffen.

Knappschaftskassen.

Eingeschriebene Hilfskassen.

Das Hilfskassengesetz kann betrachtet werden als ein Vorläufer der drei grossen Gesetze: des Krankenversicherungsgesetzes, des Unfallversicherungsgesetzes und des Gesetzes betreffend die Invaliditäts- und Altersversicherung.

2. Das Krankenversicherungsgesetz (15. 6. 83, 10. 9. 92 und 25. 5. 03) verpflichtet die in der Industrie, im Handwerk und sonstigen stehenden Gewerbebetrieben, in der Land- und Forstwirtschaft etc. gegen Lohn oder Gehalt (bis zu 2000 M. jährlich) beschäftigten Personen zum Beitritt. Im Jahre 1894 waren versichert 7,3 Millionen Personen. Die Einnahmen betragen 135, die Ausgaben 127 Millionen Mark. Das Gesetz unterscheidet ausser den noch bestehenden „eingeschriebenen Hilfskassen“ die Knappschafts-, Innungs-, Bau-, Betriebs-, Orts- und Gemeindekrankenkassen. In die letzteren müssen alle diejenigen versicherungspflichtigen Personen aufgenommen werden, welche einer der übrigen Kassen nicht angehören. Die Gemeindekasse gewährt ihren Mitgliedern eine 26 Wochen dauernde freie ärztliche Behandlung, Arznei sowie Brillen, Bruchbänder und ähnliche Heilmittel. Im Falle der Erwerbsunfähigkeit gibt sie vom dritten Tage nach Beginn der Erkrankung an ein Krankengeld in Höhe des halben durchschnittlichen Tagelohnes; wird der Patient in einem Krankenhause gepflegt, so fällt für ihn das Krankengeld fort; ist er verheiratet, so bleibt die Hälfte des Geldes der Familie. Bei selbstverschuldeten Krankheiten braucht das Krankengeld nicht bezahlt zu werden.

Gemeinde-
krankenkassen.

Die Beiträge zu den Krankenkassen sind von den Versicherten zu $\frac{2}{3}$ selbst zu leisten, das letzte Drittel trägt der Arbeitgeber.

Orts-
krankenkassen.

Ortskrankenkassen heissen diejenigen Kassen, welche die Angehörigen eines Gewerbes oder Betriebes an einem Orte umfassen. Die Errichtung gemeinsamer Ortskrankenkassen für mehrere Betriebe ist gestattet, wenn die Zahl der in den einzelnen Gewerben und Betrieben beschäftigten Personen weniger als 100 beträgt. Die Ortskrankenkassen müssen gewähren eine Krankenunterstützung wie die Gemeindekassen, die gleiche Unterstützung an Wöchnerinnen auf die Dauer von 6 Wochen und ein Sterbegeld für den Todesfall. Ausserdem können sie gewähren eine Fortdauer der Krankenunterstützung bis zu 1 Jahr, ein höheres Kranken- und Sterbegeld, die Unterstützung der Schwangeren bis zu 6 Wochen und freie ärztliche Behandlung einschliesslich Arzneien etc. für erkrankte Familienangehörige der Kassenmitglieder. Dahingegen sind Invaliden-, Witwen-

und Waisenunterstützungen von seiten der Ortskrankenkassen nicht zulässig. Sämtliche oder mehrere Ortskrankenkassen können gemeinsam Verträge mit Aerzten, Apotheken und Krankenhäusern schliessen.

Wenn ein Unternehmer mehr als 50 Leute in seinem Betriebe beschäftigt, so kann er eine Betriebs- oder Fabrikkasse gründen oder zu ihrer Gründung angehalten werden. Für diese Kassen gelten die gleichen Bestimmungen wie für die Ortskrankenkassen.

Betriebs-
krankenkassen.

Dasselbe trifft zu für Bau- und Innungskassen.

Bau- und-
Innungskassen.

Die Knappschafts- und Hilfskassen können an Stelle der vorerwähnten Kassen treten, jedoch dürfen ihre Leistungen nicht hinter denen der Betriebs- bezüglich der Gemeindekrankenkassen zurückbleiben.

3. Das Unfallversicherungsgesetz (6. 7. 84, 28. 5. 85, 5. 5. 86, 11. 7. 87, 13. 7. 87, 30. 6. 1900) hat den Zweck, den infolge eines Unfalles durch Verletzung und Tod entstandenen materiellen Schaden zu mildern.

„Der Unfall im Sinne der Gesetzgebung charakterisiert sich als die körperschädigende plötzliche, von dem Betroffenen nicht gewollte Einwirkung eines äusseren Tatbestandes auf einen Menschen. Betriebsunfall ist der Unfall dann, wenn der Betroffene demselben durch seine Beziehungen zum Betriebe, namentlich durch seine Beschäftigung in demselben in einem die Unfallgefahr des gewöhnlichen Lebens übersteigenden Masse ausgesetzt war.“ (H. Rosin, Berlin 1893.)

Dem Gesetz sind unterworfen die in Fabriken, Bergwerken und ähnlichen Industrien, in einem grossen Teil der Gewerbe und Betriebe, dem Seewesen, der Land- und Forstwirtschaft, den grossen Transportbetrieben des Staates, dem Baugewerbe etc. beschäftigten Personen. Es können auch nichtversicherungspflichtige Personen zur Teilnahme zugelassen werden. Der Schadenersatz besteht in dem Ersatz der Kosten des Heilverfahrens von der 14. Woche ab — bis zur 14. Woche tritt die Krankenkasse ein — und einer von derselben Zeit ab laufenden Rente für den Fall der Erwerbsunfähigkeit. Die Rente beträgt bei der völligen Erwerbsunfähigkeit $\frac{2}{3}$ des Arbeitsverdienstes, für partielle Erwerbsunfähigkeit einen aliquoten Teil. Für den Todesfall werden die Beerdigungskosten getragen, und es erhalten die Witwen und die Waisen eine Unterstützung bis zu höchstens 60 % des Jahresarbeitsverdienstes.

Die Träger der Versicherung sind die „Berufsgenossenschaften“, d. h. die Unternehmer der vorher erwähnten Betriebe von gleicher Gefährlichkeit. Die Unternehmer allein müssen die

Beteiligung der
Arbeiter.

Gelder zusammenbringen für die Entschädigung der verunglückten Arbeiter. Im Jahre 1903 waren rund 19 Millionen Personen versichert und wurden $118\frac{1}{3}$ Millionen Mark Entschädigungen gezahlt. Die Arbeiter haben das Recht, durch selbst gewählte Vertreter sich an den Untersuchungsverhandlungen, welche zum Zweck der Ergründung der Unglücksfälle abgehalten werden, und an der Begutachtung der zur Verhütung von Unglücksfällen zu erlassenden Bestimmungen zu beteiligen.

Die Genossenschaften sind befugt, Vorschriften zu erlassen über die von den Mitgliedern zu treffenden Einrichtungen und über das von den Versicherten zur Verhütung von Unglücksfällen zu beachtende Verhalten. An der Spitze der Berufsgenossenschaften steht als oberste Verwaltungsbehörde das Reichsversicherungsamt zu Berlin.

4. Das Invaliditäts- und Altersversicherungsgesetz (22. 6. 89, 8. 6. 91 und 13. 7. 93). Während das vorbesprochene Gesetz diejenigen Personen vor Not zu schützen strebt, welche durch äussere Gewalt beschädigt sind, wird durch das Gesetz betreffend die Invaliditäts- und Altersversicherung derjenige versorgt, welcher infolge eines krankhaften Zustandes des Geistes oder Körpers oder infolge hohen Alters erwerbsunfähig geworden ist.

Versicherungspflichtig sind die gegen Lohn oder Gehalt beschäftigten Arbeiter, Gesellen, Gehilfen, Dienstboten, Handlungsdiener und Betriebsbeamten, d. h. also alle berufsmässigen Lohnarbeiter, mit einem Erwerb von jährlich nicht über 2000 M. und zum Teil die Hausgewerbetreibenden und kleineren Unternehmer.

Für diese Leute sind wöchentlich je nach der Höhe ihres Einkommens 0,14—0,36 M. vom Arbeitgeber zu zahlen, jedoch darf dieser die Hälfte der eingezahlten Summe dem Arbeitnehmer am Lohn kürzen. Ausserdem zahlt das Reich zu jeder zu gewährenden Rente 50 M. Zuschuss.

Anspruch auf Invalidenrente haben diejenigen Individuen, welche arbeitsunfähig geworden sind, d. h. nicht mehr als ungefähr $\frac{1}{3}$ des früheren Verdienstes erwerben können, nachdem sie wenigstens 4 Jahre ihre Beiträge gezahlt haben, sowie diejenigen Individuen, welche über 70 Jahre alt sind und 24 Jahre lang beigesteuert haben. Im Jahre 1902 wurden gezahlt für Invalidenrenten 78,9, für Altersrenten 23,5 Millionen Mark.

Überweisung
in ärztliche
Behandlung.

Die Versicherungsanstalt ist befugt, für einen der reichsgesetzlichen Krankenpflege nicht unterworfenen Erkrankten das Heilverfahren selbst zu übernehmen oder ihn einer Kasse zu

überweisen. Bei Widersetzlichkeit geht der Pensionsanspruch verloren, wenn anzunehmen ist, dass die Erwerbsunfähigkeit durch dieses Verhalten veranlasst ist.

Entkleidet man die vorstehend besprochenen Gesetze ihrer sozialpolitischen Bedeutung, so stellen sie dennoch Massnahmen dar von ungemein hohem hygienischen Wert. Für den Erkrankten und die Wöchnerin ist die beste Gesundheitspflege eine geregelte ärztliche Behandlung und zweckmässige, gute Ernährung; für beides sorgt bis zu einer gewissen Grenze das Krankenkassengesetz. Die Verhütung von Unglücksfällen wird durch das zweite Gesetz in wirksamster Weise gefördert; es lässt die Unternehmer zahlen für die in ihren Betrieben vorkommenden Unfälle, gibt ihnen dahingegen die Berechtigung, bestimmte Vorschriften zum Schutz der Arbeiter zu erlassen und den Arbeitern anzubefehlen, die zu ihrem Wohle getroffenen Einrichtungen zu benutzen, wogegen den Arbeitern das Recht verliehen wird, bei der Ausarbeitung der Schutzbestimmungen mitzuwirken.

Die Invaliditäts- und Altersversicherung nimmt von dem Arbeiter den Druck, die nagende Sorge um die Zukunft. Früher drohten dem erwerbsuntüchtigen Manne die Schmach und das Elend, der Gemeinde zur Last fallen zu müssen; ängstlich wurde für den Notgroschen gespart. Jetzt hat der Mann sich ein Anrecht auf seine Rente erworben, und die ungünstigen Verhältnisse der Armenpflege der Gemeinden weichen den besseren, wenn auch nicht reichlichen der Versicherung. Die Armut ist der schlimmste Feind der Hygiene; die letztere kann erst dort wirken, wo nicht mehr der Kampf um das nackte Dasein geführt wird, und die hässlichste Armut, die des Invaliden und des Greises, ist zum grossen Teil wenigstens von der Arbeiterbevölkerung fortgenommen durch das letzte grosse Gesetz.

Die Arbeiterwohlfahrtsgesetzgebung ist neuesten Datums, Erfahrungen lagen nicht vor, es ist daher selbstverständlich, dass sie nicht allgemein befriedigen konnte, wie die vielen Zusatzgesetze beweisen. Zweifellos ist der ganze Apparat einschliesslich der Verwaltung kompliziert, schwerfällig und teuer; andererseits sind die gewährten Hilfen nicht immer völlig ausreichend, auch hat der Wunsch manches für sich, die Arbeiter bis zu einem gewissen Einkommen von jedem Beitrag zu befreien und den Ausfall durch direkte Steuern zu decken.

Wie dem auch sei, Deutschland hat jedenfalls den Ruhm, zunächst mit dieser Hygiene der werktätigen Liebe zu den

ärmeren Klassen vorgegangen zu sein, und ist auch nicht alles, so ist doch sehr viel erreicht worden zum Nutzen für die breiten Schichten des Volkes.

Literatur: Lehmann, Einfluss von Gasen und Dämpfen. Archiv f. Hygiene Bd. 5—50. — Eulenburg, Gewerbehygiene. — Albrecht, Handbuch d. prakt. Gewerbehygiene 1894. — Roth, Allgemeine Gewerbehygiene und Fabrikgesetzgebung 1894, in Weyls Handbuch d. Hygiene. — v. Mangold, Aus zwei deutschen Kleinstädten 1894. — Schriften d. Zentralstelle f. Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen und der „Concordia“ bis 1904. — Sommerfeld, Berufskrankheit der Steinmetzen usw. 1892 und Gewerbekrankheiten 1898. — Rambousek, Staub im Gewerbebetriebe 1901 und Schädliche Gase 1902. — Conrad u. Gen., Handwörterbuch der Staatswissenschaften 1901.

Die Infektionskrankheiten.

I. Die Infektionserreger und ihre Uebertragung.

A. Allgemeine Eigenschaften und Kultur der Bakterien.

Schon seit sehr langer Zeit hatte man bei den Infektionskrankheiten ein *contagium animatum* vorausgesetzt, über dessen Natur sich erst in den letzten Jahrzehnten die Ansichten geklärt haben. Man weiss jetzt, dass eine Anzahl Krankheiten durch Hyphenpilze (Eumyceten) hervorgerufen werden, so z. B. können Schimmelpilze Schädigungen und Zerstörungen im Lungengewebe bewirken, so beruhen die Soor-, die Favuskrankheit, die Trichophytie und mehrere andere auf Pilzen. Eine weitere Reihe Erkrankungen wird durch Protozoen erzeugt, so die Tropenruhr, die Malaria, und mehrere Rinder- und Pferdeseuchen. Von wieder anderen Krankheiten sind die Veranlasser nicht bekannt, z. B. den Masern, dem Scharlach, der Schafpocke, der Maul- und Klauenseuche u. a. mehr. Bei einem erheblichen Teil der Infektionskrankheiten sind Bakterien die Erreger.

Die grössten Verdienste um die Erforschung und Aetiologie der Infektionskrankheiten hat sich Robert Koch erworben. Seine Arbeiten sind nach vielen Richtungen hin bahnbrechend und massgebend gewesen.

Am besten bekannt sind die bakteriellen Krankheiten, und zu ihnen zählen die hauptsächlichsten Volkskrankheiten; ihnen muss daher die Hauptaufmerksamkeit gewidmet werden.

Die Bakterien sind kleinste, aus Inhalt und Hülle bestehende pflanzliche Zellen, welche sich durch Teilung vermehren; bleiben hierbei die einzelnen Zellen miteinander in Verbindung, so entstehen Bakterienkonglomerate, Haufen, Fäden, Ketten. Die

Ansichten, ob die Bakterien einen Kern haben oder nicht, sind geteilt.

Untersuchung.

Man bringt die Mikroorganismen am besten dadurch zu Gesicht, dass man sie färbt und unter Anwendung eines Mikroskops mit homogener Immersion und Abbeschem Beleuchtungsapparat untersucht. Die meisten Bakterien nehmen die Anilinfarben in ausgiebiger Weise an und halten sie bei der Entfärbung fester als das sie umgebende Gewebe.

Einteilung.

Man teilt die Mikroorganismen vorläufig nach ihrer Form ein und unterscheidet drei grosse Gruppen. Zu den Kokkaceen zählen die runden oder rundlichen Mikroorganismen. Teilen sie sich nur in einer, und zwar immer in derselben Ebene und bleiben sie in Verbänden zusammen, so entstehen die Ketten- oder Streptokokken. Wechselt die Lage der Teilungsebene, so bilden sich Haufen- oder Mikrokokken. Bei einer Teilung in zwei aufeinander senkrechten Ebenen entstehen je 4 neue Zellen: die Meristen, bei drei aufeinander senkrechten Teilungsebenen je 8 Einzelwesen: die Sarcinen.

Die Bakteriaceen stellen Stäbchen dar, haben also einen im Gegensatz zum Querdurchmesser grösseren Längsdurchmesser. Werden keine Sporen gebildet, so spricht man von Bakterien im engeren Wortverstande, während die Sporen bildenden Stäbchen zweckmässig als Bazillen bezeichnet werden (Lehmann und Neumann).

Unter Spirillaceen versteht man die gewundenen, schraubenzieherförmig um ihre Achse gedrehten Bakterienformen. Die kurzen, starren, kommaförmigen, nur mit 1—2 endständigen Geisseln versehenen Schraubenbakterien nennt man Vibrionen, sie sind oft zu langen Schrauben vereint. Sind die einzelnen Zellen lang, korkzieherartig gewunden, starr, so heissen sie Spirillen; sie haben meistens ein endständiges Geisselbündel. Die gewundenen, lange, biegsame Fäden darstellenden Spirillaceen bezeichnet man als Spirochaeten; anscheinend besitzen sie keine Geisseln.

Wechsel in der Form.

Diese auf Formenverschiedenheiten basierte Einteilung hat naturgemäss etwas Unsicheres; so wirkt schon die durch Vermehrung bedingte Gestaltveränderung trübend. Ausserdem wechseln die Bakterien innerhalb einer gewissen Breite ihre Form nach den äusseren Einflüssen; man kann bald Lang-, bald Kurzstäbchen, bald sogar kokkenähnliche Gebilde vor sich haben; immer jedoch kehren sie, unter günstige Bedingungen gebracht, zur Ausgangsform zurück. Kommen Mikroorganismen unter ungünstige Verhältnisse oder werden sie alt, so treten viel-

fach eigentümliche Verbildungen, die Involutions- oder Degenerationsformen, auf.

Den Bakterien zunächst stehen die Hyphomyceten, die einfachsten Schimmelpilze; sie bilden ein feines Mycel und meistens auch Lufthyphen. Eine Unterabteilung dieser Organismen sind die Aktinomycceten, dünne, verzweigte Fäden, bei manchen Arten auch Kolben oder Keulen tragend. Zu ihnen werden der *Actinomyces hominis* etc. gerechnet, sowie vielfach und wahrscheinlich mit Recht auch die Erreger der Tuberkulose, welche ähnliche Drusen zu bilden vermögen wie der *Actinomyces*. Einige Bakterien, z. B. die des Rotzes und der Diphtherie und andere treiben unter Umständen, z. B. bei Ueberhitzung, kleine Seitenzweige, Sprossen. Doch dürfte diese Astbildung nicht genügen, sie von der Gruppe der echten Bakterien loszulösen.

Manche Arten von Bakterien besitzen als Bewegungsorgane eine oder mehrere Geisseln, die entweder an einem bzw. beiden Enden oder an dem Körperumfang, also optisch seitenständig, sitzen. Unter gewissen Umständen, z. B. bei Häutchenbildung, gehen die Geisseln und damit die Beweglichkeit verloren.

Beweglichkeit.

Mit Ausnahme weniger Arten gedeihen alle Mikroorganismen nur in schwach alkalischen oder neutralen Medien.

Die zum Aufbau erforderlichen Mineralsubstanzen sind Kalzium, Kalium, Magnesium, Phosphor und Schwefel, sodann in sehr geringer Menge Chlor, Eisen und Natrium. Diese sowie vor allem die organischen Substanzen entnehmen sie mit Vorliebe organischen Verbindungen, sie können jedoch ihren Stickstoffbedarf anscheinend auch aus anorganischen oder organischen sehr einfachen Verbindungen decken; so wachsen z. B. Tuberkelbazillen schon in einer wässrigen Lösung von Ammoniumkarbonat 0,35 %, primärem Kaliumphosphat 0,15 %, Magnesiumsulfat 0,25 % und Glyzerin 1,5 %. Aërobe Bakterien nennt man diejenigen, welche zu ihrem Gedeihen des freien Sauerstoffs bedürfen, obligate anaërobe Bakterien diejenigen, welche bei Anwesenheit von freiem Sauerstoff nicht zu wachsen vermögen, und fakultative anaërobe Bakterien solche, die sowohl bei Anwesenheit als auch bei Abwesenheit von freiem Sauerstoff gedeihen.

Ernährung.

Eine Anzahl Kokken-, Bazillen- und Spirillenarten bilden Dauerformen, und zwar Endosporen, indem sich ein Teil des Zellplasmas in dem Mikroorganismus zur Spore verdichtet, die Arthrosporen sind sehr viel seltener; sie entstehen, indem ein ganzer Organismus, ein volles Glied des Verbandes, zur Spore

Sporen.

wird. Die Sporen zeichnen sich durch geringe Färbbarkeit und erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen schädigende Einflüsse aus.

Von den sporenlösen Bakterien sind manche sehr resistent, während andere unter ungünstigen Verhältnissen bald zugrunde gehen.

Temperatur-
wirkung.

Einige wenige Bakterienarten wachsen schon bei etwas mehr als 0° ; die meisten entwickeln sich gut bei einer Temperatur von etwa 20° ; andere, darunter mehrere Krankheitserreger, erfordern Brutwärme (37°) zu ihrem Gedeihen; einige Arten sind thermophil, sie wachsen erst bei ca. 40° und haben zum Teil ihr Temperaturoptimum zwischen 60 und 70° . Die sporenlösen Bazillen sterben bei einer Temperatur zwischen 60 und 90° ab. Die Sporen halten bis zu 100° feuchte Wärme aus, einige Arten vertragen sogar stundenlanges Kochen. Gegen trockene Hitze sind die Sporen noch widerstandsfähiger; die meisten gehen erst bei 120° und darüber zugrunde.

Die Kultur. Wenn man Wesen und Wirkung einer Bakterienart kennen lernen will, ist zunächst die Trennung dieser Art von allen übrigen erforderlich; man muss sie in „Reinkultur“ vor sich haben. Ist das erreicht, so ergibt die Färbung ihre Grösse und Form; die Züchtung im hängenden Tropfen lässt die Beweglichkeit erkennen; über die Einwirkung auf tote Nährsubstrate gibt die Züchtung auf den verschiedensten Nährböden, über die Einwirkung auf lebende Substrate das Tierexperiment Aufschluss.

Einkeimkultur.

Um eine Reinkultur von Bakterien zu erhalten, gibt es, sofern die Bakterien überhaupt auf künstlichem Nährboden wachsen, ein nicht versagendes Mittel, den Ausgang von einem Keim und die Anzucht dieses Keimes. Man verteilt die bakterienhaltige Substanz in einer solchen Menge sterilisierter Flüssigkeit, dass jeder zweite bis zehnte ccm einen Keim enthält. Bringt man je 1 ccm der Mischung mit sterilisierter Pipette in eine Anzahl Röhren mit flüssigem, sterilisiertem Nährsubstrat hinein, so werden einige Röhren steril bleiben; bei den nicht steril gebliebenen besteht die Präsomption, dass die entwickelten Bakterien aus einem Keim entstanden sind. Diese Annahme braucht aber nicht immer zutreffend zu sein. Bei ungleicher Verteilung können auch einmal zwei und mehr Bakterien in ein und denselben ccm Flüssigkeit hineingelangen. Die mikroskopische Untersuchung gibt darüber Aufschluss, ob die in dasselbe Röhren gebrachten Keime von derselben Art sind. Dieses ältere Einkeimverfahren ist umständlich, gewährt aber bei einiger Vorsicht gute Resultate

Nach der zweiten, jetzt fast ausschliesslich geübten, von R. Koch inaugurierten Methode bringt man das zu untersuchende Material entweder direkt oder nach zweckmässiger Verteilung in steriler Flüssigkeit auf bzw. in ein Nährmedium, welches entweder fest ist oder fest wird. Die einzelnen Bakterien kommen dann an den Punkten, wo sie haften geblieben sind, zur Entwicklung; aus den einzelnen Keimen entstehen einzelne Kolonien. Die verschiedenen Bakterienarten zeigen oft ganz charakteristische Unterschiede in der Bildung der Kolonien, die sich leicht erkennen lassen, wenn der Nährboden, auf welchem die Kolonien gewachsen sind, durchsichtig ist.

Kochsche
Plattenkultur.

Wenn man Blut sich selbst überlässt, so bildet sich ein Blutkuchen; das ausgetretene Blutserum koaguliert bei 68—70°, ohne seine Durchsichtigkeit zu verlieren, und gibt einen vorzüglichen, den meisten Bakterien zusagenden Nährboden ab, besonders wenn ihm noch $\frac{1}{3}$ Bouillon zugesetzt wird.

Bereitung von
Blutserum.

Lässt man 500 g feingehacktes Fleisch 24 Stunden mit 1 l Wasser kalt stehen und setzt dem ausgepressten Fleischwasser 1 % Pepton, 0,5 % Kochsalz und 1 % Traubenzucker zu, so erhält man durch Kochen eine Bouillon, in welcher die meisten Bakterienarten gut wachsen. 5—10 % Gelatine dieser Bouillon zugefügt, ergeben nach sorgfältiger Neutralisation mit Natriumkarbonat oder Natronlauge die sog. Nährgelatine, welche bis zu einer Temperatur von 23° flüssig bleibt, bei niedrigerer Temperatur aber erstarrt; setzt man 25 % Gelatine hinzu, so wird die Verflüssigungstemperatur auf 28—29° erhöht.

Nährgelatine.

Sofern man die zu untersuchende Substanz in der verflüssigten, in einem Reagensröhrchen enthaltenen Nährgelatine verteilt, „impft“, und die flüssige, geimpfte Nährgelatine auf eine Glasplatte giesst und erstarren lässt, bekommt man eine flache Ausbreitung des Nährmaterials, welche gestattet, die gewachsenen Kolonien direkt unter dem Mikroskop bei 100facher Vergrößerung zu untersuchen. Die Kolonien stellen in den meisten Fällen „Reinkulturen“ dar oder dienen zum Ausgangspunkt für Reinkulturen. Damit nicht zuviel Kolonien auf einer Platte vorhanden sind, entnimmt man vor dem Ausgießen von dem ersten geimpften Röhrchen aliquote, geringe Teile und überträgt sie in andere Röhrchen (Verdünnungen), von welchen man wiederum „Plattenkulturen“ ansetzt. Statt der Glasplatten benutzt man vielfach mit Vorteil flache (Petrische) Schalen.

Methodik der
Plattenkultur.

Den Inhalt der Röhrchen kann man auch, anstatt ihn auf Glasplatten auszugiessen, durch Rollen an der

Rollröhrchen.



chen verteilen und bekommt so „aufgerollte Platten“ (Rollröhrchenmethode, v. Esmarch).

Will man bei Brüttemperatur (37°) züchten, so fügt man statt der 5—10 % Gelatine 1—2 % Agar zu der Bouillon. Der ebenfalls durchsichtige „Nähragar“ wird bei einigen 90° flüssig und erstarrt wieder bei 40°. Auch die gekochte (und mit sterilisiertem Messer durchschnitten) Kartoffel ist ein gutes Nährmaterial für manche Bakterien.

Als Beispiel der Ausführung bakteriologischer Untersuchungen folgt hier die Untersuchung von Darminhalt auf Cholera Bazillen mittels des Plattenverfahrens.

Mit einer Platinöse von ungefähr 2 cmm Inhalt entnimmt man die entsprechende Menge (ein Flöckchen Darmepithel) der Fäkalien und überträgt sie in ein Röhrchen mit höchstens 37° warmer Nährgelatine (Original), verreibt die Flocke an der Wand des Röhrchens, schüttelt, ohne Blasen zu erzeugen, und überträgt mit vorher sterilisierter Platinöse etwa 5—10 Oesen aus diesem Röhrchen in ein zweites Röhrchen mit verflüssigter Nährgelatine (erste Verdünnung), schüttelt es und überimpft daraus vielleicht 10—20 Oesen in ein drittes Röhrchen (zweite Verdünnung), worauf zwecks Verteilung der eingebrachten Bakterien wieder geschüttelt wird.

Dann giesst man die so geimpfte Nährgelatine aus den Röhrchen, deren Mündung durch kurzes Erhitzen von etwa anhängenden fremden Keimen befreit ist, auf Glasplatten (11 × 15 cm), die auf einem Nivellirstander über Eis oder kaltem Wasser liegen, oder in Petrische Gläser aus, deckt sofort eine Glasglocke darüber und lässt die Nährgelatine erstarren. Die Platten mit der festgewordenen Gelatine kommen auf 3 übereinandergestellte Bänke in eine feuchte Kammer, d. h. eine Glasglocke, deren Boden mit nassem Filtrierpapier bedeckt ist, und werden bei einer Temperatur von 20—21° aufgehoben.

Nach 24 Stunden, längstens nach 48 Stunden haben sich die charakteristischen Cholera kolonien, Fig. 162 und 163, entwickelt. Zur Diagnose derselben legt man zunächst die Gelatineplatte des Originalröhrchens und dann erst die beiden übrigen Platten auf den Objektisch des Mikroskops und untersucht mit enger Blende und hundertfacher Vergrößerung. Von den verdächtigen Kolonien werden mittels einer feinen, an der Spitze leicht gekrümmten Platinnadel unter Führung des Mikroskops kleine Teilchen herausgenommen (gefischt) und in ein minimales auf ein Deckgläschen gebrachtes Tröpfchen Wasser übertragen; dann lässt man das Präparat lufttrocken werden, zieht darauf das Gläschen mit der bestrichenen Seite nach oben zweimal durch die Flamme eines Bunsenbrenners, gibt einen Tropfen stark verdünnter Karbolfuchsinlösung darauf, spült nach 1—2 Minuten die Farbe ab, legt das Gläschen auf den Objektträger und untersucht mit Oelimmersionslinse, wobei, wenn Cholera vorliegt, leicht gekrümmte, kurze Bazillen sichtbar sind. Im übrigen siehe das Kap. Cholera.

Zur Kultur obligat anaerober Bakterien beschickt man Platten mit Nährgelatine und bringt sie in eine Glocke. Der

darin befindliche Sauerstoff wird durch Einleiten von Wasserstoff verdrängt, die letzte Spur durch Pyrogallussäure und Alkali entfernt und ein luftdichter Verschluss hergestellt. Man kann auch Rollröhrchen anfertigen, dieselben mit doppelt durchbohrtem Gummipfropfen versehen, durch welchen zwei Glasrohre bis auf den Boden bezw. bis dicht unter den Pfropfen gesteckt sind, die Luft durch Wasserstoff verdrängen und die beiden Rohre zuschmelzen. Noch einfacher kommt man zum Ziel, wenn man Reagensröhrchen bis zu $\frac{3}{4}$ ihrer Höhe mit Nährgelatine bezw. Nähragar füllt, tüchtig auskocht, rasch abkühlen lässt und impft; dann dringt nur etwas Luft in den oberen Teil der Gelatine oder des Agars ein, der bei weitem grössere untere Teil ist luftleer, und dort entwickeln sich die Anaëroben. Durch Zerkümmerung des Röhrchens und Herausschneiden von Scheiben werden die einzelnen Kolonien zugänglich gemacht.

Um die Beweglichkeit der Mikroorganismen und ihre Form im ungefärbten Zustande zu studieren, züchtet man sie im „hängenden Tropfen“, d. h. ein Teilchen einer Bakterienkultur wird in die Mitte eines Bouillontröpfchens gebracht, welches sich auf einem Deckgläschen befindet. Das Deckgläschen wird nun mit dem Tropfen nach unten vollständig luftdicht über den Ausschliff eines Objektträgers gelegt, nachdem der Rand des Ausschliffes gut eingefettet ist. Die Beobachtung findet statt unter Anwendung des Oelimmersionssystems und einer Blende. Tierversuche werden in der Weise angestellt, dass man Tieren geringe Mengen einer Aufschwemmung von einer Bakterienkultur unter die Haut, in die Brust- oder Bauchhöhle, die vordere Augenkammer, Gelenke etc. oder in die Blutbahn spritzt und den Erfolg beobachtet.

Kultur im
hängenden
Tropfen.

Es ist das grosse Verdienst R. Kochs, die erst in ganz schwachen Anfängen bestehende Methode des durchsichtigen, festen Nährbodens bis zu grosser Vollendung durchgeführt zu haben. Mittelst derselben ist es Koch gelungen, der Lehre von den Infektionskrankheiten ganz neue Bahnen anzuweisen und an die Stelle des Ahnens und Vermutens das Wissen zu setzen.

B. Wirkungen der Saprophyten.

Man unterscheidet Bakterien, welche auf totem Material leben, Saprophyten, von solchen, die im lebenden Tierkörper gedeihen. Parasiten. Mikroorganismen, welche sowohl auf totem Material als auch im lebenden Organismus fortkommen, heissen fakultative Parasiten.

Die Saprophyten wirken in verschiedener Weise auf das ihnen zur Verfügung gestellte Nährsubstrat ein, sie zerlegen es und bilden aus ihm neue Stoffe.

Farbstoffe.

Am auffälligsten ist die Bildung von Farbstoffen. Der mikrok. prodigiosus, ruber, der bac. luteus, pyocyaneus, violaceus etc. sind Mikroorganismen dieser Art. Uebrigens wird nicht auf jedem Nährboden oder bei jeder Temperatur Farbstoff erzeugt, auch liefern manche Bakterien nur eine chromogene Substanz, und die Farbe entwickelt sich erst bei Sauerstoffzutritt.

Fermente.

Wichtig ist die Bildung von ungeformten Fermenten oder Enzymen; wegen derselben werden die Bakterien auch Fermentorganismen genannt. Man unterscheidet hauptsächlich folgende Enzyme:

1. Eiweissverdauende (proteolytische, peptonisierende). Die so häufige Verflüssigung der Nährgelatine beruht auf der Bildung eines leimlösenden Fermentes; einige Bakterien liefern ein fibrinlösendes Ferment, wenn Eiweiss zur Verfügung steht, während sie dasselbe in Nährsalzlösungen mit Zuckerzusatz nicht bilden.

2. Verzuckernde (amylolytische, diastatische); sie verwandeln Stärke in Glykosearten. Zu diesen gehören u. a. die Erreger des Milzbrandes, der Cholera, der Eiterung, des Rotzes etc.

3. Invertierende; d. h. sie zerlegen die Körper der Rohrzuckergruppe, die Bisaccharide, unter Wasseraufnahme in Monosaccharide oder Glykosen.

Gärung, Faulnis und Verwesung sind ohne Bakterien nicht möglich. Bei Mangel an Sauerstoff werden hauptsächlich Reduktionen geliefert; man spricht dann von Fäulnis; bei Anwesenheit von Sauerstoff finden vorwiegend Oxydationen statt, man bezeichnet den Vorgang als Verwesung bei stickstoffhaltenden, als Vermoderung bei stickstofffreien Substanzen. Die Milchsäure-, die Buttersäuregärung, die Umwandlung des Alkohols in Essigsäure, der Zellulose in Sumpfgas und Wasser und viele andere Umsetzungen werden durch Bakterien bewirkt.

Ptomaine und
Toxine.

Unter den durch Bakterienwirkung aus den Eiweisskörpern abgespaltenen Substanzen, dem Tyrosin, Leucin, Tryptophan, Indol, Skatol etc., finden sich einige, welchen eine giftige Wirkung zukommt, man bezeichnet sie als Toxine (Brieger) im Gegensatz zu den ungiftigen Produkten der Leichenfäulnis, den Ptomainen (Selmi). Diese Körper, welche zwar durch dieselben Reagentien wie die Alkaloide gefällt werden, aber nicht dieselben Farbenreaktionen geben, sind Basen, welche grösstenteils der Fettkörperreihe angehören. Aus faulem Fleisch von Säugetieren

und Fischen wurden das ungiftige Putrescin, Kadaverin, Neuridin, das giftige Methylguanidin, Neurin, Muskarin, Mydalein, Tetanin etc. gewonnen. Die stark giftigen Substanzen treten erst in den späteren Fäulnisstadien auf.

Brieger, welchem das Hauptverdienst um die Erforschung dieses Gebietes gebührt, gewann die Ptomaine und Toxine sowohl aus faulenden Stoffen, in welchen die verschiedensten Bakterien zu gleicher Zeit vorhanden waren, als auch durch Einwirkung von Reinkulturen; er stellte z. B. das Putrescin und Kadaverin aus Cholera- und Cholera- und Cholera- kulturen, das Methylguanidin aus Cholera- kulturen und aus dem *vibrio proteus*, das Tetanin aus Tetanus- kulturen dar.

Parasitische und saprophytische Bakterien können also ungiftige und giftige Substanzen erzeugen. Die meisten dieser Gifte sind keine spezifischen, sondern allgemeine Bakterienprodukte. Die von Saprophyten gebildeten Gifte gelangen jedoch selten in so grossen Mengen in den Körper, dass eine Vergiftung daraus hervorgeht. Bei einem Teil der als Wurst-, Fleisch-, Käse-, Milch-, Speiseeis-Vergiftungen bekannten Affektionen werden indessen grössere Mengen fertigen, durch Bakterien erzeugten Giftes aufgenommen. Auch die „Autointoxikationen“ vom Darm aus, die „putriden Intoxikationen“ bei fauligen Prozessen beruhen auf toxischen Wirkungen von Saprophyten.

C. Wirkungen der Parasiten.

Die auf oder im lebenden Körper wachsenden Parasiten sind nicht alle schädlich, von den Darmbakterien ist sogar anzunehmen, dass sie zur Verdauung notwendig sind.

Um einen Mikroorganismus als den Erzeuger einer Krankheit ansprechen zu können, muss der Nachweis geführt werden, dass der Mikroorganismus ausnahmslos bei der betreffenden Krankheit auftritt und in einer solchen Zahl oder Anordnung oder von einer solchen Giftwirkung gefunden wird, dass hierdurch der Eintritt der Erkrankung erklärt wird. Die Forderung, dass der betreffende Organismus bei keiner anderen als der fraglichen Krankheit vorkomme, hat man modifizieren müssen, seitdem man weiss, dass durch dieselben Mikroorganismen je nach dem befallenen Organ verschiedene klinische Krankheitsbilder erzeugt werden können.

Bewiesen wird der Kausalnexus zwischen Bakterien und Affektion durch die Erzeugung der originären Krankheit mittelst zweckdienlicher Einführung von Reinkultur in den Körper.

Kausalnexus
zweisch. Krank-
heit und
Bakterien.

Leider ist es nicht immer möglich, diesen Beweis zu erbringen, weil gewisse Krankheiten auf Tiere überhaupt nicht übertragbar sind: so gelingt es z. B. nicht, bei Tieren den Typhus abdominalis in seiner reinen Gestalt zu erzeugen.

Einige Bakterien, welche gewöhnlich keinen pathogenen Einfluss ausüben, wie z. B. das *bact. coli commune*, können unter gewissen, noch nicht genau bekannten Bedingungen stark pathogen werden. — Dieses Verhalten, ebenso wie die Giftbildung mancher Saprophyten und ihre lokale Entzündung, sogar Nekrose erregende Wirkung am Injektionsorte zeigen, dass eine starre Einteilung in pathogene und nicht pathogene Bakterien nicht haltbar ist.

Infektiöse oder, was dasselbe sagt, virulente Parasiten vermögen, in wenig Exemplaren in den Körper eingeführt, sich dort zu vermehren, indem sie entweder nur an der Einbringungsstelle weiter wachsen oder Metastasen bezw. Septikämien erzeugen. Immer liegt zwischen ihrem Eindringen und dem Ausbruch der Krankheit ein verschieden langer Zeitraum, das Stadium incubationis, in welchem die Bakterien an Zahl zunehmen und ihre schädigenden Wirkungen zu entfalten beginnen.

Mechanische
Störungen.

Bis zu einer gewissen engen Grenze können letztere durch mechanische Störungen bedingt sein, insofern als die Bakterien durch ihre Wucherung Stauungen, Zerreibungen, Blutungen, Funktionsstörungen hervorzurufen vermögen; und es gibt bei manchen Infektionskrankheiten, z. B. dem Milzbrand, Bilder, welche auf diese Erklärung hinweisen. Indessen erfolgt der Tod immer früher, als die Störungen lebensgefährdend werden. Das Schädigende liegt in der Giftbildung der pathogenen Bakterien im lebenden Wirtskörper.

Zunächst hat man die schon vorhin besprochenen Toxine für die Krankheit verantwortlich gemacht. Tierversuche mit den in künstlichen Nährsubstraten gebildeten Giften ergaben jedoch Symptomgruppen, welche sich nicht immer mit den Bildern der betreffenden Krankheiten deckten; auch entsprach oft ein gefundenes Toxin nicht der Bösartigkeit der Krankheit. Weiterhin musste es auffallen, dass bei einigen pathogenen Mikroorganismen die Auffindung von Giften nicht gelang. Daher war der Schluss gerechtfertigt, es möchten noch andere Giftstoffe vorhanden sein.

Von diesen kennt man zur Zeit drei verschiedene Arten:

Toxine.

1. Die eigentlichen Toxine. Sie werden von den Bakterien erzeugt und als Plasmaproducte in das umgebende Medium abgeschieden. Ihre chemische Konstitution ist vollständig unbe-

kannt; sie sind nicht, wie man früher glaubte, Toxalbumine, d. h. giftige Eiweisskörper, sondern stehen den Fermenten sehr nahe. Sie sind sehr labil; bei ca. 50° wird ihre Wirksamkeit in wenigen Minuten, bei 80° sofort zerstört; dahingegen sind sie in trockenem Zustande viel widerstandsfähiger; sie ertragen dann Temperaturen von mehr als 100°. Ungemein empfindlich sind die Toxine gegen Licht und gegen chemische Reagentien; Sauerstoff schädigt sie erheblich, Protoplasmagifte (Karboll, Chloroform etc.) hingegen nicht. Eigentümlich ist diesen Giften, dass sie eine Inkubationszeit haben, spezifisch sind, d. h. nur durch die betreffenden Bakterien erzeugt werden und spezifische Antitoxine bilden. Die Diphtherie-, Tetanus-, Botulismus-, Rauschbrand- und die Pyocyaneusbazillen sind solche Toxinbildner. Ihre ursprüngliche Gewinnung war die folgende: Nachdem die Bakterien aus der Nährlösung abfiltriert waren, wurde das Filtrat bei 30° im Vakuum eingeeengt und in absoluten Alkohol eingetröpfelt; der entstandene Niederschlag wurde abfiltriert, gereinigt und zuletzt als weisse, leichte, amorphe Masse gewonnen, deren Reaktionen noch teilweise die der Eiweisskörper waren. Besser ist es, die Toxine durch Zink-, Blei- oder Quecksilbersalze auszufallen und die ausgefallenen Doppelverbindungen durch Schwefelwasserstoff oder kohlen- bzw. phosphorsaure Alkalien zu zerlegen. Durch Dialyse kann man dann die grösste Menge der Salze entfernen und durch Eindampfen im Vakuum die Toxine in einem relativ reinen Zustande erhalten.

2. Die Endotoxine. Sie stellen Gifte dar, die in der Bakterien-substanz enthalten sind, die Bakterien selbst sind giftig. Ein Ausscheiden der Endotoxine in die Flüssigkeit findet nicht statt. Zerfallen die abgestorbenen Bakterien, so wird die Flüssigkeit dadurch giftig, dass die gelösten Bakterienprodukte in sie hineingelangen. Es ist aber sehr fraglich, ob die hier gefundenen Gifte erste Gifte sind; wahrscheinlich sind sie schon Zerfallsprodukte der ursprünglichen. Eigentliche Antitoxine bilden die Endotoxine nicht, dahingegen lassen sich aus ihnen spezifische bakterizide Stoffe gewinnen.

Endotoxine sind vorhanden in den Cholera-, Typhus-, Pyocyaneus- und anderen Bazillen.

3. Die Bakterienproteine. Sie sind den Eiweisskörpern nahestehende Substanzen des Bakterienleibes, die nach möglicher Entfernung der löslichen Gifte übrig bleiben und durch Extraktion mit überhitztem Dampf bzw. mit verdünnten Alkalien, Auskochen oder durch Auspressen mittelst hydraulischer Pressen ge-

Endotoxine.

Bakterienproteine.

wonnen werden können. Sie sind nicht spezifisch, bilden der kräftigen Mittel wegen, die zu ihrer Gewinnung nötig sind und die auf sie verändernd einwirken, keine spezifischen Antikörper. Sie sind imstande, Temperatursteigerungen und zum Teil sogar ganz kräftige Entzündungen seröser, eitriger, hämorrhagischer oder proliferierender Natur am Injektionsort zu erregen.

Schwankungen
in der Energie.

Die von den Bakterien gebildeten Produkte sind von der Art und der gerade bestehenden Leistungsfähigkeit der Mikroorganismen und von dem Nährmaterial und sonstigen auf das Wachstum etc. einwirkenden Faktoren abhängig.

Man kann durch besondere Methoden die Bakterien so beeinflussen, dass sie weniger virulent werden, d. h. in ihrem Wirt weniger lebhaft wachsen, somit den infizierten Organismus weniger oder nicht mehr zu schädigen vermögen. Mit der Virulenz scheint in vielen Fällen die Giftigkeit der Kulturen nicht in notwendigem Konnex zu stehen; jedoch konnten Fränkel und Brieger nachweisen, dass bei abgeschwächten Diphtheriebazillen eine indifferente Substanz an die Stelle des immer weniger werdenden Toxins trat. Ein Wechsel in den chemischen Leistungen findet sich in gleicher Weise bei manchen Saprophyten; man kann z. B. dem *bac. butyricus* die Fähigkeit nehmen, Buttersäure zu bilden, dem *bac. coli com.*, Zucker zu vergären etc.

Der Eigentümlichkeit, an Virulenz abzunehmen, steht die Fähigkeit, daran zuzunehmen, gegenüber; gewöhnlich nimmt sie zu durch Ueberimpfung von einem sehr empfänglichen Tier auf ein anderes ebenfalls hoch empfängliches, oder durch Kultur der Bakterien auf ihnen besonders zusagenden Nährböden.

Die Differenz in der Wirkung der Mikroorganismen ist kein Grund, ihre Spezifität in Frage zu stellen; die Leistungsfähigkeit ist vielmehr eine je nach den Umständen wechselnde, um eine gewisse Gleichgewichtslage schwingende Eigenschaft.

Man unterscheidet seit langem zwischen „schweren“ und „leichten“ Epidemien, und man nimmt wohl mit Recht an, dass die verschiedene Bösartigkeit von dem verschiedenen Virulenzgrad der Erreger abhängt.

Mischinfektion.

Unter Mischinfektion versteht man die gleichzeitige Uebertragung zweier oder mehrerer Infektionserreger; so finden sich z. B. nicht selten Diphtheriebazillen und Kettenkokken der Eiterung vergesellschaftet, wodurch die Prognose gewöhnlich ungünstiger wird. Mit Sekundärinfektion bezeichnet man das Hinzutreten eines zweiten Krankheitserregers zu einem schon früher

übertragenen, so z. B. das Eindringen von Eiterungskokken in tuberkulöse Herde.

D. Künstliche Immunität.

Es ist eine schon lange bekannte Tatsache, dass das Ueberstehen mancher Infektionskrankheiten eine Neuerkrankung verhindert oder doch für lange Zeit ausschliesst. So gehört zu den Seltenheiten, dass jemand ein zweites Mal von den Pocken befallen wird; ebenso schützt das Ueberstehen von Masern, Scharlach, Flecktyphus vielfach vor abermaliger Erkrankung. Bei anderen Krankheiten besteht die erlangte Immunität nur eine relativ kurze Zeit; so gibt es Personen, die schon wenige Monate nach überstandener Erysipel oder nach einer Pneumonie an derselben Affektion wieder erkranken.

Ueberstehen der Krankheit.

Früher hat man, um bösartigen Spontaninfektionen bei Pocken zu entgehen, in milden Pockenepidemien durch Impfung mittelst seichter Schnitte und Einbringen von wenig Impfstoff (Variolation) relativ leichte Pockenerkrankungen erzeugt.

Impfung mit vollvirulentem Material.

Aber nicht nur die Art, sondern auch der Ort der Impfung mit vollvirulentem Material ist von Belang. Man schützt z. B. Rinder gegen Lungenseuche, indem man ihnen vollvirulenten Gewebesaft in den Schwanz impft; das straffe Gewebe verhindert die ausgiebige Entwicklung der Mikroben und die lokale Krankheit schützt vor Allgemeininfektion. Andererseits wirken die Bazillen des Rauschbrandes, die in dem sauerstoffreichen Blut sich nicht zu entwickeln vermögen, immunisierend, sofern sie in die Blutbahn gespritzt werden, während sie, unter die Haut gebracht, die tödliche Affektion hervorrufen.

Pasteur hat behufs Immunisierung zuerst einen anderen Weg betreten. Er nahm den Bakterien einen Teil ihrer Bösartigkeit, indem er sie unter ungünstigen Bedingungen züchtete. Die mit den abgeschwächten Mikroorganismen behandelten Tiere waren gefestigt gegen eine Impfung mit dem vollständig kräftigen Material. Es gelang ihm das bei der Hühnercholera, dem Milzbrand, dem Schweinerotlauf und in ausgesprochener Weise auch bei der Tollwut.

Mit abgeschwächten Mikroben.

Selbst wenn die Bakterien so abgeschwächt sind, dass sie fast keine pathogene Wirkung mehr haben, können sie, eingeimpft, dennoch eine Schutzwirkung ausüben, wie für Hühnercholera und Milzbrand von Hüppe und Chauveau gezeigt wurde.

Mit nicht-pathogenen Mikroben.

Mit Bakterien-
Produkten.

Eine sehr wichtige Entdeckung wurde von Salmon und Smith gemacht, indem sie nicht die Bakterien, sondern die von denselben gelieferten Umsetzungsprodukte injizierten und damit einen Schutz gegen Hog-cholera erzielten. Die Beobachtung dieser beiden Forscher konnte für fast alle Infektionskrankheiten als richtig erwiesen werden, und sie ist für die Praxis der Schutzimpfungen von grosser Bedeutung geworden.

Die Untersuchungen haben ergeben, dass bei den vorerwähnten Immunisierungsmassnahmen Stoffe entstehen, welche entweder die krankmachenden eingeimpften Bakterien zerstören oder die von den Krankheitserregern erzeugten Gifte unschädlich machen.

a) Die Giftimmunität.

Kern und
Seitenketten.

In zusammengesetzten chemischen Molekülen unterscheidet man den Kern (z. B. den sehr einfach konstruierten Benzolkern), der die Hauptmasse der Eigenschaften, die spezifischen oder Gruppeneigenschaften trägt, und die Seitenketten, die mit dem Kern verbundenen, leichter wechselbaren Molekülgruppen; ihnen haften die Neben- oder sekundären Eigenschaften an. Seite 465 sind Seitenketten ganz einfacher Art abgebildet; OH, CH₃, SO₃H. Mittelst der nicht gesättigten Seitenketten vermag sich ein Molekül leicht an ein anderes anzulagern und es unter die Einwirkung seiner ganzen Masse zu bringen.

Ehrlich, dem wir bezügl. dieser Theorien den grössten Dank schulden, nimmt an, dass das Plasma ein hoch potenziertes, äusserst kompliziert zusammengesetztes Molekül darstellt mit dem „Leitungskern“, welcher der Träger der eigenartigen Lebensfunktionen des Protoplasmas ist, und mit teilweise ungesättigten Seitenketten, die in der Hauptsache den Ernährungsfunktionen dienen. Die sehr kompliziert gebauten Toxine haben gewisse Seitenketten, die mit denen der Nährstoffmoleküle übereinstimmen. Trifft nun ein Giftmolekül auf ein Plasmamolekül und passen zwei ihrer Seitenketten aufeinander, „wie der Schlüssel zum Schloss passt“, so werden die beiden Moleküle miteinander verbunden, „verankert“. Erst durch die Verankerung kann das Giftmolekül auf das Plasmamolekül und somit auf die Zelle einwirken.

Verankerung.

Haptophore und

toxophore
Gruppe,

Rezeptor.

Die Seitenkette, durch welche die Verankerung seitens des Giftmoleküls erfolgt, nennt Ehrlich haptophore Gruppe des Giftmoleküls, den übrigen Teil aber, den eigentlichen Gifträger, die toxophore Gruppe, während er denjenigen Teil des Plasmamoleküls, d. h. die Seitenkette, welcher die haptophore Gruppe annimmt, als Rezeptor bezeichnet. Zeichnerisch stellt sich nach

Ehrlich (Ehrlichsche Seitenkettentheorie) die Anordnung dar, wie in Fig. 156 angedeutet ist.

Die Annahme, das Gift werde durch die Zellen gebunden, ist durch Wassermann bewiesen worden, welcher fand, dass Tetanustoxin mit grauer Hirnsubstanz von Meerschweinchen verrieben, Tieren injiziert, nicht mehr schädlich war, dagegen, mit anderen Organen verrieben, noch schädliche Wirkungen auszuüben vermochte; erstere Substanz besitzt also Zellen, deren Plasma für das Tetanustoxin passende Rezeptoren trägt, letztere nicht.

Die Trennung des Giftmoleküls in eine haptophore und eine toxophore Gruppe lässt sich ebenfalls beweisen. Spritzt man einem Frosch Tetanusgift in das Gefässsystem, so ist es in kürzester Zeit daraus verschwunden, denn eine Injektion von Froschlymphe lässt bei empfänglichen Tieren keinen Tetanus mehr entstehen; die haptophore Gruppe hat gewirkt, das Gift ist an die Zellen gebunden.

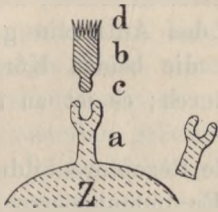


Fig. 156. Bildliche Darstellung der Toxinbindung und der Antitoxinbildung. Z Zelle, a Rezeptor I. Ordnung, b Giftmolekül mit c der haptophoren, d der toxophoren Gruppe, rechts ein freier Rezeptor-Antitoxinmolekül.

Die toxophore Gruppe kommt zur Wirkung, wenn man den Frosch warm, bei mehr als 20° hält; wird aber der Frosch in eine Temperatur von ca. 8° gebracht, so bleibt er gesund, eine Verbindung der toxophoren Gruppe mit dem Zellplasma tritt dann nicht ein. Wird der Frosch bei 25° gehalten, so dauert die Inkubationszeit, d. h. die Zeit von der Injektion bis zur Entstehung der Krämpfe, 8—12 Tage, während bei einer Temperatur von 37° die Wirkung sich in rund 4 Tagen bemerkbar macht; eine

Abkürzung der Inkubationszeit durch Einverleibung grösserer Dosen tritt nicht ein.

Die Wirkung des Giftes ist bei sehr empfindlichen Zellen oder einer grossen Giftdosis der Tod der Zelle. Ist die Wirkung nicht so stark oder werden weniger empfindliche Zellen von dem Gift getroffen, so entsteht nur eine Reizung; diese hat zur Folge, dass nicht nur der empfangende Rezeptor abgelöst wird, sondern dass neue Rezeptoren in grösserer Zahl seitens der Zelle wieder erzeugt und in das Blut und in die Gewebsflüssigkeiten abgestossen werden, wo sie sich längere Zeit halten.

Die freien Rezeptoren, also die infolge des Giftreizes abgestossenen Zellteile, auch Haptine genannt, sind das Antitoxin. Kommt in ein Antitoxin enthaltendes Blut neues Bakteriengift,

Bindung des
Toxins durch
Zellen.

Nachweis der
zwei Gruppen.

Bildung der
Rezeptoren.

Antitoxin.

Bindung des
Giftes.

wie es sich z. B. bei der Diphtherie ereignen kann, wo trotz der Antitoxinbildung die Bakterien im Rachen weiter wuchern und neues Gift bilden, so wird seine haptophore Gruppe durch die freien Rezeptoren festgelegt und eine Schädigung der Körperzellen verhindert. Die Verankerung ist zunächst eine lockere, wird jedoch in kurzer Zeit eine feste chemische Verbindung, wie Versuche mit Schlangengift lehren. Letzteres steht den Bakterientoxinen sehr nahe; bringt man es mit seinem Antitoxin zusammen, so wird es ungiftig; erhitzt man nun schnell auf 80°, so wird die Mischung wieder giftig, da das Antitoxin die Erwärmung nicht verträgt das Toxin aber wohl. Sind Toxin und Antitoxin 15 Minuten zusammen gewesen, so ist die Bindung eine feste geworden, die Trennung durch Erwärmung gelingt nicht mehr.

Auch folgender Versuch spricht für eine Bindung des Giftes. Das Toxin allein geht unter Druck durch Filter hindurch, deren Poren man durch Gelatine verkleinert hat, das Antitoxin geht dahingegen nicht durch. Bringt man nun die beiden Körper zusammen, so geht das Toxin nicht mehr durch; es ist an das Antitoxin gebunden.

Dass infolge des Giftreizes eine reichliche Rezeptorenbildung stattfindet, konnte Römer nachweisen. Er immunisierte ein Kaninchen gegen Abrin, das Gift der Jequiritibohne, durch Einträufung in das rechte Auge. Dann tötete er das Tier und vertrieb die Konjunktiva beider Augen gesondert mit Abrin. Die rechte Konjunktiva erforderte erheblich mehr Gift als die linke, ein Zeichen, dass dort mehr Gegengift, mehr Rezeptoren, vorhanden waren.

Sind die vitalen Organe für das Gift besonders empfänglich, d. h. mit zahlreichen passenden Rezeptoren besetzt, wie z. B. das Meerschweinchenhirn für das Tetanusgift, so geht das Tier bald zugrunde, ohne dass es zu einer ausgiebigen Rezeptorenabstossung, Antitoxinbildung, kommt. Sind weniger wichtige Zellenkomplexe ebenfalls mit Rezeptoren besetzt, wie z. B. die drüsigen Organe und das Bindegewebe des Kaninchens, so sind die Vergiftungserscheinungen geringer, die Antitoxinbildung hingegen ist erheblich.

Antitoxin-
gewinnung.

Zuerst gelang die systematische Antitoxingewinnung bei der Diphtherie. Behring ist hier der Bahnbrecher gewesen; er injizierte seinen Versuchstieren zunächst eine ganz geringe Dosis Diphtherietoxin, welchem zu seiner Abschwächung Jodtrichlorid zugesetzt war. Auf eine solche Injektion tritt lokal eine schmerzhaft Infiltration auf, ferner steigt die Temperatur der Tiere

an, die Fresslust wird gemindert, und das Gewicht nimmt ab. Erst wenn alle Symptome geschwunden sind, darf eine neue, etwas stärkere Injektion vorgenommen werden, die ebenfalls wieder einen Reizzustand schaffen muss. Man verwendet jetzt zur Gewinnung der Antitoxine im grossen fast nur Pferde, und es gelingt innerhalb einer Reihe von Monaten, ihnen die vieltausendfache dosis letalis minima des lebenden Diphtherievirus ohne Schädigung unter erheblicher Antitoxinbildung zu injizieren. Etwa gegen den 10. Tag nach einer Diphtherie-, gegen den 20. Tag nach einer Tetanusgifteinspritzung ist die Antitoxinbildung auf ihrer höchsten Höhe. Um ein Diphtherieserum von ca. 200—250 Antitoxineinheiten im ccm zu gewinnen, gebraucht man 3—4 Monate Vorbehandlung. Das Serum wird gewonnen durch Einstich einer Kanüle in die vena jugularis und Abstellenlassen des Blutes in sterilen Gefässen; zur Haltbarmachung wird 0,5 % Karbol oder 0,3 % Trikresol zugesetzt. Um die Menge des zu injizierenden Serums gering zu machen, treibt man einerseits die Immunität sehr hoch, andererseits konzentriert man das gewonnene Serum. Das Antitoxin rein darzustellen gelang noch nicht.

In die Milch geht das Antitoxin in ziemlich reichlicher Menge über und lässt sich aus ihr gewinnen.

Die durch Injektion von Giften und lebenden Bakterien erzeugte Immunität nennt man die „aktive“; injiziert man einem Menschen das fertige Antitoxin, so wird er „passiv“ immunisiert. Während die aktive Immunisierung nur langsam erworben wird, dafür aber lange anhält, tritt bei passiver Immunisierung der Impfschutz sofort ein, ist aber meistens in ca. 2—4 Wochen wieder verschwunden. Zum Teil werden die heterologen Rezeptoren (z. B. beim Pferdeserum der Diphtherie) im Körper zerlegt, zum Teil auch an Seitenketten, welche auf sie passen, verankert, andere Teile werden durch die Nieren und den Darm ausgeschieden; es scheint aber, als ob damit die Zahl der sie vermindernenden Faktoren noch nicht erschöpft sei.

Durch ein Antitoxin kann nicht bloss eine Immunisierung sondern auch eine Heilung eintreten, nämlich dann, wenn das Antitoxin zu dem Toxin eine grössere chemische Affinität hat als die Zelle. Bis zu einem gewissen, allerdings recht beschränkten Grade scheint das vorzuliegen bei der Diphtherie. Bei ihr gelingt es durch sehr grosse Gaben von Antitoxin das bereits an die Zellen verankerte Toxin loszureissen, solange die Verankerung noch frisch ist; später ist die Verbindung so fest geworden, dass eine Trennung nicht mehr möglich ist. Will man mit einem Anti-

Aktive
und passive
Immunität.

Heilung durch
Serum.

toxin helfend eingreifen, dann ist es, wie Behring angibt, notwendig, möglichst früh und möglichst viel Serum zu geben.

Erfolge bei der
Diphtherie.

Die grossen Erfolge, welche Behring mit seinem Diphtherieheilserum nach den vorhin aufgestellten Regeln erzielt hat, sind mehr Immunisierungs- als Heilungserfolge, denn bei der Diphtherie wird das Gift kontinuierlich gebildet, und die Zeit, welche verstreicht von der Verankerung der haptophoren Gruppe bis zur Einwirkung der toxophoren Gruppe ist relativ kurz, die Krankheitserscheinungen machen sich früh bemerkbar, infolgedessen kann das Serum bald verabfolgt werden. Wenn nun auch eine Anzahl Zellen geschädigt ist, bevor das Antitoxin zur Wirkung kommt, so bedroht diese Schädigung, da nicht sehr vitale Zellen getroffen sind, das Leben noch nicht. Die sich dann weiter bildenden Gifte werden durch die kreisenden Rezeptoren des Diphtherieserums abgefangen und unschädlich gemacht. Anders liegen die Verhältnisse beim Tetanus. Man darf annehmen, dass in vielen Fällen zugleich mit den Bazillen, die sich im Körper nur wenig vermehren, schon eine nicht unbeträchtliche Menge Gift fertig eingeführt wird. Diese geht an die haptophoren Gruppen der für das Leben so sehr wichtigen Nervenzellen und verankert sich dort. Leider dauert es eine ganze Weile, ehe die toxophore Gruppe ihre Wirkung durch Auftreten der Krankheitssymptome sichtbar entfaltet; während dieser Zeit ist die Verankerung aber sehr fest geworden, so dass sie nicht leicht mehr losgerissen werden kann. Die Dignität der invadierten Zellen bedingt die Lebensgefahr, wenn auch das noch entstehende wenige Gift durch das inzwischen injizierte Tetanusantitoxin gebunden wird. Wir kommen also beim Tetanus vielfach mit der Injektion des Antiserums zu spät. Es muss sofort, wenn die ersten verdächtigen Symptome sich zeigen, in sehr grossen Mengen gegeben werden; besser noch ist es, bei tiefen und verschmutzten Wunden dasselbe prophylaktisch zu verabreichen; in dieser Anwendung dürfte zur Zeit sein Hauptwert liegen.

Beim Tetanus.

Immunitätseinheit.

Um zu wissen, wieviel Antitoxin eingespritzt werden soll, muss man eine Masseinheit haben, und diese ist festgelegt in der Immunitätseinheit (I. E.). Sie enthält bei Diphtherie soviel Antitoxin, als notwendig ist, um 1 ccm Normalgift = 100 doses letales, zu binden; unter letzterer versteht man diejenige Giftmenge, welche imstande ist, ein Meerschweinchen von ca. 250 g Gewicht in 4—5 Tagen zu töten. Injiziert also ein Arzt 1000 Diphtherieimmunitätseinheiten, so sind in der entsprechenden Serummenge soviel Rezeptoren enthalten, als notwendig sind, 1000 mal

100 doses letales zu neutralisieren oder 100 000 Meerschweinchen von 250 g, die je eine tödliche Dosis Diphtherietoxin erhalten haben, vom Tode zu retten.

Toxoide und
Toxone.

Das Toxin ist wenig haltbar; es wandelt sich bis zu 50 % in andere Verbindungen, in Toxoide um, welche wenig oder gar nicht giftig sind, bei welchen also die toxophore Gruppe grösstenteils unwirksam geworden ist. Ihre haptophore Gruppe ist erhalten, jedoch insofern verändert, als Toxoide mit verschiedener Bindungsfähigkeit für das Antitoxin entstanden sind; Protoxoide sind solche mit grösserer, Syntoxoide solche mit gleicher und Epitoxoide solche mit geringerer Affinität zum Antitoxin, als sie das Toxin besitzt. Die Toxoide kommen in frischem Gift nicht vor, wohl aber Toxone. Das sind für sich, unabhängig vom Toxin bestehende Giftkörper, die ein zweites Sekretionsprodukt der Diphtheriebazillen darstellen; sie bedingen die Paralysen und die marantischen Erscheinungen; man kann auch Antitoxone erzeugen.

Durch die Anwesenheit von Toxonen und durch die Umwandlung der Toxine in Toxoide war die Bestimmung der Wertigkeit der Antitoxine wesentlich erschwert, doch ist es gelungen, die Schwierigkeiten zu umgehen; es erwies sich dabei aber als erforderlich, die Prüfung der Antitoxine in einer staatlichen Anstalt zu konzentrieren, und geschieht die Prüfung zur Zeit in dem „Institut für experimentelle Therapie“ zu Frankfurt a. M.

b) Die Immunität gegen Krankheitserreger.

1. Die Bakteriolyse und Cytolyse. Injiziert man Tieren bzw. Menschen Cholera-, Typhus-, Bacterium coli-, abgetötete Pestkulturen usw. unter die Haut, so entstehen örtliche Entzündungen und Allgemeinerscheinungen, die sich in Fieber, Uebelbefinden, Verlust des Appetites und bei Tieren auch in Abnahme des Gewichtes zu äussern pflegen. Sind die Symptome verschwunden, so kann durch wiederholte, etwas stärkere Injektionen der gleiche Symptomenkomplex von neuem hervorgerufen werden. Nach einem derartigen Vorgehen, also einer ein- oder mehrmaligen Injektion vollvirulenter, abgeschwächter oder abgetöteter Kulturen werden, sofern dadurch Reaktionen im Körper ausgelöst werden, Stoffe im Blutserum gefunden, die imstande sind, Bakterien der eingespritzten Art abzutöten und aufzulösen. Dieselben Stoffe, die Bakteriolyse sind im Blut von Typhus- oder Cholerarekonvaleszenten vorhanden. Gewinnt man das Serum von aktiv gegen Bakterien immunisierten Tieren, mischt es mit der mehrfach tödlichen Dosis der

Erzeugung
bakterizider
Stoffe, der
Bakteriolyse.

betreffenden Bakterien und spritzt die Mischung in die Bauchhöhle empfänglicher Tiere, z. B. von Meerschweinchen, so bleiben die Tiere am Leben. Die Bakterien werden zunächst bewegungslos, quellen auf, zerfallen körnig und verschwinden zuletzt (Pfeiffersches Phänomen). Das Tier bleibt gesund, wenn die Bakteriendosis keine zu hohe gewesen ist; war die Gabe indessen sehr gross, so stirbt das Tier, und zwar an den Endotoxinen der durch das Serum getöteten Bazillen. Ebenso gehen nicht vorbehandelte Tiere ein, wenn sie mässige Mengen Kultur in die Peritonealhöhle erhalten haben, aber die Bakterien haben sich dann stark vermehrt. In der Erforschung der hier einschlagenden Verhältnisse ist R. Pfeiffer führend gewesen.

Pfeiffersches
Phänomen.

Spezifität der
Antikörper.

Die Antikörper sind spezifisch, d. h. ein gegen Cholera immunisiertes Tier hat ein nur gegen Cholerabazillen, ein gegen Typhus immunisiertes ein nur gegen Typhusbazillen wirkendes Serum. Die Immunitätskörper bilden sich erst in geraumer Zeit; bei den üblichen Versuchstieren ist die Akme etwa gegen den neunten Tag nach der Injektion erreicht. Tötet man die Tiere früher, gegen den vierten oder fünften Tag, und untersucht die einzelnen Organ-säfte und das Serum, so findet man von den Gegenkörpern im Serum noch recht wenig, und in den meisten Organen nichts; dahingegen sind die aus den blutbereitenden Organen, Knochenmark, Lymphdrüsen, Milz gewonnenen Sera bereits reich an Schutzstoffen; dort ist also ihre Hauptbildungsstätte.

Bildungsort der
Bakteriolyse.

Inaktivierung
und
Reaktivierung
des Serums.

Eine auffällige Erscheinung war es, dass man die bakterizide Wirkung so prompt im lebenden Tier und oft so schlecht im Reagensglas nachweisen konnte. Hier fand nämlich ein Absterben der Bakterien nicht statt, wenn das Serum nicht ganz frisch war. Setzt man jedoch eine geringe Menge frischen Serums, welches sogar von einer anderen Tierart stammen kann, dem wirkungslos gewordenen Immunserum zu, so wird es „reaktiviert“. Ganz frisch aus dem Körper immunisierter Tiere gewonnenes, also voll wirksames Serum kann seiner Bakteriolyse beraubt werden, wenn man es eine halbe Stunde auf 56° erhitzt; es wird „inaktiviert“; Zusatz von normalem Serum reaktiviert es wieder. In dem Serum müssen also zwei Körper vorhanden sein, welche zusammen die Bakterienlösung bewirken. Der eine ist hitzebeständig, im Serum von normalen Tieren nicht oder nur in geringer Menge, im Serum von immunisierten Tieren aber in wesentlich höherer, bei starken Immunisierungsgraden sogar in beträchtlicher Menge vorhanden und von spezifischer Wirkung; der andere ist nicht hitzebeständig,

Immunkörper
oder
Ambozeptor.

sehr labil und bildet einen Bestandteil des normalen Serums; zunächst scheint es auch, als ob er nicht spezifisch sei. Der hitzebeständige Stoff ist zweifellos der Träger der Immunität, er wird durch die Injektionen erzeugt und heisst mit Recht „Immunkörper“, oder aus einem gleich zu besprechenden Grunde „Zwischenkörper“ oder „Ambozeptor“ (oder substance sensibilisatrice nach Bordet oder fixateur nach Metschnikoff). Der im normalen Blut enthaltene Stoff, welcher die Wirkung des Immunkörpers komplettiert, heisst das „Komplement“.

Komplement.

Hämoly sine.

Man hat nun gefunden, dass auch Blutkörperchen lösende Substanzen, Hämoly sine, erzeugt werden können. Injiziert man einem Exemplar einer Tierart, z. B. einem Meerschweinchen, wiederholt das Blut einer anderen Tierart, z. B. eines Kaninchens, so gewinnt das Meerschweinenserum rasch die Fähigkeit, beträchtliche Mengen von Kaninchenerythrocysten zu lösen. Erhitzt man das hämolytische Serum auf 56°, so wird es inaktiviert und durch Zusatz von Serum normalen Blutes wieder reaktiviert. Mit den Hämoly sinen lässt sich leichter arbeiten als mit den Bakteriolysinen, und sie haben uns in erster Linie dem Verständnis für das hier Vorgehende näher gebracht.

Setzt man zu roten Blutkörperchen inaktiviertes (erwärmtes) Hämoly sin hinzu, lässt einige Zeit einwirken und zentrifugiert, so ist der Immunkörper aus der überstehenden Flüssigkeit verschwunden, denn wenn man sie abhebert und ihr normales Serum (Komplement) und rote Blutkörperchen zusetzt, so werden letztere nicht gelöst. Bringt man jedoch zu den abzentrifugierten Erythrocyten das Komplement, so erfolgt die Lösung. Es muss also, so schliesst Ehrlich entsprechend seiner Seitenkettentheorie, das rote Blutkörperchen Rezeptoren besitzen, in welche eine Seitenkette, die haptophore Gruppe des Immunkörpers eingreift. Die Rezeptoren sind indessen nicht nur der Immunkörper wegen da, sondern sie dienen der Nahrungsaufnahme; die in das Blut gelangenden Nährstoffe werden dort verankert und so den Zellen zugetragen; auf gewisse Rezeptoren passen aber, man möchte sagen zufällig, Seitenketten von Immunkörpern.

Die zytophile und komple mentophile Gruppe des Ambozeptors.

Nimmt man normales Serum einer Tierart A, setzt Blutkörperchen von einer anderen Art, B, hinzu, lässt einige Zeit stehen, zentrifugiert die roten Blutkörperchen ab, setzt zu dem abpipettierten, blutkörperchenfreien Serum inaktiviertes Serum und abermals Blutkörperchen von B hinzu, so tritt eine Lösung dieser Erythrocyten ein, ein Beweis, dass das Komplement an die ersten roten Blutkörperchen nicht gebunden worden ist, oder mit anderen

Die haptophore und cymotoxische Gruppe des Komplementes.

Worten, mit den Erythrocytenrezeptoren stimmte keine Seitenkette des Komplements überein. Es muss daher der Immunkörper zwei haptophore Gruppen haben, eine cytophile, welche die Verbindung mit der Zelle, und eine komplementophile, welche die Verbindung mit dem Komplement herstellt. Er fasst also von beiden Seiten („Ambozeptor“) und stellt das Verbindungsglied, den „Zwischenkörper“, dar zwischen Zelle einerseits und dem lösenden Ferment andererseits.

Das Komplement besitzt neben der haptophoren eine der toxophoren Gruppe der Antitoxine entsprechende cymotoxische Gruppe, welche eine verdauende Wirkung auf die fremden Zellen ausübt.

Den Hämolsynen im Prinzip gleiche Lysine lassen sich erzielen durch Injektionen von Zellen verschiedener Art, z. B. Spermatozoen, Niereneithelien usw.

Die cytolytische bezw. bakteriolytische Wirkung kommt also dadurch zustande, dass infolge der Injektion von Erythrocyten oder Bakterien ein Zellreiz stattfindet, wodurch die den Zellen anhaftenden Ambozeptoren abgestossen, vielfältig wieder erzeugt und wieder abgestossen werden. Kommen neue Fremdkörper derselben Art hinzu, so werden sie mittelst der cytophoren Gruppe des freischwimmenden Ambozeptors, die an eine entsprechende Seitenkette des roten Blutkörperchens oder der fremden Zelle angreift, verankert. Die komplementophile Gruppe des Ambozeptors geht mit der haptophoren Gruppe des Komplements eine feste Bindung ein, und nun tritt die cymotoxische Gruppe des Komplements in Tätigkeit

und bringt den Erythrocyten bezw. das Bakterium zur Lösung.

Der durch die vorbereitenden Injektionen hervorgerufene Zellreiz muss ein sehr intensiver sein, denn die Menge der Ambozeptoren, welche auf Injektion von 2 mg Cholerakultur beim Menschen entstehen, erscheint nach Kolb gross genug, um 120 g Cholera Bazillen im Meerschweinchenperitoneum abzutöten. Eine echte Vermehrung der Komplemente liess sich bislang noch nicht einwandfrei erreichen.

Die Komplemente sind identisch mit den Schutzstoffen, den Alexinen Buchners, die man früher schon als ausschlaggebend

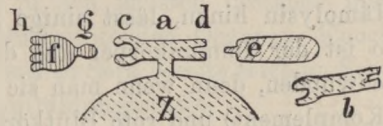


Fig. 157. Bildliche Darstellung der Wirkung der Bakteriolyse. Z Körperzelle; a Ambozeptor = Rezeptor III. Ordnung, c seine komplementophile, d seine cytophile Gruppe, e ein Bakterium, f das Komplement mit g der haptophoren, h der cymotoxischen Gruppe, b ein freier Ambozeptor.

Entstehung
der
cytolytischen
oder bakterio-
lytischen
Wirkung.

Komplemento
= Alexine.

für die Immunität ansah; sie sind wahrscheinlich den Eiweisskörpern zuzurechnen, sind sehr labil, denn schon durch Erwärmung auf 36° C., durch Lichteinwirkung besonders bei Anwesenheit von Sauerstoff werden sie vernichtet; es gelingt, sie durch Aussalzen zu gewinnen. Die Alexine sind Zellprodukte, und es dürfte zweifellos sein, dass sie zum grössten Teil aus den Leukocyten entstehen, die man schon seit langem nach dem Vorgange Metschnikoffs für wesentlich beteiligt an der Zerstörung von Bakterien im immunen Tierkörper ansah. Die ursprüngliche Annahme, die Alexine seien genereller Art, d. h. ihre Seitenketten passten auf die komplementophile Gruppe der verschiedensten Ambozeptoren, ist, wie Versuche von Ehrlich, Wassermann u. a. ergaben, irrig. Man muss vielmehr annehmen, dass in ein und demselben Serum Komplemente der verschiedensten Art stecken, sie also spezifisch sind.

Alexine-
verdauende,
spezifische
Fermente.

Wenn bislang von Spezifität die Rede war, so ist der Ausdruck immer so aufzufassen, dass die Antikörper, Rezeptoren oder Ambozeptoren nur Körper binden, welche ihnen entsprechende Seitenketten haben; dabei ist es nicht gerade gesagt, dass im System sich nahestehende Körper, z. B. verwandte Bakterien, die gleichen Seitenketten besitzen. Spezifisch ist also nur die Rezeptorenbindung, nicht aber die Bindung gleicher oder nahestehender Bakterien oder Gift- oder Blutarten etc.

Spezifität.

Das Komplement muss in gleicher Weise wie der Ambozeptor, wenn es einen vollen Schutz gewähren soll, in genügender Menge vorhanden sein, denn sonst werden nicht alle Bakterien verankert und gelöst, die übrig gebliebenen vermehren sich und bewirken Erkrankung und Tod.

Seit langer Zeit weiss man, dass Stauungen im Kreislauf, Hyperämien oder Entzündungen, mögen sie mechanisch, z. B. durch Umschnürung, oder chemisch, z. B. durch Injektion von Bazillen oder Urin oder Bouillon usw. in die Bauchhöhle entstehen, Hyperleukocytose hervorrufen. Während derselben eingebrachte Keime gehen baldigst zugrunde. Man nimmt an, dass die Alexine in grosser Menge schon durch die Leukocyten an den Ort der Entzündung gebracht werden, wo sie ihre verdauende Tätigkeit an allem Fremden ausüben, was in ihren Bereich kommt, verankert an ihm durch die ebenfalls von den Leukocyten in grösserer Menge dorthin gebrachten, im normalen Blut und in den Wanderzellen vorhandenen Ambozeptoren. Ein beträchtlicher Teil der fremden Organismen wird auch von den Leukocyten direkt aufgenommen und verdaut (Phagocytose Metschnikoffs). Der

Die nicht
spezifische
Bakteriolyse.

durch die Entzündung entstehende Schutz ist kein spezifischer, er geht mit dem Rückgang der Reizung wieder verloren.

Mangelnde
Wirkung auf
Bakteriengifte.

Die Bakteriolytine schützen nur gegen die Bakterien, aber nicht gegen die von ihnen erzeugten Gifte; so lässt z. B. ein gegen Cholera immunisiertes Tier, dem man eine grosse Menge Cholerabazillen in die Bauchhöhle injiziert, zwar sämtliche Bazillen rasch absterben, es selbst geht jedoch an den Endotoxinen, welche aus den zerfallenden Cholerabazillen austreten, unter starkem Temperaturabfall zugrunde. Bislang ist es noch nicht gelungen, gegen diese Gifte eine Abwehr zu finden, wie wir sie gegen die eigentlichen, im vorigen Abschnitt besprochenen Toxine besitzen; die nach der Richtung hin unternommenen Versuche berechtigen indessen zu einigen Hoffnungen.

Anwendung der
Lysine in der
Medizin.

Von dem Schutz gegen die Krankheitserreger macht die Medizin zum Teil schon recht lange Gebrauch. Die Variolation des 17. Jahrhunderts ist eine echte aktive Immunisierung, ebenso die Impfung gegen die Schafpocken, ferner die Impfung mit virulentem Material gemischt mit Galle gegen die Rinderpest und die Injektion von *Pyrosoma bigeminum*, einem Blutscharotzer, gegen das Texasfieber. In der Vaccination haben wir eine Immunisierung mit dem durch das Rind abgeschwächten *Cytoryctes variolae*. In der letzten Zeit versucht man eine Immunisierung gegen Tuberkulose durch Ueberimpfung rassedifferenten Tuberkelbazillen zu erzielen. Auf Impfung mit sehr wenig oder mit abgeschwächtem Virus — die Akten sind hierüber noch nicht geschlossen — beruht die Pasteursche Schutzimpfung gegen Tollwut.

Gegen Cholera sind von verschiedenen Seiten Immunisierungsversuche mit abgetöteten und lebenden Bazillen gemacht worden; waren die Erfolge auch nicht glänzend, so fordern sie doch zur Fortsetzung auf. Bei Abdominaltyphus sind die Resultate weniger gut gewesen; jedoch ist noch nicht genügend geprüft worden. Bei der Pest, wo die enorme Vermehrung der Bazillen den Krankheitsverlauf beherrscht, ist die Schaffung von Bakteriolytinen sicher am Platz; durch Einspritzung abgetöteter Bakterien hat man bereits Schutzwirkungen erreicht, die allerdings noch sehr verbesserungsfähig sind. Gegen Milzbrand verwendet Sobornheim ein Immunserum und spritzt zugleich, aber an anderer Stelle abgeschwächte Milzbrandbazillen ein. Ein ähnliches Verfahren mit zeitlich nachfolgender Injektion von virulentem Rotlauf war schon mehrere Jahre vorher von Lorenz gegen Schweine-rotlauf mit Erfolg angewendet worden.

Ausser den Antitoxinen und Bakteriolytinen entstehen im Blut von künstlich oder durch Krankheit immunisierten Tieren und Menschen noch zwei andere Körper von erheblicher Bedeutung: die Agglutinine und die Präzipitine.

2. Die Agglutinine. Bringt man in das Serum eines typhuskranken Menschen oder eines gegen Typhus immunisierten Tieres gut verteilte Typhusbazillen hinein, so hören sie sehr bald auf sich zu bewegen und legen sich in Häufchen zusammen = Agglutination. Diese Erscheinung, deren Würdigung wir zunächst Gruber und Durham verdanken, ist spezifisch und sehr charakteristisch, sie versagt nur in seltenen Fällen, so dass sie (unter dem Namen Widalsche Reaktion) mit Recht in die Diagnostik des Typhus und der Cholera aufgenommen worden ist.

Die Körper, welche das Zusammenlagern der Bakterien bewirken, heissen Agglutinine, sie sind schon durch ihre grössere Hitzewiderstandsfähigkeit, bis zu 70°, von den Lysinen verschieden und nicht reaktivierbar. Dass Lysine und Agglutinine verschieden sind, folgt auch daraus, dass es Rekonvaleszenten vom Typhus

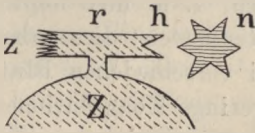


Fig. 158. Bildliche Darstellung der Wirkung der Rezeptoren II. Ordnung. Z Körperzelle, r Rezeptor mit z der cymophoren und h der haptophoren Gruppe, n ein Eiweissmolekül, welches von dem Rezeptor mittels der haptophoren Gruppe gefasst und der Einwirkung der cymophoren Gruppe zugänglich gemacht wird.

gibt, die in ihrem Blut bakterizide und agglutinierende Stoffe haben, und andere, denen entweder das Lysin oder das Agglutinin fehlt. Für eine Reihe von Bakterien und Körperzellen, z. B. für die roten Blutkörperchen, hat man Agglutinine gefunden, bei anderen konnten sie bis jetzt nicht nachgewiesen werden. Ehrlich nimmt an, dass die Agglutinine auf Reize hin entstehen, welche die Zellen treffen, es sind also aus den Körperzellen entstandene Rezeptoren (Haptine), welche an die Bakterien herangehen und sie mit ihrer haptophoren Gruppe an einer Seitenkette fassen. Die Immobilisierung und das Zusammenschnurren denkt sich Ehrlich entstanden durch eine dem Rezeptor ansitzende cymophore Gruppe, welche gewöhnlich der Zerlegung der komplexen Eiweissmoleküle der aufgenommenen Nährstoffe dienen soll.

3. Die Präzipitine. Filtriert man aus einem Nährmedium, in welchem man Bakterien in Reinkultur gezüchtet hat, die Bakterien ab und überträgt in das klare Filtrat von dem Serum eines mit denselben Mikroben immunisierten Tieres, so entsteht ein Niederschlag. Dieselbe Erscheinung lässt sich erzielen, wenn

Agglutinine.

Präzipitine.

man Eiweiss sehr stark mit Wasser verdünnt und ein Serum hinzufügt von einem Tier, welchem vorher mit der betreffenden Eiweissart Einspritzungen gemacht worden sind. So konnte Bordet durch die Präzipitinprobe erkennen, welcher Tierart eine ihm vorgelegte Milch entstammte, indem er zu starken Verdünnungen der Milch Serum von Kaninchen zusetzte, die mit Eiweiss verschiedener Herkunft, so z. B. von Mensch, Rind, Pferd, Schaf, Esel vorbehandelt waren. Auch Pflanzen- und Tiereiweiss lassen sich so unterscheiden.

Anwendung der Präzipitine.

Praktisch wichtig sind die Präzipitine geworden durch die Einführung der Präzipitinprobe durch Uhlenhuth, Wassermann und Schütze in die gerichtsarztliche Praxis. Hat man einen Blutfleck unbekannter Herkunft, so wird er mit 1 % Sodalösung aufgenommen, so dass eine blassgelbliche, ganz klare Flüssigkeit entsteht. Zu Teilen derselben wird eine geringe Menge Serum gesetzt von Tieren, die mit Menschenblut, Hühnerblut, Schweineblut usw. vorbehandelt sind. In derjenigen Probe, zu welcher die Haptine des betreffenden Bluteiweisses passen, entsteht ein Niederschlag. Die Präzipitine sind spezifisch, d. h. ihre haptophore Gruppe passt nur auf bestimmte Seitenketten; diese aber können sich, aber nur in geringer Zahl, bei verschiedenen Blut- bzw. Eiweissarten finden, es können daher geringe Koagulationen auch in artfremdem Blut entstehen. Um Missdeutungen aus dem Wege zu gehen, ist grosse Vorsicht und einige Erfahrung notwendig.

In ihrem Wesen stimmen die Präzipitine oder Koaguline mit den Agglutininen überein.

E. Natürliche Widerstandsfähigkeit.

Ein etwas anderes Bild als die erworbene oder künstliche Immunität bietet die schon von der Geburt her bestehende natürliche Widerstandsfähigkeit, welche darin besteht, dass bestimmte Tierklassen oder Spielarten schon von Hause aus gegen bestimmte Krankheiten immun sind.

So gibt z. B. Rob. Koch an, dass die Hausmäuse für Mauseptikämie empfänglich, die Feldmäuse unempfindlich sind. Der *Microc. tetragenus* tötet weisse Mäuse sicher, Hausmäuse und Feldmäuse nur selten; ähnlich verhalten sich die französischen und algerischen Schafe gegenüber dem Milzbrand.

Man unterscheidet zwischen Immunität bez. Disposition der Rasse und des Individuums. Diejenigen Tierklassen nennt man bestdisponiert, bei welchen regelmässig auf zweckentsprechende

Disposition der Rasse und des Individuums.

Einführung der pathogenen Mikroorganismen eine Infektion erfolgt und bei welchen der Verlauf der Infektion ein bösartiger, immer oder gewöhnlich zum Tode führender ist.

Wo bei einer Rasse weder Immunität noch die höchste Disposition besteht, ist Raum für die „individuelle“ Disposition. Bei derartigen Rassen gelingt nicht jeder Versuch einer Uebertragung, und nicht jedes infizierte Individuum erkrankt schwer oder tödlich, vielmehr geht eine erhebliche Anzahl der Infektionen in Genesung über. Impft man eine weisse Maus mit Milzbrand, so erkrankt sie sicher, und in längstens 3—4 Tagen ist sie der Krankheit erlegen; infiziert sich der Mensch, so kann auch er rasch zugrunde gehen; meistens jedoch bleibt der Milzbrand lokal, es tritt ein Milzbrandkarbunkel auf, welcher zur Heilung tendiert; bei den Mäusen ist von einer individuellen Disposition nicht die Rede, beim Menschen wohl.

Ueber das Wesen der natürlichen Widerstandsfähigkeit ist noch sehr vieles dunkel.

Gestützt auf Untersuchungen von Behring und Fodor an Kaninchen mit Milzbrand kann man folgern, dass ein stark alkalisches Blut und die Fähigkeit des Blutes, auf eine Infektion mit stärkerer Alkalität zu reagieren, einen gewissen Einfluss auf die Empfänglichkeit gegen einzelne Krankheiten ausübt. Künstliche Verminderung der Alkalität durch entsprechende Nahrungszufuhr hebt die Unempfänglichkeit wieder auf.

Metschnikoff hat die natürliche Immunität und Disposition auf eine direkte Einwirkung der Leukocyten zurückzuführen gesucht. Er bemerkte, als er immunen Tieren Milzbrandkultur einspritzte, dass die Leukocyten sich an der Injektionsstelle anhäuferten und die Bazillen in sich aufnahmen und verdauten. Bei einer grossen Reihe von Untersuchungen mit anderen Mikroorganismen sah er dieselbe Erscheinung. Metschnikoff nennt diejenigen Zellen, welche Bazillen aufnehmen, Phagocyten, Fresszellen, er unterscheidet zwischen Mikrophagen, den polynukleären Leukocyten, und Makrophagen, den grossen, hauptsächlich in der Milz vorkommenden einkernigen Leukocyten; seine Lehre heisst daher die Lehre von der Phagocytose.

Die Verdauung findet statt durch ein ungeformtes Ferment, die Cytase, welche mit dem Alexin Buchners, dem Complement Ehrlichs identisch ist. Zur Verdauung ist jedoch, wie Metschnikoff jetzt selbst zugibt, noch ein zweiter Körper, der Fixateur, d. h. der Ambozeptor Ehrlichs, erforderlich, der ebenfalls von den Phagocyten und ihnen ähnlichen Zellen

Ursachen der natürlichen Widerstandsfähigkeit.

Metschnikoffs Phagocytose.

Cytase und Fixateur.

produziert wird. Das heisst also, die natürliche Widerstandsfähigkeit beruht wie die künstliche Immunisierung auf der Anwesenheit von Ambozeptoren und Komplementen. Die Fresszellen erleichtern aber die Einwirkung dadurch, dass sie, angelockt durch die erzeugten bezw. mit eingespritzten chemischen Produkte (Chemotaxis) die Bakterien bezw. Protozoen in sich aufnehmen und sie so in innigste Berührung mit den dort vorhandenen beiden Körpern Cytase (Komplement) und Fixateur (Ambozeptor) bringen. Es sind also nach Metschnikoff freie Ambozeptoren nicht erforderlich; es genügen die intrazellulären der Phagozyten.

Buchners
Alexintheorie.

In der Tat entwickeln sich, wenn natürlich-widerständigen Tieren virulente, oder empfänglichen Tieren abgeschwächte Bakterien injiziert werden, vielfach aber nicht bei allen Arten eine starke Leukocytenanhäufung und eine lebhaft Aufnahme der Fremdlinge in die Mikro- und Makrophagen, wo sie meistens in kurzer Zeit verdaut werden.

Ursprünglich ging Metschnikoff mit seiner Theorie zu weit; er betrachtete die Phagocytose als die einzige Ursache der Resistenz. Dieser Auffassung trat mit Recht Buchner entgegen, welcher nachwies, dass das Absterben fremder Zellen auch ausserhalb der Körperzellen, dass es im zellfreien Blutplasma vorkommt.

Die Körper, welche das Zugrundegehen bewirken, nannte Buchner Schutzstoffe, Alexine, und legte ihre Natur und Eigenart fest; Ehrlich war es vorbehalten, die Alexine an die richtige Stelle im Kampfe gegen die andringenden Bakterien zu bringen und ihre Einheit in eine grosse Zahl von Sonderalexinen aufzulösen.

Bindung allein
genügt nicht
immer.

Dass die natürliche Immunität gegen die Toxine auf einer fehlenden Bindung beruhen kann, dass also die Rezeptoren der Körperzellen auf die haptophore Gruppe des Toxins nicht einschlagen, beweist z. B. die Immunität des Huhnes und der Sumpfschildkröte gegen das Tetanusgift; man kann wochen- und monatelang das injizierte Gift im Blute nachweisen, es kreist dort frei, mit Blut geimpfte Mäuse werden tetanisch. Bei dem Alligator liegt die Sache anders, dort verschwindet das Gift aus dem Blute, es wird an die Zellen verankert, denn man kann mit ihm Antitoxine erzeugen, wozu die haptophore Gruppe des Toxinmoleküls genügt; aber das Tier erkrankt nicht; seine Zellen sind für die toxophore Gruppe unempfindlich; worin letzteres beruht, ist unbekannt. Es erscheint aber sehr fraglich, ob die Anwesenheit von Komplementen und passenden Ambozeptoren der einzige Grund

für die natürliche Widerstandsfähigkeit ist; jedenfalls konnte Wassermann bei Tauben die Komplemente durch eingeführte Antikomplemente vollständig binden, und nichtsdestoweniger blieb die natürliche Immunität gegen Milzbrand, Influenza und Lepra bestehen.

Ueber die natürliche Resistenz bedarf es also noch weiterer vertiefter Forschung. Bei der persönlichen Immunität bezw. Disposition kommen die vorhin erwähnten Faktoren ebenfalls in Betracht; sie werden aber in verschiedener Weise und zwar nicht unerheblich beeinflusst.

Persönliche
Disposition.

Von Belang für die Empfänglichkeit ist das Lebensalter. Wenn auch jugendliche Individuen oft mehr der Infektion ausgesetzt sind als ältere, so genügt die grössere Infektionsintensität doch nicht, um z. B. die grosse Erkrankungsziffer an Diphtherie und Scharlach bei Kindern, die auffallend geringe Erkrankungsziffer bei Erwachsenen zu erklären. Hier müssen im Lebensalter liegende Differenzen vorhanden sein; so findet man zuweilen nicht unerhebliche Mengen von Antitoxinen im Blut von Personen, die bestimmt niemals an Diphtherie gelitten haben.

Was vom Alter gilt, gilt auch in mancher Beziehung vom Kräftezustand. Kräftige Personen sind meistens weniger disponiert als Schwächliche, als Kranke und Rekonvaleszenten. Ferner haben Tierversuche gezeigt, dass Ueberanstrengung, Hungern oder starke Abkühlung, das Atmen schädlicher Gasarten sowie die Anwesenheit abnormer Stoffe im Körper oder Blut (Zucker, Gifte) die Disposition wesentlich zu erhöhen vermögen. Man geht kaum fehl mit der Annahme, dass ein guter Ernährungszustand, eine mässige körperliche Arbeit in freier Luft die natürliche Widerstandsfähigkeit gegen Infektionserreger günstig beeinflussen.

F. Einfluss der Beschaffenheit und der Zahl der Bakterien auf die Infektion.

Bei der Infektion kommt nicht allein das zu infizierende Wesen, sondern auch der infizierende Mikroorganismus in Betracht; er muss virulent sein. Unter Virulenz versteht man den Grad der Fähigkeit eines Infektionserregers den invadierten Organismus zu schädigen. Die Schädigung ist bedingt entweder durch die mehr oder minder starke Wucherung, oder die mehr oder minder starke Giftbildung. Beides lässt sich beeinflussen; so kann man Streptokokken, die wenig virulent waren, durch Kaninchenpassagen

Virulenz.

Steigerung und
Abschwächung
der Virulenz.

dahin bringen, dass 2—3 eingeführte Keime das Tier in 16 Stunden töten, nicht weil die Giftbildung stärker geworden wäre, sondern weil die Vermehrungsfähigkeit im Tierkörper enorm gesteigert wurde. Ueberträgt man Pest durch Inhalation von Tier zu Tier, so wird sie immer bösartiger — auch bei Spontaninfektionen beim Menschen ist das so —, dabei lässt sich keine Verstärkung des Giftes, wohl aber eine sehr lebhaftige Bazillenwucherung feststellen. Wenn man Mikroorganismen der Einwirkung chemischer Agentien aussetzt, sie z. B. einige Zeit in schwachen Desinfizientien züchtet, oder sie längere Zeit bei erhöhter Temperatur oder bei Luftabschluss, andere Arten bei Luftzufuhr kultiviert, oder sie in bestimmter Weise der Lichtwirkung aussetzt, oder sie wiederholt durch den Körper wenig empfänglicher Tiere gehen lässt, so verlieren sie in verschieden hohem Grade die Fähigkeit, Gifte zu bilden. Manche Mikroorganismen tun das bereits, ohne dass man sich besondere Mühe zu geben braucht — natürliche Abschwächung. Züchtet man z. B. Erysipelkokken, Rotzbazillen, Gonokokken, Pneumonieerreger ausserhalb des Tierkörpers, lässt man diese Parasiten also als Saprophyten vegetieren, so werden sie abgeschwächt, so degenerieren sie.

Gelangen schwach virulente Mikroben in den Körper disponierter Tiere, so können die hoch disponierten Rassen und Individuen erkranken, während die weniger disponierten den eingedrungenen Feind nicht aufkommen lassen.

Zahl.

Die Zahl der eingedrungenen Bakterien ist von Belang für das Haften der Infektion. Nur in seltenen Fällen und nur bei hoher Disposition und starker Virulenz dürfte ein Keim zur Infektion genügen.

Man kann sich vorstellen, dass der eingedrungene, einzeln im Blute kreisende Mikrobe von einem Ambozeptor gefasst und durch die Komplementwirkung getötet wird, während für eine grössere Zahl von Eindringlingen die erforderliche Zahl von Ambozeptoren sich nicht findet. Die Bakterien werden sich dann bald vermehren, und die ihnen zunächst liegenden Zellenkomplexe werden so stark geschädigt, dass es zum Tode derselben und nicht zur Bildung von Haptinen kommt. Von dieser einen Stelle aus erfolgt dann der Einbruch in den Körper.

G. Die Eingangspforten für die Infektionserreger.

Eine Infektion ist nur möglich, wenn die richtige Eingangspforte getroffen wird. Die Bakterien finden im Körper nicht aller Orten die günstige Gelegenheit, sich zu vermehren

und ihre spezifische Energie walten zu lassen. So wirken Typhus- und Cholerabazillen nicht von der Lunge aus, die dorthin gelangten Keime gehen, da sie keine eigentlichen „Blutparasiten“ sind, bald zugrunde, dringen nicht in den Darm, den Sitz ihrer Wirksamkeit, hinein. Dahingegen infizieren andere Erreger, z. B. die Pneumoniebakterien, von der Lunge aus.

Lunge und Darm.

Sogar bei unverletzter Haut können einige Krankheitskeime wirken, z. B. Pestbazillen, wenn sie in die Ausführungsgänge der Talg- und Schweißdrüsen oder der Haarbälge hoch empfänglicher Tiere eingerieben werden.

Haut.

Wieder andere Mikroorganismen wirken hauptsächlich von den Schleimhäuten aus, so die Gonokokken und die Diphtheriebazillen. Die Sekrete einiger Schleimhäute stellen indessen einen ungünstigen Nährboden dar, so der Speichel, das Nasen- und Scheidensekret, die Tränenflüssigkeit.

Schleimhäute.

Die Eiterkokken sind im gesunden Darm unschädlich, werden sie doch sogar von den Säuglingen, die sie den Milchgängen der Mutterbrust entnehmen, anstandslos vertragen. Sie wirken vielmehr von Wunden aus; aber auch da ist wieder ein Unterschied: im straffen Hautgewebe erzeugen sie das Erysipel, im Unterhautgewebe die Phlegmone.

Wunden.

Nicht wenig Bazillen haben verschiedene Eingangspforten, d. h. sie können von Wunden, von der Lunge, vom Darm oder von den Schleimhäuten aus wirken; die Tuberkel-, Pest- und Milzbrandbazillen sind Repräsentanten dieser Kategorie.

Verschiedene Eingangspforten.

Der Zustand des Gewebes, worauf die Bakterien bei ihrem Eindringen treffen, ist für das Haften der Infektion ebenfalls von Belang. Für viele Bakterien ist es nicht leicht, die dichte Epitheldecke zu durchdringen; ist infolge von Verletzungen oder von Katarrhen das Epithel aufgelockert oder verschwunden, so ist das Hindernis beseitigt, und die Disposition für die Erkrankung vergrößert.

Beschaffenheit des aufnehmenden Organes.

Der eingeatmete Tuberkelbazillus braucht nicht direkt bis in die Alveolen zu dringen; häufig wird er in den Luftwegen abgelagert und von dort durch die Flimmerbewegung wieder hinaus befördert; fehlen jedoch die Flimmerhärchen, bestehen Substanzverluste im Epithel, finden sich durch scharfen Staub gesetzte minimale Wunden, dann kann an solchen Stellen der Bazillus zum Eindringen oder zur Entwicklung kommen.

Sporenlose Bakterien werden vom gesunden Magen in der Regel verdaut, und nur die Bakterien, welche den Magen passiert haben, kommen im Darminhalt zur Entwicklung. Ein Versagen

der Magentätigkeit, eine ungenügende Säurebildung, kann also die Infektion ermöglichen. Ein halb Liter Wasser bei leerem Magen genommen, ist in $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$, ein Trinkglas voll schon in $\frac{1}{4}$ Stunde bis auf einen kleinen Rest aus dem Magen verschwunden; die Salzsäuresekretion ist dabei eine minimale; hiernach ist also die Gefahr der Infektion mittels infizierten Trinkwassers bei leerem Magen eine erhöhte.

Eine starke Anfüllung des Magens wirkt wieder insofern begünstigend, als die im Speisebrei eingeschlossenen Bakterien der Einwirkung des Magensaftes entgehen können.

Diese und ähnliche lokale, Gelegenheits- oder zufällige Ursachen beeinflussen das Zustandekommen der Infektion und spielen eine, wenn auch nicht in jedem einzelnen Falle voll erkannte Rolle.

H. Die Bedingungen für die Entstehung von Epidemien.

a) Der Uebergang der Krankheitskeime auf den Menschen.

Die Ansteckungskeime finden sich zunächst entweder im Innern oder an der Oberfläche des erkrankten Individuums. Am letzteren Ort sitzen die Erreger der akuten Exantheme; und diese ihre Lokalisation ist ihrer Weiterverbreitung sehr günstig. Die im Innern des Körpers enthaltenen Infektionserreger sind solange für die Umgebung ungefährlich, als sie den Körper nicht verlassen. Sie werden durch die Ausscheidungen nach aussen befördert. Im Kot finden sich die Erreger der Cholera, der Ruhr und des Typhus, im Eiter die Staphylokokken, die Gonokokken, im Auswurf die Tuberkelbazillen, in den ausgehusteten Fetzen die Diphtheriebazillen etc. Der Harn enthält sicher dann pathogene Mikroorganismen, wenn sich in dem uropoetischen System Lokalisationen der Krankheit finden, was z. B. beim Typhus häufig der Fall ist. Ob die Bakterien in den Fakalien bald zugrunde gehen oder nicht, hängt ganz von den Umständen ab; es sind viele Fälle bekannt, wo sie sich Monate hindurch gehalten haben.

Ein Teil der pathogenen Mikroorganismen verliert regelmässig kurze Zeit nach dem Verlassen des Körpers seine Virulenz oder seine Lebensfähigkeit, so z. B. sterben die Erreger der Syphilis, der Rabies, der Gonorrhöe sehr bald ab; hier ist die direkte Uebertragung vom Kranken auf den Gesunden die Regel.

Vorkommen
der Krankheits-
erreger.

Die erwähnten Krankheiten bilden zusammen mit einigen anderen, z. B. den Exanthemen, der Diphtherie etc. die Gruppe der sog. „kontagiösen“ Krankheiten im engeren Wortverstande; zu den „miasmatischen“ rechnet man diejenigen, welche durch die Luft oder auf unbekannte Weise, aber nicht direkt vom Kranken auf den Gesunden übermittelt werden. Der Typus derselben war früher die Malaria; seitdem jedoch ihre Uebertragbarkeit durch Mücken (*Anopheles*) erwiesen ist, hat man sie aus der Gruppe der miasmatischen Erkrankungen gestrichen. Da jedoch viele Affektionen nach beiden Methoden übertragbar sind, so war man zu der Aufstellung einer neuen Gruppe der „kontagiös-miasmatischen“ Krankheiten gezwungen. — Je nachdem die pathogenen Keime hauptsächlich im erkrankten Organismus sich entwickeln und von dort aus, ohne auf Zwischengliedern sich zu vermehren, auf Gesunde übergehen, oder hauptsächlich nach saprophytischer Vermehrung infizieren, unterscheidet man „entogene“ und „ectogene“ Krankheiten. Auch spricht man von „fixen“ Kontagien, wenn lebende Krankheitskeime nicht durch schwache Luftströme verschleppt werden können, im Gegensatz zu den „flüchtigen“ Kontagien, die schon durch kleinste Luftströme von etwa 1—4 mm in der Sekunde verschleppbar sind. Alle diese künstlichen Schematisierungen haben geringen Wert; die Hauptsache ist, dass der Arzt von jeder einzelnen Krankheit möglichst genau den Infektionsmodus und die Wege kennt, die von den Krankheitserregern beschritten werden können.

Bei solchen Krankheiten, deren Keime sich einige Zeit ausserhalb des Körpers halten, und bei denen die direkte Uebertragung von Person zu Person leicht bewerkstelligt werden kann, genügt indessen die blosse „Berührung“ zur Infektion nicht, denn die unverletzte Haut ist, sofern die Keime nicht eingerieben werden, undurchgängig; der durch Berührung übernommene Keim muss erst von der Berührungsstelle an eine kleine Wunde oder auf eine aufnahmefähige Schleimhaut, z. B. die der Atmungs- oder Verdauungsorgane gebracht werden, ehe eine Infektion eintreten kann. Die direkte Uebertragung ist bei den meisten Infektionskrankheiten möglich; so infiziert sich, um nur ein Beispiel anzuführen, das Wartepersonal bei Cholera und Typhus nicht selten dadurch, dass es die mit Kot besudelten Finger unbewusst an den Mund bringt.

Häufiger jedoch werden die pathogenen Keime durch Zwischenglieder, also indirekt, übertragen. Als Vermittler dienen

Direkte Uebertragung.

Indirekte Uebertragung.

unter anderem lebende Wesen. So kann die Pflegerin, selbst gesund bleibend, die Diphtherie an dritte übermitteln; so können Hühner, Hunde, Schweine und dergl. die mit den Ausleerungen auf den Mist geschütteten Krankheitskeime an ihren Füßen über den Hof, auf die Strasse, in die Häuser schleppen; so vermögen die Fliegen und andere Insekten, ganz abgesehen davon, dass einige geradezu als Zwischenwirte bei bestimmten Krankheiten, z. B. den Filariaerkrankungen, dienen, sowohl an als in ihrem Körper lebende Krankheitskeime zu beherbergen und auf Nahrungsmitteln und dergl. zu deponieren. Mit Typhusbazillen gefütterte Fliegen haben noch 23 Tage nach der Fütterung Typhusbazillen auf geeignete Objekte zu übertragen vermocht. Die Malaria, das Gelbfieber werden durch Mückenstiche übermittelt.

Infektionen
durch die
Luft.

Die Luft vermag nach zweifacher Richtung hin Krankheiten zu übertragen. Zunächst können diejenigen pathogenen Keime, welche Sporen bilden oder längere Zeit Staubtrockenheit vertragen, als Stäubchen in ihr enthalten sein. Bakterienagglomerationen oder an grössere Partikelchen, Schleim, Kot etc. angetrocknete Einzelmikroben fallen allerdings bald aus; aber einzelne Bakterien allein oder an feinste Stäubchen angetrocknet können sich stundenlang in der Luft halten und von dort aus in die Atmungsorgane oder indirekt, durch Verschlucken, nachdem sie in Mund, Nase oder Rachen, kleben geblieben sind, in den Verdauungstraktus eindringen.

Durch Tröpf-
chen.

Weiterhin steht fest, dass beim Husten, Niesen, Räuspern, Sprechen feinste Tröpfchen entstehen, an welche angeklebt die Bakterien der Auswurfskrankheiten (Tuberkulose, Diphtherie, Influenza, Pneumonie) bis zu mehreren Stunden in der Luft schwebend bleiben können (Flügge). Im Freien ist eine Infektionsgefahr der einen oder anderen Art wegen der übergrossen Verteilung wohl kaum zu fürchten, dahingegen ist in Krankenzimmern mit dieser Gefahr sehr zu rechnen; sie ist entschieden grösser, wenn die Bakterien an Tröpfchen haftend, also feucht, als wenn sie als Staub, also trocken, in der Luft schweben.

Durch
Nahrungsmittel,
Gebrauchs-
gegenstände
etc.

Häufig stellen die Nahrungsmittel, auf welche aus der Luft die Keime gefallen oder durch Insekten, schmutzige Finger und ähnliches übertragen sind, die Vermittler dar. Unter den Nahrungsmitteln nimmt das Wasser bei einigen Krankheiten die erste Stelle ein; sodann können infizierte Milch, Butter, Fleisch und dergl. die Krankheitskeime vermitteln. Ferner sind bei gewissen Krankheiten (Typhus, Cholera) mit Fäkalstoffen gedüngte, roh

genossene Pflanzenteile bestimmter Art (Salate, Radieschen und ähnliches) als verdächtig zu betrachten.

Hierbei sei daran erinnert, dass auch die oberen Bodenschichten Krankheitskeime beherbergen und bei passender Gelegenheit auf den Menschen übergehen lassen.

Unter den Gebrauchsgegenständen sind in erster Linie die Kleider und unter ihnen hauptsächlich unreine Wäsche als Träger von Krankheitskeimen zu nennen; ferner vermitteln Spielsachen, Bücher und dergl. die Infektionen.

Selbstverständlich können alle möglichen Gegenstände und Substanzen, sofern sie nicht bakterizide Eigenschaften besitzen, pathogene Bakterien, welche zufällig dorthin geraten sind, einige Zeit beherbergen und unter sonst günstigen Bedingungen zur Vermehrung kommen lassen.

Manche Krankheitskeime sind sehr verbreitet, sind in gewisser Beziehung ubiquitär; dahin gehören z. B. die Eiterungserreger, welche man im Trinkwasser, im Spülwasser, in den Faeces, in der Luft, in dem Schmutz der Nägel, in der Frauenmilch etc. gefunden hat. Vielfach, und viel häufiger als man früher gedacht hat, ist der Mensch selbst der Träger infizierender Keime. Die Forschungen des letzten Jahrzehntes haben gelehrt, dass bei Cholera nur gegen 50 % der Infizierten apert erkranken. Beim Typhus ist das Verhältnis nicht wesentlich anders. Es gibt nicht allein eine Reihe von Menschen, welche leicht erkranken (Typhus ambulatorius), sondern auch solche, die überhaupt keine Krankheitssymptome zeigen und doch Millionen von Typhus- bzw. Cholerakeimen in ihren ganz normal aussehenden Fäzes bergen. Beobachtungen haben weiterhin gelehrt, dass die Diphtheriebazillen sich zuweilen viele Monate im Rachen der Rekonvaleszenten vollkommen infektionstüchtig und virulent erhalten. Gotschlich wies nach, dass im Auswurf von Lungenpestpatienten bis sehr weit in die Rekonvaleszenz hinein noch vollvirulente Pestbazillen vorhanden waren.

Durch den Menschen.

Die sich nicht krank fühlenden Menschen stellen eine viel grössere Gefahr dar, als die Schwerkranken, die im Bett liegen, denn sie bewegen sich überall frei herum und können unbewusst Milliarden von Krankheitskeimen umherstreuen. In manchen, anscheinend sogar in vielen Fällen, ist bei den sog. Hausinfektionen, die sich über Jahre erstrecken, viel weniger die Wohnung als vielmehr der Mensch selbst der Vermittler, indem leichte Krankheitsfälle, die unerkant überstanden wurden, die Fortpflanzung und Verbreitung der Krankheitskeime übernehmen.

Welche von den erwähnten und manchen anderen Infektions-

möglichkeiten in einem bestimmten Falle zur Geltung gekommen ist, lässt sich nicht immer mit Sicherheit erweisen; man muss mit allen rechnen und darf nicht nur die eine oder die andere in Rücksicht ziehen.

b) Der Ausbruch und die Verbreitung von Epidemien.

Damit eine ansteckende Krankheit zur Epidemie werde, sind die Anhäufung disponierter Individuen und geeigneter Krankheitserreger, sowie günstige Bedingungen notwendig, welche den Uebergang der Krankheitskeime auf die Individuen ermöglichen.

Verkehr.

a) Die Anhäufung disponierter Individuen. Die Zentren oder die Durchgangspunkte für den Verkehr werden mit Vorliebe von Seuchen heimgesucht. Die Zureisenden bringen die Infektionskeime mit; bei den engen Berührungen, bei den vielfachen Beziehungen der Menschen, dem sorglosen Verkehr ist die Vermittelung dann leicht, ohne dass dabei die direkte Berührung, die „Kontagion“, die einzige oder die Hauptrolle zu spielen braucht. Weiterhin zeigt die Statistik, dass, je dichter die Bevölkerung wohnt, um so höher die Sterblichkeit überhaupt ist, und dass letztere wesentlich durch die Infektionskrankheiten beeinflusst wird.

Soziale Verhältnisse.

Es gibt kaum eine Infektionskrankheit, zu welcher nicht das Proletariat den grösseren Prozentsatz stellt. Die Armut mit ihrer Gefolgschaft: schlechter, ungenügender Ernährung, ungesund, engen Wohnungen, anstrengender, oft extensiv und intensiv über das Mass hinausgehender Arbeit, welche nicht selten noch spezifische Schädigungen birgt, bilden einen Hauptgrund dieses traurigen Vorrechtes der ärmeren Klassen. Hierzu treten noch andere Momente, so der in diesen Bevölkerungsschichten ziemlich stark verbreitete Missbrauch der Alkoholika, die mangelhafte Reinlichkeit und die Sorglosigkeit, die Unüberlegtheit, welche die erwähnten Kreise gegenüber den Infektionen besitzen. Selbstverständlich kommen bei besser situierten Klassen die erwähnten Uebelstände ebenfalls vor, doch sind sie dort seltener, wo im allgemeinen eine bessere Erziehung vorhanden ist.

Wirtschaftliche Missstände.

Ungünstige äussere Umstände, Misswachs, Ueberschwemmungen, Krieg, haben, wie die Erfahrungen aller Jahrhunderte zeigen, oft schwere Seuchen im Gefolge; sie werden mit Recht den prädisponierenden Ursachen zugezählt, da die in wirtschaftlichen Missverhältnissen lebenden Individuen geschwächt und gegen die andringenden Krankheitskeime nicht widerstandsfähig sind.

Manche Seuchen kehren in einem gewissen Rhythmus wieder, was oft darin begründet ist, dass bei einigen Epidemien die grössere Zahl der disponierten Personen erkrankt, dass also die Bevölkerung durchseucht ist, und in ihr für die nächsten Jahre empfängliche Individuen fehlen. Ist später wieder genügender, noch nicht durchseuchter Nachwuchs vorhanden, so lässt der einfallende Infektionsfunke die Epidemie auflodern; in auffälliger Weise zeigt sich das bei den Exanthemen.

β) Zahlreiche und virulente Mikroorganismen. Schon früher ist gesagt worden, dass die Virulenz der Mikroben von Einfluss ist auf die mehr oder minder grosse Wahrscheinlichkeit der Erkrankung der einzelnen; selbstverständlich werden virulente und viele Bazillen eine grössere und bösartigere Epidemie auszulösen vermögen als abgeschwächte und wenige.

γ) Günstige Uebergangsbedingungen. Die Epidemiologie lehrt, dass in Mitteleuropa die Zeit des Spätsommers und Herbstes die von manchen Infektionskrankheiten bevorzugte ist, wohl aus dem Grunde, weil diese Zeit mit ihrer erheblichen Wärme und mässigen Feuchtigkeit der Entwicklung derjenigen Krankheitskeime günstig ist, welche als Saprophyten ausserhalb des Körpers zu leben vermögen. Grosse Hitze, starke Trockenheit oder starke Feuchtigkeit wirken meistens nicht begünstigend. Ausserdem kommt in Betracht, dass in dieser Zeit, sei es infolge von Temperaturschwankungen oder vom Genuss der Früchte, prädisponierende Darmkrankheiten häufig sind.

Sommer-
epidemien.

An einigen Orten fallen die hauptsächlichsten Seuchenausbrüche in die Winterzeit. Da dann die pathogenen Keime sich nicht im Freien vermehren können, so müssen sie in den gewärmten Häusern irgendwo günstige Entwicklungs- und Verbreitungsbedingungen gefunden haben. Ueber die Art derselben weiss man bis zur Zeit nichts; der Möglichkeiten sind viele, und geringe Differenzen in der Lebensweise, in den Gewohnheiten oder in der Ernährung einer Bevölkerung sind vielleicht imstande, über den Ausbruch einer Epidemie zu entscheiden. Ueberhaupt scheint es, als ob für eine Reihe von Krankheiten die Vegetation und Persistenz der Bakterien am Menschen selbst und in den Häusern eine viel grössere Rolle spielen, als ausserhalb derselben. Damit ist denn auch das Auftreten mancher Winterepidemien in Zusammenhang zu bringen; begünstigend wirkt bei letzteren das Zusammenleben der Familie in engen, z. T. überfüllten und mit Feuchtigkeit gesättigten, sark erwärmten Räumen.

Winter-
epidemien.

Weiter zeigt die Seuchenlehre, dass bestimmte Lokalitäten von gewissen Krankheiten mit besonderer Vorliebe heimgesucht,

Lokale
Momente.

andere von ihnen gemieden werden. Die Abhängigkeit des Tetanus, in gewisser Beziehung auch des Typhus von dem Boden ist schon früher besprochen worden; andere Krankheiten, z. B. Cholera, folgen mit Vorliebe den Flussläufen, wieder andere, z. B. Malaria, Gelbfieber, zeigen eine Vorliebe für feuchte, dunkle und warme Lokalitäten. Gewisse Orte und Städte oder Stadtviertel und Strassen werden von den Epidemien mehr oder intensiver befallen als andere, ohne dass immer ein Grund für diese Prädisposition ersichtlich ist, denn es ist noch nicht gelungen, das, was man zuweilen mit dem, noch aus der Zeit, als man die Krankheitserreger noch nicht kannte, stammenden Ausdruck „örtliche und zeitliche Disposition“ bezeichnet, völlig in seine einzelnen Komponenten zu zerlegen. Sauber gehaltene, mit den notwendigen Reinlichkeitseinrichtungen versehene Städte und Stadtteile sind im allgemeinen weniger disponiert als unsaubere.

I. Die Prophylaxe der Infektionskrankheiten.

Glücklicherweise steht der Mensch dem Hereinbrechen der Seuchen nicht immer machtlos gegenüber. Es lassen sich Massnahmen treffen, welche geeignet sind, die Infektionserreger fernzuhalten und die eingedrungenen in ihrer Vermehrung zu hindern oder sie zu töten. Andererseits kann man auf die Disposition, welche, wie gezeigt wurde, nicht unwandelbar ist, in günstigem Sinne einwirken.

1. Massnahmen der Staatsbehörden.

Um den zymotischen Krankheiten wirksam entgegenzutreten zu können, ist als Vorbedingung erforderlich:

1. Eine möglichst genaue Kenntnis der Krankheit selbst, ihrer Erreger und deren Lebensbedingungen, sowie aller Hilfsursachen, welche ihrer Ausbreitung förderlich sind.

2. Die Kenntnisgabe des Auftretens der epidemischen Krankheiten. Zur Zeit, wo fast alle grösseren Städte der Welt mittels Telegraphen untereinander verbunden sind, oder rasche Dampfer den Verkehr vermitteln, ist es leicht, über die im Auslande herrschenden Seuchen Nachricht zu erhalten; Ausnahmen bilden nur die mehr zentralen Bezirke Asiens, insonderlich die türkischen Besitzungen, dann Persien und seine Nachbarstaaten, sowie das Innere Chinas und Afrikas. Mit Rücksicht auf Cholera und Pest wäre zu wünschen, dass die in jenen Gebieten z. T. schon bestehenden Nachrichtenstationen vermehrt würden.

Auf dem internationalen Kongress in Paris, Dezember 1903 ist vereinbart worden, dass die Regierung des infizierten Staates

genaue Mitteilungen über Pest- und Choleraherde und die getroffenen Gegenmassregeln an die Regierung der Nachbarstaaten machen soll. Wie nützlich ein ähnliches Abkommen auch bezüglich der anderen Seuchen sein würde, ist einleuchtend.

Um im eigenen Lande über das Auftreten und die Verbreitung der Infektionen Klarheit zu bekommen und ihnen entgegenzutreten, ist notwendig:

1. Die obligatorische Totenschau (Seite 344).

2. Die Anzeigepflicht der Aerzte. Nur wenn die ausführenden Behörden über jeden einzelnen Fall einer infektiösen Krankheit so rasch als möglich unterrichtet sind, lässt sich durch Belehrung, Unterstützung, Isolierung, Abgabe in ein Krankenhaus und zweckmässige Desinfektion der einzelne Fall unter die günstigsten Bedingungen bringen und die Bildung eines „Seuchenherdes“ verhindern. Es ist notwendig, dass sich bei den gefährlicheren Seuchen die Anzeigepflicht auch auf die verdächtigen Fälle erstreckt, denn nur so ist es möglich, früh genug die erforderlichen Sicherheitsmassnahmen zu treffen. Vielfach besteht noch die Bestimmung, dass die Meldung nur bei „epidemischer Verbreitung“ stattzufinden habe; diese Anordnung ist absolut unrichtig, gerade die „ersten Fälle“ sind bezüglich des Seuchenschutzes von der grössten Wichtigkeit. Die Aerzte müssen der ihnen auferlegten Meldepflicht auf das gewissenhafteste nachkommen.

3. Unabhängig gestellte Sanitätsorgane mit einer gewissen Exekutive, d. h. speziell ausgebildete Medizinalbeamte, sollen vorhanden sein, welche nicht nur eine konsultative Stimme, sondern auch das Recht des selbständigen Vorgehens besitzen; letzteres muss indessen geregelt sein durch

4. Gesetzlich festgelegte Verhaltensmassregeln für jede einzelne Krankheit, also durch ein gut durchgearbeitetes Seuchengesetz.

a) In Deutschland ist diese Materie für einige Krankheiten und zwar für die vom Auslande hereindringenden gut geregelt, durch das Gesetz betr. die Bekämpfung gemeingefährlicher Krankheiten vom 30. VI. 1900, wozu Ausführungsbestimmungen für die einzelnen Krankheiten unter dem 28. I. 1904 erlassen worden sind.

Die für den Arzt wichtigsten Bestimmungen des Gesetzes sind ungefähr die folgenden: a) Jeder Erkrankungs-, Todes- wie verdächtige Fall von Aussatz, Cholera, Flecktyphus, Gelbfieber, Pest, Pocken ist der Polizeibehörde unverzüglich mündlich oder schriftlich anzuzeigen und zwar in erster Linie durch den zugezogenen Arzt, und, sofern ein solcher fehlt, durch den Haushaltungsvorstand, die mit der Pflege des Erkrankten betraute Person, den Hauswirt oder den Leichen-

Meldepflicht.

beschauer. Für Kranken- und ähnliche geschlossene Anstalten obliegt die Pflicht dem Vorsteher der Anstalt. Ermittlungen und Untersuchungen über die Art der Krankheit hat der beamtete Arzt vorzunehmen, ihm ist der Zutritt zu dem Kranken oder der Leiche sowie die Erlaubnis zur Obduktion, sofern sie zur Feststellung der Krankheit erforderlich ist, zu gewähren. Der behandelnde Arzt kann allen Ermittlungen beiwohnen. Nach Feststellung der Krankheit oder eines begründeten Verdachtes hat die Polizeibehörde, oder wenn Gefahr im Verzuge ist, der beamtete Arzt unverzüglich die erforderlichen Schutzmassregeln zu treffen.

Krankheitsver-
dächtige,
Infektionsver-
dächtige.

β) Kranke, Krankheitsverdächtige (Personen, die unter Symptomen erkrankt sind, welche den Ausbruch der betreffenden Krankheit befürchten lassen) und Ansteckungsverdächtige (Personen, welche Krankheitserscheinungen zwar nicht zeigen, aber mit Erkrankten in solcher Beziehung gewesen sind, dass die Aufnahme des Krankheitserregers zu befürchten ist) können einer „Ueberwachung“ unterzogen werden, d. h. sie werden sanitätspolizeilich bezüglich ihres Gesundheitszustandes überwacht, haben sich also entweder bei dem beauftragten Arzt innerhalb bestimmter Zeiträume zu melden, oder werden von ihm aufgesucht, sie sind aber in ihren Bewegungen völlig frei. Eine Beschränkung in der Wahl des Aufenthaltsortes oder der Arbeitsstätte ist nur bei nicht sesshaften Personen gestattet. Aus infizierten Oertlichkeiten zugereiste Personen haben die Verpflichtung, sich binnen längstens 24 Stunden bei der Polizeibehörde zu melden. Ist die Krankheit sehr bösartig oder erfordern es die Verhältnisse, so kann bezw. muss für die drei vorstehend gekennzeichneten Gruppen von Personen eine „Absonderung“ erfolgen. Dieselbe kann soweit gehen, dass die „Abgesonderten“ nur mit ihren Pflegern, Aerzten und Seelsorgern in Berührung kommen; mit den Angehörigen und Urkundspersonen darf in dringenden Fällen unter Anwendung entsprechender Vorsichtsmassnahmen der Verkehr gestattet werden.

Kranke.

γ) Kranke können in ein Krankenhaus überführt werden, wenn der beamtete Arzt konstatiert, dass auf anderem Wege die Absonderung nicht durchzuführen ist, und wenn der behandelnde Arzt die Ueberführung für unschädlich erklärt.

Wareneinfuhr
und -Ausfuhr.

δ) Die Landesbehörden können in befallenen oder bedrohten Oertschaften bezw. Bezirken betreffs Fabrikation, Aufbewahrung und Vertrieb von Gegenständen, welche die Krankheit vermitteln können, eine Kontrolle verlangen oder die Ausfuhr verbieten, die Abhaltung von Märkten usw. versagen und die in Schifffahrt-, Flösserei und Transportbetrieben beschäftigten Personen einer Kontrolle unterziehen. Es ist also die Ausfuhr bestimmter Waren z. B. bestimmter Nahrungsmittel, Lumpen, getragener Kleider und Aehnlichem aus dem infizierten Bezirk verboten, dahingegen können andere Waren, die aus infizierten Inlandbezirken kommen, nicht zurückgewiesen werden.

ε) Wenn in einem Ort Pest, Cholera, Fleckfleber, Variola ausgebrochen ist, so kann die Benutzung von Wasserbezügen, Brunnen, Quellen, Wasserleitungen und von öffentlichen Schwimm-, Bade- und Bedürfnisanstalten untersagt werden. Die gänzliche oder teilweise Räumung von Häusern kann in besonderen Fällen angeordnet werden. Infizierte oder der Infektion verdächtige Gegenstände müssen des-

infiziert werden. Die Landesbehörden haben das Recht, die Gemeinden dazu anzuhalten, die zur Bekämpfung der gemeingefährlichen Krankheiten notwendigen Einrichtungen zu treffen.

Betreffs des Personen- und Warenverkehrs über die Landesgrenzen hinweg reichen sich die Bestimmungen der letzten internationalen Pariser Konvention und das soeben besprochene Reichsgesetz die Hand. Nach letzterem können kranke, krankheitsverdächtige und infektionsverdächtige Personen von der Reisebeförderung ausgeschlossen, und ihr Eintritt in das Land verboten oder beschränkt werden. Das letztere gesteht auch das internationale Abkommen zu. Im speziellen regelt sich der Personenverkehr wie folgt:

Grenzverkehr.

Fremdländischen Aussätzigen kann der Uebertritt über die Grenze verboten werden. Da der Gelbfieberkranke an sich nicht ansteckend ist, das Gift vielmehr, genau wie bei der Malaria durch eine Mückenart, *Stegomya*, übertragen wird, die bei uns nicht vorkommt, so haben Beschränkungen im Verkehr nicht viel Zweck.

Betreffs der Pocken genügt die Anordnung, dass die fremdländischen Arbeiter sich innerhalb von drei Tagen nach Ankunft in ihrem Bestimmungsort impfen lassen, oder einen genügenden Impfschutz nachweisen müssen.

Flecktyphus und Rekurrens sind hauptsächlich Krankheiten des niedrigsten Proletariats; daher sind vor allem die Bevölkerung der Landstrasse und ihre Herbergen, sowie die Polizeiasyle zu überwachen.

Bezüglich der Cholera, des Fleckfiebers und der Pest gelten folgende Vorschriften: Die Landquarantänen fallen fort, an ihre Stelle treten Beobachtungsstationen an den Grenzübergängen, in welchen das in das Land eintretende Publikum einer ärztlichen Inspektion unterzogen wird. Kranke oder der Krankheit Verdächtige werden sogleich dem Spital überwiesen. Auf der Weiterreise Erkrankte werden vom Bahnpersonal sofort bei denjenigen Stationen gemeldet, wo Aerzte zur Verfügung stehen. An den Stationen mit geeigneten, für diesen Zweck bestimmten Krankenhäusern (Krankenübergabestationen) können die Patienten abgegeben werden. Aus mit Pest, Cholera usw. infizierten Gegenden des Aus- oder Inlandes an einem Ort angekommene Personen haben sich in den nächsten 24 Stunden bei der Polizeibehörde zu melden; diese lässt sie bis zum Ende der Inkubationszeit — bei Cholera 5, bei Pest 10, bei Flecktyphus 14 Tage — überwachen, ohne ihnen indessen, wie erwähnt, Schranken in ihren Bewegungen aufzulegen.

Im Seeverkehr schützt man sich schon seit 1405, wo die erste derartige Anstalt von Venedig eingerichtet worden ist, durch Quarantänen. Diese sind behördliche Einrichtungen zur zeitweiligen Isolierung und Beobachtung von Schiffen, welche aus verseuchten Ländern kommen, und ihrer Passagiere und Besatzungen. Die Quarantäneanstalten enthalten ein Lazarett und Räume für die der Isolierung unterworfenen, verdächtigen, aber noch gesunden Personen, sowie eine Desinfektionsanstalt.

Schiffsverkehr.

Personenver-
kehr.

Nach den Vorschriften des internationalen Kongresses von 1903 müssen „verseuchte“ Schiffe, d. h. solche, die entweder Cholera oder Pest an Bord haben oder in den letzten 7 Tagen an Bord hatten, ihre Kranken in ein Isolierspital abgeben; ihre Passagiere und Besatzungen werden 5 Tage hindurch isoliert oder bei Cholera 5, bei Pest 10 Tage überwacht. Schmutzige Wäsche, mit Entleerungen besudelte Gegenstände und Räume werden desinfiziert. Die letzteren Massnahmen einschliesslich der „Ueberwachung“ beziehen sich auch auf „verdächtige“ Schiffe, d. h. solche, die wohl Krankheitsfälle, jedoch nicht innerhalb der letzten 7 Tage an Bord hatten; „reine“ Schiffe, die zwar aus einem verseuchten Hafen kommen, aber keine Cholera an Bord hatten, werden sofort zum freien Verkehr zugelassen. Bezüglich des Gelbfiebers sind ähnliche Vorschriften erlassen (2. April 1895).

Flussverkehr.

Für den Flussverkehr haben sich die preussischen, von R. Koch in den Vordergrund gestellten Massnahmen gegen Cholera in ganz hervorragender Weise bewährt.

Für jedes infizierte deutsche Stromgebiet wird ein Kommissar ernannt, dem eine Anzahl Ueberwachungsbezirke unterstellt sind. Jedem der Bezirke sind Aerzte zugeteilt, welche die auf dem Fluss verkehrenden Schiffe und Flösse möglichst täglich auf den Gesundheitszustand der Besatzungen untersuchen, die Desinfektion der Bilge (unterster Schiffsraum) und der Kotbehälter, sowie die Entleerung der letzteren veranlassen und den Besatzungen gutes, unverdächtiges Wasser liefern. Die Entnahme von Wasser aus dem Fluss, die Absetzung der Fäkalien in den Fluss ist verboten. Aufgefundene Cholerakranke werden in ein Hospital gebracht, die übrigen Bewohner des Fahrzeuges werden 5 Tage beobachtet („Massnahmen“, 27. Juli 1893).

Warenverkehr.

Der überseeische Warenverkehr ist durch die Kenntnis von den Krankheitserregern und deren biologische Eigenschaften wesentlich erleichtert worden.

Im allgemeinen können Waren aus infizierten Gegenden eingeführt werden, nur gebrauchte Kleider, schmutzige Wäschestücke, Pelze, Bettzeug, Lumpen etc. sollen entweder gar nicht oder erst nach zweckentsprechender Desinfektion zum Verkehr zugelassen werden, da sie hauptsächlich die Erreger der Pocken, des Rückfall- und Fleckfiebers, der Pest und der Cholera enthalten. Man verfährt jetzt ganz allgemein nach dem Grundsatz, die Einfuhr von Waren möglichst nicht zu beschränken, dahingegen die Ausfuhr von wirklich verdächtigen Gegenständen, Milch, gebrauchter Leibwäsche, Bettzeug, getragenen Kleidungsstücken, Lumpen und ähnlichem, zu verbieten. Werden derartige Gegenstände aus Choleraorten mitgebracht, so sind sie gründlich zu desinfizieren.

b) Für die einheimischen Infektionskrankheiten, denen doch zweifellos die erheblich grössere Bedeutung zukommt, besteht leider ein Reichsgesetz nicht. Die Bestimmungen der deutschen Einzelstaaten stehen z. T. durchaus nicht auf der Höhe der Wissenschaft und sind untereinander recht verschieden. Es dürfte daher richtiger sein, nicht die gesetzlichen Verordnungen, sondern die für grössere Gruppen von Krankheiten betreffs der

Prophylaxe leitenden Motive zu erörtern; im übrigen sei auf die in dem folgenden Kapitel ausführlich behandelten einzelnen Krankheiten verwiesen.

α) Die Ausschlagskrankheiten Röteln, Masern, Scharlach befallen fast nur die Kinder; das gleiche lässt sich vom Keuchhusten und der Diphtherie sagen.

Ausschlags-
krankheiten.

Die staatlichen Anordnungen betreffs dieser Affektionen sind daher hauptsächlich in den auf die Schule sich beziehenden Regulativen enthalten, wobei unter Schulen allerdings auch die Kindergärten, Bewahranstalten, Spiel-, Warte- und Privatschulen aller Art verstanden werden müssen.

Das beste und sicherste Mittel, der Ausbreitung dieser Epidemien entgegenzutreten, bildet die Isolation; wo eine solche nicht möglich ist, wie bei kinderreichen, nicht wohlhabenden Familien, sind die Abgabe des Erkrankten in ein Krankenhaus und die nachfolgende Desinfektion, unter Umständen auch die Isolierung der Umgebung des Kranken erforderlich. Das Publikum nimmt es zum Teil recht leicht mit der Isolation; schon wenige Tage nach überstandenen Masern, oder noch während des Krampfstadiums des Keuchhustens lässt es die Kinder nicht zur Schule, denn dort würden sie zurückgewiesen werden, sondern auf die Strasse, auf die Spielplätze gehen, womit die Gefahr der Uebertragung in höchstem Grade gegeben ist. Das Volk muss über die Verhältnisse aufgeklärt werden. Die Besuche bei den erkrankten Kindern, das Hineingehen zu der offenen Leiche sind zu verbieten. Die Eltern seien darauf aufmerksam gemacht, dass die von den erkrankten Kindern zurückgelassenen Speisereste bei diesen wie bei allen anderen Krankheiten nicht den gesunden zum Verzehren gegeben werden dürfen.

β) Bei einer anderen Gruppe von Krankheiten spielt die Uebertragung mittelst der Respirationsorgane die Hauptrolle. Das ist der Fall bei der Tuberkulose, der Influenza, zum Teil bei der Pest; hierhin gehören ebenfalls die vorhin schon erwähnte Diphtherie und der Keuchhusten. Es bedarf besonderen Hinweises, dass bei diesen Krankheiten die Gefahr in dem Akt des Aushustens und in dem Ausgehusteten, dem Sputum, liegt. Teils wirkt das angetrocknete, zu Staub zermalmte Material, teils und wahrscheinlich in wesentlich höherem Grade die beim Husten herausgeschleuderten Tröpfchen. Der Kranke ist also hauptsächlich bei und bald nach dem Husten, Schreien usw. gefährlich. Um hier den nötigen Schutz früh genug eintreten lassen zu können, ist eine recht baldige und sichere Diagnose erforderlich, und Staat wie Stadt haben dafür zu sorgen, dass den Aerzten durch bakteriologische unentgeltliche Untersuchungen die rasche Stellung einer sicheren Diagnose ermöglicht wird.

Die Atmungs-
Krankheiten.

γ) Eine dritte Gruppe von Krankheiten wird durch Infektion vom Magendarmkanal aus bewirkt. Neben der bereits erwähnten Cholera kommt in Betracht der Typhus, der Paratyphus, die Ruhr und zum Teil die Tuberkulose. Man hat behauptet, und nicht mit Unrecht, dass die Zahl der Erkrankungen an Typhus einen Gradmesser darstelle für die gesundheitlichen Verhältnisse einer Stadt überhaupt. Typhus und Ruhr sind am besten zu bekämpfen durch die prompte und sichere Entfernung der von den Kranken und Infizierten ausgeschiedenen Krankheitserreger. Die Desinfektion der Abgänge ist in erster Linie zu ver-

Die Darm-
krankheiten.

langen, sodann die Massnahmen, welche man einbegreift unter dem Ausdruck „Assanierung“, d. h. gute Einrichtungen zur Entfernung der Abwässer und Fäkalien, zur Schaffung von Trockenheit und Reinlichkeit in Stadt und Dorf. Hiermit hat Hand in Hand zu gehen die Sorge für die Beschaffung infektionssicherer Nahrungsmittel; die Einrichtung zuverlässiger Trinkwasserversorgungen, die Ueberwachung des Nahrungsmittelverkehrs kommen hier in Betracht.

Es ist nicht leicht, den Typhus und die Ruhr auszurotten, wenn sie sich einmal eingenistet haben, und es ist mit Dank zu begrüssen, dass die deutschen Regierungen durch besondere Institute, die zunächst in denjenigen Bezirken eingerichtet worden sind, die stark unter Typhus leiden, den Weg intensivster Bekämpfung dieser Krankheiten beschrritten haben.

Die Wund-
krankheiten.

δ) Eine vierte Hauptgruppe von Krankheiten wird durch Uebernahme der Keime von seiten der Haut oder der Schleimhäute, sofern sich dort kleine Wunden finden, hervorgerufen. Die Wundinfektionskrankheiten einschliesslich des Trismus und des Puerperalfiebers, eine Reihe auf den Menschen übertragbarer Zoonosen, Rotz, Wut, Milzbrand. gehören hierher.

Bezüglich der letzteren Krankheiten ist bereits ein gewaltiger Schutz gegeben in den Bestimmungen des Viehseuchengesetzes, welches verlangt, dass die erkrankten Tiere getötet und die Kadaver vernichtet werden müssen und dass die Leute, welche „verdächtige“ Tiere zu pflegen haben, auf die grosse ihnen eventl. drohende Gefahr aufmerksam gemacht werden müssen.

Da schon seit 24 Jahren ein Reichsviehseuchengesetz zum Nutzen des Viehbestandes gewirkt hat, so wird es allmählich Zeit, dass auch durch ein Reichsseuchengesetz die Menschheit geschützt werde; es ist das der Mühe wert, denn fast ein Drittel aller Todesfälle ist auf zymotische Krankheiten zurückzuführen.

Belehrung.

Neben den Bestimmungen des Gesetzes ist erforderlich eine „Belehrung des Volkes“ über das Wesen der einzelnen Infektionskrankheiten und über die zu ergreifenden Vorsichtsmassregeln.

Solche Vorträge wären für die Schulkrankheiten seitens der Schulärzte, für die übrigen Krankheiten bei drohenden Epidemien seitens der Kassen-, Krankenhaus-, Stadt- oder beamteten Aerzte zu halten. Als Richtschnur könnten die „Merkblätter“ dienen, welche seitens des Kaiserlichen Gesundheitsamtes aufgestellt sind, und welche das für das Publikum zu wissen Erforderliche in kurzer klarer Form enthalten. Die Presse ist von autoritativer Seite zu unterrichten, damit nicht unberufene Berater das Publikum irreführen.

2. Die Massnahmen der lokalen Behörden.

Unter Berücksichtigung des Angegebenen sind schon in seuchenfreier Zeit von seiten der lokalen Behörden Massnahmen gegen die Infektionskrankheiten zu treffen, durch welche denselben gewissermassen der Boden entzogen wird. Zielen hierauf auch sehr viele Vorschriften der Hygiene hin, so mögen doch die folgenden besonders erwähnt werden:

1. Die Reinlichkeitsbestrebungen: Reinheit des Körpers, der

Kleidung, des Hauses und Hofes, der Strasse. Der Sinn für Reinlichkeit muss der Bevölkerung anerzogen werden; durch Reinlichkeit werden die Krankheitskeime ferngehalten, die eingeschleppten wieder entfernt.

2. Die Ueberwachung des Nahrungsmittelverkehrs; hier steht obenan die Sorge für unverdächtiges und appetitliches Trink- und Hausgebrauchswasser; dann folgen eine gut eingerichtete Fleischbeschau und die Ueberwachung des Handels mit Fleisch und mit Milch, weil gerade diese Nährmaterialien erwiesenermassen Infektionen veranlasst haben. Auch der Kleinhandel mit Nahrungsmitteln bedarf sehr der Kontrolle.

3. Sorge für gesunde Wohnungen und Ueberwachung der Wohnungen und der Gasthäuser. Mit der Wohnungsdichtigkeit nimmt die Infektionsgefahr zu, es kommt also darauf an, geräumige, billige Wohnungen, wenn möglich in kleineren Häusern zu schaffen (Seite 400).

Für bestimmte Krankheiten, insonderlich den Flecktyphus und Rückfalltyphus, bilden erfahrungsgemäss Herbergen und ähnliche Lokalitäten, für die Cholera die Flösserstationen nicht selten Seuchenherde; ihre Einrichtungen usw. müssen daher der Behörde bekannt und so gesundheitlich als möglich gestaltet sein.

4. Die Aufbewahrung der Leichen und die Leichenfeiern sind so einzurichten, dass gesundheitliche Gefahren vermieden werden (Seite 343).

5. Weiter ist zu sorgen für die Sicherstellung von Unterkunfts-räumen für die Kranken und für das notwendige ärztliche Pflegepersonal. Die Isolierung der Kranken durch Abgabe in ein Krankenhaus ist viel sicherer als die Isolierung im Hause; leider fehlen noch in vielen besonders in den kleineren Städten zweckentsprechende Krankenhäuser. Auch sind die entsprechenden Transporteinrichtungen vorzusehen.

Am besten ist für das gesundheitliche Wohl einer Bevölkerung gesorgt, wenn neben den lokalen Behörden unabhängige „Sanitätskommissionen“ bestehen, die regelmässig tagen, rücksichtslos auf die bestehenden Schäden hinweisen.

Sanitäts-
kommission.

Ist in dieser Art vorgesorgt, so sind beim Herannahen oder dem plötzlichen Auftreten der Krankheiten nur noch die schon bestehenden Einrichtungen auf etwa eingeschlichene Ungehörigkeiten zu revidieren. Ausserdem müssen die Ortsbehörden dann ihre Aufmerksamkeit besonders dem Verkehr zuwenden. Lustbarkeiten, Märkte, Leichengefolge sind nötigenfalls zu beschränken oder zu verhindern; die Herbergen und ähnliche Lokale sind unter behördliche Kontrolle zu stellen; in manchen Fällen kann

sich der Schulschluss (siehe Schulhygiene) notwendig machen; der Handel mit Lumpen, in manchen Städten auch die Art der Wäschereinigung, sind zu überwachen und dergleichen mehr.

Obschon die Isolation im Krankenhause für das Gemeinwohl und für den Erkrankten am vorteilhaftesten ist, so wird es dennoch nicht immer gelingen, die dem Volke inwohnende Scheu vor den öffentlichen Krankenhäusern zu besiegen. In solchem Falle versucht man, den Patienten mitsamt seinem Pfleger im Hause selbst zu isolieren und, wenn notwendig, die Gesunden zu entfernen.

Es kann sich als notwendig erweisen, die Häuser, in welchen sich infektiöse Kranke befinden, dem Publikum kenntlich zu machen; für die „gemeingefährlichen Krankheiten“ ist das sogar Reichsvorschrift; auch können bei diesen Krankheiten Betriebe, durch welche eine Verbreitung des Ansteckungsstoffes zu fürchten ist, z. B. Nahrungsmittelverkaufsstellen, Beschränkungen unterworfen oder geschlossen werden.

Die lokalen Behörden sollen auch einen geeigneten Vorrat zweckdienlicher Desinfektionsmittel sicherstellen und eine Desinfektionskolonne schaffen, die dazu verwendet wird, einestheils die Kranken in das Hospital, die Toten in das Leichenhaus schaffen zu helfen, und anderenteils die infizierten Wohnungen nebst ihrem Inhalt nach einer sorgfältig ausgearbeiteten, ebenfalls von der Behörde festgesetzten Instruktion zu desinfizieren.

3. Die individuellen Massnahmen.

a) Die persönlichen Vorsichtsmassregeln bestehen zunächst darin, dass der einzelne nicht ohne Not sich der Infektionsgefahr aussetzt. Die an vielen Orten üblichen „Beileidsbesuche“ oder „Krankenbesuche“ sind auch dann nicht unbedenklich, wenn sie nicht direkt dem infektiösen Kranken, sondern den Angehörigen gelten; denn manche Krankheiten können durch dritte Personen übertragen werden; ferner erfolgt bei einigen Affektionen schon während des Stadium incubationis eine Ansteckung; in dem infizierten Hause können pathogene Bakterien in der Luft schweben oder an den Ess- und Trinkgeschirren, an den Nahrungsmitteln etc. haften, — Grund genug, in einer derartigen Wohnung nichts zu geniessen und die Besuche als gefährdend zu unterlassen.

Schwächliche Individuen, z. B. Rekonvaleszenten, müssen sich, weil sie mehr disponiert sind, besonders vor Infektionsgefahr hüten.

Die Reinlichkeit des Körpers, der Kleidung und des Hauses ist eine Schutzmassregel ersten Ranges.

Kranken-
besuche.

Absperrung.

Bei Erkrankungen ist schon früh der Rat des Arztes einzuholen. Die Absperrung der Gesunden von den Erkrankten ist leider bei den ärmeren Klassen schwer durchzuführen. Es sind Massnahmen zu treffen, dieselbe zu erleichtern unter Betonung des Umstandes, dass die beste Isolation in der möglichst frühzeitigen Uebergabe des Erkrankten in ein Hospital besteht.

Im Bedarfsfalle werde angeraten, nur solche Nahrungsmittel zu geniessen, welche ihrer Natur nach keine Krankheitskeime enthalten können oder auf bakterientötende Temperaturgrade erhitzt worden sind. Katarrhe der Atmungs- bzw. der Verdauungsorgane sind möglichst zu vermeiden, ebenso Magenüberladungen oder das Atmen in staubiger Atmosphäre. Von der grössten Wichtigkeit ist die zweckentsprechende Desinfektion.

Nahrungsmittel.

b) Zu den vorstehenden mehr negativen persönlichen Massnahmen kommen noch positive hinzu, welche auf die Disposition günstig einwirken; wir müssen dabei zwischen spezifischen und nicht spezifischen Beeinflussungen unterscheiden.

Zu den letzteren gehören alle die Mittel, welche den Körper kräftigen und besonders eine gute Blutbildung bewirken; denn im Blut finden sich die Alexine; reichliche aber nicht übermässige Ernährung bei entsprechender körperlicher Arbeit in frischer Luft und auskömmliche Körperruhe, gute Hautpflege u. dergl. wirken fördernd.

Nicht spezifische Beeinflussung

Gute Erfolge sind betreffs der spezifischen Immunisierung, der Schutzimpfungen, zu verzeichnen.

Den ersten und zugleich den glänzendsten Erfolg hat Jenner mit der Schutzimpfung gegen die Pocken gehabt. Die Statistik zeigt unwiderleglich, dass die Vaccination einen über Jahre sich ausdehnenden Schutz gegen Variola gewährt. Die nächste erfolgreiche Schutzimpfung erzielte Pasteur 1880 bei der Hühnercholera, 1881 beim Milzbrand (siehe S. 528) und 1883 beim Schweinerotlauf. Dann folgte Arloing mit der Impfung gegen Rauschbrand, Schütz gegen Lungenseuche und R. Koch 1897 gegen Rinderpest. Bei allen diesen Schutzimpfungen hat man günstige, zum Teil sogar sehr günstige Resultate erhalten.

Spezifische Beeinflussung.

Die glänzendsten Erfolge erzielte Pasteur mit seinen Rabiesimpfungen. Eine jeder Kritik genügende Statistik weist nach, dass von den durch wirklich tollwütige Hunde gebissenen Menschen noch nicht 0,5 % sterben. Da aber zwischen dem ge-

schehenen Biss und dem Ausbruch der Krankheit eine längere Zeit liegt, welche genügt, um eine erfolgreiche Impfung durchzuführen, so ist die Inokulation mit Rabiesgift keine eigentlich prophylaktische, denn nur derjenige lässt sich impfen, welcher schon gebissen worden ist.

Durch Behring ist die Präventivimpfung mit Diphtherieantitoxin eingeführt. Die relativ geringe Dosis von etwa 500 Immunitätseinheiten genügt anscheinend, um einen mehrere Wochen dauernden Schutz zu gewähren.

Auf der Kinderabteilung des Charitékrankenhauses in Berlin, in den Spitalern von Paris hat man mit der Diphtherieschutzimpfung gute Resultate erzielt; und es empfiehlt sich, in Familien, wo ein Kind erkrankt ist, die übrigen Kinder und die jugendlichen Pfleger schutzzuimpfen.

Gegen Cholera ist die Schutzimpfung zunächst von Ferran in der letzten spanischen Epidemie versucht worden; das eigentliche Verdienst jedoch gebührt Haffkine, welcher in Indien gegen 140 000 Menschen zuerst mit abgeschwächten, dann mit virulenten Kulturen impfte, von denen nur wenige erkrankten. Genaue wissenschaftliche Versuche hat Kolle angestellt; er impfte 1 ccm (sein Schüler Murata 2 ccm) einer Kochsalzlösung mit 2 mg einer 24 Stunden alten Kultur, nachdem er sie $\frac{1}{2}$ Stunde bei 60° gehalten hatte. Kolle konnte nachweisen, dass im Blute der Geimpften oft mehr Antikörper vorhanden waren als im Blute derjenigen Personen, welche die Krankheit überstanden hatten.

Von mehreren Autoren sind Schutzimpfungen gegen die Pest versucht, und auch da wurden günstige Resultate erzielt.

Nichtsdestoweniger darf man behaupten, dass die Schutzimpfungen gegen die beiden letzten Krankheiten wahrscheinlich keinen generellen Charakter annehmen werden, aber dort, wo eine intensive Infektionsmöglichkeit gegeben ist, so z. B. für das Pflegerpersonal und die Aerzte, da sind sie am Platz.

K. Desinfektionsverfahren.

Unter Desinfektion versteht man das Unschädlichmachen von Krankheitserregern. Dieser Zweck kann erreicht werden durch mechanische Entfernung oder durch Tötung der pathogenen Keime.

a) Die Entfernung der Krankheitskeime.

Wie die Reinlichkeitsbestrebungen einzurichten sind, welche

zur Entfernung der Bakterien dienen sollen, ist im Einzelfall zu entscheiden. Hier sei nur erwähnt, dass das Abwischen mit trockenen Tüchern wenig Effekt hat; das Abwaschen ist besser; wenn hierzu Seife benutzt wird, so lassen sich Gegenstände, welche Wasser vertragen, gründlicher reinigen und somit von Krankheitskeimen besser befreien. Die keimtötende Kraft der üblichen Seifenlösung ist sehr gering und kommt bei dem Abwaschen kaum in Betracht. Einer „Desinfektion der Zimmerluft“ bedarf es nicht; will man die in ihr enthaltenen Krankheitskeime entfernen, so schliesst man Fenster und Türen, und in wenig Stunden sind die in der Luft enthaltenen Krankheitskeime ausgefallen und lagern auf dem Boden, den Tischen usw., wo sie durch Abwaschen und durch Desinfizientien nach den später zu beschreibenden Methoden unschädlich gemacht werden. Durch das Lüften werden die in der Luft eines Krankenzimmers befindlichen pathogenen Bakterien in die Aussenluft übergeführt; dort sind dieselben so stark verteilt, so vereinzelt, dass sie wahrscheinlich keinen Schaden mehr anrichten.

Das Abreiben mit Brot dient hauptsächlich zur Desinfektion der mit Tapeten bekleideten Wände. Man schneidet von einem Brot ungefähr halbehandgrosse Stücke ab, so dass ein Teil der Krume an der Kruste verbleibt; dann wird mit der Krumenseite eine Stelle der Wand nach der anderen tüchtig abgerieben. Die klebrige Krume nimmt den gesamten Schmutz der Tapete und damit die in ihm befindlichen Bakterien auf. Die Brotkrumen fallen zu Boden, werden zusammengefegt und verbrannt. Auch durch Abreiben mit feuchten Waschwämmen hat man gute Resultate erreicht.

Das Vergraben der Infektionsträger mit den daranhaften pathogenen Bakterien bis in eine Tiefe von 1—2 m ist in genügender Entfernung von menschlichen Wohnstätten, Brunnen usw. ebenfalls ein sicheres Mittel, Krankheitskeime unschädlich zu machen, wie die Ungefährlichkeit der Friedhöfe zeigt.

Wo die mechanische Entfernung der Krankheitserreger nicht möglich ist, tritt die Abtötung in ihr Recht. Aus der grossen Reihe der verfügbaren Mittel sollen nur die wichtigsten erwähnt werden.

b) Die Desinfektionsmittel.

1. Reine Karbolsäure, $C_6H_5(OH)$, acid. carbol. cristallatum 3 % (d. h. die Organismen müssen sich in 3 % wässriger Karbollösung befinden; will man daher die in 100 ccm Fäces enthaltenen Typhusbazillen mit 100 ccm Karbollösung töten, so

muss letztere 6 % Karbol enthalten). Die Desinfektionskraft der Karbolsäure wird durch Zusatz von 0,5 % Salzsäure, 1 % Weinsäure oder durch Erwärmen wesentlich verstärkt.

Im allgemeinen lässt man die zu desinfizierenden Gegenstände 24 Stunden in der 3 % Lösung.

2. Die rohe Karbolsäure. Die meistens braune, teerige, stark riechende Flüssigkeit löst sich sehr wenig in Wasser, worin sie sich in Klumpen zusammenballt, sie desinfiziert also auch wenig. Giesst man aber langsam unter Abkühlung zu 1 l roher Karbolsäure 1 l roher Schwefelsäure hinzu und lässt das Gemisch 24 Stunden stehen, so haben sich die wirksamen Bestandteile der rohen Karbolsäure, die Kresole ($C_6H_4(OH)(CH_3)$) in der Schwefelsäure gelöst oder zu löslichen Kresolsulfosäuren umgewandelt. Die Kresole besitzen eine die Karbolsäure um ungefähr das Doppelte übertreffende Desinfektionskraft. Die Schwefelkarbolsäuremischung stellt in 4 % Lösung ein gutes Desinfektionsmittel dar; jedoch ist dasselbe nur bei Unratstoffen oder Gegenständen zu verwenden, welche der Zerstörung anheimfallen dürfen, da die teerigen Substanzen schwarze Flecken und die Schwefelsäure Anätzungen bewirken.

Das Kreolin ist eine Emulsion von schwach phenolhaltigem (27 %), aber stark kohlenwasserstoffhaltigem (66 %) Teeröl in einer Harzseife. Das Lysol ist eine Lösung von stark phenolhaltigem (47 %), aber wenig kohlenwasserstoffhaltigem (4 %) Teeröl in einer Leinölseife. Beide werden in 5 % Lösung verwendet. Die Handelskresole enthalten erhebliche Anteile (40 %) von höher (über 200°) siedenden Xylenolen, die ebenfalls desinfizierend wirken. In dem Kresol-Raschig sind diese Körper nicht und werden in ihm 30 % Kresole durch 20 % Seife in Lösung gehalten, während für das Lysol mit Kresolen und Xylenolen 40 % Seife erforderlich sind. Das Solutol (Hüppe) ist eine Lösung von Kresol (15 %) in Wasser und Kresolnatrium. Alle diese Desinfizientien wirken durch ihren Kresolgehalt, und ihr Wirkungswert ist dem Kresolgehalt proportional. Kresol löst sich in Wasser zu ungefähr 1,5 %, und zwar das Metakresol zu 0,5 %, das Parakresol zu 1,8 %, das Orthokresol zu 2,5 %, und tötet in dieser Konzentration sporenlose Bazillen in kurzer Zeit (Gruber). Um dem im Rohkarbol enthaltenen Kresol die Lösung zu ermöglichen, hat Nördlinger 50prozentiges Rohkarbol mit 20 % Mineralöl gemischt, das so entstandene Saprol schwimmt auf dem Wasser, bietet dadurch demselben eine grosse Auslaugungsfläche dar und bildet zugleich eine Schutzdecke gegen übelriechende Gase.

Die früher viel angewendeten R ä u c h e r u n g e n mit Chlor, Brom oder schwefliger Säure hat man in Deutschland mit Recht aufgegeben. Die bakterientötende Wirkung dieser Gase ist nicht bedeutend, und die Eigenschaft, wegen welcher man sie früher vielfach anwendete, in Ritzen und Spalten einzudringen, besitzen sie nicht. Dahingegen eignen sich Schwefligsäure-Räucherungen zum Abtöten von Moskitos (Malaria, Gelbfieber) in geschlossenen Räumen, während zum Töten von Ratten auf Schiffen und in Kanälen sich ein Gemisch von CO und CO₂ als sehr wirksam erwiesen hat (Nocht).

7. Das Formaldehyd (CH₂O), ein stechend riechendes, die Schleimhäute stark reizendes Gas, ist ein gutes Oberflächen-desinfektionsmittel. Seine 35—40 % Lösung in Wasser, das Formalin, ist bis zur Benutzung gut verschlossen und dunkel aufzuheben. Ausser als Formalin kommt es als Paraformaldehyd, eine Polymerisation des Formaldehyds, in Gestalt von Tabletten in den Handel. Es wirkt weder in letzterer Form noch als trockenes Gas, sondern nur in Verbindung mit Wasser.

Für Desinfektionszwecke wird es durch Erhitzen zugleich mit Wasserdampf aus seiner wässerigen Lösung abgetrieben oder durch starke Erhitzung des Paraformaldehyds gewonnen.

Man gebraucht 5 g Formaldehyd und etwa 30 ccm Wasser auf einen Kubikmeter des zu desinfizierenden Raumes bei ca. siebenstündiger Einwirkung, wobei es allerdings erheblich mehr auf die Grösse der zu desinfizierenden Flächen als auf den Kubikinhalt ankommt. Das überschüssige, sehr unangenehm riechende Formaldehyd zerstört man durch Einblasen von Ammoniak, wodurch Hexamethylentetramin entsteht, mit nachfolgendem Auswaschen und Lüften.

8. Das Verbrennen infizierter Gegenstände. Stark infizierte, geringwertige Gegenstände übergibt man dem Feuer. Die Desinfektion durch Feuer ist jedoch nicht immer leicht; so lässt sich z. B. ein mit Typhus- oder Cholerastuhl besudelter Strohsack nur in einer grossen Fabrikesselfeuerung oder besser auf freiem Felde verbrennen; daher ist es oft bequemer und sicherer, Strohsäcke im strömenden Dampf zu desinfizieren oder sie zu vergraben.

9. Die Desinfektion mit trockener Hitze. Da manche Mikroorganismen gegen trockene Hitze sehr widerstandsfähig sind — einige Sporenarten vertragen eine trockene Erwärmung bis auf 140° —, andererseits viele Stoffe und Gegenstände durch hohe Hitzegrade Schaden leiden und trockne Hitze in

zusammengelegte Stoffe sehr schwer eindringt, so desinfiziert man nur Metall, Glassachen und ähnliches auf diese Weise.

10. Das Auskochen. Sporenhaltige Krankheitserreger überdauern ein Auskochen von einer halben Stunde — vom Kochen des Wassers an gerechnet — nicht. Sporenlose Bakterien werden schon durch eine feuchte Wärme von ca 80°, also sicher durch eine Erhitzung bis gerade zum Sieden, abgetötet. Zusatz von Soda erhöht die desinfizierende Wirkung heissen Wassers erheblich. Gegenstände, welche das Kochen vertragen, können daher bequem auf diese Weise desinfiziert werden. Zu desinfizierende Wäsche gibt man, ohne sie vorher zu spülen, in den Waschkessel, heizt an und lässt sie vom Beginn des Siedens an noch $\frac{1}{2}$ Stunde weiter kochen, lässt abkühlen und wäscht mit Wasser und Seife.

Da manche Stoffe durch kochendes Wasser verdorben werden, oder überhaupt nicht ausgekocht werden können, wie z. B. die Federbetten, so wendet man, seitdem Koch uns diese Methode gelehrt hat,

11. Die Desinfektion mit Wasserdampf an. Hierbei unterscheidet man zwei Arten: a) die Desinfektion mit gesättigtem Wasserdampf von 100° bis etwa 103°, b) die Desinfektion mit gesättigtem und gespanntem Wasserdampf von erheblich mehr als 100°.

ad a) Der von Koch angegebene Sterilisationsapparat, welchen jedes Laboratorium besitzt, ist der einfachste Desinfektor; aus ihm sind alle anderen Apparate hervorgegangen.

Zur sicheren Desinfektion sind die etwa halbstündige Einwirkung einer hohen Temperatur (100°) und die Durchfeuchtung der Mikroorganismen erforderlich. Beides wird durch die Anwesenheit von Luft verhindert. Da der Dampf heiss und leicht, die im Apparat befindliche Luft kühl und schwer ist — 1 cbm Wasserdampf von 100° wiegt 0,588, 1 cbm Luft von 0° wiegt 1,293, von 100° 0,946 kg —, so bringt man am besten die Einstromungsöffnung für den Dampf an der Decke, die Ausflussöffnung für die Luft am Boden an.

Ein nach diesem Prinzip gebauter, einfacher Apparat ist der umstehend in Fig. 159 abgebildete von Lümke mann in Dortmund. In einem besonderen Ofen wird Wasserdampf entwickelt, welcher in einen aus Eisenblech konstruierten, ovalen Desinfektionsraum oben eintritt. Die Luft und das Kondensationswasser fliessen unten ab. Im oberen Teil des Apparates sind an einem ausziehbaren Rahmen Haken zum Aufhängen der zu desinfizierenden Sachen angebracht, daneben befindet sich ein von aussen ablesbares Thermometer.

Wenn ein Dampfkessel schon vorhanden ist, so bedürfen Desinfektionsapparate besonderer Dampferzeuger nicht.

Dr. Bude in Kopenhagen hat einen Apparat angegeben, welcher von Gebr. Schmidt in Weimar ausgeführt ist (Fig. 160). Der Apparat besteht aus einer in einem Untersatz ruhenden eisernen Tonne, einem starken Schlauch und einem mit Fülltrichter, Wasserstandszeiger und

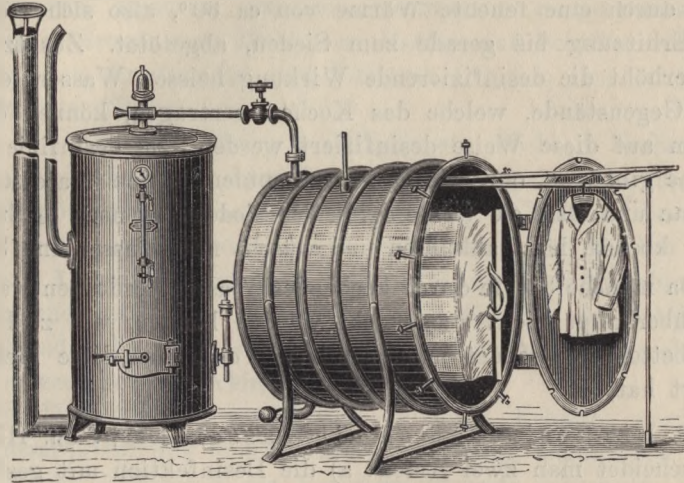


Fig. 159. Desinfektionsapparat von Lümekmann.

Sicherheitsventil versehenen Deckel. Dieser wird auf dem Waschkessel befestigt. Der entwickelte Dampf strömt durch den Schlauch in die Tonne, verdrängt die Luft, welche durch eine Oeffnung im Boden abfließt, durchdringt und desinfiziert die in der Tonne enthaltenen

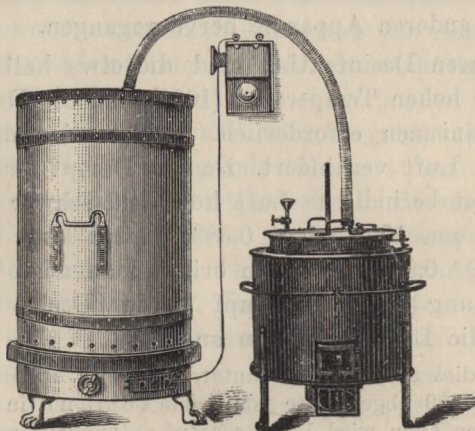


Fig. 160. Desinfektionsapparat von Schmidt.

Objekte. Der Apparat hat einige Vorzüge: er kann wegen seiner Billigkeit auch von den kleinsten Gemeinden bezw. Krankenhäusern beschafft werden, er bedarf keines besonderen Raumes, keines besonderen Dampferzeugers, wird vielmehr im Waschhaus neben dem Waschkessel auf-

gestellt, und die Tonne dient als Desinfektionsraum und zugleich als Gefäß zum Abholen der infizierten und zum Zurückbringen der desinfizierten Gegenstände. Die Temperaturangabe erfolgt wie bei allen guten Desinfektionsapparaten durch ein am Boden der Tonne befindliches Klingelthermometer.

Für grösseren Betrieb und vollkommener eingerichtet, allerdings auch teurer, sind die von O. Schimmel in Chemnitz gelieferten Apparate. Aus einem Kessel wird Dampf oben in den viereckigen Desinfektionsraum geleitet; dieser stellt einen eisernen Kasten dar, welcher mit seiner Mitte in einer Wand steht und vorn und hinten luftdicht

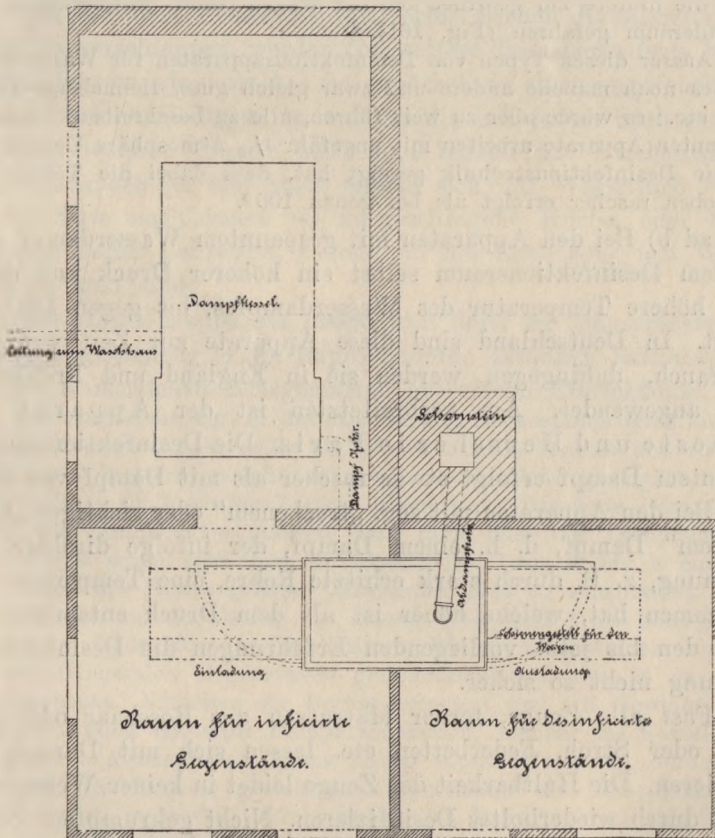


Fig. 161. Desinfektionsanstalt der Kliniken in Jena.

schliessende Türen hat. Die Wand teilt das Desinfektionshaus in zwei Teile; in den vorderen, den Einladeraum, kommen die infizierten, in den hinteren, den Ausladeraum, nur die desinfizierten Sachen. Der Kasten besitzt Doppelwandungen und enthält ein gelochtes Dampfzuleitungsrohr, sowie unten eiserne Rippenrohre, welche, wie eine Dampfheizung, zur Vorwärmung des Apparates dienen. Ueber diesem Heizkörper steht auf Eisenschienen ein aus dünnen Eisenstäben gefertigter Wagen, welcher nach vorn oder hinten herausgefahren werden kann.

Die infizierten Sachen werden, nachdem der Wagen durch die vordere Tür in den Einladerraum gefahren ist, hineingepackt; darauf wird der Wagen zurückgeschoben und die Tür geschlossen. Nun wird vermittels des Rippenrohres vorgewärmt; ist die Temperatur bis auf 40—50° gestiegen, so wird Dampf in den Kasten hineingelassen, welcher die Luft durch eine Drosselklappe herausdrückt und die Wärme rasch auf 100° bringt. Von dem Zeitpunkt an, in welchem das Thermometer 100° zeigt, muss die Desinfektion noch eine halbe Stunde andauern. Dann wird der Dampf abgestellt und Luft zugelassen, welche die übrigens nur wenig feuchten Gegenstände rasch trocknet. Zum Schluss wird die hintere Tür geöffnet und der Wagen behufs Entleerung in den Ausladerraum gefahren (Fig. 161).

Ausser diesen Typen von Desinfektionsapparaten für Wasserdampf gibt es noch manche andere und zwar gleich gute, Henneberg, Thursfield etc.; es würde aber zu weit führen, alle zu beschreiben. Fast alle genannten Apparate arbeiten mit ungefähr $\frac{1}{10}$ Atmosphäre Ueberdruck, da die Desinfektionstechnik gezeigt hat, dass dabei die Tötung der Mikroben rascher erfolgt als bei genau 100°.

ad b) Bei den Apparaten mit gespanntem Wasserdampf wird in dem Desinfektionsraum selbst ein höherer Druck und damit eine höhere Temperatur des Wasserdampfes, bis gegen 125°, erzeugt. In Deutschland sind diese Apparate zur Zeit wenig in Gebrauch, dahingegen werden sie in England und Frankreich viel angewendet. Am verbreitetsten ist der Apparat von Geneste und Herscher in Paris. Die Desinfektion mit gespanntem Dampf erfolgt etwas rascher als mit Dampf von 100°.

Bei den Apparaten mit sog. „trockenem“ oder richtiger „überhitztem“ Dampf, d. h. einem Dampf, der infolge direkter Anwärmung, z. B. durch stark erhitzte Rohre, eine Temperatur angenommen hat, welche höher ist als dem Druck entspricht, ist nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen die Desinfektionswirkung nicht so sicher.

Fast alle Zeuge, ferner Matratzen aus Rosshaar oder Seegras oder Stroh, Federbetten etc. lassen sich mit Dampf desinfizieren. Die Haltbarkeit der Zeuge leidet in keiner Weise, auch nicht durch wiederholtes Desinfizieren. Nicht gekrumpte Zeuge oder Kleider werden selbstverständlich kleiner. Ledersachen, Stiefel, Pelze etc., Bücher mit ledernen Rücken können auf diese Weise nicht desinfiziert werden, weil das Leder zusammenschrumpft und vollständig verdirbt. Bei den Zeugen kommt es vor, dass die unechten Farben etwas auslaufen; ferner wird Wasche, welche mit Eiter, Blut, Kot besudelt ist, dauernd fleckig. Teppiche, Tischdecken und Kleidungsstücke, sofern letztere nicht auf Riegel gehängt werden, müssen entweder aufgerollt oder sorgfältig aber lose zusammengefaltet werden, weil

festen Falten, wenn sie in strömendem Dampf entstanden, nicht wieder zu entfernen sind. Die zu desinfizierenden Sachen sind vor der Berührung mit Eisenteilen und vor dem Auftropfen von Kondensationswasser zu bewahren. Metall- und Holzgegenstände können ebenfalls im Dampf keimfrei gemacht werden; letztere indessen nicht, wenn sie geleimt oder furniert sind. Harzhaltige Hölzer lassen das Harz austreten; gestrichene Gegenstände bekommen leicht Blasen.

Um bei dem Transport infizierter Sachen Krankheitskeime nicht zu verschleppen, werden für weitere Transporte feste Kisten verwendet; in jede derselben ist zunächst ein stark angefeuchtetes, reines Bettuch zu legen, in welches die infizierten Sachen eingeschlagen werden. Besser noch sind Kisten mit Blecheinsätzen. Für Transporte in der Stadt eignen sich mit Wachstuch — die glatte Seite nach innen — ausgeschlagene Körbe, oder Säcke aus sehr fester Leinwand, welche vor der Benutzung mit Wasser anzuweichen sind.

Desinfektionsapparate lassen sich dort, wo Dampfkessel zur Verfügung stehen, leicht improvisieren. Bewährt hat sich eine in der Kaiserlichen Kriegsmarine getroffene Einrichtung:

Zur Aufnahme der zu desinfizierenden Gegenstände wird ein entsprechend grosses Fass (oder ein Waschbottich) benutzt und zu demselben aus Brettern, welche auf zwei Lattenstücke genagelt werden, ein nur lose schliessender Deckel angefertigt. Das Fass wird in die Nähe des Dampfrohres gesetzt. Das Rohr oder der Dampfschlauch wird durch einen seitlichen Ausschnitt des Deckels bis 5 cm über den Boden des Fasses geleitet (Eisenrohre sind zu umwickeln). Hiernach werden auf den Boden des Fasses 2—4 etwa 8 cm hohe Latten gelegt, um Raum für das kondensierte Wasser zu gewinnen, und die zu desinfizierenden Gegenstände gleichmässig und lose in das Fass hineingepackt. Nachdem der Deckel aufgelegt und mit Gewichten beschwert worden ist, wird Dampf zugelassen, welcher im Kessel mindestens 1,5 Atmosphären Druck haben muss. Wenn ein durch eine Oeffnung des Deckels gestecktes Thermometer die Temperatur von 100° anzeigt, muss das Durchströmen des Dampfes noch mindestens eine halbe Stunde dauern.

c) Die Auswahl und Verwendung der Desinfektionsmittel.

Die Wahl zwischen den verschiedenen Desinfektionsmitteln richtet sich nach den zu desinfizierenden Gegenständen und den ihnen anhaftenden Krankheitserregern. Gegen sporenlose pathogene Bakterien wendet man schwächere Desinfizientien an als gegen sporenhaltige, oder man lässt die Desinfizientien nicht so lange einwirken. Die zum Abtöten erforderliche Zeit ist um

so geringer, je konzentrierter das Desinfektionsmittel ist. Auch die Art des Mediums, in welchem die Bazillen enthalten sind, ist von Belang. Finden sich dieselben z. B. in saurer Flüssigkeit und will man sie durch Alkalien töten, so ist hierzu ein grösserer Alkalienzusatz erforderlich, als wenn sie sich von vornherein in einem alkalischen Medium befinden. Sind die Bazillen in eiweisshaltiger Flüssigkeit, so werden manche Desinfektionsmittel gebunden, bevor sie die Bakterien zu schädigen vermochten. Diese Gesichtspunkte müssen bei der Auswahl der Desinfizientien berücksichtigt werden.

Zimmer-
desinfektion in
der alten Weise.

Sind Decke und Wände eines Zimmers mit Kalkanstrich versehen, so ist das beste Desinfektionsmittel ein neuer Kalkanstrich. Sind die Wände mit Oelfarbe gestrichen, so wäscht man sie mit 3 % „saurer“ Karbollösung ab. Tapeten werden mit Brot oder feuchtem Waschwisch abgerieben.

Der Fussboden des Zimmers, Tische, Holz-, Rohr- und Binsenstühle, Schränke, Kommoden, Bettgestelle, Türen und Fenster samt deren Rahmen etc. werden entweder mit Karbollösung oder, soweit nicht gut gestrichene Holzteile in Betracht kommen, mit Kalkmilch bepinselt und nach 12—24 Stunden abgewaschen.

Polierte Flächen der Möbel, Bilder und Spiegel, Oelgemälde und deren Rahmen werden mit Brotkrume vorsichtig abgerieben. Die obere Seite der obersten Rahmenleiste der Spiegel und Bilder, die Gesimse oder vorspringenden Leisten der Fenster und Türen, auf welchen sich hauptsächlich der Staub ablagert, wischt man kräftig mit einem in Karbollösung angefeuchteten Schwamm ab.

Kleider werden glatt über Bügel gehängt, Tischdecken, Teppiche und ähnliche dekorative Gegenstände, welche übrigens in den Zimmern der an akuten Infektionen Leidenden mindestens überflüssig sind, werden vorsichtig und locker zusammengefasst der Desinfektion mit strömendem Wasserdampf unterzogen.

Die Desinfektion der bislang genannten Gegenstände stellt eigentlich das dar, was man Zimmer-Desinfektion nennt. Dieselbe ist, wie sich aus Vorstehendem ergibt, ziemlich kompliziert; die Gegenstände müssen von ihren Plätzen fortgenommen, einzeln in verschiedener Weise behandelt werden, und dann ist zuletzt noch das Zimmer zu desinfizieren. Die Zimmerdesinfektion durch Formalin stellt sich einfacher.

Soll ein Zimmer desinfiziert werden, so belässt man die Gegenstände, Bilder, Tische, Bettstellen (ohne Betten) an ihrem Platz, spannt je zwei Leinen in etwa $\frac{1}{2}$ m Entfernung nebeneinander durch das Zimmer und hängt über beide die Tischdecken etc. und die Kleider, sowie die nicht mit Eiter, Blut, Faeces besudelte Wäsche des Kranken, wobei darauf zu achten ist, dass die Stoffe überall möglichst in einfacher Schicht liegen. Besudelte Wäsche wird während der Desinfektionszeit in Eimer oder Kübel mit 3 % Karbol-, 5 % Lysol- oder 1/100 Sublimatkochsalslösung gesteckt und bleibt in dem Zimmer stehen. Dann werden die Fenster, Türen und Ventilationsöffnungen (Oefen z. B.) dicht geschlossen und mit Papierstreifen, die mit dünnem Kleister oder mit Milch bestrichen sind, sehr sorgfältig verklebt. Ist für möglichsten Abschluss gesorgt, so wird das Formalin eingebracht. Entweder entwickelt man Wasserdampf und versprüht mit ihm durch einen Zerstäuber das Formalin (Kölner oder Grazer Verfahren), oder man kocht das verdünnte Formalin und treibt die Wasserdämpfe und das Formaldehyd zugleich in das Zimmer (Breslauer Verfahren), oder man erhitzt Paraformaldehyd, es zu Formaldehyd umwandelnd, und verdampft daneben Wasser (Scheringsches Verfahren). Am einfachsten ist die Breslauer Methode. Man stellt das Gefäß, einen flachen Kupferkessel, mit dem verdünnten Formalin über einen Spiritusbrenner mit abgemessener Menge Spiritus in das Zimmer hinein, oder man stellt den Kocher vor dem Zimmer auf und leitet das Formaldehydgas und den Wasserdampf durch einen Schlauch in das Zimmer. Nach 7 Stunden dauernder Einwirkung wird Ammoniak durch Erhitzen in einem verbleiten Eisengefäß in das Zimmer getrieben und eine Stunde einwirken gelassen.

In der nachstehenden Tabelle sind nach den Angaben Flügges die zur Verwendung kommenden Flüssigkeitsmengen zusammengestellt.

Raum	Formalin	Spiritus	Ammoniak	Spiritus
cbm	40 %*)	86 %	25 %	25 %
10	400	150	150	20
20	500	250	300	30
30	600	300	400	40
40	800	400	550	50
50	900	500	650	60
60	1000	600	750	75
70	1100	650	900	90
80	1300	750	1000	100
90	1400	900	1150	120
100	1500	950	1200	130
110	1600	1050	1350	140
120	1800	1150	1500	150
130	1900	1300	1600	160
140	2000	1300	1750	170

Nach vollendeter Desinfektion werde das Zimmer tüchtig gelüftet

*) Hierzu kommt jeweils noch die $1\frac{1}{2}$ fache Menge Wasser. Die Flüggeschen Apparate sind u. a. zu haben bei J. Härtel, Breslau, Albrechtstrasse, A. Tietz, Kupferschmiedemeister, Halle a. S., Ed. Schneider, Chemische Fabrik, Hannover.

und ausgewaschen, die Zeuge usw. ebenfalls gut gelüftet und gut geklopft und gebürstet.

Leib- und Bettwäsche, Flaneldecken können entweder in Wasser gekocht oder 24 Stunden in 3 % Karbolsäure, welcher 1 % Weinsäure beigemischt ist, oder in 5 % Lysollösung gelegt oder in strömenden Dampf gebracht werden.

Steppdecken, Seidenzeuge, wattierte Kleidungsstücke, Federkissen, Rosshaar-, Seegras-, Wollenmatratzen, Strohsäcke, wenn erforderlich auch die Sprungrahmen und die einzelnen Teile des Bettgestelles, sofern letztere nicht mit Karbollösung abgewaschen oder mit Kalk desinfiziert werden sollen, bringt man in strömenden Dampf.

Polstermöbel, Pelze werden mit einer in weinsaure Karbollösung getauchten Bürste kräftig abgebürstet und nach dem Trocknen energisch geklopft und gebürstet. Ledersachen, z. B. Stiefel, Kissen, werden tüchtig mit Karbollösung abgerieben.

Fahrgeräte, Wagen etc., müssen nach dem Gebrauch durch Auswaschen mit Karbollösung, Desinfektion der Polster im strömenden Dampf oder durch Abbürsten mit Karbollösung wieder für den Gebrauch fähig gemacht werden.

Speisen werden durch Erhitzen oder Kochen desinfiziert.

Kot-
desinfektion.

Die Desinfektion des Kotes kann auf verschiedene Art erfolgen. In die Steckbecken gibt man vor dem Gebrauch 60 ccm Kalkmilch oder 200 ccm Kalkbrühe und fügt nachher weitere 30 bzw. 100 ccm hinzu. Der Kot bleibe mindestens 2 Stunden lang in dem Steckbecken stehen, bevor er in die Grube oder Tonne entleert wird. Da der Chlorkalk schneller einwirkt als der Kalk, so kann er dort, wo die Kosten keine Rolle spielen, besser verwendet werden. Man gibt vor dem Stuhlgang 15 ccm Chlorkalkbrei oder die fünffache Menge verdünnten Breies in das Steckbecken und fügt nach dem Stuhlgang noch doppelt soviel Chlorkalk, als zuerst hineingegeben war, hinzu. In $\frac{1}{2}$ Stunde soll die Tötung der Krankheitskeime erfolgt sein. Sind Wasserklosetts an eine Schwemmkanalisation mit Desinfektion der Abwässer angeschlossen, so kann der mit dem Desinfiziens überschüttete Stuhl sofort entleert werden. Dasselbe Verfahren findet überall statt, wo, wie z. B. in den Krankenhäusern, eine regelmässige Desinfektion des Abortinhalts vorgenommen wird.

Um Kot in Gruben und Tonnen zu desinfizieren, schüttet man durch die Sitzlöcher täglich zur gleichen Stunde soviel

Desinfektionsmasse, als der Anzahl der die Anlage benutzenden Personen entspricht. Von der Kalkmilch sind für jede Person täglich erforderlich bei Grubenbenutzung mindestens 20 ccm, bei Tonnenbenutzung 30 ccm, von der rohen Karbolschwefelsäurelösung für die Grube 50, für die Tonne 60 ccm; die Säure darf nicht verwendet werden, wenn sie die Behälter angreift. Gruben, welche viel Flüssigkeit enthalten, lassen sich, soweit die Flüssigkeit in Betracht kommt, am besten mit Kalkmilch oder mit Saprol desinfizieren. Man vermeidet es, zu Epidemiezeiten eine Entleerung der Gruben vorzunehmen; ist sie nicht zu umgehen, so muss peinlichst darauf geachtet werden, dass keine Verunreinigung stattfindet, und wo eine solche vorgekommen ist, sie durch Ueberschütten mit Kalkmilch unschädlich gemacht werde.

Die Sitze der Klosetts sind mit 3 % Karbollösung abzureiben.

Im allgemeinen genügt es, wenn die Stühle der infektiösen Kranken und die Klosetts der inneren Abteilungen der Krankenhäuser regelmässig, die Klosetts von Bahnhöfen, Gasthöfen und Schulen zu Epidemiezeiten mit Kalkmilch desinfiziert werden. Die Desinfektion der übrigen Klosetts kann um so mehr unterbleiben, als es fast unmöglich ist, gröbere Kotmassen zu desinfizieren. Dahingegen ist dafür Sorge zu tragen, dass die menschlichen Fäkalien gesondert in dichten Gefässen aufgefangen und nach der Entleerung sofort untergeackert oder wenigstens 10 cm dick mit Torfmull oder Erde bedeckt werden (siehe Seite 309).

Die Desinfektion von Badewasser, z. B. bei der Behandlung Typhuskranker, findet dadurch statt, dass man auf ein Vollbad (ca. 200 Liter) 250 g Chlorkalk fein verrührt zusetzt und $\frac{1}{2}$ Stunde einwirken lässt. Auch kann man soviel Kalkmilch zugeben, dass rotes Lakmuspapier stark und dauernd gebläut wird. In gleicher Weise muss das Waschwasser der Kranken und ähnliches desinfiziert werden.

Soweit überhaupt eine Desinfektion des Sputums notwendig ist, geschieht dieselbe durch Einfüllen einer 6—8 % Lysollösung oder einer 2‰ sauren Sublimatlösung in die Speigefässe. Man gibt mindestens doppelt soviel Desinfektionsflüssigkeit in das Gefäss, als dem Tagesauswurf entspricht. Die Speigefässe sind täglich nach Entleerung des Auswurfs mit den erwähnten Lösungen oder durch Auskochen zu desinfizieren. In den meisten Fällen genügt es, da Krankheitskeime aus feuchten Substanzen nicht in die Luft hinaus können, den Auswurf in ein mit einer

Sputum-
desinfektion.

geringen Menge Wasser angefeuchtetes Speigefäss entleeren zu lassen und denselben später zu desinfizieren, entweder durch Verbrennen, was meistens leicht bewerkstelligt werden kann, oder durch Kochen, oder durch Einschütten in einen unter Verschluss gehaltenen Steinguttopf, welcher mit roher Karbolschwefelsäurelösung (10 %) zur Hälfte gefüllt ist. Da man noch nicht sicher weiss, wie lange Tuberkelbazillen sich in faulenden Substanzen halten, so ist die vielfach geübte Entleerung der Speigefässe in den Abort ohne vorherige Desinfektion nicht zu empfehlen.

Die Speigefässe müssen entweder mit einem Deckel versehen sein, oder sie müssen schlecht riechende bzw. schlecht schmeckende Substanzen (z. B. etwas Karbol) enthalten, um die Verschleppung der Krankheitskeime durch Fliegen zu verhüten.

Ein von einer Infektionskrankheit Genesener darf erst dann aus einer Anstalt entlassen oder wieder zum freien Verkehr zugelassen werden, wenn er gründlich durch warme Bäder unter Benutzung von Seife gereinigt worden ist. Dass die Kleider der Genesenen vor dem Wiedergebrauch desinfiziert werden müssen, ist zwar selbstverständlich, mag aber dennoch, insonderlich mit Rücksicht auf die Schulkrankheiten, ausdrücklich gesagt sein.

An ansteckenden Krankheiten Gestorbene sollen der Leichenwäsche nicht unterzogen werden. Die Leichen sind bald in den Sarg, der unten eine dicke Schicht Sägemehl, Torfmoos oder ähnliche aufsaugende Stoffe enthält, zu legen, das Leichentuch ist mit einer 5 % sauren Karbollösung zu tränken. Fließen aus den natürlichen Oeffnungen Flüssigkeiten aus, was nicht selten geschieht, so ist ein mit 5 % Karbollösung angefeuchtetes Tuch vorzulegen.

Das Thermometer des Arztes — !geprüftes Maximum-Thermometer aus Jenaer Normalglas! — wird mit einem in Karbol- oder Sublimatkochsallösung getränkten Lämpchen abgerieben.

Die Desinfektion muss bei jeder ansteckenden Krankheit ausgeführt werden. Reichsgesetzliche Vorschriften existieren nur für die gemeingefährlichen Krankheiten: Aussatz, Cholera, Flecktyphus, Gelbfieber, Pest und Pocken. Für die anderen Krankheiten sind von den einzelnen Landesregierungen Vorschriften erlassen. Gewöhnlich unterscheiden diese zwischen Krankheiten, bei welchen die Desinfektion obligatorisch, und solchen, wo sie fakultativ ist. Zu den ersteren werden gerechnet, ausser den gemeingefährlichen Krankheiten, Rückfalltyphus, Diphtherie,

Puerperalfieber und Zerebrospinalmeningitis; zu der zweiten Klasse zählen Abdominaltyphus, Ruhr, Scharlach, Masern, Keuchhusten, Lungenschwindsucht. Der Arzt tut gut, auch bei den zuletzt erwähnten Krankheiten auf eine zweckentsprechende Desinfektion zu dringen.

Wünschenswert, für grössere Gemeinwesen notwendig, ist die Schaffung von Desinfektionskolonnen. Dieselben bestehen aus Leuten, welche über das Wesen und die Ausführung der Desinfektion der Wohnräume und ihres Inhaltes Unterricht erhalten haben, und auf Anordnung der Behörde oder den Wunsch der Beteiligten in die zu desinfizierenden Wohnungen gehen, die dazu geeigneten Sachen in die Desinfektionsanstalten schicken und den zurückbleibenden Teil und die Wohnung desinfizieren. Nicht mit Unrecht fürchtet das Publikum die Desinfektionen; sie waren für dasselbe, als man die Zimmerdesinfektionen mit Formalin noch nicht ausführte, sehr lästig, und es erlitt Schaden dadurch; der Arzt soll dafür sorgen, dass diejenigen Sachen und Räume desinfiziert werden, welche wirklich oder wahrscheinlich infiziert worden sind; mehr als das Angegebene zu desinfizieren, ist indessen nicht erforderlich.

Es liegt im eigensten Interesse der Gemeinwesen, die Desinfektion so billig als angängig und für die ärmere Bevölkerung kostenlos ausführen zu lassen.

II. Die wichtigsten Infektionskrankheiten.

1. Die Cholera.

Genaue Angaben über die Cholera, deren Heimat Niederbengalen ist, hat man zuerst seit dem Jahre 1768. Im Jahre 1817 überschritt die Krankheit die Grenzen Indiens zum ersten Male, um bis zum Jahre 1823 über einen grossen Teil Asiens sich zu verbreiten. Dann erlosch die Seuche, trat aber nach drei Jahren wiederum auf und dehnte sich während der Jahre 1826 bis 1837 über den grössten Teil der Erde aus. Die dritte Weltreise trat die Cholera im Jahre 1846 an; 15 Jahre hauste sie fast in allen Ländern. Die vierte Pandemie fällt in die Zeit von 1863—1875: die fünfte Pandemie beginnt mit dem Jahre 1883, wo sie über Bombay und Aegypten nach Europa vordrang; sie ist erloschen.

Geschichtliches.

Man glaubte schon lange, dass ein „Cholerapilz“ existiere, welcher die Krankheit bedinge, aber man wusste nichts über sein

Wesen. Wiederum war es Robert Kochs Forschertalent, welches Klarheit in die Aetiologie der Cholera brachte.

Der Infektions-
erreger.

Der Cholera Bazillus. Koch entdeckte, dass ganz regelmässig im Darminhalt von Cholera kranken kommaförmig gebogene Bazillen enthalten waren, die sich ausserdem im Darmschleim, in den schlauchförmigen Drüsen und im Epithel bis zur Basalmembran, jedoch nicht im Blut oder den Organen fanden. Die Vibrionen färben sich gut mit wässriger Fuchsinlösung, nehmen die Farbe bei der Behandlung nach Gram nicht an und bewegen sich in der Bouillon des hohlen Objektträgers ungemein lebhaft, sie „tanzen wie ein Mückenschwarm“; nach kurzer Zeit treten dort S-Formen und Spirillen auf (Fig. 162). Die Bakterien bilden auf den Gelatineplatten kleine, verflüssigende, wenig in die Fläche, aber mehr in die Tiefe dringende und in trichterförmigen Vertiefungen liegende Kolonien. Bei hundertfacher Vergrösserung

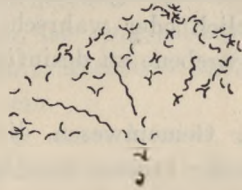


Fig. 162. Cholera bazillen aus Bouillonkultur.

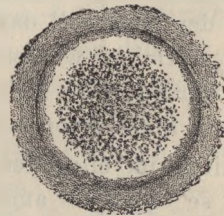


Fig. 163. 5 Tage alte Cholera kultur auf Gelatineplatte.

erscheint die Kolonie glashell bis leicht gelbrötlich, wie aus gestossenem Glase bestehend (Fig. 163). In der Gelatinestichkultur tritt die Trichterbildung ebenfalls zu tage. Die verflüssigte Gelatine verdunstet rasch, wodurch der Eindruck entsteht, als ob in dem oberen Teil des Trichters eine Luftblase enthalten sei. Auf Agar bilden die Bazillen einen durchscheinenden graublauen, auf Kartoffeln einen gelbbraunen Belag; auf Blutserum wachsen sie kräftig unter Verflüssigung des Substrates, sie bilden in eiweisshaltigen Nährböden Indol und reduzieren Nitrate.

Die Cholera bazillen besitzen keine Dauerformen. Sie sind wenig widerstandsfähig gegen chemische Reagentien, insonderlich gegen Säuren, und sterben durch Austrocknen oder durch Erwärmung bis auf 60° ab. Sie vertrugen in darauf gerichteten Versuchen eine Kälte von -16° durch 57 Tage hindurch, auch vierzigmaliges Gefrieren und Wiederauftauen überstanden einzelne Exemplare. In Wasser von etwa 7° halten sie sich nur einige Tage; in wärmerem Wasser mit Nahrungszentren bleiben

sie viel länger am Leben. In den Fäkalien hat man sie bis zu 3 Monaten lebend gefunden, meistens allerdings sind sie in 3 Wochen abgestorben, auf Leinwand, welche vor Austrocknung geschützt war, hat man sie noch nach 7 Monaten nachgewiesen.

Es gibt eine grössere Reihe von Vibrionen, welche den Choleraerreger sehr ähnlich sind. Bei der Stellung der bakteriologischen Diagnose ist daher Vorsicht erforderlich.

Soll auf Cholera untersucht werden, so gibt man vom Lebenden 50 ccm Kot, von der Leiche 3 ca. 15 cm lange Schlingen des Ileums, von welchen eine 2 m, zwei direkt über der Ileocoecalklappe entnommen sind, ohne Zusatz von Wasser oder Desinfektionsmitteln in ein starkwandiges, etikettiertes Glas, welches fest in ein kräftiges Kistchen verpackt und für den Fall der Versendung als „dringendes Paket“ zu bezeichnen ist.

Einige Deckgläschen werden mit einem Schleimflöckchen bestrichen; mit anderen werden hängende Tropfen, 3 Gelatineplatten und 3 Agaroberflächenplatten angelegt; sodann werden ein halbes Dutzend Röhrchen und 1 Kölbchen mit ca. 100 ccm 1 % Peptonlösung, die ausserdem 1 % Kochsalz, 0,01 % Kaliumnitrat und 0,02 % kristallisierte Soda enthält, mit je einer Oese bzw. 1 ccm Kot geimpft; darauf wird alles mit Ausnahme der Gelatineplatten in den Brutschrank gestellt. Das Peptonwasser stellt einen elektiven Nährboden dar. In ihm enthaltene Vibrionen kommen an seiner Oberfläche schon nach 6—12 stündigem Bebrüten, wie gefärbte und ungefärbte Präparate ausweisen müssen, zu starker Vermehrung. Von dem einen oder anderen Röhrchen oder dem Kölbchen werden wieder Gelatine- und Agarplatten gegossen. Auf letzteren kommen die Cholerakolonien bereits nach 12 bis 18 Stunden hervor und werden nach mikroskopischer Musterung mittelst Stich in Nährgelatine, mittelst Strich auf schräg erstarrten Agar übertragen, ebenso wie die von den Gelatineplatten abgestochenen Kolonien.

Um zu wissen, ob die im mikroskopischen Präparat gefundenen Vibrionen und die charakteristisch gewachsenen Kolonien wirklich Cholera und nicht irgend andere indifferente Vibrionen sind, ist es notwendig, die folgenden Proben zu machen. Von einem Testserum, dessen Titer mindestens 0,0002 ist, d. h. von welchem 0,2 mgr genügen, um 2 mgr virulenter Kultur innerhalb einer Stunde im Meerschweinchenperitoneum abzutöten, werden einem Tier 1 mgr, einem zweiten 2 mgr, einem dritten 10 mgr aber von normalem Serum derselben Tierart, denen jeweils 1 Oese virulenter Kultur in 1 ccm Bouillon zugesetzt worden ist, in die Bauchhöhle gespritzt; ein weiteres Tier bekommt nur $\frac{1}{4}$ Oese Kultur in Bouillon. Wenn die betreffenden Vibrionen Cholera sind, so sterben die beiden letzten Tiere, die beiden ersten bleiben lebendig.

Diesem „Pfeifferschen Versuch“ geht vorher die Agglutinationsprobe. Eine geringe Menge Kultur wird mit 0,8 % Kochsalzlösung zusammengerieben und mit dem halben oder vierten Teil Immunsrum versetzt. Wenn hier innerhalb 30 Minuten bei 37° keine Agglutination eintritt, während sie bei einer Kontrolle mit einem echten Cholerastamm in dem Serum erfolgt, so liegt sicher Cholera nicht vor. Tritt die Agglu-

Methodik der
Untersuchung
auf Cholera.

Pfeifferscher
Versuch.

Agglutinations-
probe.

tionation ein, so wird das Serum verdünnt mit 0,8 % Kochsalzlösung in einem Verhältnis von 1:50, 1:100: 1:500, 1:1000 und 1:2000 und hierzu von der verdächtigen Kultur zugesetzt. Füllt man jeweils 1 ccm in ein enges Reagierröhrchen, so kann man bei Untersuchung in dem von der Zimmerdecke zurückgeworfenen Tageslicht und Durchsicht von unten die Agglutination mit blossam Auge gut erkennen; ausserdem ist die mikroskopische Untersuchung anzustellen.

Untersuchung
auf Cholera im
Wasser.

Bei Untersuchungen von Wasser auf Cholera wird 1 l Wasser mit 100 ccm der vorhin beschriebenen 10 % Peptonlösung vermischt, die Mischung in Kölbchen von je 100 ccm gefüllt und 12 Stunden im Brutapparat belassen. Dann werden von der Oberfläche der Kölbchen Gelatine- und Agarplatten angefertigt und im übrigen, wie vorstehend angegeben, verfahren.

Die Infektion.

Die Infektion mit Cholera. Eine Infektion durch die Atmung ist so gut wie ausgeschlossen, einerseits weil nur trockene, d. h. tote Cholerabazillen in der Luft enthalten sind, andererseits, weil sie, in den Kreislauf gebracht, bald absterben würden, da sie keine Blutparasiten sind.

Direkte
Uebertragung

Die Infektion erfolgt vom Verdauungskanal aus; an den Nahrungsmitteln also und dem verschluckten Speichel müssen die Bakterien haften, wenn sie die Krankheit erzeugen sollen. Die direkte Ansteckung, wobei Cholerakot durch besudelte Finger etc. in den Mund gelangt, dürfte die seltenere, die indirekte die häufigere sein. In den Cholerastühlen finden sich Schleimflockchen, welche die Bazillen oftmals fast in Reinkultur enthalten. Gelangen diese in die Wäsche, so bilden sich bei genügender Wärme und Feuchtigkeit vollständige Kolonien von Cholerabakterien. Wascherinnen erkranken häufig an Cholera.

Vom Boden aus.

Auf die Bodenoberfläche gebrachte Cholerakeime vermögen dort und in den oberen Bodenschichten zu Kolonien auszuwachsen, wenn der Boden genügend feucht und warm ist und nicht sauer reagiert, und wenn die Cholerabakterien nicht von den Saprophyten überwuchert werden. Durch irgend welche Zufälligkeiten, die sich nicht alle übersehen lassen, z. B. durch Berührung des Bodens mit den Händen, durch Insekten etc., können die Bakterien direkt oder indirekt in den Mund des Menschen gebracht werden. Uebertragungen vom Boden aus durch Vermittlung der Luft sind ausgeschlossen.

Durch
Nahrungsmittel.

Weiter kann es sich ereignen, dass die Cholerabazillen durch die mit Cholerakot besudelte Hand des Menschen, durch Insekten (Fliegen), welche auf Cholerakot gesessen haben, auf Nahrungsmittel gelangen, welche zum Teil recht gute Nährböden für sie darstellen. In ländlichen und Vorstadtbezirken können möglicherweise die auf den Dung geschütteten Cholerastühle die Garten-

früchte infizieren, welche in bezw. dicht über der Erde gedeihen; rohgenossene Früchte dieser Art sind daher verdächtig.

Gelangen Cholerastuhl oder das Spülwasser von Cholera-
wäsche in das Wasser, so können sich die Bakterien, da sie
zugleich mit gutem Nährmaterial, sog. Nahrungszentren (Darm-
inhalt), zusammen hineingelangen, einige Zeit halten und mit
dem Trink- und Nutzwasser aufgenommen werden.

Durch Wasser.

Die letzte Invasion der Cholera in Deutschland hat wiederum
gezeigt, wie wesentlich das Wasser an der Ausbreitung der Krank-
heit beteiligt ist. Von allen Verkehrsstrassen werden die Flüsse am
meisten von der Cholera bevorzugt; mit der Flussbevölkerung
in erster Linie wandert die Cholera stromauf und stromab. Die
Schiffer defazieren in das Wasser hinein und benutzen das Fluss-
wasser zum Trinken und für Reinigungszwecke. Die Fluss-
bevölkerung, die Hafenbevölkerung wird stets am stärksten
befallen. Infektionen, welche innerhalb grösserer Gemeinwesen
vom Wasser ausgehen, treten meist explosiv auf und verbreiten
sich rasch über den ganzen betroffenen Wasserversorgungsbezirk.
Die auf andere Weise erfolgten Infektionen betreffen meistens
beschränkte Bezirke (Hausepidemien), die einzelnen Erkrank-
ungen treten nicht zugleich auf, sondern bilden über längere
Perioden sich hinziehende Ketten (Koch).

In unseren Gegenden fallen die meisten Epidemien in den
Hochsommer und den Anfang des Herbstes, also in eine Zeit,
welche der saprophytischen Lebensweise der Kommabazillen
günstig ist. In dieselbe Zeit fällt auch der reichlichste Genuss
ungekochter Früchte, und sind disponierende Darmkatarrhe nicht
selten.

Nicht alle Personen erkranken, welche Cholerakeime in sich
aufnehmen. Der normale Magensaft ist für die Kommabazillen
verderblich. Wird dieser nicht geliefert, fehlt es an Säure, ist
der Magen katarrhalisch affiziert oder stark mit Speisen ange-
füllt, so können die Bazillen unbeschädigt hindurchpassieren und
im Darm zur Entwicklung kommen. Die Folgen, welche das
Eindringen der Kommabazillen in den Darmkanal hervorruft,
hängen sowohl von ihrer Entwicklungsfähigkeit und der in weiten
Grenzen schwankenden Giftigkeit als auch von der Disposition
der Befallenen ab. Eine gewisse persönliche Disposition scheint
durch Exzesse im Essen und Trinken, oder durch schwächende
Einflüsse mancherlei Art gegeben zu sein. Die in den Darm

Disposition.

eingedrungenen Cholera Bazillen gehen dort in einigen Fällen rasch zugrunde; in anderen Fällen halten sie sich, vermehren sich sogar, bewirken aber absolut keine Krankheitserscheinungen; man hat zu Cholerazeiten vielfach im festen Kot von infektionsverdächtigen, anscheinend ganz gesunden Personen vollvirulente Cholera Bazillen gefunden; in wieder anderen Fällen bewirken sie leichte, anscheinend belanglose Diarrhöen, und in noch anderen kommt der schwere, eigentliche Choleraanfall zustande. In letzterem ist das Darmepithel schwer geschädigt, in weitester Ausdehnung abgestossen; es ist denkbar, dass der fehlende Epithelschutz erst das Eindringen des Toxins in den Körper ermöglicht; man kann jedoch auch den Zerfall des Epithels bereits als eine Wirkung des aufgenommenen Toxins betrachten. Die Zahl der Fälle, in welchen die ausgesprochene Choleraerkrankung auf die Infektion folgt, dürfte weniger als 50 % aller Fälle ausmachen (Rumpf). Durchschnittlich sterben von den sichtlich Erkrankten 40—60 %; am meisten gefährdet sind geschwächte und alte Personen. Die leichten Fälle können genau so wie die schweren zum Ausgangspunkt einer Epidemie werden.

Prophylaxe.

Prophylaxe. Die gegen die Verbreitung der Krankheit zu treffenden Massregeln ergeben sich aus dem Gesagten von selbst. Die behördlichen Massnahmen sind bereits auf S. 454 u. f. ausführlich angegeben. Welche Erfolge dieselben in Deutschland gehabt haben, ergibt sich daraus, dass in den Jahren 1892 bis 1895 Russland 800 000 Todesfälle an Cholera hatte, während in Deutschland nur 9000 vorkamen, und davon entfallen fast 7000 auf Hamburg, also in eine Zeit, wo die Massnahmen noch nicht durchgeführt waren; seit ihrer Anwendung ist es zu einer ausgebreiteten Epidemie nicht mehr gekommen. Die persönlichen Schutzmassregeln bieten einige Besonderheiten. Da der Cholerakeim Temperaturen von 60° nicht verträgt, so werden am besten sämtliche Nahrungsmittel, welche ihrer Natur nach Cholerakeime enthalten können, kurz vor dem Genuss erhitzt. Vor ungekochter Milch, ungekochtem Gemüse oder ungekochtem Obste unsicherer Herkunft werde gewarnt. Ist das Wasser verdächtig, so ist es abzukochen. Ess- und Trinkgeschirre sollen mit kochendem Wasser gereinigt, kaltes Fleisch, Gemüse, Brot etc. vor Fliegen geschützt werden. Vor jeder Mahlzeit müssen die Hände gewaschen werden. Magenkatarrhe, Magenüberladungen sind zu vermeiden. Jeder Durchfall ist bezüglich der Desinfektion als Cholera zu betrachten. Kommt in einem Hause ein Cholerafall vor, so hat sich die Desinfektion auf die Fäkalien, auf das Bett und die Bettwäsche,

die von dem Kranken benutzten Utensilien und den Fussboden zu erstrecken. Einer Desinfektion der Wände bedarf es nur dann, wenn dieselben durch die Ausleerungen des Kranken besudelt sind. Nach der Desinfektion werde das Zimmer durch starkes Lüften, event. unter Beihilfe der Heizung, getrocknet. Alle Personen des Haushaltes, in welchem sich ein Cholerafall ereignete, sind unter ärztliche Kontrolle zu stellen; ihre Fäkalien müssen bakteriologisch untersucht werden.

Cholera Kranke sind selbstverständlich im Krankenhause am besten aufgehoben; sollte es nicht gelingen, sie dorthin zu überweisen, so müssen die Pfleger auf die ihnen drohende Gefahr besonders aufmerksam gemacht und bedeuget werden, dass sie nach jeder Berührung des Kranken und der möglicherweise von ihm aus infizierten Gegenstände die Hände zu desinfizieren haben und im Krankenzimmer weder Speise noch Trank zu sich nehmen dürfen. Jugendliche Personen aus Behausungen, in welchen Cholerafälle vorkommen, müssen solange als eine Weiterverbreitung der Krankheit aus diesen Behausungen nach Ansicht des beamteten Arztes zu fürchten ist, vom Schulbesuch und soweit angängig vom Verkehr mit anderen Kindern ferngehalten werden.

Zuerst durch Ferran, dann durch Haffkine wurden im grossen Schutzimpfungen gegen die Cholera vorgenommen und zwar von letzterem zuerst mittels einer abgeschwächten und wenige Tage später mit einer vollvirulenten Kultur. Kolle spritzte 2 mg Cholera kultur, welche in 1 ccm Kochsalzlösung suspendiert und dann sterilisiert war, ein. Die Resultate, welche Murata damit bei etwa 80 000 Geimpften erhielt, waren günstige. Von den Geimpften erkrankten 0,06 % und starben 0,02 %, von den Ungeimpften hingegen 0,13 % und 0,1 %. Bei den sanitären Massnahmen, die zur Verfügung stehen, wird sich die Schutzimpfung bei uns selten notwendig machen, für Aerzte und Pflegerpersonal kommt sie schon eher in Frage.

Schutz-
impfungen.

Eine Heilwirkung mit Choleraserum ist zur Zeit kaum zu erwarten, da das bis jetzt gewonnene Serum nur bakterizid wirkt und ein antitoxisches noch nicht hergestellt werden können.

Es ist eine amtliche „Anweisung zur Bekämpfung der Cholera, festgestellt in der Sitzung des Bundesrates vom 28. I. 1904“, bei J. Springer in Berlin erschienen, die alles Wissenswerte enthält und sehr anzuempfehlen ist. (Preis 30 Pfg.)

2. Der Typhus abdominalis.

Eberth, Klebs und R. Koch sahen in Typhusleichen Bazillen, welche sie für die Erreger des Typhus hielten. Gaffky wies nach, dass die Bazillen regelmässig vorkommen, und studierte ihre biologischen Eigenschaften zuerst genauer.

Der Infektions-
erreger.

Die Typhusbazillen finden sich in den Peyerschen Haufen, den solitären Follikeln, in den Darmgeschwüren, den abdominellen Lymphdrüsen, den Fäkalien; sie sind ferner gefunden in der Milz, der Leber, den Roseolaflecken, und an manchen anderen Orten, wo sie Metastasen und Entzündungen bedingen; durch Typhusbazillen können Abszesse in der Niere, den Muskeln, Gelenken etc. entstehen, durch sie können Periostitis und Osteomyelitis, Peritonitis, Pleuritis, Meningitis hervorgerufen werden. Die Bazillen können auch von der Mutter auf die Frucht übergehen. In vielleicht 25 % der Fälle treten sie im Urin auf, wo sie zu vielen Millionen in einer Entleerung enthalten sein können. Die Ausscheidung von Typhusbazillen durch den Urin beginnt ge-



Fig. 164.
Typhusbazillen,
Kartoffelkultur.



Fig. 165.
Tiefliegende
Kolonie.

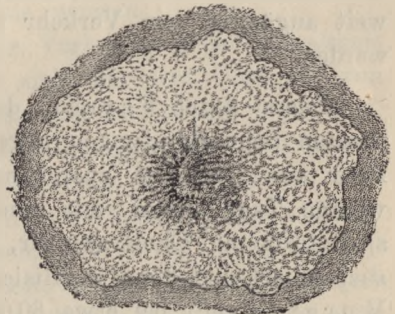


Fig. 166. Oberflächlich liegende
Kolonie.

wöhnlich erst in der dritten Woche, oft aber viel später und erstreckt sich häufig bis weit in die Rekonvaleszenz hinein.

Die Typhuserreger sind kleine, ziemlich schlanke, mit abgerundeten Ecken versehene, in Kulturen oft zu Fäden vereinigte Stäbchen (Fig. 164). Sie sind lebhaft beweglich und besitzen etwa 8—12 seitenständige Geisseln. Am besten färben sie sich mit verdünnter Karbolfuchsinlösung; die Gramsche Färbung nehmen sie nicht an; sie sind meistens schlanker und beweglicher als die Kolibazillen. Auf der Gelatineplatte erscheinen

die tiefliegenden, runden, glattrandigen Kolonien gelbbraunlich (Fig. 165). Die an der Oberfläche liegenden Kolonien stellen graue, durchscheinende, leichtstreifige Flächenausbreitungen dar (Fig. 166). In der Gelatinestichkultur bildet der tiefere Teil eine graue, sich später bräunende Linie; an der Oberfläche breiten sich die Bazillen als bläulichgraue Schicht aus; Verflüssigung der Gelatine tritt niemals ein; auf Agar, auf Blutserum entsteht ein grauweisslicher Belag. Alle die erwähnten Merkmale teilt der Typhusbazillus mit einer Reihe ihm verwandter, nicht pathogener Mikroorganismen, insonderlich mit dem *bact. coli commune*. Unterscheidbar ist er von denselben dadurch, dass er in Nähragar mit Traubenzucker kein Gas entwickelt, in Neutralrotagar keine Verfärbung des Nährbodens bewirkt, in Peptonkochsalzwasser (1 %) kein Indol bildet, Milch selbst bei Brüttemperatur nicht zum Gerinnen bringt, in Lackmusmolke nicht mehr als 3 % einer $\frac{1}{10}$ -Normalsäure produziert, und auf gekochten Kartoffeln als dünne, ziemlich feste, glänzende, kaum sichtbare Haut wächst. Auf manchen Kartoffelarten (den weniger sauren) wächst der Typhusbazillus nicht charakteristisch; es ist daher stets die eine Hälfte der Kartoffel mit der fraglichen, die andere mit einer echten Typhuskultur zu bestreichen. Die volle Sicherheit, dass der fragliche Mikrobe ein Typhusbazillus ist, wird durch die Agglutinationsversuche und das Tierexperiment gegeben.

Unterschied
vom *bact. coli*.

Die Bazillen sind ziemlich dauerhaft, obschon sie keine Sporen bilden; staubtrocken gehen sie gewöhnlich in 5—15 Tagen zugrunde, in vereinzelt Fällen können sie sich viel länger (bis zu 229 Tagen) halten. In der Erde, im Mist schwankt die Haltbarkeit anscheinend in ähnlichen Grenzen; meistens sind nämlich die Bazillen in 14 Tagen abgestorben, aber zuweilen halten sie sich $1\frac{1}{2}$ Jahr und noch länger an einer ihnen passenden Oertlichkeit. In kaltem, reinem Brunnenwasser bleiben Typhusbazillen etwa 8 Tage, in wärmerem, verschmutztem Wasser aber länger am Leben. Temperaturen von ungefähr 70° töten sie. Sie widerstanden im Experiment einem fortdauernden Frost 140 Tage hindurch; bei vierzigmal wiederholtem Verbringen von -15° auf $+15^{\circ}$ hatten noch nicht alle Typhuskeime ihre Lebensfähigkeit eingebüsst. In den Erdschichten bis zu 1 m Tiefe können sie sich vermehren; unsere gewöhnlichen, gekochten Nahrungsmittel sind auch für sie gute Nährböden.

Die
Widerstands-
fähigkeit der
Bazillen.

Ueber die Langlebigkeit der Typhus- und Ruhrbazillen gibt die kleine Tabelle einige Auskunft.

Es hielten sich:

Typhus- Bazillen		in
Tage	Ruhr- Tage	
38	101	feuchter Gartenerde,
28	12	trockenem Sand,
21	29	feuchter Torfstreu,
97	17	an Leinwand angetrocknet,
26	9	Wasser von 7—10°,
15—29	23	künstlich. Selterswasser von 9—10°,
13—11	8—27	Milch von 7—10°,
24	9	Butter von 7—10°,
24	9	Gervaiskäse.

Der Infektions-
modus.

Die Infektion. Genau wie der Cholerakeim wird der Typhusbazillus mit Speise und Trank aufgenommen. Dass direkt Typhuskot an den Mund gebracht wird, kommt ausser in der Pflege von Typhuskranken kaum vor.

Zwischen-
glieder.

Meistens dürften vermittelnde Zwischenglieder eintreten; die bazillenhaltigen Stoffe kommen auf den Dung, in die Aborte oder auch daneben, werden verspritzt, von Insekten und anderen Tieren verschleppt, haften an den Stiefeln, den Kleidern und sonstigen Gegenständen; von da gelangen sie an die Hände oder an Nahrungsmittel und so in den Mund. Relativ häufig wird das Trink- und Gebrauchswasser infiziert, sei es, dass die Fäkalien in die Flüsse und Bäche entleert werden, oder dass von den Aborten und Düngergruben her mit Typhusbazillen beladenes Schmutzwasser in die undichten Brunnen oder die Quellläufe hineinsickert, oder dass infektiöses Wasch- und Spülwasser in die Wasserbezugsquellen gelangt. Aehnlich wie bei der Cholera macht sich die Wasserepidemie durch ein explosionsartiges Auftreten bemerkbar, wenn dasselbe auch wegen der verschieden langen Inkubationsdauer bei weitem nicht so scharf ausgesprochen ist als dort. Milch ist nicht selten die Ueberträgerin der Bazillen, und es sind mehrere Epidemien bekannt geworden, wo die Magermilch von Molkereien, die von der Milch eines Gehöftes aus infiziert war, die Vermittlerin wurde.

Wasser.

Boden.

Von den oberen Bodenschichten, wohin die Bazillen zufällig gelangten, — die tieferen sind, sofern nicht infiziertes Wasser durch weitere Kanälchen rasch in die Tiefe sinkt und von da schnell in Brunnen und Quellen eindringt, für die Typhusätiologie

belanglos — kehren sie in derselben Weise wie die Cholera-bazillen zum Menschen zurück; aber die Typhusbazillen können die Austrocknung eine kurze Zeit vertragen, verstäuben und mit der Atemluft eindringen. Allerdings sterben die direkt in die Lunge übertragenen Bazillen bald ab, dahingegen können die durch den Atmungsprozess in Nase und Rachenraum gebrachten Mikroben sich dort möglicherweise einige Zeit lebend erhalten und, mit dem Speichel verschluckt, vom Darm aus die Infektion bewirken.

Der Abdominaltyphus ist anscheinend über die ganze Erde verbreitet. In Deutschland fallen die Epidemien oder die Steigerung der Endemien hauptsächlich in die Herbst- und Winterzeit.

Die Prophylaxe. Die Erscheinung, dass der Typhus häufig an der Oertlichkeit klebt, jahrelang sich dort hält, hat man früher nur auf ein rein saprophytisches Wachstum zurückgeführt; man nahm an, dass die Bazillen sich Jahre hindurch in der obersten Bodenschicht, an alten, feuchten Scheuerlappen, an feuchten Kellerwänden und Fussböden nicht nur hielten, sondern auch vermehrten. Diese in sehr vielen Fällen richtige Auffassung ist in ihrer Allgemeinheit und Ausschliesslichkeit durch R. Koch erschüttert worden. Koch gibt an, gestützt auf die Beobachtungen, welche er im Regierungsbezirk Trier auf den kleinen Dörfern machte, dass die Krankheit mit viel grösserer Häufigkeit, als man bis jetzt glaubte, von Person zu Person, sei es direkt, sei es indirekt, übertragen wird. Dass die Uebermittlung vom Kranken auf Gesunde nicht selten ist, lehrt die tägliche Erfahrung bei dem Pflegepersonal. Im Hamburg-Eppendorfer Krankenhause kamen in 15 Jahren 43 Fälle von Typhus bei dem Pflege- und Dienstpersonal vor. Davon betrafen 35 Wärter und Wärterinnen der medizinischen Abteilung. Im Jahre 1901 sind in der preussischen Armee 825 Typhuserkrankungen zugegangen, davon 32 beim Pflegepersonal und 10 bei Personen, die bereits wegen eines anderen Leidens im Lazarett waren, d. h. 7 % mindestens beruhen auf Uebertragung von Person zu Person.

Koch fand weiter, dass vielfach die Kinder infiziert waren und oft in sehr leichter Form; ferner konnte festgestellt werden, dass ähnlich wie bei der Cholera eine grössere Anzahl Personen Bazillen in ihren Darm- und Urinentleerungen bergen, ohne selbst zu erkranken (Bazillen- oder Infektionsträger).

Diese Erkenntnisse führten Koch zu einer anderen Bekämpfung des Typhus als bisher. Zweifellos ist die „Assanierung“ der Ortschaften einer der wichtigsten Faktoren in der Typhusprophylaxe. In einigen Städten hat man die Abnahme der Typhus-

Prophylaxe.

Direkte
Uebertragung.Die
Assanierung
der Städte.

sterblichkeit nach Einrichtung einer besseren Wasserversorgung, in anderen nach Einführung eines Abfuhrsystems oder einer Schwemmkanalisation gesehen. Man muss bedenken, dass Einrichtungen dieser Art nicht nur nach ihrer bestimmten Richtung hin wirken, sondern dass sie auch andere sanitäre Folgen haben, und dass die Gesamtsumme der Verbesserungen ihren Einfluss äussert.

Verhütung der
Infektion von
Person
zu Person.

Es gibt jedoch auch Ortschaften bzw. Bezirke, wo trotz der grossen aufgewendeten Mühe und Mittel die Resultate nicht besonders gut waren; man sah dann vielfach, dass die Erkrankungen um gewisse örtliche Zentren gruppiert waren. Hier setzte Rob. Koch ein, und wies nach, dass in solchen Fällen die Erkrankung nicht so sehr am Ort, als an den Personen klebt; dass eine ganze Anzahl von sehr leichten Fällen vorkommen, die unerkannt verlaufen, aber die Keime mit dem Kot und Urin um sich streuen. Die Erkrankungen erfolgen also an diesen Stellen nicht durch alte, dort abgelagerte Keime, sondern durch neue, welche von den leichten und leichtesten Fällen produziert werden. Es ist daher notwendig, die Leichtkranken zu fassen und ihre Abgänge unschädlich zu machen. Ersteres gelingt durch die Widalsche Blutprobe und durch den Nachweis der Bazillen im Stuhl und Urin.

Die Erkrankten, die Krankheitsverdächtigen und die Bazillenträger sind abzusondern und wenn irgend angängig, Krankenhäusern zu übergeben. Die Isolierung soll so lange dauern, bis zwei in einwöchentlichem Zwischenraum angestellte bakteriologische Untersuchungen die Abwesenheit von Typhusbazillen im Kot und Urin erwiesen haben. Ansteckungsverdächtige Personen mögen einer drei Wochen dauernden Beobachtung unterstellt werden.

Auf diese Weise wird der endemische Typhus bekämpft.

Für Epidemiezeiten ergeben sich die erforderlichen Massnahmen von selbst, wenn man sich überlegt, in welcher Weise die Infektion zustande kommt, dass die Krankheitserreger zunächst im Kot und Urin der Kranken und infizierten Personen enthalten sind, und dass sie von da in den Digestionstraktus gelangen müssen.

Die
Unschädlich-
machung der
Abgänge.

Das erste Erfordernis ist somit wieder die Isolation der Infizierten und die gründliche Desinfektion ihrer Abgänge; da ein Teil der Infizierten ambulant ist, so ist durch Gewährung von öffentlichen Defäkationsgelegenheiten und Urinständen die unregelmässige Verstreuung der Fäkalien möglichst zu verhindern; die Höfe und Zwischenräume der Häuser, wo Erkrankungen vor-

gekommen sind, müssen gereinigt und event. mit Aetzkalk desinfiziert werden. Das Pflegepersonal ist wiederholt darauf hinzuweisen, dass die Gefahr in dem Kot und Urin des Kranken liegt.

Alle diese Massnahmen schützen zu Epidemiezeiten nur gegen die sogenannten Sekundärinfektionen. Die Keime der Primärinfektion sind schon ausgestreut und kommt es nun darauf an, diese zu vermeiden, was um so schwieriger ist, als man zunächst nicht weiss, wo sie zu suchen sind. Sie können nur vom Magendarmkanal aus wirken, sie dürfen also nicht mit Speise und Trank aufgenommen werden. So lange man daher nicht bestimmt weiss, welches Nahrungsmittel, Wasser, Gemüse, Milch usw. der Keimträger ist, macht es sich notwendig, alle Speisen und Getränke, welche nicht ihrer Natur, Aufbewahrungs- und Zubereitungsart nach vor jeder Infektion geschützt sind, gekocht oder bis auf mindestens 70° erhitzt zu geniessen; auch sind die Speisen sorgfältig vor Fliegen oder ungehörigen Berührungen irgend welcher Art zu schützen. Die grösste Sauberkeit in der Bereitung der Nahrung wie beim Genuss derselben ist erforderlich; in fremden Häusern nehme man Speise und Trank nicht ein. Der Bezug von Nahrungsmitteln aus seuchefreien Orten ist anzuraten; Verdauungsstörungen sind zu vermeiden.

Vorsicht
betreffs Auf-
nahme mit der
Nahrung.

Da möglicherweise die Krankheitskeime von aussen mit dem Schmutz der Strassen und Gehöfte in das Haus hineingetragen werden, so ist für möglichste Reinlichkeit event. sogar Desinfektion zu sorgen. Die Stubenfliegen sind ebenfalls imstande, Infektionserreger von aussen in die Wohnung zu übermitteln, sie sind daher nach Möglichkeit fernzuhalten oder zu vertilgen.

Reinlichkeit.

Mehrfach hat man versucht, durch Injektion von abgetöteten Typhuskulturen (2 mg auf 1 ccm Kochsalzlösung 2 Stunden auf 60° erhitzt) einen Schutz gegen Infektion zu erzielen; Pfeiffer und Kollé konnten am 11. Tage nach der Impfung nachweisen, dass der bakterizide und der Agglutinationstiter des Serums der geimpften Person sich wesentlich gehoben hatte. Die in Indien von Wright nach einem ganz ähnlichen Verfahren vorgenommenen Schutzimpfungen ganzer Truppenteile hatten gute Erfolge. Es dürfte sich empfehlen, das event. ungeübte Pflegepersonal von Typhusstationen zu immunisieren; im übrigen wird man in Deutschland wohl in den meisten Fällen mit den vorhin erwähnten Schutzmassregeln auskommen.

Schutz-
impfungen.

Ein Heilserum gegen Typhus muss vor allem antitoxische Kraft besitzen; die nach der Richtung hin angestellten Versuche haben zu einem nennenswerten Erfolge noch nicht geführt.

Vom Kaiserlichen Gesundheitsamt ist ein „Typhusmerkblatt“ herausgegeben worden, welches alles für das Publikum Wissenswertes in knapper Form enthält; dann sind „Massnahmen zur Bekämpfung des Typhus“ im Gesundheitsamt aufgestellt, im Reichsgesundheitsrat durchberaten und den Einzelregierungen mitgeteilt, um in geeigneter Weise bei Erlass der einzelstaatlichen Vorschriften verwertet zu werden. Ausser den polizeilichen und bakteriologischen Massnahmen finden sich darin Ratschläge für Aerzte bei Typhus und Ruhr. Die Massnahmen sind in den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes 1903, No. 36, abgedruckt und als Sonderabdruck bei Springer-Berlin zu haben; Preis 30 Pfg.

Bakteriologischer Nachweis der Typhuserkrankung.

Widalsche
Reaktion.

a) Widalsche Reaktion. Mittelst einer Lanzette wird in das Ohrfläppchen ein Einstich gemacht und das austretende Blut in 2 mm weite ca. 6—8 cm lange Kapillaren oder in ein enges Reagenströhrchen hineingelassen. Das freiwillig ausgeschiedene oder durch Zentrifugieren gewonnene Serum wird mit in $\frac{1}{100}$ ccm geteilter Pipette entnommen und mit 0,8 % Kochsalzlösung auf das 50fache und das 100fache verdünnt. In je zwei Tröpfchen der beiden Verdünnungen wird soviel von einer 24 Stunden alten Typhuskultur und Paratyphuskultur gegeben, dass eine ganz leichte Trübung entsteht. Innerhalb von 3 Stunden muss bei 37° die Agglutination eingetreten sein, wobei reichliche Häufchen von 6—7 Bazillen noch als Agglutination gelten, selbst neben noch vereinzelt liegenden Exemplaren. Von den Resten der Serum-Kochsalzmischung wird je 1 ccm in ein schmales Reagenströhrchen gegeben; an der Wandung desselben wird eine Oese Typhus- bzw. Paratyphuskultur vorsichtig verrieben und allmählich mit der Lösung vermischt. Nach 3stündigem Aufenthalt im Brutapparat oder nach 12 Stunden bei Zimmertemperatur lässt sich makroskopisch oder mit schwacher Lupe bei von oben durchfallendem Licht die Agglutination erkennen. Die Zusammenballung in der Verdünnung 1:100 ist für Typhus beweisend, bei 1:50 aber nur stark verdächtig; es sind dann alle Massnahmen wie beim Typhus zu treffen, und ist der Versuch nach einigen Tagen zu wiederholen.

Nachweis
aus Stuhl, Urin,
Eiter,

b) Nachweis der Bakterien aus Stuhl, Urin, Eiter, Auswurf. Aus 1,5 Kilo Pferdefleisch werden unter Zusatz von 20 g Pepton sicc. (Witte), 20 g Nutrose, 10 g Kochsalz und 60 g Agar, 2 Liter Nähragar bereitet, welchem heiss 300 ccm einer 15 % Lackmuslösung (Kahlbaum), die 10 Minuten mit 30 g Milchzucker gekocht ist, zugegeben. Nach Zufügung von Sodalösung (10 %) bis zur schwach alkalischen Reaktion, werden noch 6 ccm derselben Sodalösung und endlich 20 ccm einer Lösung von 0,1 Kristallviolett (Höchst) in 100 ccm destillierten Wassers hinzugegeben. Auf die aus vorstehenden Nährböden (v. Drigalski und Conradi) bereiteten, an der Luft leicht getrockneten Platten

wird oberflächlich etwas Material mit einem winklig gebogenen Glasstab verstrichen, dann werden mit demselben Stab, ohne ihn abzuwischen und ohne ihn neu einzutauchen, 2 Verdünnungsplatten angelegt und im Brutschrank gehalten. Nach 24 Stunden zeigen sich auf den Platten die Typhusbazillen als helle, durchscheinende, blaue, kleine Kolonien, während die säurebildenden grösseren Kolikolonien rot erscheinen und das Wachstum der meisten übrigen Mikroben durch das Kristallviolett gehemmt ist. Die Kolonien müssen gut isoliert liegen, sonst beeinflusst die Säure der Kolibazillen die Typhuskolonien. Die abgestochenen typhusverdächtigen Kolonien werden mittelst der Agglutinationsprobe mit Serum von immunisierten Tieren in der Weise an gestellt, wie bei Cholera genau angegeben ist, sowie durch Züchtung auf Neutralrotagar, auf Gelatineplatten, Kartoffeln und in Lackmusmolke identifiziert. Bleiben noch Zweifel, so ist der Pfeiffersche Versuch anzustellen, genau wie bei Cholera, nur dass hier statt des Choleraserums ein hochwertiges Typhusserum Verwendung finden muss.

c) Nachweis der Bakterien aus Roseolaflecken und aus Blut. Mit einem stumpfen Messer werden mehrere Roseolaflecken abgekratzt, ohne dass Blut kommt. Das erhaltene Material von je einer Roseole wird in Röhrchen mit ca 10 ccm Bouillon getan und etwa 20 Stunden bei 37° gehalten. — Soll das Blut untersucht werden, so entnimmt man aus der Vena mediana durch Einstich mit einer grösseren sterilen Pravaz-Spritze 3—5 ccm Blut und gibt es sofort in einen Kolben mit ca. 300 ccm Bouillon, schüttelt sanft und lässt ebenfalls bei 37° ca. 18—24 Stunden stehen. Darauf werden in beiden Fällen von den obersten Schichten Drigalskische Platten angefertigt und wie oben beschrieben weiter behandelt und untersucht.

aus
Roseolaflecken.

d) Der Nachweis aus Wasser. In 2 Liter des verdächtigen Wassers werden 20 ccm einer wässerigen sterilisierten 7,75 % igen Lösung von Natrium hyposulfit (Natrium thiosulfuricum der Pharm. Germ.) geschüttet und gut gemischt, dann werden 20 ccm einer sterilisierten 10 % igen wässerigen Lösung von Bleinitrat hinzugesetzt. Der entstehende Niederschlag, welcher die Keime mitreisst, wird durch 24-stündiges Stehen oder durch Zentrifugieren gewonnen, die obenstehende klare Flüssigkeit abgegossen. Dem Bodensatz werden 14 ccm einer sterilisierten 100 % igen wässerigen Lösung von Natriumhyposulfit hinzugefügt; die gut geschüttelte Masse wird in ein Röhrchen gegossen. Von der klaren Flüssigkeit werden mit je 0,2—0,5 ccm eine Reihe von Drigalskiplatten angefertigt, behufs weiterer Untersuchung.

aus Wasser.

3. Der Paratyphus.

Unter den Typhuserkrankungen kommen leichtere vor, die auch in ihrem klinischen Bilde Abweichendes haben. Die Untersuchung solcher Fälle ergab, dass, wie zuerst Gwyn nachwies, zuweilen keine Typhus-, sondern andere Bazillen gefunden wurden und zwar im Stuhl, Urin, Abszessen, Blut und Roseolen.

Bis jetzt hat man zwei Varietäten, A und B, der Paratyphusbazillen festgestellt.

Der Infektions-
erreger.

Die Bazillen sind morphologisch und in ihrer Beweglichkeit den Typhusbazillen sehr ähnlich, färben sich nicht nach der Gramschen Methode, die Agarkultur ist nicht charakteristisch. Auf der Gelatine bilden sich üppige, weisse, zähflüssige Kolonien; die Varietät A ist heller und zarter, wächst überall weniger üppig als die wesentlich häufigere Varietät B. In Bouillon entsteht eine stärkere Trübung als beim Typhus. Neutralrot wird zum Fluoreszieren gebracht, Indol nicht gebildet. Auf von Drigalski-Conradischen Platten wachsen blaue Kolonien; Dextrose und Maltose wird von beiden Arten, Laktose nur von B vergoren; Lackmusmolke wird von beiden zunächst angesäuert, darauf wird sie von B alkalisch gemacht und fast ganz aufgehellt, von A wird sie nicht weiter verändert. Auf Kartoffeln wächst A als ein zarter, fast unsichtbarer Belag, B als ein graubräunlicher dicker Ueberzug. Die beiden Varietäten bilden verschiedene Agglutinine.

Das
klinische Bild.

Das klinische Bild der Krankheit gleicht im allgemeinen einem mittelschweren Typhus mit Milzschwellung, Roseolen, Zerebralsymptomen, langsamem Puls bei hoher Temperatur etc. Die Krankheit setzt mit Frösteln oder Schüttelfrost ein, dann aber folgt kein staffelförmiges, sondern ein rasches Ansteigen der Temperatur, eine meistens erheblich kürzere, sogar fehlende Continua mit raschem Abfall. Trotz der zunächst drohenden Symptome verläuft die Affektion meist milde; Fieber über 40° ist nicht häufig; bis jetzt sind unter einigen hundert Erkrankungen nur 5 Todesfälle bekannt geworden. Die Obduktion ergab das Fehlen von Darmgeschwüren, einmal war eine der Dysenterie ähnliche Darmaffektion vorhanden, dann ist Milzvergrößerung gefunden. — Die Diagnose lässt sich aus dem klinischen Befund allein nicht stellen; Sicherheit gibt die bakteriologische Untersuchung und die Agglutination; jedoch scheinen Paratyphus- und Typhusbazillen entsprechende Seitenketten zu besitzen, so dass eine Mitagglutination eintritt; dasjenige Mikrobion ist der Erreger der Krankheit, welches am höchsten agglutiniert wird.

Die Aetiologie.

Die Aetiologie ist noch dunkel, da nur wenig Epidemien zur Kenntnis gekommen sind, doch weisen verschiedene Autoren, am deutlichsten B. Fischer bei einer Epidemie von 85 Fällen in Kiel, auf Uebertragung mittels des Fleisches hin; und es werden Stimmen laut, wonach ein Teil derjenigen Fleischvergiftungen, welche hauptsächlich mit starken Verdauungs- aber geringen nervösen Störungen einhergehen, als aetiologisch identisch mit dem Paratyphus angesehen werden können. Die Zukunft muss

hier Klarheit bringen. Die Schutzmassnahmen lehnen sich den bei Typhus ergriffenen an; vor allem sind die Ausleerungen der Kranken zu fürchten, sie enthalten die Keime, müssen also desinfiziert werden.

4. Die Tuberkulose.

Klencke und Villemin waren die ersten, welche für die Infektiosität der Tuberkulose voll eintraten. Ihrer Anregung folgend, beschäftigten sich eine grosse Reihe von Forschern mit dieser Frage. Allein erst Rob. Koch ist es gelungen, den unumstösslichen Beweis zu erbringen, dass die Tuberkulose eine echte Infektionskrankheit ist.

Gerade in den Tuberkuloseuntersuchungen zeigt sich die ganze Genialität, die eiserne Energie Kochs. Es war notwendig, neue Methoden der Färbung, neue Methoden der Züchtung zu ersinnen, es musste die Schwierigkeit überwunden werden, die den noch unbekanntem Tuberkelbazillus überwuchernden übrigen Bakterien fern zu halten, es mussten für die Infektion geeignete Tiere gefunden werden, kurz, wohin auch der Blick sich wendete, überall traten neue Hindernisse auf. Koch überwand sie alle. Er führte den Beweis, dass der von ihm gefundene Bazillus der Erreger der Tuberkulose ist, mit einer solchen Schärfe, dass nur der Unverstand es versuchte, an seinem Bauwerk zu rütteln. Koch zeigte weiter, dass die Tuberkulose identisch ist mit der Skrophulose, und dem Lupus; und zuletzt hat uns Koch in dem Tuberkulin ein Mittel gegeben, welches zwar den darauf gesetzten, zu grossen Hoffnungen nicht ganz entsprochen hat, sich aber in vielen Fällen von Tuberkulose nützlich erweist, und welches vor allem einen ganz hervorragenden diagnostischen Wert besitzt; mit seiner Hilfe ist ferner die Möglichkeit gegeben, der Tuberkulose unter den Rindern Herr zu werden.

Kochs
Leistungen.

Der Tuberkelbazillus. Koch impfte zunächst Meerschweinchen mit tuberkulösem Sputum, tötete die erkrankten Tiere und bekam in den Tuberkeln von Leber und Milz ein reines Ausgangsmaterial. Dann übertrug er Organstückchen auf Blutserum und hielt dasselbe bei 37°: nach frühestens 14 Tagen zeigte sich Wachstum.

Der Infektions-
erreger.

Die Kolonie liegt als ein trockener, grauer, Schuppen bildender Belag auf der Oberfläche. Das Mikroskop lässt bei schwacher Vergrösserung eine eigentümliche Anordnung der Mikroorganismen in Strähnen oder Zügen erkennen. Bei 500facher Ver-

grösserung sieht man die einzelnen Bazillen als schlanke, feine Stäbchen von wechselnder Länge mit rundlichen Enden. Nicht selten erkennt man, dass die Tuberkelbazillen in alten Kulturen längere, anscheinend ungeteilte Fäden mit Seitensprossen, also echte Verzweigungen, bilden, die z. T. kolbig sind. Friedrich, Schultz und Lubarsch konnten bei vorsichtiger Färbung nachweisen, dass die erste Entwicklung der Bazillen zu Kolonien den jüngeren Drusen des Aktinomyces fast zum Verwechseln ähnlich sind. Hiernach sind die Tuberkelbazillen nicht den eigentlichen Bakterien, sondern, wie der Aktinomyces, den Fadenpilzen, den Hyphomyceten zuzurechnen. Zuweilen bemerkt man in ihnen nach der Färbung helle, nicht ganz scharf begrenzte Stellen, Vakuolen, welche auf einer Retraktion des Protoplasmas beruhen; letzteres erscheint dann als intensiv dunkle Klümpchen: die Bazillen sind gekörnt; das Ganze dürfte eine Alterserscheinung sein. Sporen sind bis jetzt nicht bekannt; auch ist nicht wahrscheinlich, dass solche gebildet werden.

Die Bazillen nehmen die gewöhnlichen Anilinfarben schlecht an, dahingegen zeigen sie sich farbenbeständig gegen die Einwirkung starker Säuren, wenn sie Anilinöl oder Phenol enthaltenden Farbstoffen längere Zeit ausgesetzt gewesen sind.

Färbung.

Die beste Methode der Färbung ist die nach Ziehl-Neelsen oder nach Ehrlich.

Erstere sei kurz angeführt. Dem auf eine schwarze Glasplatte ausgegossenen Sputum werden kleine, gelbliche, festere Partikel entnommen, zwischen 2 Deckgläschen zerrieben und, nachdem sie trocken geworden sind, durch die Flamme gezogen; dann wird das Präparat mit Karbolfuchsinlösung überschüttet und stark erhitzt, in Wasser abgespült, während weniger Sekunden in 5% Schwefelsäure eingetaucht, darauf in 70% Alkohol entfärbt, mit Wasser abgespült, mit dünner, wässriger Methylenblaulösung schwach nachgefärbt, nochmals in Wasser abgespült und untersucht. Die Tuberkelbazillen erscheinen rot, alles übrige blau gefärbt.

Zur Züchtung werden tuberkulöse, von der Luft abgeschlossene Organteile oder aber Reinkulturen fest eingerieben in Nähragar, welchem 5% Glycerin zugesetzt ist, oder in Rinderserum, dem vor dem Erstarren $\frac{1}{3}$ seines Volumens an Nährbouillon zugegeben wurde.

Die Tuberkelpilze sind ziemlich widerstandsfähig. Sie ertragen eine wochen- und monatelange Austrocknung, im Magensaft behalten sie ihre Vitalität, in faulenden Substraten hat man sie noch nach einem Jahre lebensfähig gefunden, sie überstehen die Ueberwinterung in den oberen Erdschichten und im Tierdung; Temperaturen von 70° töten sie nach ungefähr 20 Minuten; dem Sonnenlicht ausgesetzt, gehen sie in wenig Stunden, dem diffusen

Tageslicht ausgesetzt in wenig Tagen zugrunde. Die Pilze sind unter natürlichen Verhältnissen anscheinend obligate Parasiten.

Das Gift der Tuberkelbazillen, das Tuberkulin, ist noch nicht voll bekannt; es dürfte ein Endotoxin vorwiegen, daneben findet sich eigentliches Toxin. Das Alttuberkulin wird gewonnen aus Glycerinbouillonkulturen durch Auskochen, Einengen und Filtrieren. Das Tuberkulin TR. ist ein wässriger Auszug aus getrockneten, verriebenen Tuberkelbazillen, der im Vakuum eingengt wurde. Zuletzt hat Koch Versuche gemacht mit zertrümmerten Tuberkelbazillen, die in Wasser und Glycerin suspendiert sind, = Neutuberkulin.

Das
Tuberkulin.

Die Wirkung des Tuberkulins ist eine allgemeine, sich äussernd in hohem Fieber, Brechneigung, Kopf- und Gliederschmerzen und eine lokale, bestehend in der Erregung einer Entzündung um die tuberkulösen Herde mit Hyperämie, Transsudation, kleinzelliger Infiltration, sogar eitriger Einschmelzung; eine direkte Einwirkung auf die Bazillen findet nicht statt.

Koch nahm zunächst an, dass die Rinder- und Menschentuberkulose identisch seien. Spätere Versuche überzeugten ihn aber vom Gegenteil. Als Koch seiner geänderten, durch viele Versuche gestützten, Auffassung 1901 zuerst Ausdruck gab, erhob sich ein lebhafter Widerspruch, doch haben die Nachprüfungen Koch im ganzen Recht gegeben. Es gelingt nicht, mit Menschentuberkulose eine Allgemeininfektion bei Rindern hervorzurufen; am Injektionsort bleiben die Bazillen längere Zeit lebendig, es schwillt auch wohl die nächste Lymphdrüse an, aber damit ist der Prozess beendet. Bei den im Gesundheitsamt angestellten 40 Impfungen von Rindern mit Menschentuberkulose ging jedoch in vier von Kindern stammenden Fällen, 2 Miliar- und 2 Darmtuberkulosen, der Prozess über die angegebenen Grenzen hinaus und wurde allgemein. Die vier aus den Kindern gezüchteten Kulturen wuchsen wie Rindertuberkulosebazillen, also sehr langsam und wenig dick; dann waren die Bazillen im gefärbten Präparat kurz und dick, zuweilen kolbig, und nahmen die Farbe weniger gut an, während die sonst aus Menschen gezüchteten Bazillen gleichmässig schlank sind und sich gleichmässig färben.

Rinder-
und Menschen-
tuberkulose.

Die 4 Fälle beweisen also, dass Rindertuberkulose in vereinzelten Fällen auf Kinder überzugehen vermag.

Ausser der Menschen- und Rindertuberkulose gibt es eine Geflügeltuberkulose. Ihre Bazillen sind vielleicht etwas kleiner als die der beiden anderen, sie wachsen wesentlich rascher und bilden einen feuchten, schmierigen Belag. Es scheint, als ob in

Geflügel-
tuberkulose.

seltener Fällen die Geflügeltuberkulose auf Säugetiere übergeht, wie andererseits bei Papageien menschliche Tuberkulose gefunden worden ist.

Säurefeste
Bazillen.

In der Butter, im Kuhdung, am Timotheegras sind säurefeste Bazillen gefunden worden, welche den Tuberkuloseerregern sehr nahe stehen. Aehnliche Bazillen kommen auch an Wassergewächsen vor, und man kann mit ihnen bei Kaltblütern Affektionen erzeugen, und es kommen spontan solche vor, die mit tuberkulösen Neubildungen die grösste Aehnlichkeit haben.

Wirkung des
T. B. auf das
Gewebe.

Die Tuberkelpilze üben im empfänglichen Tierkörper zunächst einen Reiz aus. Infolgedessen treten sowohl ein Hinwandern von Leukocyten nach der gereizten Stelle als auch eine Kariokinese und reichliche Proliferation der fixen Gewebezellen ein; später, nach Reizung der Gefässwände, kommen die Leukozyten in grosser Anzahl hinzu. Auf einzelne Zellen wirkt der Reiz so mächtig, dass eine lebhaftete Kernteilung eintritt, während der Zellenleib in der Teilung nicht folgen kann, sein Plasma vielmehr, nach der Angabe Weigerts, unter der Einwirkung der Tuberkelbazillen rasch der Koagulationsnekrose anheimfällt. Die so entstandenen vielkernigen, grossen Zellen sind die „Riesenzellen“. Ihre Bildung kann man bereits als den ersten Beginn der regressiven Metamorphose, der zerstörenden Wirkung der Bazillen, ansehen. Die Zellen des Tuberkels sterben ebenfalls durch Koagulationsnekrose von der Mitte her ab. Die Zellkonturen werden undeutlich, die Kerne schwinden, und das Tinktionsvermögen wird geringer. Der weitere Verlauf richtet sich nach der Tierart; beim Rind finden starke Kalkablagerungen statt, beim Meerschweinchen tritt ein trockener Schwund, beim Affen und Menschen Verkäsung ein etc.

Verbreitung der
T. B. im Körper.

Der eingedrungene Bazillus bleibt entweder an der Invasionsstätte liegen und erzeugt dort zunächst eine Tuberkeleruption, oder er wird vom Saftstrom oder von den Wanderzellen erfasst und, ehe er proliferieren kann, in das Gewebe eventuell bis zur nächsten Lymphdrüse geschleppt, wo dann die Primäraffektion zum Ausbruch kommt. Von der ersten Invasionsstätte aus verbreiten sich die Bazillen hauptsächlich auf dem Wege der Lymphbahnen weiter. Im Blut scheinen sie nur zeitweilig zu kreisen. Dringen grössere Schübe von Tuberkelbazillen, z. B. durch Platzen eines Käseherdes, direkt in die grossen Lymphgänge oder in die Gefässe hinein, so entsteht infolge ihrer Dispersion in den verschiedensten Organen die „akute Miliartuberkulose“, im Gegensatz zur chronischen, welche dadurch hervorgerufen

wird, dass relativ wenig Bazillen in einzelnen, öfteren Schüben in minder wichtige Organe gespült werden.

Nicht selten geht die Tuberkulose in definitive oder in relative Heilung über. Im letzteren Falle ist die Krankheit latent, d. h. ein kleiner Herd kann Jahre und Jahrzehnte bestehen bleiben, ohne dass die in ihm enthaltenen lebensfähigen Bazillen das Gewebe invadieren. Verstopfung der Saftkanälchen mit Exsudat, oder Zellwucherung, oder der lethargische Zustand, erzeugt durch die Einwirkung der miteingeschlossenen Spaltungsprodukte der Mikroben, in welchem die Bazillen eine *vita minima* fristen, werden zur Erklärung dieser Erscheinung herangezogen.

Die Verbreitung der Tuberkulose ist eine ganz verschiedene. Es gibt Bezirke, wo die Krankheit gar nicht oder selten vorkommt, so z. B. auf den Höhen von Mexiko, Ecuador, Bolivia, in anderen hochgelegenen Bezirken aber ist sie häufiger. Möglicherweise bedingen die durch tiefere Atmung erzeugte kräftigere Entwicklung der Atmungsorgane, der intensivere Kreislauf, die — anscheinend — gesteigerte Zahl der Blutkörperchen eine erhöhte Widerstandskraft, oder die starke Belichtung, die intensive Bestrahlung beeinflussen das Absterben der expektorierten Bazillen, so dass wenig Infektionsmaterial vorhanden ist.

In Deutschland gingen im Jahre 1901 auf 10 000 Lebende 21,1, in Preussen im Jahre 1888 — 28,14, 1893 — 29,96, 1898 — 20,08, 1902 — 19,04 an Tuberkulose zugrunde. Im Jahre 1901 entfielen in Deutschland auf 1 159 903 Tote 10,1 % an Tuberkulose, in Preussen 1889 — 12,09 %, 1893 — 10,31 %, 1898 — 9,86 %, 1902 — 9,85 %. Das Verhältnis der Tuberkulösen zur Bevölkerung in Deutschland ist sehr ungleich; in Preussen kamen 1901 auf 10 000 Lebende 19,54 Todesfälle an Tuberkulose, in Bayern 28,7, in Sachsen 19,9, in Württemberg 23,7, in Baden 23,6, in Hessen 28,5.

In Preussen ist die Sterblichkeit an Tuberkulose ganz verschieden, je nach der Oertlichkeit; im Osten ist sie wesentlich geringer als im Westen. Der Regierungsbezirk Königsberg hatte 13,07, Hannover 19,11 und Münster 27,77 Todesfälle im Jahre 1901. Dieses örtliche Verhältnis ist dauernd, nur lagen die Zahlen früher höher. Trotzdem die Krankheit zurückgegangen ist, fordert die Tuberkulose allein immer noch so viele Opfer, wie fast alle anderen Infektionskrankheiten zusammengenommen.

Ueber die enorme Verbreitung der Tuberkulose gibt die pathologisch-anatomische Untersuchung das beste Bild; nach einigen

Latenz.

Verbreitung der
Tuberkulose
nach Oertlich-
keit.

Autoren zeigen bis zu 70 %, nach anderen sogar über 70 % der Leichen die Zeichen noch vorhandener oder früherer Tuberkulose. Mögen die Zahlen auch zu hoch sein, da sie die besser situierten Klassen der Bevölkerung nicht mit fassen, so lehren sie doch, dass die Infektionsgelegenheit eine recht ausgiebige sein muss, und andererseits, dass die meisten Tuberkulosen zur Heilung tendieren.

und Alter.

Ganz eigenartig verteilt sich die Tuberkulose auf die einzelnen Altersklassen. Es starben 1902 in Preussen von 10 000 Lebenden der

Altersklasse	an Tuberkulose			Altersklasse	an Tuberkulose		
	m.	w.	Sa.		m.	w.	Sa.
0—1	21,27	18,03	19,67	25—30	25,07	24,68	24,88
1—2	16,17	14,42	15,30	30—40	25,37	23,77	24,56
2—3	8,82	8,20	8,50	40—50	34,98	21,59	28,12
3—5	5,46	6,34	5,90	50—60	43,30	23,53	32,80
5—10	3,62	5,32	4,46	60—70	48,90	30,72	38,99
10—15	4,08	7,61	5,83	70—80	27,74	20,06	23,45
15—20	14,36	16,54	15,44	über 80	12,74	8,96	10,57
20—25	23,97	21,02	22,47	unbekannt	2,35	11,91	6,57
				zusammen	20,72	17,40	19,04

Ganz ähnlich ist das Verhältnis für die übrigen Staaten.

Hieraus folgt, dass die Wahrscheinlichkeit, an Tuberkulose zu sterben, mit steigendem Lebensalter zunimmt, entgegen der herrschenden Ansicht, wonach die Blütejahre das Hauptkontingent an Tuberkulose stellen. Vergleicht man jedoch die Zahl der an Tuberkulose Gestorbenen mit der Zahl der in den einzelnen Altersklassen überhaupt Gestorbenen, so stellt sich heraus, dass wirklich in der Blüteperiode die Sterblichkeit an Tuberkulose ungefähr $\frac{1}{3}$ der Gesamtsterblichkeit darstellt, was sich dadurch erklärt, dass die Gesamtsterblichkeit in diesen Jahren sehr gering ist, während die Tuberkulosesterblichkeit in steigender Richtung weiter geht. Die Männer stellen ein höheres Kontingent zur Tuberkulose als die Frauen; in den Jahren 5—20 allerdings überwiegt das weibliche Geschlecht, da es in der Zeit der Entwicklung an Widerstandsfähigkeit einbüsst, während die Männer in der Zeit der grössten Arbeitsfähigkeit schwächenden Einflüssen mehr ausgesetzt sind.

Einfluss der
Berufstätigkeit.

Von Einfluss auf die Sterblichkeit ist der Beruf. So gibt es Berufstätigkeiten, welche eine starke Infektionsmöglichkeit einschliessen, z. B. die Krankenpflege; Cornet hat nachgewiesen, dass 60 % der mit Krankenpflege beschäftigten Ordensmitglieder

der Schwindsucht erliegen; ferner sind diejenigen Berufe von der Tuberkulose bevorzugt, welche infolge zu geringer Muskeltätigkeit und Bewegung eine Schwächung des Gesamtorganismus eintreten lassen, oder welche eine derartige Körperhaltung bei der Arbeit bedingen, dass fast nur die unteren Lungenpartien in Tätigkeit treten, oder welche Katarrhe, Verstopfung der feineren Bronchien bezw. Verletzungen erzeugen, wie sich das in so ausgesprochenem Masse bei den sog. Staubarbeitern findet. Auch feuchten Boden, feuchte Wohnungen hat man in ätiologische Beziehung zu einer grösseren Phthisesterblichkeit gebracht. Insofern kann diese Wahrnehmung erklärt werden, als die Feuchtigkeit einerseits dem Bazillus eine längere Lebensdauer gewährt, andererseits die Entstehung von Katarrhen begünstigt.

Die Infektion. Die Bazillen vermögen von verschiedenen Eingangspforten aus in den Menschen einzudringen. Die Infektion von Wunden (Leichttuberkel) oder von ekzematösen Flächen aus ist nicht häufig; das straffe Hautgewebe bildet kein gutes Substrat für die Entwicklung der Bazillen. Eine Uebertragung durch die Vaccination erscheint ausgeschlossen. Durch tuberkulöses Sperma kann eine Infektion der Frau erfolgen, anscheinend ist sie jedoch sehr selten.

Infektion durch
Wunden.

durch den Akt
der Begattung.

Gelangen Tuberkelbazillen in den Verdauungstraktus, sei es durch das Sputum, welches der Phthisiker verschluckt (Autoinfektion), sei es in weniger zahlreichen Fällen durch Nahrungsmittel, welche Tuberkelbazillen enthalten, z. B. Fleisch und Milch tuberkulöser Tiere, so können sie ohne Schaden den Darm passieren. Haftet die Infektion, so entsteht entweder in der Darmwand der Tuberkel bezw. das tuberkulöse Geschwür, oder der Bazillus durchdringt das Gewebe auf dem Wege der Lymphbahnen, und in der nächsten Lymphdrüse entsteht der erste Herd, oder er tritt auf dem Wege der Blutbahn in den Kreislauf ein. Nicht selten scheinen als Eintrittspforte die Tonsillen zu dienen, wohin die Bazillen durch Atmung oder durch den Genuss von bazillenhaltigen Nahrungsmitteln gelangen, und manche Skrophulose entsteht durch Verschleppung von Bazillen aus den Mandeln in die Drüsen des Halses. Die Zahl der primären Fütterungstuberkulosen ist keine sehr grosse, sie beträgt im Durchschnitt höchstens 6 %, bei der Kindertuberkulose allerdings 30 % (L u b a r s c h).

durch Aufnahme
in den Ver-
dauungstraktus,

Von grösserer Wichtigkeit als alle erwähnten Eintrittspforten zusammengenommen ist anscheinend die Aufnahme der Bazillen durch die Atmungsorgane, denn die Lungen und die ihr direkt

in die Atmungs-
organe.

benachbarten Lymphdrüsen sind gewöhnlich am ersten und intensivsten ergriffen. Cornet hat nachgewiesen, dass in dem Staub der Wohnräume von Phthisikern dann regelmässig virulente Bazillen vorhanden sind, wenn die Kranken mit ihrem Auswurf leichtsinnig umgehen. Das an die Erde entleerte Sputum trocknet an, durch das Umhergehen in der Stube wird es allmählich zu Staub zermalmt, welcher beim Ausfegen etc. in die Höhe steigt und in die Atmungsorgane gesunder Personen eindringen kann, wobei zu berücksichtigen ist, dass die gröberen Sputumsplitterchen bald wieder aus der Luft ausfallen, somit unschädlich werden; nur die feinsten, scharf ausgetrockneten Stäubchen halten sich längere Zeit, bis zu $\frac{1}{2}$ Stunde, in der Luft und können, eingeatmet, die Krankheit hervorrufen. Eine grössere Gefahr liegt anscheinend in der Tröpfcheninfektion. Durch die Hustenstösse, durch Niesen und lautes Sprechen werden kleinste Sputumteilchen in die Luft geschleudert, welche die ihnen anklebenden Bazillen auf etwa $1\frac{1}{2}$ m Entfernung hin durch das Zimmer tragen und somit von den in diesem Bezirk befindlichen Personen eingeatmet werden können. Etwa 40 % Phthisiker sollen Bazillen in Tröpfchen eingeschlossen aushusten, doch dürfte das nur eine vage Mittelzahl sein. Die Sputumteilchen bleiben bis zu $\frac{1}{2}$ Stunde in der Luft schweben. Hält der hustende Phthisiker ein Taschentuch vor den Mund, so werden die Bazillen nicht über $\frac{1}{3}$ m fortgeschleudert. Die ganz trocken gewordenen Taschentücher geben, wenn sie aus der Tasche gezogen werden, feinste Fadenteilchen mit daran haftenden Tuberkelbazillen an die Luft ab.

Infektion
durch trocknes
Sputum.

durch
Tröpfchen.

Disposition.

Zur Infektion ist eine gewisse Disposition erforderlich. Diese kann ererbt oder erworben sein. Ist das erstere der Fall, so besitzt gewöhnlich das Individuum den sog. habitus phthisicus: schmalen, langen Brustkasten, abstehende Schulterblätter, kleines Herz, enge Gefässe, geringen Blutreichtum etc. Erworben wird die Disposition durch alle den Körper oder die Lungen schwächenden Momente. Ausschweifungen in baccho et venere, das Ueberstehen schwerer Krankheiten, übermässige Arbeit, Hunger und soziales Elend stehen unter den allgemein disponierenden, Katarrhe (Masern, Keuchhusten), Verletzungen der Respirationsorgane durch Kontusionen oder Staubinhalationen unter den lokal disponierenden Momenten in der ersten Linie.

Erblichkeit.

Vielfach ist die Frage erörtert, ob der Tuberkelbazillus selbst von den Eltern auf das Kind übergehe. Die Uebertragung des Keimes vom Vater her bei der Zeugung erscheint ausgeschlossen, denn in einer Ejakulation des Kranken sind entweder gar keine

oder sehr wenige Tuberkelbazillen, dagegen über 3 Millionen Spermatozoen enthalten, von welchen ein einziges zur Befruchtung genügt; die Chance, dass das mit einem Tuberkelbazillus behaftete Spermatozoon befruchte, ist also minimal; ausserdem dürfte ein so früh infiziertes Ei kaum zur Reife gelangen. Die Uebertragung von der Mutter her, im Wege des plazentaren Kreislaufes, ist zweifellos möglich, wie Tierexperimente und Beobachtungen an Menschen ergeben haben. Zudem lehrt die Sektionsstatistik, dass die Tuberkulose von der Mitte bis zum Ende des ersten Lebensjahres recht häufig ist; zeigt doch schon die vorhin vorgeführte kleine Zahlenreihe, dass im ersten Lebensjahre fast genau so viele Personen an Tuberkulose sterben, wie zwischen dem 20. und 25. Lebensjahre. Die Uebertragung des Keimes in utero lässt sich von der Ansteckung in frühester Jugend, von der Familieninfektion, nicht trennen, daher weiss man nicht, wie gross der Faktor der intrauterinen Infektion ist. Man darf annehmen, dass die grosse Mehrzahl der vor oder bald nach der Geburt infizierten Kinder bis zur tiefsten Stelle der Mortalitätskurve, also bis zum 5.—10. Lebensjahre, abgestorben ist.

Die Prophylaxe kann gegen die Infektion und gegen die Disposition gerichtet sein. Da die Tuberkulose am häufigsten an den ruhigsten Stellen der Lunge, an den Spitzen, zum Ausbruch kommt, so wird eine ausgiebige Lungengymnastik von früher Jugend an zu kultivieren sein. Die Wahl des Berufs hat mit Rücksicht auf etwa bestehende Disposition zu erfolgen. Rekonvaleszenten, insbesondere solche von Masern bezw. Keuchhusten, müssen der Ansteckungsmöglichkeit sorgfältig entzogen werden; nicht zu früher Schulbesuch und möglichste Kräftigung sind anzustreben. Anlass zu Katarrhen, Staubinhalationen etc. sind zu vermeiden.

Prophylaxe.

Um der Infektion vorzubeugen, ist zunächst die Nahrung in das Auge zu fassen. Obgleich in der Milch tuberkulöser Frauen Bazillen bisher nicht nachgewiesen worden sind, so soll dennoch keine schwindsüchtige Mutter oder Amme ein Kind stillen. Um der Familieninfektion zu entgehen, kann sogar die Fortgabe des Kindes in Pflege notwendig werden; Kuhmilch werde stets abgekocht gegeben, längere Zeit währendes Kochen ist nicht erwünscht, ein einmaliges Aufwallen (100°) genügt. Der Verbreitung billiger Milchsterilisationsapparate in den breiten Schichten des Volkes ist das Wort zu reden. Milch, welche in Flaschen ge-

Massnahmen
gegen
Fütterungs-
tuberkulose.

füllt 15—25 Minuten im Wasserbade einer Temperatur von 70° ausgesetzt wurde, enthält keine lebenden Tuberkelbazillen mehr.

Auch die Herstellung von tuberkelbazillenfreier Butter und Käse ist zu verlangen. Fleisch tuberkulöser Tiere werde nach Möglichkeit vermieden. Der Unsitte, rohes oder nicht gehörig erhitztes (unter 70°) Fleisch zu geniessen, ist zu steuern. Ferner muss das Streben dahin gehen, die Perlsucht zu unterdrücken.

gegen Ein-
atmungs-
tuberkulose.

Die Hauptgefahr bietet das Sputum. Tiere, welche nicht husten (Kaninchen, Meerschweinchen), leiden trotz einer Empfänglichkeit, welche weit grösser ist als die des Menschen, sehr selten an spontaner Tuberkulose. Den Kranken und den Familienmitgliedern ist in schonender, sachlicher Weise bekanntzugeben, dass das Sputum der Vermittler der Ansteckung ist. Der Auswurf werde nicht auf den Boden entleert, sondern in Gläser, welche mit Deckeln geschlossen sind und deren Boden mit Wasser bedeckt ist, oder in leicht transportable Speiflaschen, wie sie z. B. von Dettweiler angegeben sind, oder in die leicht desinfizierbaren Aluminiumflaschen von Knopf. Spucknapfe aus festem Papier, in welche Torfmoos oder Holzwole hineingegeben wird, sind wegen ihrer Verbrennbarkeit sehr zu empfehlen. In den Krankenzimmern, auf den Korridoren der Krankenhäuser und der öffentlichen Gebäude, in den Eisenbahnwagen, Fabriken, Werkstätten etc. soll gleichfalls durch Aufstellung von feucht gehaltenen, täglich zu reinigenden, wenn möglich etwa 1 m über dem Boden angebrachten Speinapfen oder Gläsern reichlich Gelegenheit zur gefahrlosen Entleerung des Auswurfs gegeben sein. In den Zimmern, wo Tuberkulose verkehren, sollen täglich Fussboden und Möbel feucht abgewischt werden. Auf die Sorge für Reinlichkeit und die Vermeidung von Staub ist grosses Gewicht zu legen. Um den Uebertritt der Tuberkelbazillen in die Luft durch die Hustenstösse zu verhindern, sollen die Patienten beim Husten ein Taschentuch vor den Mund nehmen; dasselbe sei etwas feucht und werde täglich gewechselt; auch Papiertaschentücher sind brauchbar und wegen ihrer Verbrennbarkeit sogar anzuraten.

Hustende
Kinder.

Die Lehrer sollen auf hustende Kinder achten, sie event. dem Arzt zuweisen. Kinder mit chronischem Husten sind an die Ecken der Bänke zu setzen und ihnen Speinapfe zur Verfügung zu stellen.

Meldepflicht
und
Desinfektion.

Zu einer wirksamen Bekämpfung ist bei Kehlkopf- und Lungentuberkulose unbedingt die Meldepflicht mit obligatorischer und kostenloser Desinfektion erforderlich. Vorläufig, bis sich das

Publikum an die Massregel gewöhnt hat, mag es genügen, dass jeder Todesfall an Lungen- und Kehlkopfschwindsucht — die übrigen Tuberkulösen bieten keine Gefahr für die Umgebung —, jeder Wohnungswechsel eines solchen Tuberkulösen sowie solche Erkrankte zur Meldung kommen, welche in Rücksicht auf die ungünstigen Wohnungsverhältnisse oder unsauberen Gewohnheiten ihre Umgebung hochgradig gefährden.

Die zeitweilige Desinfektion der Zimmer, der Utensilien und Wäsche der Erkrankten und später der Gestorbenen ist notwendig. Die Tuberkulose muss aus der Gruppe der Krankheiten mit fakultativer Desinfektion herausgenommen und in die Gruppe mit obligatorischer Desinfektion übergeführt werden.

Da die Aufgabe einer rationellen Prophylaxe darin bestehen muss, einerseits die Verstreuung der Tuberkelbazillen durch den Auswurf der schwerer Erkrankten zu verhüten, und andererseits die frisch Infizierten so früh herauszufinden und zu behandeln, dass sie vor schwerer Erkrankung und Ausscheidung von Tuberkelbazillen behütet werden, so ist erforderlich, zunächst für die erste Gruppe in der Weise zu sorgen, dass besondere Krankenhäuser oder Abteilungen in schon bestehenden Krankenhäusern geschaffen werden, wo diese die Allgemeinheit gefährdenden Personen für ein billiges Geld Unterkunft und beste ärztliche Behandlung erhalten. Selbstverständlich dürfen solche Leute, insofern sie nicht in Krankenhäusern untergebracht werden können, nicht in solchen Berufen oder an solchen Stellen tätig sein, wo sie viel mit dem Publikum zu verkehren haben oder mit ihren Arbeitsgenossen in nähere Berührung kommen; sie dürfen also nicht als Wärterinnen in Kinderheimen Verwendung finden, oder im Nahrungsmittelgewerbe tätig sein oder in eng besetzten Fabrikssälen arbeiten u. dergl. m. Die leicht Erkrankten sollen sobald als möglich dem Arzt zugewiesen werden, damit sie dort entsprechende Behandlung und Unterweisung erhalten, oder einer Tuberkulösenheilstätte übergeben werden. Unter letzterer versteht man in den Bergen oder an Wäldern oder auf dem flachen Lande, aber stets abseits von den Städten und Verkehrszentren und in geschützter Lage eingerichtete Anstalten, die mit allen diagnostischen und therapeutischen, sich auf die Tuberkulose beziehenden Mitteln ausgerüstet sind und in welchen die Erkrankten einer zweckmässigen ärztlichen Behandlung und einem gesundheitlich besten Regime unterworfen werden. Wenn der Aufenthalt in diesen Heilstätten lange genug währt, wenn die Patienten sich verständlich den Anordnungen des Arztes, den Vorschriften des

Unterbringung
der
Schwerkranke,

der
Leichtkranke,

Heilstätten.

Hauses fügen, so gelingt es in der Tat, eine grosse Anzahl der Ueberwiesenen entweder dauernder Heilung oder wesentlicher Besserung zuzuführen, so dass Patienten, die sonst in kurzer Zeit dem Tode oder Siechtum verfallen gewesen wären, nun dauernd oder doch auf Jahre hinaus ihrer Familie erhalten bleiben, nicht als Sieche, sondern als noch nützliche Mitglieder der menschlichen Gesellschaft. Die Pfléglinge der Heilstätten lernen es auch, vorsichtig mit sich und ihrer Umgebung umzugehen, indem sie den Schädigungen, auf welche man sie in dem Genesungshause aufmerksam gemacht hat, ausweichen und andererseits mit ihrem Auswurf vorsichtiger sind und beim Husten, Niesen und Sprechen alle Sorgfalt anwenden, um ihre Angehörigen nicht zu infizieren.

Gesetzliche
Massnahmen.

Die Gesetzgebung ist zunächst zögernd, dann bestimmter mit ihren Massnahmen hervorgetreten. In Preussen hat der Minister angeordnet (15. 4. 89), dass in den Straf-, Gefangenen und Besserungsanstalten nur in wasserhaltige Nöpfe gespiesen werde; die Zellen, welche hustende Gefangene enthalten haben, sollen gereinigt und desinfiziert werden; der erforderliche Desinfektionsapparat ist zu beschaffen; tuberkulöse Gefangene sind von den übrigen möglichst zu isolieren. Ganz ähnliche Vorschriften sind für die Privatirrenanstalten erlassen (31. 3. 89). Die Polizeiverordnung für Berlin vom 8. 12. 90 bestimmt, dass die Desinfektion für die Tuberkulose obligatorisch ist, sofern ein Fall in einer dem öffentlichen Verkehr dienenden Aufenthaltseinrichtung vorgekommen ist; für die Aerzte ist dann die Meldepflicht angeordnet. Ganz ähnlich sind die Forderungen des sächsischen Ministeriums vom 29. 4. 1900 und des badischen Ministeriums vom 30. 1. 02, welche ausserdem noch fordern, dass an vorgeschrittener Lungentuberkulose Leidende, welche ihre Umgebung gefährden, der Ortspolizeibehörde zu melden sind und dass die Desinfektion ausgeführt werde. — Der wichtigste Erlass ist jedoch der vom 10. 12. 90, welcher in fast allen Amtsblättern veröffentlicht ist. Sein Inhalt deckt sich mit den auf den letzten Seiten angegebenen Prohibitivmassregeln.

Im Jahre 1898 ist angeordnet worden, dass die Eisenbahnwagen, besonders diejenigen, welche den Verkehr mit den Tuberkulose-Kurorten vermitteln, mindestens einmal im Jahre ordentlich desinfiziert und nach jeder Tour gründlich gereinigt und, soweit erforderlich, auch desinfiziert werden. Preussen schreibt durch Erlass vom 13. 6. 98 vor, dass zur Verhütung von Infektionen innerhalb der Krankenhäuser in den Zimmern, auf den

Korridoren, in den Gärten usw. mit Wasser teilweise gefüllte Spucknapfe aufzustellen seien, zu deren Benutzung die Kranken durch Anschläge aufzufordern wären. Teppiche seien zu entfernen, die Fussböden sollen glatt und die Wände bis zu 2 m Höhe abwaschbar sein. Die Wasche der Schwindsüchtigen, die Lagerstätten müssen desinfiziert werden, ebenso, und zwar zweimal jährlich, die Krankenzimmer, welche täglich feucht zu reinigen seien.

Von dem Kaiserlichen Gesundheitsamt ist ein „Merkblatt“ herausgegeben und zu vielen Tausenden im Volke verbreitet worden. Ausserdem hat sich ein „Internationales Zentralbureau zur Bekämpfung der Tuberkulose“ gebildet, welches den Kampf gegen diese verheerendste aller Volksseuchen auf der ganzen Linie ins Auge fasst. Dann besteht ein „Deutsches Zentralkomitee zur Errichtung von Heilstätten für Lungenkranke“, welches diesen Zweig der Prophylaxe zu seiner Domäne gemacht hat. Allmählich ist es gelungen, den Kampf gegen die Tuberkulose auch in das Volk hineinzutragen und das allgemeine Interesse wachzurufen. Die Erfolge sind nicht ausgeblieben, und überall, wo man den Kampf lebhaft aufgenommen und hartnäckig durchgeführt hat, macht sich ein erheblicher Rückgang der Krankheit bemerkbar

5. Die Lepra.

Angeblich soll die Krankheit aus Aegypten nach Griechenland gekommen sein, wo sie schon um 345 a. C. bekannt war. Sehr viel später kam sie nach Italien, von dort aus wurden Spanien, Frankreich und Deutschland infiziert. Um das Jahr 1000 war sie schon stark verbreitet; ihre grösste Ausdehnung erreichte sie um das Jahr 1300. Vom Jahre 1600 ab fand eine erhebliche Abnahme der Krankheit statt, und jetzt ist sie aus den Kulturstaaten Europas fast verschwunden. In Norwegen waren 1856 noch 2876 Kranke, jetzt ist die Zahl bis auf 577 heruntergegangen. Anscheinend macht sich in den letzten Jahren in den übrigen Staaten des Kontinents wieder ein geringer Anstieg bemerkbar. Für Deutschland ist von Belang, dass in den angrenzenden Teilen Russlands die Erkrankungen nicht selten sind; von dort wird die Infektion nach Preussen übertragen; es sind denn auch in dem angrenzenden Bezirk Memel vor einigen Jahren einige 40 Lepröse aufgefunden worden, deren Zahl auf etwa 16 heruntergegangen ist. Im übrigen Deutschland mögen vielleicht noch ein Dutzend Lepröse, aber alle unter strenger Aufsicht

Verbreitung.

stehend, vorhanden sein, die entweder von Russland aus infiziert sind oder ihre Krankheit aus aussereuropäischen Ländern mitgebracht haben.

Der Infektions-
erreger.

Der Erreger dieser bösartigen Krankheit ist ein Mikroorganismus, welcher von dem Tuberkelpilz morphologisch nicht zu unterscheiden ist; jedenfalls sind die Differenzmerkmale, enorme Anzahl, Lagerung in zigarrenbündelähnlichen Haufen, plumpe Form, grobe Körnung, nicht durchschlagend. Die Bazillen liegen meistens in Haufen dicht zusammen; ob sie jedoch in Zellen oder in Lymphspalten eingebettet sind, ist noch nicht entschieden. Die Ansichten, ob eine Kultur des Pilzes gelungen sei, sind geteilt. Der Entdecker des Pilzes und der beste Kenner der Lepra, *Armauer Hansen* in Bergen, bestreitet, dass die gezüchteten Stäbchen wirklich Leprabazillen gewesen seien. Eine Ueberimpfung der Lepra auf Tiere gelingt nicht.

Formen.

Die Lepra tritt klinisch in zwei Formen auf, als tuberoso oder Knotenlepra oder als makulo-anästhetische, als Fleckenlepra. Bei ersterer treten zunächst stecknadelknopf- bis erbsengrosse Knötchen im Corium auf, meistens in den Augenbrauen beginnend, dann im Gesicht und zuletzt in der Haut aller Körperteile, doch bleiben die behaarte Kopfhaut, die Handflächen und Fusssohlen verschont. Die Knötchen wachsen langsam bis zu Hasel- und Wallnussgrösse heran, konfluieren z. B. im Gesicht (*facies leonina*) und ulzerieren. Nach Verlauf von 8—10 Jahren erfolgt der Tod durch Marasmus, Nierenleiden, Amyloid und ziemlich häufig durch Tuberkulose. Bei der zweiten Form entstehen im Gesicht, an den Extremitäten, am Rücken usw. rosarote bis braunrote oder livide, leicht erhabene Flecken, die sich etwas abschuppen. Nach einiger Zeit wird die Haut inmitten der Flecken blass und zugleich anästhetisch. Nicht allein die feinen Nervenendigungen in der Haut, auch die grösseren Nerven (*N. peroneus, ulnaris, medianus*) werden verdickt und degenerieren. Daher folgen bei dieser Form der Krankheit, die sich über 20 Jahre und mehr hinzuziehen pflegt, weitgehende Anästhesien, Atrophie, Paresen, Paralyse der Muskeln, vasomotorische Störungen, nekrotische Prozesse in den Knochen, an den Phalangen usw. Selbstverständlich gibt es Mischformen der beiden Gruppen von Krankheitserscheinungen.

Patholog.-anat.
Befund.

Pathologisch-anatomisch ist hier von Wichtigkeit, dass die Sekrete der Leprome sehr reich an Bazillen sind und dass in der Nase sich häufig Geschwüre finden, so dass mit dem Husten, Niesen und Schnauben viele Leprabazillen hinausgeschleudert werden. Bei der makulösen Form finden sich weniger Bazillen

als bei der tuberosen, und der Patient kann Jahre hindurch für seine Umgebung überhaupt nicht oder nur sehr wenig gefährlich sein.

Infektion.

Die Infektion dürfte in vielen Fällen von der Lunge ausgehen. Die Lepra ist eine Krankheit der Hausgenossenschaft, und es scheint die Infektion gewöhnlich erst infolge eines längeren und intimeren Verkehrs aufzutreten. Bei der Scheusslichkeit und Unheilbarkeit der Krankheit — Heilungen sind sehr selten — ist nichtsdestoweniger die grösste Vorsicht erforderlich; es sind daher seitens des Deutschen Reiches strenge, aber gute Vorschriften erlassen worden. Die Patienten müssen abgesondert werden, ihr eigenes Zimmer und Bett, ihre eigenen Wäschestücke, Wasch-, Rasier-, Trink- und Essgeschirre usw. haben, die von den übrigen gesondert der Reinigung, sofern das möglich ist, durch Auskochen zu unterziehen sind. Wenn irgend angängig, sind die Kranken in dem Lepräsenheim bei Memel unterzubringen. Den Kranken und Krankheitsverdächtigen ist der Besuch von öffentlichen Badeanstalten, Barbierstuben, Schulen untersagt; ferner ist solchen Aussätzigen, welche deutliche Zeichen des Leidens aufweisen oder in ihren Absonderungen Leprabazillen ausscheiden, der Besuch von Wirtschaften, Theatern u. dergl., sowie die Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel verboten. Aussätzige sollen keine Beschäftigung ausüben, bei welcher sie mit nicht aussätzigen Personen in unmittelbare Berührung kommen. Alle Massnahmen gegen die Lepra sind enthalten in einer „Anweisung“ des Bundesrates vom 28. I. 04. (J. Springer, Berlin. Preis 20 Pfg.)

Prophylaxe.

Krankheitsverdächtige Personen dürfen nicht in denselben Räumen mit Aussätzigen untergebracht werden. Ansteckungsverdächtige, d. h. Leute, bei welchen die Besorgnis gerechtfertigt ist, dass sie den Erreger der Lepra aufgenommen haben, sind einer Beobachtung zu unterziehen, welche nicht länger dauern darf als 5 Jahre, gerechnet vom letzten Tage der Ansteckungsmöglichkeit an. Die Beobachtung besteht gewöhnlich darin, dass der Arzt alle halbe Jahre sich von dem Befinden des Beobachteten überzeugt.

6. Die Influenza.

Die epidemische Grippe ist schon seit dem 12. Jahrhundert bekannt und in verschiedener Bösartigkeit aufgetreten; besonders zeichneten sich einige Epidemien des vorigen Jahrhunderts durch eine hohe Sterblichkeit aus. Die Pandemie des Jahres 1889/90 verlief in dieser Beziehung milder. Es sind durchschnittlich 40

Morbidität und Mortalität.

bis 50 %, an einigen Orten bis 90 % der Bevölkerung ergriffen worden. Die Zahl der durch die Influenza allein bedingten Todesfälle war gering, allein die Influenza ist ein schlimmer Bundesgenosse bei akuten und chronischen Erkrankungen der Atmungsorgane und bei Schwächezuständen der verschiedensten Art, sie hilft dann das Ende beschleunigen; damals stieg die allgemeine Sterblichkeit, und zwar in manchen Bezirken auf das Doppelte und Dreifache; in Preussen sind etwa 30 000 Personen während der Epidemie mehr gestorben als in dem gleichen Zeitraum anderer Jahre. Nach dem Erlöschen der Epidemie verminderte sich jedoch die allgemeine Sterblichkeit erheblich, sie sank bedeutend unter den Durchschnitt, ein Zeichen, dass die hohe Mortalitätsziffer der Influenzazeit hauptsächlich durch das Sterben schon erkrankter oder schwacher Individuen bedingt war.

Der Erreger.

Die Krankheit wird nach den Untersuchungen von R. Pfeiffer durch einen sehr kleinen und dünnen, bewegungslosen, aeroben Bazillus mit abgerundeten Enden erzeugt; derselbe wächst auf Blutserum oder Nähragar bei 37°, wenn diese Nährböden mit Blut (Hämoglobin) bestrichen sind, in Gestalt von feinen, Tautropfen ähnlichen Kolonien. Die Bazillen finden sich in dem Schleim des eigentümlichen, gelbgrün gefärbten, zähen Sputums der Influenzakranken, und zwar meistens in Nestern und Zügen vereinigt; in späteren Stadien der Krankheit liegen sie hauptsächlich in den Eiterzellen; grosse Mengen der Stäbchen, ebenfalls in Zellen gelagert, finden sich im Innern der grau-gelblichen Zentren der lobulären Influenzaherde; in das Blut treten sie nur in den seltensten Fällen und nur vereinzelt über. Bei der Influenzapneumonie, die gern die Lungenspitzen befällt, finden sich auf dem Epithel und zwischen seinen Zellen ungeheure Mengen von Influenzastäbchen; durch den Reiz werden zahlreiche Leukocyten angelockt, welche die Bazillen in sich aufnehmen; der Prozess verläuft also als eine katarrhalische Eiterung, die aber in Gestalt der Herdbildung auftritt und weiterkriecht. Während bei der grossen Epidemie der Jahre 1889/90 die Bazillen in dem Auswurf sehr häufig waren, kommen sie jetzt weniger zahlreich und nur kürzere Zeit vor, auch sind sie jetzt vielfach mit dem Fränkelschen Pneumonieerreger und mit Streptokokken vermischt. — Eine Prädispositionsstelle für die Influenzabazillen ist ausser den Lungen die Nase mit ihren Nebenhöhlen; es ist das von Interesse, weil Kranke dieser Art leicht die Krankheit auf andere durch Husten, Niesen und Schnauben übertragen können. Die Bazillen erzeugen ein Gift, auf welches

Giftproduktion.

die Störungen des Allgemeinbefindens und wenigstens zum Teil die Krankheitserscheinungen bei der nervösen und gastrischen Form der Influenza zurückgeführt werden müssen; allerdings sind auch Fälle bekannt geworden, wo der ganze Darm mit Influenzabazillen austapeziert war, und wo sich im Gehirn die Bazillen zwischen der Neuroglia und in den Lymphräumen in grosser Menge fanden. Andererseits wirken die Bazillen entzündungserregend und können so die nervösen Störungen veranlassen. Die Toxinwirkung ist aber die Hauptsache bei der nervösen Form und übt das Toxin der Bazillen oft eine sehr starke Wirkung auf das Herz aus. Die Darminfluenza pflegt unter leicht typhösen Erscheinungen zu verlaufen, die nicht selten von Ikterus begleitet sind.

Auf Tiere lassen sich die Mikroorganismen der Influenza nicht mit Erfolg übertragen, nur bei Affen sind Injektionen in die Lungen hinein von schwachen Krankheitssymptomen gefolgt gewesen. Die Bazillen sterben im Wasser schon in 48 Stunden ab und werden durch Austrocknen bereits in wenig Stunden getötet; im feuchten Sputum halten sie sich ungefähr 14 Tage lebendig. Die Krankheit ist anscheinend sehr leicht übertragbar, und es scheint, als ob sie oft durch die beim Husten ausgestossenen feinsten Tröpfchen vermittelt wird. Nach der Einschleppung der Seuche von aussen her treten zunächst vereinzelte Fälle auf, wie bei fast jeder Infektionskrankheit, an welche sich dann die Hauptmasse der Erkrankungen anschliesst; die Gesamtdauer der örtlichen Epidemie übersteigt gewöhnlich nicht drei Monate.

Tröpfchen-
infektion.

Zur Verhütung der Uebertragung ist durch Vorhalten von Taschentüchern usw. die Tröpfcheninfektion zu vermeiden, dann muss das Sputum sorgfältig beseitigt oder ebenso wie die Taschentücher gut desinfiziert werden. Alte oder schwache oder lungenkranke bzw. einer Lungenaffektion verdächtige Individuen sind in Epidemiezeiten durch Ortswechsel oder sehr ausgiebige Beschränkung im Verkehr zu schützen. Es wäre sehr vorteilhaft, wenn man gefährdete Personen durch eine aktive oder passive Immunisierung mit abgetöteten Kulturen oder mit einem Immunserum schützen könnte, leider haben jedoch alle nach diesen Richtungen hin unternommenen Versuche versagt.

Prophylaxe.

Erkrankte und Rekonvaleszenten bedürfen zur Verhütung von Komplikationen der Ruhe und Schonung. In dem Nasenschleim und dem Auswurf können noch wochen- und monatelang nach erfolgter Genesung virulente Bazillen vorhanden sein, und Neuinfektionen vermitteln.

7. Die Cerebrospinalmeningitis.

Vorkommen. Die erst seit dem Anfang des vorigen Jahrhunderts bekannte Krankheit hat in verschiedenen Zügen Europa und Nordamerika durchwandert. Eine gleichzeitige Verbreitung über ausgedehnte Bezirke ist ihr nicht eigen, sie bildet vielmehr mit Vorliebe kleinere Herde, und von dort aus breitet sie sich radienförmig aus. Sie ist eine Erkrankung des Kindes- und des jugendlichen Alters und kann da recht bösartig auftreten, wo viele empfängliche Personen zusammenwohnen; in Internaten, Waisenhäusern, Kasernen sucht sie mit Vorliebe ihre Opfer. Sporadische Fälle kommen häufig vor und können wieder zum Ausgangspunkt von lokalen Epidemien werden. Der Erreger ist der Meningococcus oder *Diplococcus intracellularis* (Weichselbaum, Jäger). Die Kokken liegen mit Vorliebe innerhalb der Eiterzellen, welche entweder in grossen Mengen als fibrinöse oder gallertige Massen Gehirn und Rückenmark umgeben oder in dünnen Streifen längs der Zentralorgane sich hinziehen; dann finden sie sich fast regelmässig in der Cerebrospinalflüssigkeit der Erkrankten, auch in den komplizierenden entzündlichen Herden der Lungen sind sie vorhanden. Gewöhnlich sind sie nicht sehr zahlreich und liegen meistens zu zweien nach Art der Kaffeebohnen in der Frucht oder nach Art der Gonokokken zusammen. Wenn sie sich teilen, so treten Tetraden auf. Man begegnet letzteren vielfach in den Kulturen, in welchen sich die Kokken überhaupt in ganz verschiedenen Formen, bald dünn, bald dick, bald zu zweien, bald zu vieren liegend, bald mehr vereinzelt oder in kleinen Haufen, bald in Reihen geordnet, sich teils gut, teils schlecht färbend zeigen; auch die Gramsche Färbung wird nur teilweise angenommen. Am besten wächst der Meningokokkus auf Löfflerschem Serum oder auf mit Blut bestrichenem Nähragar, und zwar bei 37°; einige Male umgezüchtet, wächst er auch bei 22°, also auf Gelatine, die er nicht verflüssigt. Die Widerstandsfähigkeit gegen Desinfizientien, vor allem aber gegen das Austrocknen, ist eine recht grosse, sich über viele Monate erstreckende. Letzteres erklärt das Auftreten der sporadischen Fälle.

Wie die Infektion zustande kommt, ist nicht klar, man nimmt an durch Atmung und Eintritt von der Nase aus in die Schädelhöhle, andererseits ist ein Durchtritt von der Lunge in die Lymphbahnen, von dort in das Blut und Gehirn nicht ausgeschlossen.

Prophylaxe.

Prophylaktisch ist von grösster Bedeutung, die sporadischen und die „ersten“ Fälle abzufangen. Dazu ist unbedingt die Anzeigepflicht sowie die Isolierung der Kranken, wenn angängig,

unter Abgabe an ein Krankenhaus und die Desinfektion der Abgange, insbesondere aus Nase und Mund, erforderlich. Ist in einem Internat, einer Kaserne etc. ein Fall vorgekommen, so ist eine ausgiebige Desinfektion der in Betracht kommenden und eine sorgfältige Reinigung aller übrigen Räume anzuordnen. Schutzimpfungen gegen die Krankheit sind bei Tieren sehr wenig, bei Menschen gar nicht versucht worden. Die Tierexperimente berechtigen nicht zu grossen Hoffnungen.

8. Die Diphtherie.

Der Diphtherieerreger. Der die Krankheit veranlassende Mikroorganismus ist ein von Löffler in den diphtherischen Belägen aufgefundenes Stäbchen. Die Diphtheriebazillen färben sich mit den gewöhnlichen Anilinfarben. Besser färben sie sich jedoch mit Löfflers Farbstoff (30 ccm konz. alkohol. Methylenblaulösung auf 100 ccm 0,1 prozentiger Kalilauge) oder mit verdünntem Karbolfuchsin. Die Diphtherieerreger stellen etwa 2—4 μ lange und 0,5 μ breite Stäbchen dar mit abgerundeten Ecken. Sie wechseln in ihrer Form, oft sind sie schlank und gleichmässig, dann wieder kurz, sogar breiter als lang, also scheibenförmig, oder zu Kolben verdickt. In den kurzen Fäden, welche sie in den Kulturen bilden, finden sich nicht selten die verschiedensten Formen vereinigt; auch sieht man dort Organismen, die Astbildung zeigen. Die Bazillen sind unbeweglich und sporenlos. Am besten wachsen sie auf Blutserum, welchem $\frac{1}{3}$ seines Volumens einer 1% Peptontraubenzuckerbouillon beigemischt ist, und zwar als kleine, hellgraue Kolonien; weniger gut auf Deickeschem Albuminatagar, Tochtermannschem Serumagar und auf gewöhnlichem Nahragar; doch „gewöhnen“ sie sich an den Agar und wachsen später besser, verlieren aber dabei an Giftigkeit. In Nährgelatine, also bei Zimmertemperatur, kommen sie nur kümmerlich fort. Die Bazillen vertragen eine Temperatur von über 60° nicht; der Austrocknung widerstehen sie gut, man hat sie in getrockneten Membranteilen nach 4 Monaten noch lebensfähig gefunden. Auf feuchtem Nährmaterial halten sie sich zuweilen ein bis zwei Jahre. Sie verschwinden gewöhnlich mit oder kurz nach dem Aufhören der Krankheitserscheinungen im Rachen, können aber zuweilen wochen-, sogar monatelang dort oder in der Nase bezw. den Nebenhöhlen lebendig und virulent bleiben. Die Giftigkeit, auf der Bildung eines Toxins beruhend, ist grossen Schwankungen unterworfen; zuweilen hält sie sich in den Kul-

Der Erreger.

turen lange, zuweilen verschwindet sie bald. Im übrigen sei, um Wiederholungen zu vermeiden, auf Seite 424 und 431 u. f. verwiesen, wo sich über Eigenschaften, Gewinnung, Bildung von Antitoxinen usw. das Erforderliche findet.

Schutzstoffe in Blut.

Löffler schon fand bei gesunden Kindern Diphtheriebazillen; andere Autoren konnten diese Tatsache bestätigen. Es hat sich herausgestellt, dass diese Personen ausser einer unverletzten Schleimhaut Schutzstoffe in ihrem Blut besitzen, welche sie gegen das Gift der bei ihnen vorhandenen virulenten Diphtheriebazillen schützen. Ausserdem kommt in dem Konjunktivalsack und in der Mundhöhle nicht selten ein Pseudodiphtheriebazillus vor, welcher dem echten morphologisch sehr ähnlich, aber nicht pathogen ist und sich zudem durch die Doppelfärbung in essigsaurer Methylenblaulösung und in Vesuvinlösung unterscheiden lässt (Neissersche Färbung). Junge Diphtheriebazillen lassen, so behandelt, zahlreiche, deutliche Körner (Ernstsche Körner) erkennen, Pseudodiphtheriebazillen nur sehr wenige. Diphtheriebazillen machen die Nährbouillon zunächst sauer, dann alkalisch, das tun die Pseudodiphtheriebazillen nicht.

Pseudodiphtheriebazillen.

Auf eine Infektion von einem leicht verlaufenen Fall kann eine schwere Erkrankung folgen. Letztere Erscheinung wird bedingt durch Verschiedenheiten in Menge und Virulenz der Diphtheriebazillen, durch die gleichzeitige Anwesenheit anderer Bakterien und durch individuelle Disposition; diese kann beruhen sowohl auf einer Undurchdringlichkeit oder Schwerdurchdringlichkeit der Schleimhaut als auf der soeben besprochenen Anwesenheit von Antikörpern im Blut.

In den Membranen kommen ausser den Diphtheriebazillen häufig Streptokokken, seltener andere Mikroorganismen vor. Die Erfahrung und das Tierexperiment haben gelehrt, dass sie die Erkrankung durch eine Steigerung der Giftproduktion der Löfflerschen Bazillen und durch den Uebertritt der pathogenen Kokken in das Blut ungünstig beeinflussen. Die Diphtheriebazillen wirken sowohl lokal, Entzündung erregend und Membranen bildend, als auch allgemein durch das von ihnen erzeugte Toxin.

Wirkung.

Die Tierkrankheiten, welche man mit dem Namen Diphtherie belegt hat, haben mit der menschlichen Diphtherie nichts gemein. Letztere kommt bei Tieren spontan nicht vor.

Verbreitung.

Die Verbreitung der Krankheit. Die Diphtherie, deren Krankheitsbild von Bretonneau (1820) festgelegt worden ist, hat anscheinend erst seit wenig Jahrzehnten in ihrer jetzigen

Bösartigkeit in Mitteleuropa geherrscht. Getrübt wird der Ueberblick durch das Zusammenwerfen von Diphtherie mit Croup oder mit nekrotisierenden Prozessen im Verlauf des Scharlachs und durch die Verwechslung mit Angina follicularis. Die Diagnose „Diphtherie“ muss sich auf die bakteriologische Untersuchung stützen, denn in nicht wenigen der als Diphtherie angesehenen Fälle fehlt der Bazillus, d. h. es liegt Diphtherie nicht vor.

In der Zeit von 1884 bis 1886 erlagen an Diphtherie und Croup von je 100 000 Bewohnern von Städten der Schweiz 46, Belgiens 52, Schwedens 63, Oesterreichs 80, Italiens 82, Ungarns 99 und Deutschlands 188 Personen. Seitdem hat überall eine Abnahme stattgefunden; im Jahre 1902 betrug die Diphtheriesterblichkeit im ganzen Deutschen Reich nur 40 auf 100 000. Dieselbe Zahl, 40,5, weist Preussen für das Jahr 1902 auf. Für letzteren Staat liegt die am stärksten betroffene Zone in den östlichen Provinzen. Feuchte, nasskalte Witterung, plötzliche Temperaturschwankungen, dunkle, feuchte Wohnungen, grosse Wohndichtigkeit der empfänglichen Individuen und Unreinlichkeit begünstigen die Krankheitsverbreitung. Hauptsächlich disponiert ist das jugendliche Alter. Thursfield sammelte 10 000 Fälle, davon betrafen 9 % Individuen von 0—1 Jahr, 45 % von 2—5 Jahren, 26 % von 6—10 Jahren, 9 % von 10—15 Jahren und 11 % alle übrigen Altersklassen. Siehe auch das Diagramm Seite 545.

Die Infektion und ihre Verhütung. Der Diphtherieerreger kann, namentlich weil hauptsächlich Kinder der Infektion ausgesetzt sind, ungemein leicht direkt von Kranken oder Rekonvaleszenten auf Gesunde übertragen werden, z. B. durch Küsse, durch Anhusten, durch Anspeien, ferner durch die mit Mundschleim besudelten Hände. Der indirekten Uebertragung stehen gleichfalls die verschiedensten Wege offen. Die Spielsachen, Nahrungsmittel etc. werden in den Mund genommen; der Diphtheriebazillus kann vom Kranken übergehen auf die Ess-, Trink- und Waschgeschirre, auf Wäsche, Kleidungsstücke, Betten, Möbel, auf Wände und Fussböden. Man hat Diphtheriebazillen gefunden an der Türklinke eines Diphtheriekrankenimmers, an Spielsachen, der Kleidung, dem Haar einer Pflegerin u. s. f. Der getrocknete Bazillus gelangt mit dem Staub in die Luft, und die Atmung deponiert ihn auf seinem Lieblingssitz, den Wandungen des Rachens. Seine grosse Widerstandsfähigkeit erklärt das Haften der Krankheit an den einmal infizierten Gegenständen und Oertlichkeiten. Doch sei schon hier gesagt, dass in vielen Fällen

Infektion.

die „Hausinfektion“ auf dem Fortwuchern der Bazillen in dem Rekonvaleszenten bzw. dem Genesenen beruht; der Patient ist immun geworden, aber im Rachen, in der Nasenhöhle wachsen die virulenten Diphtheriebazillen weiter, werden nach aussen befördert und erzeugen bei empfänglichen Personen die Krankheit. Die beim Husten, Räuspern, Schreien entstehenden feinsten Tröpfchen dürften wahrscheinlich eine grosse Rolle bei der Infektion spielen.

Prophylaxe.

Prophylaxe. Die Vorliebe der Diphtherie für feuchte, dumpfe, dunkle Wohnungen beruht darauf, dass die feucht gehaltenen Bazillen länger infektionstüchtig bleiben. Für kräftige Lüftung und Belichtung, für gute Reinhaltung der Wohnräume werde daher Sorge getragen. Weil Läsionen der Schleimhäute der ersten Wege das Haften der Diphtheriebazillen zu begünstigen scheinen, so empfiehlt es sich, die Kinder, soweit sie gurgeln können, zu Seuchenzeiten täglich mehrere Male mit aromatischen Wässern oder kräftiger desinfizierenden Lösungen gurgeln zu lassen. Ausserdem werde schon von früher Jugend an auf Reinhaltung des Mundes, der Zähne und des Rachens gehalten. Zu Anginen neigende Kinder sind abzu härten.

Der Mensch ist Infektionsträger.

Man beherzige bei der Prophylaxe stets, dass in erster Linie der Kranke selbst der Infektionsträger ist, und dass von ihm aus die Bazillen auf die Umgebung übergehen, sei es, dass direkt Mundflüssigkeit dorthin gebracht wird, z. B. beim Ausspeien, oder dass durch Husten, Schreien, Schnauben und dergl. die Bazillen an feinen Tröpfchen angeklebt in die Luft geworfen werden und sich beim Niedersenken auf die in der Nähe des Kranken befindlichen Gegenstände niederlassen. Daher ist es von Wichtigkeit, dass die Krankheit möglichst bald erkannt und sofort entsprechend behandelt werde. Die klinische Diagnose kann auf Schwierigkeiten stossen, daher ist bereits an vielen Orten den Aerzten die Möglichkeit gegeben, Membranteile und Auswurf unentgeltlich bakteriologisch untersuchen zu lassen; es ist das zugleich eine wesentliche Entlastung für den praktischen Arzt, der zu derartigen, immerhin nicht ganz einfachen Untersuchungen kaum die Zeit findet.

Frühzeitige Diagnose.

Heilserum.

Der zweite Punkt, auf welchen es ankommt, ist die Einleitung einer zweckentsprechenden Therapie. Als solche muss die Heilserumbehandlung angesehen werden, verbunden mit entsprechender Desinfektion der von den Bazillen invadierten Stellen. Die gute Wirkung des Heilserums, woran in den ersten Jahren vielfach gezweifelt wurde, ist jetzt allseitig anerkannt, nur müssen frühzeitig reichliche Mengen des Serums verabreicht werden. Um dem Hindernis, welches in dem relativ hohen

Preise liegt, entgegenzutreten, wird von einer grösseren Anzahl von Kommunen und Kreisen das Serum unentgeltlich an Unbemittelte verabreicht.

Die Statistik ergibt, dass in den Hospitälern Berlins die Mortalität der Diphtheriekranken seit Einführung des Behringschen Serums von durchschnittlich 35 % auf durchschnittlich 14 % gesunken ist; während früher in den grösseren Städten Deutschlands von 100 000 Einwohnern durchschnittlich 106 an Diphtherie starben, ist die Zahl jetzt auf 44 gefallen.

Die Aerzte haben die Beobachtung gemacht, dass die Geheilten noch Infektionsträger sind, sie gehen daher mit Desinfizientien vor neben der Verordnung des Heilserums, und das ist entschieden richtig; denn wenn man auch durch prophylaktische Impfungen die Umgebung des Kranken schützen kann, so ist es doch stets besser, die Abtötung der pathogenen Keime anzustreben.

Um die Gefahr, die Krankheit zu verbreiten, so gering wie möglich zu machen, empfiehlt es sich, genesene Personen, meistens handelt es sich um Kinder, vor der Uebergabe in den freien Verkehr auf Anwesenheit von Bazillen untersuchen zu lassen. Von dieser Massnahme wird selbst in denjenigen Städten noch wenig Gebrauch gemacht, welche Institute für kostenlose Untersuchung haben.

Die prophylaktischen Impfungen sind in Familien, in welchen ein Kind erkrankt ist, und die übrigen in infektionssüchtigem Alter stehen, dringend zu empfehlen; nur ist zu bemerken, dass der Schutz nicht lange, ca. 2—6 Wochen anhält, die Impfung dann also im Bedarfsfalle wiederholt werden muss, und dass mindestens 500 Immunitätseinheiten einzuspritzen sind.

Wo eine Isolierung der Kranken im Hause nicht leicht möglich ist oder das Verständnis für die erforderliche Prophylaxe fehlt, da finde möglichst bald die Uebergabe in ein Krankenhaus statt. Bleibt der Kranke in seiner Wohnung, so ist er mit dem Pfleger und dem gesamten zur Pflege erforderlichen Material, z. B. Ess-, Trink-, Waschgeschirr usw., zu isolieren. Auch diejenigen Personen, welche Diphtheriebazillen in Schlund und Nase haben, ohne zu erkranken, sind zu isolieren, bis die lokale Behandlung die Bazillen zum Verschwinden gebracht hat.

Die Desinfektion ist streng durchzuführen; sie hat sich auf den Kranken, das Krankenzimmer und alle von dem Kranken benutzten Gegenstände zu erstrecken. Die Tücher oder Lappen, mit welchen den Kindern der Mund abgewischt wird, und die Schnupftücher enthalten sehr viele Bazillen; sie müssen nach Gebrauch sofort desinfiziert werden. Genesene dürfen nicht früher zum freien Verkehr, also weder zum Spiel mit ihren Altersgenossen

Lokale
Desinfektion.

Prophylaktische
Impfungen.

Allgemeine
Desinfektion.

noch zur Schule zugelassen werden, als die Abwesenheit der Bakterien konstatiert ist und nach einem warmen Reinigungs-bade desinfizierte oder reine Wäsche und Kleider angelegt worden sind.

Beim Ausbruch von Epidemien sind in öffentlichen Blättern Belehrungen über die Krankheit, über die prophylaktischen Massnahmen und den grossen Wert einer raschen Serumbehandlung bekannt zu geben. Ein vom Kaiserlichen Gesundheitsamt herausgegebenes „Merkblatt“ verdient weiteste Verbreitung.

Gesetzliche
Massnahmen.

In Preussen besteht nach der Verfügung des Ministers vom 1. 4. 84 die Verpflichtung für die Aerzte, über bösartige und epidemisch sich verbreitende Fälle von Diphtherie Anzeige zu machen; es ist schon gesagt worden, dass diese Bestimmung nicht genügt; gerade die sporadischen Fälle sind für die Prophylaxe wichtig. Die meisten anderen Staaten haben schon neuere und bessere Verordnungen.

9 Die Wundinfektionskrankheiten.

Durch die Konsequenzen, welche aus dem Satz Listers gezogen wurde: eine Wunde heilt ohne jede Störung, sogar ohne jede Eiterung, wenn die Mikroorganismen von ihr ferngehalten werden, ist der Hospitalbrand geschwunden, die Eiterung in nie geahnter Weise beschränkt worden.

Später sah man, dass auch dann, wenn die Listerschen Verbände nicht alle Mikroorganismen ferngehalten hatten, nicht immer Entzündung oder Eiterung eintraten; man folgerte daraus, dass nur bestimmte Bakterien die Entzündung und Eiterung veranlassten.

Die Staphy-
lokokken.

Die Eiterungserreger. Am häufigsten findet sich in eiternden Wunden der *Staphylococcus pyogenes aureus*. Die runden, in Häufchen angeordneten Kokken, welche die gewöhnlichen Anilinfarben leicht annehmen und nach der Gramschen Methode gut färbbar sind, liegen zwischen oder in den Zellen. Die Reinzucht gelingt leicht; die Kokken wachsen auf Nährgelatineplatten als verflüssigende, körnige, braune Kolonien mit unscharfen Rändern; sie sind gegen schädigende Einflüsse, z. B. Sonnenlicht oder Desinfizientien, sehr resistent und werden durch Austrocknung wenig beeinflusst. Die gelbe Farbe tritt in den Agar- und Kartoffelkulturen gut und rasch zutage; letztere zeigen ausserdem den säuerlichen Geruch deutlich. Der *Staphylococcus pyogenes albus* stellt eine weisse Varietät dar. Unter fünf Eiterungen sind vielleicht vier durch den *aureus*, eine durch den *albus* be-

dingt. Der *Staph. pyog. citreus* und *flavus* sind erheblich seltener als die beiden anderen. Die Haufenkokken bilden ein leimlösendes und in geringer Menge ein eiweisslösendes sowie ein diastatisches Ferment. Sodann vermögen die Kokken rote Blutkörperchen zu lösen, allerdings je nach der Rasse der Kokken sehr verschieden stark, ferner ballonieren sie die Leukocyten, bilden also ein Leukocidin. Auch andere Zellen, z. B. die des Unterhautgewebes, der Nieren, werden durch die Staphylokokken geschädigt. Trotz aller dieser verschiedenen Eigenschaften scheint es, als ob eine eigentliche Giftwirkung den Kokken nicht zukommt; auch Endotoxine konnten nicht nachgewiesen werden. Dringen die Staphylokokken in den Körper ein und finden sich Gewebsschädigungen, so beginnen sie dort zu wuchern. Abgesehen von diesen Orten ist ihr Hauptansiedelungsgebiet die Haut, dann das Knochensystem und die grösseren Drüsen, Leber, Mamma, Parotis. Die Endokarditis wird ebenfalls durch Staphylokokken hervorgerufen. Die Kokken vermögen sich Jahre hindurch im menschlichen Körper zu halten.

Giftwirkung.

Ausser den Staphylokokken wird der *Streptococcus pyogenes* häufig angetroffen. Im Eiter findet man Reihen von 2—20 und mehr rosenkranzförmig aneinander gelagerten, nicht ganz gleichmässigen Kokken. Dieselben wachsen auf Nährgelatine sehr langsam in Gestalt klein bleibender, dunkler, nicht verflüssigender Kolonien, auf Agar, auf Blutserum bei Bruttemperatur viel rascher als dünner, grauer, wenig sich verbreitender Belag. Die Streptokokken treten zuweilen, besonders bei Züchtung in Bouillon, in Gestalt langer Ketten auf, *Strept. longus*, zuweilen in Gestalt kurzer Ketten, *Strept. brevis*. Die Annahme, dass die ersteren virulenter seien, hat sich nicht bestätigt; man kann die beiden Wachstumsvarietäten ineinander überführen. Wächst der Streptokokkus in langen Ketten, so lässt er die Bouillon klar, wächst er in kurzen so macht er sie trübe.

Die Streptokokken.

Die Eiterkokken bilden keine Sporen, sind jedoch ziemlich widerstandsfähig und vertragen das Austrocknen gut; sie sind sehr inkonstant in ihrer Giftigkeit.

In einer kleinen Anzahl von Fällen hat man in Abszessen in der Nähe des Afters den sehr üblen Geruch verbreitenden *Bacillus pyogenes foetidus* gefunden. Vereinzelt traf man ein zartes, kleines Stäbchen, den *Bacillus pyogenes tenuis*, welcher wahrscheinlich mit jenem eigentümlichen Entzündungserreger, dem *Bacillus pneumoniae* Frankel identisch ist. Neben diesen als spezifische Eiterungserreger anzusehenden Mikroben gibt es Organismen, welche regelmässig oder unter gewissen günstigen

Andere Eiterungserreger.

Bedingungen ebenfalls Eiter zu erzeugen vermögen, dazu gehören z. B. der Tuberkel-, Rotz-, Pyocyaneus- und Typhusbazillus, der Colibazillus, der Gonokokkus, der *Microc. tetragenus*, der Aktinomyces und einige andere.

Die Frage, ob eine Eiterung ohne Mikroorganismen existiert, ist dahin zu beantworten, dass durch chemische Präparate, z. B. Terpentin, Quecksilber, Krotonöl, Kadaverin etc., eine Auswanderung von Leukocyten und ein Absterben derselben, also Eiterung bewirkt werden kann, dass aber dieser Eiter nicht fähig ist, Metastasen zu bilden und neue Eiterung hervorzurufen; daher bleibt der Grundsatz: „ohne Mikroorganismen keine Eiterung“ für die Praxis bestehen.

Das Erysipel.

Das Erysipel wird gleichfalls durch den *Streptococcus pyogenes* erzeugt; man kann durch entsprechende Impfung sowohl mit dem sog. *Streptococcus pyogenes* ein Erysipel, als auch mit dem sog. *Streptococcus erysipelatos* Eiterung erzeugen, und man beobachtet beim Menschen nicht selten, dass ein Erysipel mit Eiterung und eine Phlegmone mit Erysipel einhergeht. Ob ein Erysipel oder eine Phlegmone entsteht, hängt davon ab, ob die Kokken hauptsächlich in der Haut weiter wandern (Erysipel), oder ob sie sich im Unterhautgewebe ausbreiten (Phlegmone). Impft man die Streptokokken in die Haut ein, so erscheint das Erysipel schon nach 15—60 Stunden; bei der auf natürlichem Wege stattgefundenen Ansteckung dauert die Inkubation meistens 6—14 Tage. Bei der Phlegmone sind häufig Streptokokken die Erreger.

Die Knochen und Gelenke werden weniger vom Streptokokkus invadiert. Ein regelmässiger Befund sind die Kettenkokken bei der Angina, ein häufiger beim Scharlach und der Diphtherie. In diesen Fällen sind die Kokken nicht die eigentlichen Krankheitserreger, sie können aber den Verlauf der Affektion wesentlich verschlimmern. Das hektische, auf Kokkeninvasion beruhende Fieber zeichnet sich durch starke Temperaturschwankungen aus.

Pyämie und Sepsis.

Die Streptokokken können auch zu Allgemeinerkrankungen, zu Pyämie und Sepsis führen. Unter Pyämie versteht man eine von einem Eiterherde ausgehende, meistens vom Blute aus übertragene Allgemeininfektion mit nachweisbarer Metastasenbildung; mit Sepsis bezeichnet man eine auf toxischen Wirkungen der Kokken beruhende Allgemeinerkrankung, bei welcher Metastasen nicht nachweisbar sind. Will man Kokken im Blut nachweisen, so entnimmt man mit einer Spritze aus einer Armvene 5—10 ccm Blut

und verteilt es in Bouillon oder verflüssigtem, leicht alkalischem Nähragar; die Züchtung erfolgt dann bei Brutwärme.

Bei den Streptokokken gelingt es leicht, durch Tierpassagen die Virulenz zu steigern, so dass ein Millionstel ccm der Kultur schon genügt, um ein Tier innerhalb 16—24 Stunden zugrunde gehen zu lassen. Ueber das Toxin sind wir noch sehr wenig unterrichtet; zuweilen hat man Toxin gefunden, in anderen, sehr virulenten Kulturen konnte man auch nicht die Spur einer Giftigkeit entdecken. Dahingegen besitzen die Streptokokken eine kräftige Hämolysewirkung, doch kann diese die Krankheitserscheinungen durchaus nicht alle erklären. Auch Endotoxine lassen sich nicht nachweisen.

Toxine.

Die Versuche, ein Heilserum zu erzielen, haben zu einem befriedigenden Resultat noch nicht geführt. Da die Streptokokken möglicherweise verschiedene Rassen bilden, so hat man ein Serum aus Tieren gewonnen, die mit mehreren verschiedenen Rassen geimpft waren; aber auch die mit diesem polyvalenten Serum erhaltenen Resultate sind noch recht zweifelhaft.

Heilserum.

An dieser Stelle dürfte noch eine Wundinfektionskrankheit Erwähnung finden müssen: das Puerperalfieber. Bei den schwereren Formen findet sich eine diphtherische oder gangränisierende Entzündung zunächst der Schleimhaut des Uterus, dann geht der Prozess auf die Uteruswand und von dort auf das den Uterus aussen umgebende Bindegewebe über, es kommt zur Metritis und Parametritis, event. mit Uebergang auf das Peritoneum. Das ist das Bild der puerperalen Sepsis. Werden die Venen thrombosiert und zerfallen die Thromben, so entstehen Metastasen, durch die in verschiedene Organe mittelst des Blutstromes gebrachten Kokken; es entsteht das Bild der puerperalen Pyämie. Früher hat das Puerperalfieber zu gewissen Zeiten und an einzelnen Orten mehr als 10 % der Wöchnerinnen hinweggerafft, jetzt ist die Sterblichkeit, sogar in den Anstalten, auf weniger als 1 %, ja bis 0,1 % gesunken. Auffällig war, dass das Kindbettfieber in den Gebäranstalten und in den Städten viel verbreiteter war als auf dem Lande. Semmelweiss gab den Grund dafür an, indem er behauptete (1847), dass die Krankheit durch das Heil- und Pflegepersonal auf die Wöchnerinnen übertragen würde. Seine anfänglich verhöhte Lehre hat sich als richtig erwiesen. Die Erreger der Eiterung, die Streptokokken, können durch die untersuchenden Finger oder durch die Instrumente in den wunden Uterus oder in Verletzungen der Scheide hineingebracht werden. Das dort befindliche lockere Gewebe ge-

Puerperalfieber.

währt die günstigsten Bedingungen für die Entwicklung der eingeführten Mikroben, und so kommt es leicht zu einer Entzündung und Eiterung in und um den Uterus.

Zuweilen, anscheinend unter anormalen Verhältnissen, z. B. bei neutralem oder alkalischem Sekret, finden sich auch in der Scheide Schwangerer die Streptokokken der Eiterung in mehr oder minder hoher Virulenz, welche sich angeblich in kürzester Zeit ändern kann. Im allgemeinen soll jedoch die Vagina eine bakterizide Wirkung auf die Eiterungserreger ausüben und aerob lebende Bakterien bis auf Gonokokken und Soor nicht enthalten (Krönig).

Vaginale
Desinfektion.

Sämtliche Gynäkologen sind nun darüber einig, dass sowohl eine gründliche Reinigung und Desinfektion der Hände als auch der Oberschenkel, des Unterleibes und der äusseren Geschlechtsteile der Frau stattfinden muss, dahingegen sind die Meinungen über die Behandlung der Scheide vor der Geburt geteilt. Die einen, welche die Anwesenheit von Streptokokken in der Scheide und damit die sog. Autoinfektion fürchten, desinfizieren die Geburtswege. Das geschieht am besten durch ein manuelles Auswaschen der Scheide unter möglicher Glättung der Falten bei reichlicher Anwendung einer desinfizierenden Flüssigkeit. Blosses Ausspülen hat keinen Wert.

Die anderen vertrauen der bakteriziden Kraft des Scheidenschleimes und Epithels und desinfizieren nicht; dafür aber untersuchen sie nur im Notfall innerlich und lassen der natürlichen Entwicklung möglichst freien Lauf.

Nach beiden Methoden sind vorzügliche Erfolge erzielt worden.

Will man die Hebammen, weil sie sich gewöhnlich doch nur mangelhaft desinfizieren und daher möglicherweise Schaden anrichten können, mit den prophylaktischen Auswaschungen nicht betrauen, so ordne man zum Ausgleich an, dass sie nicht innerlich untersuchen; dafür müssen sie in der äusseren Untersuchung gut vorgebildet sein und verpflichtet werden, bei zweifelhaften Fällen sofort den Arzt zu befragen.

Sämtliche Staaten haben zur Verhinderung des Puerperalfiebers, welches immer noch bedeutende Verluste veranlasst, in Deutschland starben im Jahre 1902 noch 3027 Frauen daran, Instruktionen erlassen. Der Erlass des preussischen Ministers vom 22. 11. 86 enthält in seiner „Anweisung für die Hebammen zur Verhütung des Kindbettfiebers“ sehr klare und detaillierte Vorschriften. (Eine Zusatzbestimmung vom 1. 5. 97 gestattet die Benutzung von Lysol.)

Zu den Wundinfektionskrankheiten rechnet man mit vollem Recht den Tetanus: Doch erübrigt es hier auf denselben einzugehen, da Seite 103 und 433 das Erforderliche bereits gesagt worden ist.

10. Die Pest.

Die Beulenpest hat im Altertum, besonders aber im Mittelalter, in der schrecklichsten Weise gewüthet, und wohl keine Krankheit hat auf ihren Zügen mehr Opfer gefordert als diese. Am Ende des vorletzten und im Anfang des letzten Jahrhunderts verschwand sie aus Europa. 1878 trat sie in Astrachan wieder auf, wurde jedoch zum Verschwinden gebracht. 1894 brach die Krankheit in Südchina aus, griff von dort auf Indien über und ist zur Zeit noch nicht erloschen. Pestherde bestehen seit alter Zeit in Assur, Südpersien, Mesopotamien, dem südlichen China, dem nordwestlichen China an der mandschurischen Grenze und in der Mongolei, und wie R. Koch nachgewiesen hat, in Afrika, in Uganda.

Die Krankheit wird erzeugt durch einen von Kitasato und zu gleicher Zeit von Yersin entdeckten kurzen Bazillus ($1\mu:3\mu$) mit abgerundeten Ecken, der sich nicht nach der Gram'schen Methode, aber leicht mit Anilinfarben färbt, wobei oft die Mitte hell bleibt. Der Bazillus ist unbeweglich, bildet keine Sporen, er wächst leicht auf den üblichen Nährböden und bildet auf Gelatine grauweisse Kolonien, die bei 100facher Vergrößerung, solange sie klein sind, und später am Rande stark lichtbrechend sind und aussehen, als beständen sie aus zerstoßenem Glase. Die Mitte ist dunkel. In Bouillon entsteht keine Trübung, sondern ein krümeliger, flockiger Niederschlag. Die Widerstandsfähigkeit des Pestbazillus ist gering; das Austrocknen verträgt er nur wenige Tage. Erwärmung auf 60° tötet ihn in 10 Minuten, Sonnenlicht in 1 Stunde. Dahingegen ist er gegen Kälte erheblich widerstandsfähiger, er verträgt ein 4 Monate langes Einfrieren bei -31° , selbst achtmaliges Frieren und Wiederauftauen töteten ihn nicht. Desinfizientien widersteht er nicht besser als der Cholerabazillus. Der Bazillus ist für Tiere pathogen, am empfänglichsten sind eine Affenart (*Semnopithecus entellus*), Ratten und Meerschweinchen, auch können Mäuse, Kaninchen und Katzen ohne grössere Schwierigkeiten infiziert werden. Die Uebertragung auf Hunde, Schweine, Pferde, Ziegen, Schafe gelingt so schwer, dass eine Spontaninfektion ausgeschlossen sein dürfte, Geflügel ist anscheinend immun. Fliegen können durch Pestbazillen, welche sie fressen, getötet werden, und zwar bei Temperaturen von $23-31^{\circ}$ in 3,

Der Erreger.

bei 14—16° in 7, bei 12—14° noch nicht alle in 18 Tagen; das ist von Interesse, weil infizierte Fliegen die Pestbazillen verschleppen können. Dahingegen ist die Gefahr durch Wanzen infiziert zu werden, nicht gross, ebensowenig scheinen die Flöhe die Pest übertragen zu können. Spontan werden nur Ratten, diese allerdings sehr stark, und Tarbaganen, eine Marmelotierart der Mongolei, infiziert.

Infektion und
patholog.-anat.
Befund.

Die Infektion des Menschen findet am häufigsten statt von kleinen Wunden aus. Die nächste Folge sind Schwellung und Vereiterung der regionären Lymphdrüsen. Da die nackten Füsse am meisten den Verletzungen ausgesetzt sind, so sind die Schenkelbubonen am häufigsten. Die Drüsen schwellen rasch und stark an, verkleben mit den nächstliegenden, und es entsteht rasch ein grosses Paket. Da durch Gefässzerreissungen Blutungen verschiedenen Alters entstehen, so bietet der markig infiltrierte „primäre Bubo erster Ordnung“ ein buntes Bild. Die Zahl der Pestbazillen ist ungeheuer. Manche von ihnen werden durch den Lymphstrom, der sich andere Bahnen suchen muss, in benachbarte Lymphdrüsen gedrückt, es entstehen die mit den ersteren fast gleichaltrigen „primären Bubonen zweiter Ordnung“. Die Drüsen zerfallen rasch und in 3—5 Tagen hat sich bereits eine erhebliche Eiterhöhle gebildet. Von vornherein besteht hohes Fieber und starkes Krankheitsgefühl. Neben den lokalen Symptomen macht sich die Giftwirkung bald geltend; die schlimmsten Symptome sind die Herzschwäche und Blutungen in die Organe hinein; meistens ist auch das Sensorium stark affiziert. Wenn die Bazillen aus den befallenen Drüsen, wo sie gewöhnlich in Unzahl zu finden sind, in grösseren Mengen in das Blut übergehen, so spricht man von einer Pestseptikämie; der Körper wird mit Bazillen überschüttet. Wiederum sind die Lymphdrüsen die Prädilektionsstellen, es entstehen die viel jüngeren „sekundären Bubonen“. Ein anderer Teil der Bazillen wird in die Lunge getragen und erzeugt dort kleine metastatische Herde. Die Lunge kann auch der Sitz der Primäraffektion, der Pestpneumonie sein; dieselbe verläuft unter den Symptomen der gewöhnlichen Lungenentzündung, jedoch meistens mit von vornherein sehr bedrohlichen Allgemeinerscheinungen; sie wird durch Inhalation von Pestbazillen hervorgerufen. Ob die Bazillen vom Magendarmkanal aus aufgenommen werden können, ist fraglich.

Die Inkubationsdauer beträgt 1—5, selten bis zu 10 Tagen. Im Durchschnitt sterben gegen 60 % der Erkrankten, von den Septikämischen wohl alle, von den Pneumonikern über 75 %.

Bei der Verbreitung der Pest spielen die Ratten eine grosse Rolle; die an Pest gestorbenen Ratten werden von gesunden Ratten angefressen, die dadurch infiziert werden. Ueberall hin werden die Bazillen durch die Tiere und ihre Abgänge, Kot und Urin, verstreut. Die Ratten sind dort in grösserer Zahl vorhanden, wo sie Futter finden, also in den Speichern, Schiffen und ähnlichem, und in Gehöften, welche unreinlich gehalten werden. Schiffer, Lagerarbeiter in den Seestädten und die arme, unter schlechten hygienischen Bedingungen lebende Bevölkerung stellen daher das Hauptkontingent zu den Pestkranken, während die besser situierten Personen selten befallen werden. Mangelnde Reinlichkeit, Verwahrlosung des Körpers sind wichtige Hilfsmomente für die Infektion.

Die prophylaktischen Massnahmen beziehen sich zunächst wieder auf das frühzeitige Erkennen der Pest. Ausser den klinischen Symptomen führt die bakteriologische Untersuchung und das Tierexperiment zur Diagnose. Gewebssaft oder Eiter aus dem Bubo, dem primären Geschwür oder Pneumoniesputum ist das beste Material; als Versuchstiere dienen Ratten und Meerschweinchen. Seitens des Reiches sind über die Einsendung der Proben ganz präzise Vorschriften, die sich mit denen bei Cholera (siehe diese) decken, sowie über die Art und Weise der Untersuchung und der dabei zu treffenden Schutzmassnahmen erlassen. Betreffs der Isolierung der Erkrankten und der Krankheitsverdächtigen, der Isolierung oder Beobachtung der Ansteckungsverdächtigen, der eventuellen Räumung der Wohnungen, der Behandlung der Leichen, der Desinfektion sind dieselben Vorschriften gegeben wie bei der Cholera (s. Seite 454 u. f.). Gegen die Ratten müssen die Städte vorgehen, durch Vergiften der Tiere mittels ausgelegter Köder, oder bei Schiffen mittels Kohlenoxyd, gemischt mit Kohlensäure.

Das Gesundheitsamt hat eine „Anweisung zur Bekämpfung der Pest“ herausgegeben, die das Notwendige in klarer, knapper Form enthält. (Jul. Springer, Berlin, Preis 0,30 Mk.)

Die Pestbazillen scheiden ein Gift aus, welches dem Tetanus- und Diphtheriegift ähnlich ist, daneben sind Endotoxine, also an die Bakterienzelle gebundenes Gift, vorhanden. In grossem Massstabe hat man in Indien versucht, einen Impfschutz gegen Pest zu erreichen durch Injektion von 6 Wochen alter Bouillonkultur, die durch Erwärmung auf 65° während einer Stunde sterilisiert worden war (Haffkine). Wie die sich auf viele Tausende von Impfungen beziehende Statistik ergibt, ist der Schutz zwar durch-

Ratten.

Prophylaxe.

Schutzimpfung.



aus kein absoluter, er hält zudem höchstens 6 Monate vor, aber er ist zweifellos und deutlich vorhanden. Für kleinere, besonders gefährdete Bevölkerungsgruppen, für Bewohner von Pesthäusern, für Aerzte, Pfleger, kurz alle, welche mit Pestkranken in nahe Berührung kommen, empfiehlt sich die aktive Immunisierung mit abgetöteten Pestkulturen, da sie einen allerdings erst nach 7 Tagen auftretenden, nicht unbedeutenden Schutz gewährt. Um die gefährliche Zeit abzukürzen, ist es ratsam, eine passive Immunisierung mit Pestserum voranzuschicken; der dadurch erzeugte Schutz ist in 48 Stunden voll erreicht; aber er hält nicht lange vor.

Die zu Heilzwecken verwendeten Sera von Roux, Haffkine, Lustig, der deutschen Kommission haben einen Achtungserfolg gehabt, aber nicht mehr; sie sind bakterizid und nicht antitoxisch, sie müssen jedoch beides sein, wenn ein voller Erfolg erreicht werden soll.

11. Die venerischen Erkrankungen.

Gonorrhöe.

Die Erreger der Erkrankungen. Von Neisser wurden im Trippereiter Kokken erkannt, welche, zu zweien zusammenliegend und an der einen Seite leicht abgeplattet, eine „Semmelform“ darstellen. Meistens finden sie sich in grösseren oder kleineren Häufchen um die Kerne gelagert in dem Plasma der Zellen, welche sie zuletzt zerstören. Wie die unbeweglichen Mikroben in die Zellen hineingelangen, ist noch nicht klar. Sie färben sich in der gewöhnlichen Weise mit Anilinfarben, aber nicht nach der Gramschen Methode; die Züchtung gelingt bei Brüttemperatur auf menschlichem Blutserum, welches zur Hälfte oder zu zwei Dritteln mit gewöhnlichem flüssig gemachten Nähragar gemischt ist, oder, wenn auch weniger sicher, auf einem Agar, welchem nach seiner Verflüssigung Nutrose (Kaseinnatriumphosphat) mit Schweineserum gemischt und gekocht zugegeben worden ist. In 2—3 Tagen haben die tiefliegenden Kolonien eine Brombeerenform angenommen; die oberflächlich liegenden bilden leicht graue Anhäufungen von zäher Konsistenz, welche die Neigung haben, zackige Vorsprünge zu bilden, die in Verbindung mit den scharf abgeschnittenen Rändern der Kolonien das Aussehen einer Insel mit steil abfallenden Rändern gewähren.

Von anderen, ebenfalls in der Urethra befindlichen semmel-förmigen, nicht pathogenen Kokken unterscheiden sie sich hauptsächlich durch ihre Lagerung in den Zellen, die Nichtannahme der Gramschen Färbung, das Wachsen auf den eben angegebenen und das Nichtwachsen auf den gewöhnlichen Nährböden.

Die Injektion einer Reinkultur in die Harnröhre eines Menschen erzeugte Gonorrhöe, womit der Beweis der Kausalität erbracht war.

Die Gonokokken finden sich nicht nur in der Urethra, Konjunktiva, Urinblase, Cervix uteri und Rektum, sondern auch in den Adnexen des Uterus, Salpinx und Ovarium, nicht selten Sterilität und schwere chronische Sexualleiden hervorrufend, sowie in den Gelenken bei Tripperrheumatismus.

Die Gonorrhöe ist in den Grossstädten und in bestimmten Bevölkerungskreisen, die spät heiraten, stark verbreitet. In etwa 30 % der Fälle verläuft sie mit lokalen oder allgemeinen Komplikationen, die vor allem bei der Frau schwer zu heilen und von weitgehendster Bedeutung für das Allgemeinbefinden und für die Fortpflanzung sind.

Der Erreger des Schankers ist von Ducrey, Krefting, Petersen, Unna und anderen als ein kurzes, dickes Stäbchen mit abgerundeten Ecken, welches oft in 8-Form erscheint, kleiner als der Pestbazillus, grösser als der Hühnercholera-bazillus ist, beschrieben worden. Die Bazillen liegen in den Zellen vielfach in kleinen Gruppen um den Kern herum, ausserhalb der Eiterzellen liegen sie einzeln, und im Gewebe finden sie sich in Zügen angeordnet zwischen den Zellen in den Lymphspalten. Sie färben sich mit einer Farbflüssigkeit, die zusammengesetzt ist aus 24 ccm einer gesättigten wässerigen Methylenblaulösung, 40 ccm Wasser und 16 ccm 5 % Boraxlösung. Die Gramsche Färbung nehmen die Bazillen nicht an. Die Kultur gelingt, allerdings nicht immer, auf koaguliertem Blut oder auf Agar (1 Teil Agar, der mit 1 Teil Menschenblut gemischt ist); innerhalb 24—48 Stunden entstehen glänzende, graue, 1 mm grosse erhabene Kolonien. Die Bazillen besitzen starke chemotaktische Eigenschaften, daher die rasche Eiterung.

Schanker.

Bei der Syphilis hat zuerst Lustgarten in den Zellen von Gummiknoten ganz vereinzelt eigenartige Stäbchen nachgewiesen. Dieselben sind lang, dünn und etwas gebogen. Ihre Färbung gelingt leicht nach der Färbemethode der Tuberkelbazillen. Doch hat sich herausgestellt, dass die Lustgartenschen Bazillen nichts mit der Lues zu tun haben, sondern nichts anderes als die im smegma praeputiale und vulvare vorkommenden Smegmabazillen sind. Wahrscheinlich gehört der Syphiliserreger zu den Protozoen.

Syphilis.

Die Verbreitung der syphilitischen Erkrankungen über die Erde ist eine allgemeine. Ausgesprochene

Empfänglichkeitsunterschiede bei den verschiedenen Menschenrassen sind nicht vorhanden. Vielfach wird behauptet, in einzelnen Ländern sei das Syphilisvirus bösartiger als in anderen. Diese Auffassung ist irrig; wohl kommen in einigen Gegenden viele bösartige Formen vor; das liegt aber nicht an der Syphilis, sondern an der mangelhaften Behandlung der Krankheit; das Virus ist ein einheitliches. Dagegen besteht bis zu einem gewissen Grade eine individuelle Disposition für die venerischen Erkrankungen.

Die Infektionen erfolgen fast nur durch direkte Uebertragung; in den seltensten Fällen werden sie durch Gegenstände übermittelt, welche mit einem Erkrankten in Berührung waren.

Die Syphilis kann sowohl vom Vater als auch von der Mutter auf die Frucht übergehen.

Prostitution.

Die Prostitution aus der Welt zu schaffen oder zu unterdrücken ist unmöglich; dahingegen vermag ihre sorgsame Ueberwachung die Verbreitung der venerischen Krankheiten einzuschränken. Die Prostituierten wohnen entweder in besonderen Häusern, Bordellen, zusammen, oder zwischen der übrigen Bevölkerung in frei gewählten Mietwohnungen, oder als freie Mieterinnen in besonderen Strassen, den sog. Kontrollstrassen, was das Bessere zu sein scheint. Dort, wo eine geregelte Bordellwirtschaft oder sonstige Kasernierung mit obligatorischer ärztlicher Untersuchung und Hospitalzwang besteht, kommen die wenigsten syphilitischen Infektionen vor. Die Zahl der Tripper wird hingegen weniger herabgemindert, weil die Gonorrhöe dem untersuchenden Arzt leichter verborgen werden kann, selbst wenn er, was unbedingt gefordert werden muss, mikroskopisch untersucht.

Die ärztliche Meldepflicht kann zur Zeit nicht in Frage kommen, denn dann würden die Kranken nicht zum Arzt gehen, sondern zu Kurpfuschern, wo ihnen dauernder Schaden gewiss ist. Venerische Kranke geniessen jetzt die Wohltaten der Krankenkasse wie jeder andere Kranke.

Prophylaxe.

Die Prophylaxe soll sich zunächst auf die Belehrung erstrecken. Die geschlechtsreife Jugend ist auf die schlimmen Folgen des unerlaubten Geschlechtsverkehrs aufmerksam zu machen unter Kundgabe der Affektionen, welche häufig erst später entstehen, z. B. Paralyse, Sterilität, Infektion der gesunden Frau und daraus entstehende chronische Sexualeiden etc. In den Orten, wo die Ophthalmoblenorrhöe neonatorum häufiger vorkommt, wie z. B. in den Gebäranstalten der grossen Städte, werde das

Credé'sche Verfahren, Eintröpfung einer 2 % Arg. nitr.-Lösung in den Konjunktivalsack, in Anwendung gezogen. Es dürfte sich empfehlen nach einem verdächtigen Koitus dasselbe Verfahren in der Weise anzuwenden, dass einige Tropfen der Lösung in die fossa navicularis gebracht werden. Hier und da kann auch die Waschung mit schwachen Desinfizientien die äusserlich anhaftenden Krankheitserreger entfernen oder töten.

Vielfach ist Alkoholgenuss die Veranlassung zum illegitimen Koitus; er ist also auch aus diesem Grunde zu vermeiden.

Es wäre zu wünschen, dass solche Männer, welche wissen, dass sie geschlechtskrank sind, und trotzdem den Koitus ausüben, dem strafenden Gesetz anheimfielen.

In der „Deutschen Gesellschaft zur Bekämpfung der Geschlechtskrankheiten“ ist eine Zentralstelle gegeben für die auch hygienisch hervorragend wichtigen Sittlichkeitsbestrebungen.

Zoonosen.

Von den Tierkrankheiten gehen einige nicht selten auf den Menschen über.

12. Der Milzbrand.

Schon seit 1855 weiss man aus den Untersuchungen Polenders, dass der Milzbrand durch grosse, kräftige Bazillen mit scharfen Ecken hervorgerufen wird. Die Stäbchen sind oft in Fäden vereinigt. Im Alter oder bei schlechter Ernährung verlieren sie die Form, schwellen knollig an und färben sich weniger gut, während sie sonst die gewöhnlichen Anilinfarben leicht annehmen.

Der Erreger.

Auf der Gelatineplatte entstehen verflüssigende Kolonien mit im Zentrum wirren, am Rande regelmässiger gewellten Fäden. Auf Agar, Blutserum und Kartoffeln wachsen grauweisse, wie mit feinen Bälkchen durchzogene Massen. Die Bazillen sind unbeweglich und bilden bei einer Temperatur von mindestens 18° endogene, sehr widerstandsfähige Sporen. Die Milzbrandbazillen sterben bei einer Temperatur von 60° ab, die Sporen vertragen die Einwirkung des Wasserdampfes von 100° ungefähr 5 Minuten lang. Sporenloser Milzbrand geht in Kochsalzlösung (Einpökeln) schon in wenig Stunden zugrunde, sporenhaltiger bleibt monatelang lebendig. Im faulenden Leichnam waren längstens nach 18 Tagen die Bazillen abgestorben, während künstlich eingebrachte Sporen noch lebendig waren.

In der Milzbrandleiche finden sich die Stäbchen in den Kapillaren in ungeheurer Zahl. Ob ein Toxin das schädigende Agens ist, lässt sich zur Zeit nicht entscheiden; bislang konnten weder Toxine noch Endotoxine nachgewiesen werden (Conradi); das schliesst aber nicht aus, dass ein anderes Gift gebildet wird, als die sonst von den Bakterien erzeugten, welches zur Zeit noch nicht hat gefasst werden können.

Prädisponiert sind in erster Linie die Schafe, dann die Rinder, Rehe, Hirsche etc., aber auch Raubtiere sind der Infektion zugänglich; das Geflügel ist nur schwer infizierbar.

Infektions-
modus.

Die Infektion findet statt: 1. von Wunden aus; auf diese Weise entsteht beim Menschen der Anthraxkarbunkel; auch durch Insektenstiche kann Milzbrand übertragen werden; 2. vom Darm aus; die Bazillen werden unter normalen Verhältnissen im Magen verdaut, die Sporen jedoch passieren ihn und wachsen im Darm zu Bazillen aus; dort lockern sie das Epithel und schieben sich beim weiteren Wachsen bis in die Lymph- oder Blutbahnen vor, womit die Allgemeininfektion eingeleitet ist; 3. von den Lungen aus; während die Sporen ohne Reaktion in das Gewebe dringen, dort auskeimen und die tödliche Erkrankung erzeugen, bewirken nach den Untersuchungen Buchners die Bazillen eine reaktive Entzündung, bei welcher sie in vielen Fällen zugrunde gehen. Der Lungenmilzbrand tritt unter dem Bilde der Hadern- oder Wollsortierer-Krankheit auf. (Siehe Seite 387.)

Gesehen wurde der Milzbrandbazillus zuerst von Pollender, dann von Brauell; die Aetiologie der Affektion wurde ausser von anderen Forschern hauptsächlich von Pasteur und von R. Koch studiert.

Der Milzbrand ist anscheinend über die ganze Erde verbreitet, doch sind einige Gegenden stärker heimgesucht als andere. Nach den Untersuchungen Kochs lebt der Milzbrandbazillus auch als Saprophyt und geht bei Gelegenheit auf das Tier und von da auf den Menschen über. Am meisten gefährdet sind solche Leute, welche mit milzbrandigen Tieren oder Kadavern zu tun haben; das sind in erster Linie die Gerber, besonders soweit sie ausländische, sog. Wildhäute verarbeiten, dann die Abdecker, die Fleischer, die Rosshaarspinner, Bürstenmacher etc.

Schutz-
impfungen.

Pasteur züchtete Milzbrandbazillen etwa 3 Wochen lang in Kalbsbouillon bei 42—43° und erhielt so eine Kultur, welche kaum virulent war (premier vaccin); ein etwas virulenterer Milzbrand wurde erhalten, wenn die Bazillen ungefähr 9 Tage bei der angegebenen Temperatur wuchsen (deuxième vaccin). Impfte

Pasteur Hammel mit dem premier vaccin und nach etwa 14 Tagen mit dem deuxième vaccin, so trat wohl Unbehagen, verminderte Fresslust, Schmerz und Schwellung an der Injektionsstelle, sowie Fieber auf, jedoch verschwanden die Symptome in kürzester Zeit; die so zweimal geimpften Tiere waren gegen spätere Milzbrandimpfungen immun; von diesem Verfahren ist vielfach Gebrauch gemacht worden. Besser eignet sich die Methode von Sobernheim. Sie besteht darin, dass ein sehr kräftiges Milzbrandserum Rindern oder Schafen an die eine Seite des Halses und eine geringe Menge einer abgeschwächten Kultur, die ungefähr dem deuxième vaccin Pasteurs entspricht, an die andere Seite subkutan beigebracht wird. Die Verluste sind hierbei fast gleich Null, der Erfolg ist ein guter, der Schutz dauert ungefähr 1 Jahr.

Von Slavov, von Mendez und von Sobernheim sind durch Injektionen von zunächst abgeschwächten, dann von virulenten Kulturen Sera hergestellt, welchen zweifellos eine Heilwirkung auch beim Menschen zukommt. Sobernheim gelang es, ein Serum zu gewinnen, welches zu 25—150 cem eingespritzt, imstande war, selbst schwerkranke Rinder vor dem Tode zu retten. Ob das Serum bakterizid oder antitoxisch wirkt, weiss man nicht.

Prophylaxe.

Die zur Verhütung der Affektion bei Menschen und Tieren erforderlichen Vorsichtsmassregeln sind niedergelegt in dem „Reichs-Viehseuchengesetz“ vom 1. 4. 1894. Danach ist jeder Verkauf oder Verbrauch einzelner Teile oder der Produkte von milzbrandkranken oder -verdächtigen Tieren verboten; die Personen, welche mit Milzbrandtieren umzugehen haben, sind zu warnen. Blut, Kot etc. von kranken Tieren sind tief zu verscharren, die Kadaver nach kreuzweiser Durchschneidung der Haut 1,5 m tief zu begraben oder auf chemischem Wege zu zerstören. Der Stall und die Utensilien, welche mit den erkrankten Tieren in Berührung waren, müssen gründlich desinfiziert werden. Gebrauchte Verbandstücke, infizierte Kleidungsstücke sind zu verbrennen. Durch einen Bundesratserlass vom 1. 7. 99 ist angeordnet worden, dass alles für die Rosshaarspinnereien, Haar- und Borstenzubereitereien, Bürsten- und Pinselmachereien eingeführte Material dem Desinfektionszwang unterliegt. Von seiten der Berufsgenossenschaften der Lederindustrie sind besondere Unfallverhütungsvorschriften, von seiten des Kaiserlichen Gesundheitsamtes ist eine Belehrung erlassen, um die Schädigungen, welche durch mit Milzbrand infizierte Häute entstehen können, möglichst zu verhüten.

13. Der Rotz.

Der Erreger

Der Erreger des Rotzes ist ein schlanker, von Löffler gefundener Bazillus, welcher in älteren Kulturen lange, ungeteilte Fäden zu bilden vermag. Er wächst bei höherer Temperatur als 25° leicht auf Nähragar und auf Blutserum als eine grau-gelbliche, feucht glänzende Schicht; auf Kartoffeln bildet er einen braungelben bis braunroten Belag. Die Färbung gelingt am besten mit Karbolfuchsin und Entfärbung in leicht angesäuertem Wasser; die Gramsche Färbung wird nicht angenommen. Die Rotzbazillen sind im Gewebe meistens schwer aufzufinden, sie liegen vereinzelt zwischen, oder in kleinen Häufchen in den Zellen. Die Bazillen sind unbeweglich und bilden keine Sporen. Das Rotzgift, soweit wir es bis jetzt kennen, ist ein nicht besonders starkes Endotoxin; es macht geringe lokale Erscheinungen, und die allgemeinen Erscheinungen, Fieber, Pulsbeschleunigung sind nur in selteneren Fällen erheblich.

Zum sicheren Nachweis dient die intraperitoneale Impfung von Feld-, Wald-, oder Wühlmäusen, welche in wenigen Tagen sterben, und von männlichen Meerschweinchen, welche unter starker Schwellung der Testikel und auch der Lymphdrüsen nach einigen Wochen eingehen. Pathologisch-anatomisch ist die Bildung der Knötchen und ihr Zerfall von besonderem Interesse. Der Rotz kommt hauptsächlich vor bei den Einhufern, dann bei den Ziegen, Schafen, den Arten des Katzengeschlechtes und den Nagern; Hausmäuse und weisse Mäuse sind jedoch unempfindlich.

Infektionsmodus.

Die Bazillen werden durch die Atmung aufgenommen oder dringen von Wunden aus in den Körper ein. Die nicht seltene Erkrankung der Menagerie-Raubtiere, welche das Fleisch gefallener Pferde zu fressen bekommen, spricht für die Infektion vom Darmkanal aus; ob dazu immer kleine Wunden notwendig sind, oder ob die Bazillen das unversehrte Epithel durchwachsen, ist zweifelhaft. Der Rotz verläuft als akuter oder chronischer Rotz; der erstere führt beim Menschen nach einer 2—3tägigen Inkubation in 1—3 Wochen zum Tode. Unregelmässiges Fieber, Schmerzen in den Gelenken und Extremitäten, rote Flecken, welche sich rasch in dellenlose Pusteln umwandeln, tief in der Muskulatur und im Bindegewebe liegende Schwellungen und — nicht immer — Ausfluss aus der Nase, stellen die Haupterscheinungen dar. Der chronische Rotz kann in Heilung übergehen. Von der Infektionsstelle aus ziehen sich die Lymphgefässe als rote Stränge („Wurm“) in der Haut hin; es entstehen bald hier, bald dort

Akuter und chronischer Rotz.

tiefliegende grosse Abszesse, die Temperatur schwankt. Der Tod tritt meistens durch Marasmus oder Uebergang in akuten Rotz ein.

Eine dauernde Immunität gegen Rotz konnte weder durch das Ueberstehen der Krankheit, noch durch Injektion von Bakterienextrakten erzielt werden.

Aus Rotzkulturen hat man das Mallein, ein Protein der Rotzbazillen hergestellt, auf dessen Injektion rotzkrankte Tiere mit Fieber reagieren; es ist daher für diagnostische Zwecke, ähnlich wie das Tuberkulin, von grosser Bedeutung. Die Massnahmen gegen die Ausbreitung des Rotzes sind in dem Viehseuchengesetz enthalten: Tötung der erkrankten, Stallsperrung der verdächtigen Tiere, gründlichste Desinfektion des Stalles, Verbrennung des Holzwerkes, des Geschirres, Entfernung des Kalkputzes etc. Die Besitzer und Wärter der kranken und verdächtigen Tiere sind auf die Infektionsgefahr aufmerksam zu machen, und Personen, welche Wunden an den Händen und anderen unbedeckten Körperteilen haben, dürfen zur Wartung erkrankter Tiere nicht verwendet werden. In zweifelhaften Fällen von Rotz bei Tier oder Mensch tut die Impfung von Feld-, Wald- oder Wühlmäusen oder von Meerschweinchen zur Klarlegung der Diagnose gute Dienste.

Prophylaxe.

Die Perlsucht ist bereits bei der menschlichen Tuberkulose abgehandelt worden.

14. Die Lyssa.

Im Anfang des vorigen Jahrhunderts starben in Preussen durchschnittlich 109 Menschen an Tollwut, von 1886—1902 in ganz Deutschland jährlich nur 4,2, während in derselben Zeit durchschnittlich 1932 Tiere wegen Wut und Wutverdacht getötet wurden, darunter 80 % Hunde. Die Wut ist auf alle Tiere übertragbar, gewöhnlich geschieht das durch Biss, das Virus ist im Speichel enthalten. Das starke Zurückgehen der Krankheit hat seinen Grund in den scharfen gesetzlichen Bestimmungen, betreffend Anzeige tollwütiger und wutverdächtiger Tiere, Tötung der tollwütigen und gebissenen Hunde, Hundesperre, d. h. Anlegen der Tiere, wenn ein wütiger Hund in dem Bezirk gewesen ist, und Maulkorbzwang. Wesentlich unterstützt werden die Massnahmen durch eine hohe Hundesteuer. Die jetzt gültigen Bestimmungen, die noch strenger sein dürften, enthält das Reichsviehseuchengesetz vom 1. 4. 94 und die vom Bundesrat erlassene

Vorbereitung.

Instruktion vom Jahre 1895. Ganz wird sich die Tollwut kaum ausrotten lassen, da immer wieder von den Grenzen her infizierte Tiere herüberkommen, und den gesetzlichen Bestimmungen nicht immer voll entsprochen wird. —

Pasteurs
Schutzimpfung.

Pasteur fand, als er Kaninchen das zerriebene Mark tollwütiger Hunde injizierte, dass die Inkubationszeit, die ursprünglich ca. 3 Wochen dauerte, sich bis auf 6 Tage abkürzte, darüber hinaus aber nicht; er gewann so einen stabilen Giftwert, sein Virus fixe Trocknete er das den wutkranken Kaninchen entnommene Mark in einem Gefäss über Chlorkalzium, so verlor es allmählich sein Gift. Pasteur spritzte dann eine Emulsion von 1 g 14 Tage alten Rückenmarkes mit etwas Bouillon einer Reihe von Hunden unter die Haut; am nächsten Tage spritzte er 12 Tage altes Mark ein und so fort bis zu einem 3 Tage alten Mark herunter. Als Pasteur nunmehr vollvirulentes Material injizierte, blieben die Hunde gesund, während alle Kontrollhunde starben. Später behandelte Pasteur auf Verlangen des Vaters einen von einem wütigen Hund gebissenen Knaben nach seiner Methode, und das Kind blieb gesund. Jetzt werden jährlich mehrere Tausend Menschen geimpft, die von tollwütigen Tieren gebissen worden sind; und während von den Gebissenen sonst 10—15 % und mehr starben, stirbt von den Geimpften jetzt nur mehr 0,4 %. Wenn seit dem Biss eine längere Zeit verstrichen ist, oder wenn die Wunden gross oder zahlreich sind, oder wenn Gesicht und Schädel die Verletzungen tragen, lässt man die Injektionen in raschem Tempo aufeinander folgen und wiederholt sie.

Hogyes verwendet eine andere Impfmethode; er trocknet das Kaninchenmark nicht, sondern verdünnt das frische Mark mit physiologischer Kochsalzlösung 1:10 000; 1:8000, 6000 etc. bis 1:200 und spritzt die Verdünnungen nacheinander in das Fettgewebe, wo grössere Nervenstränge fehlen. Er hat gute Erfolge zu verzeichnen; Impfinfektionen kommen nicht vor; ebenso wenig haben sich solche bei der Pasteurschen Methode ereignet.

Das Wutvirus.

Ueber die Natur des Wutgiftes ist man noch nicht im klaren. Bakterien sind wohl auszuschliessen; in der letzten Zeit ist angegeben worden, dass Protozoen in den Ganglien wütiger Tiere gefunden seien, welche als die Erreger anzusehen wären.

Das Virus geht durch feinporige Filter nicht hindurch, wohl aber durch die aus Kieselgur hergestellten Berkefeldfilter. In der med. oblongata, im Rückenmark, in den sympathischen, spinalen

und anderen Ganglien, treten Wutknötchen, kleine Anhäufungen embryonaler Zellen, auf.

Die Bisse wutkranker Tiere sind um so gefährlicher, je näher sie dem Zentralnervensystem sitzen; auch übt die Tierart einen Einfluss auf die Bösartigkeit des Giftes aus; so sind Bisse von Wölfen gefährlicher als die von Katzen, und diese, als die von Hunden. Versuche haben ergeben, dass das Gift hauptsächlich auf dem Wege der Nervenbahnen zum Gehirn wandert. — Die Inkubation ist verschieden, sie dauert von etwa 10 Tagen bis zu 2 Jahren; bis 63 % der Erkrankungen kommen in den ersten 50 Tagen zum Ausbruch.

Den Impfschutz kann man sich (nach Marx) folgendermassen erklären: durch die Kaninchenpassagen verliert das Wutvirus seine Resistenz gegenüber dem Menschen; hierfür spricht, dass es sie, wie der Versuch beweist, dem Affen gegenüber einbüsst. Das abgeschwächte Virus wird im menschlichen Körper abgetötet, bevor es das Zentralnervensystem erreicht hat, es übt aber den zur Immunität erforderlichen Reiz aus. Betrachtet man die Sache im Lichte der Ehrlich'schen Theorie, so heisst das: das Virus hat durch die Kaninchenpassage seine toxophore Gruppe verändert oder geschädigt, die haptophore ist intakt geblieben, und sie genügt bekanntlich zur Rezeptoren- bzw. Ambozeptorenbildung. An die durch die Injektion entstandenen freien Rezeptoren wird das Wutvirus verankert.

Um die in Deutschland gebissenen Menschen vor dem Ausbruch der Krankheit zu bewahren, ist in Berlin eine Wutstation eingerichtet, in welcher die Gebissenen nach der Methode Pasteurs geimpft werden. Die Erkrankten erhalten auf der Station, welche dem Institut für Infektionskrankheiten (Koch'sches Institut, Ecke der Föhrerstrasse und Nordufer, Berlin) angegliedert ist, unentgeltlich täglich 1—2 Injektionen während etwa 20—30 Tagen. Die Behandlung ist ambulant. Wird die Aufnahme in das Krankenhaus gewünscht, so sind für einen Erwachsenen täglich 2 Mk., für ein Kind 1,50 Mk. pränumerando zu zahlen, bzw. ist durch einen Schein der Behörde festzustellen, dass das Geld erlegt wird. Die ministeriellen Erlasse sind vom 22. 7. 98 und 10. 7. 99. Vorstehende Angaben werden hier so detailliert gegeben, damit im Bedarfsfalle keine Zeitversäumnis eintrete.

Wutstation in
Berlin.

Durch Protozoen erzeugte Krankheiten.

Bei einer Reihe von Infektionskrankheiten sind die Erreger noch unbekannt. Wahrscheinlich gehört eine Anzahl derselben

nicht den Bakterien, sondern einer anderen Klasse von Lebewesen, den Protozoen, an. Zu diesen rechnet Leuckart die Infusorien, die Sporozoen und die Sarkodinen.

Zu der ersten Gruppe zählen die Flagellaten; man begegnet denselben hier und da bei chronischen Diarrhöen, bei Fluor albus inveteratus oder bei Stomatitis ulcerosa, jedoch darf man annehmen, dass sie dort als Saprophyten hausen. L. Pfeiffer führt eine Art von Diphtherie bei Tauben auf Flagellaten als ihre Ursache zurück, eine Annahme, welcher von Babes widersprochen wird.

Unter den Sporozootierchen gibt es eine grössere Zahl für den Wirt gefährlicher Parasiten. Dazu zählt z. B. das *Coccidium oviforme*, welches in den Epithelien der Gallengänge des Kaninchens haust. In den Blutkörperchen vieler Kaltblüter und mancher Vögel finden sich Coccidien. Zu den Mikrosporidien gehört eine zuerst von Pasteur bei den Seidenraupen gefundene und näher beschriebene Sporozoe, welche die verderbliche Pebrinekrankheit der Seidenraupen erzeugt. Myxosporidien kommen im Fischfleisch nicht selten vor. Zu den Sarkosporidien rechnet man die allbekanntnen Miescher'schen Schläuche des Schweinefleisches (Fig. 44).

Unter den drei Hauptarten der Sarkodetierchen, den Radiolarien, Heliozoen und Rhizopoden, interessieren den Arzt zur Zeit hauptsächlich die letzteren, da sich unter ihnen Krankheitserreger finden, welchen jährlich Tausende von Menschen zum Opfer fallen.

15. Die Ruhr.

Tropen-
Dysenterie.

Die tropische oder endemische Dysenterie beruht auf Amöben. Bei Durchfällen sind Amöben (*amoeba coli*) zuerst von Loesch und nach ihm von vielen anderen gefunden worden; ob sie die Erreger der Diarrhöen sind, steht dahin.

Morphologisch von ihnen kaum zu unterscheidende Amöben wies Kartulis in 150 Fällen von tropischer Ruhr nach und sprach dieselben als Erreger der Ruhr an, als er sie in vielen Fällen anderer Krankheiten nicht fand.

Die Amöben.

Die Amöben bestehen aus einem matten, strukturlosen Ektoplasma und einem stärker lichtbrechenden mit ihm eng verbundenen schleimigen Endoplasma, welches Körnchen und Fremdkörper, z. B. rote Blutkörperchen, Bakterien etc., einen ziemlich grossen Kern und einige Vakuolen enthält. Die Amöben färben sich nur wenig mit Anilinfarben. Ihre Bewegungen lassen sich

in den Schleimpfröpfchen aus frischem Stuhl auf dem erwärmten Objektisch gut erkennen; ihr Durchmesser schwankt zwischen 10μ (Grösse eines weissen Blutkörperchens) und 30μ . Der Sitz der Amöben ist die Basis der Ruhrgeschwüre und die Submukosa an ihrem Rande. Bei der tropischen Ruhr fehlt der diphtherische Belag der Schleimhaut, welcher die heimische Ruhr auszeichnet. dahingegen finden sich tiefe, bis weit in die Submukosa hineingehende Geschwüre mit gewulsteten und zugleich unterminierten Randern. Eine unangenehme Komplikation bei der tropischen Ruhr ist das häufige Auftreten von Leberabszessen. Man darf mit grösster Wahrscheinlichkeit die Amöben als die Erreger der Dysenterie ansehen, denn sie kommen konstant bei ihr vor; sie finden sich nicht selten rein, d. h. ohne Staphylokokken, in den Leberabszessen, sie sind Gewebsparasiten und nicht bloss an der Oberfläche des Geschwürs hausende Schmarotzer, und es lassen sich mit ihnen im Katzendarm ganz ähnliche Erscheinungen hervorrufen, wie wir sie beim Menschen sehen. Wie weit die Eiterkokken, die man in den Geschwüren und in den nach Dysenterie nicht seltenen Leberabszessen findet, den Prozess beeinflussen, ist nicht völlig ausgemacht. Ebensowenig weiss man, wie die Amöben in den Darm eindringen, und warum sie gerade in seinem unteren Teil, dem Colon descendens und rectum, ihren Wohnsitz aufschlagen. Bei der tropischen Ruhr, die häufig chronisch wird, fehlen die Intoxikationserscheinungen, das Fieber fehlt oder ist gering, stärkerer Kräfteverlust macht sich erst im späteren Stadium bemerkbar. Appetitlosigkeit und Symptome seitens der Nerven fehlen.

Bei der einheimischen Ruhr ist das pathologisch-anatomische Bild ein anderes, als das vorher skizzierte. Zunächst findet sich nur ein Katarrh der Schleimhaut mit etwas Rötung und geschwollenen Follikeln; ihm folgt das kroupöse Stadium, die Schleimhaut ist schmutziggrau, das Epithel ist nekrotisiert, die Submukosa infiltriert, es finden sich kleine Substanzverluste; im diphtherischen Stadium ist die Schleimhaut in grosser Ausdehnung nekrotisch und in einen braunen oder grauen Schorf mit flachen Geschwüren verwandelt; hauptsächlich affiziert sind die Wülste und Falten. Das klinische Bild ist von der tropischen Ruhr nicht wesentlich verschieden. Amöben finden sich bei der heimischen Ruhr nicht, dagegen regelmässig Bazillen — zuweilen fast in Reinkultur —, die morphologisch dem *bact. coli* gleichen, nur völlig unbeweglich sind. In ihren übrigen Eigenschaften ähneln sie jedoch dem *bact. typhi*, bilden kein Indol, kein Gas im

Einheimische
Ruhr.

Der Shiga-
Krusesche
Ruhrbazillus.

Gärungsröhrchen, verfärben Neutralrotagar nicht, bringen Milch nicht zur Gerinnung, bilden also keine Säure, wachsen ähnlich wie Typhus auf Gelatineplatten und Kartoffelscheiben. Die Bazillen lassen sich leicht aus dem Blut und den Schleimflocken der frisch entleerten Stühle züchten, in erster Linie empfiehlt sich das v. Drigalski-Conradische Verfahren; es ist genau so vorzugehen wie das beim Typhus beschrieben ist. Die Kolonien gleichen sehr denen des Typhus.

Die Bazillen sind als die Erreger der Ruhr anzusprechen, da sie regelmässig bei ihr, aber nicht im normalen oder sonst krankhaft veränderten Darm vorhanden sind, und da sie durch das Serum von Ruhrkranken agglutiniert werden, wenn auch nicht in hohem Masse, etwa 1:150. Die Krankheit bei Tieren hervorzurufen, gelang nicht.

Die Bazillen wurden nicht bloss in Deutschland (Kruse) und den Ländern Mitteleuropas, sondern auch in Japan (Shiga) und in Zentralafrika gefunden.

Neben dem Shiga-Kruseschen Bazillus existiert ein von Flexner auf den Philippinen und in Nordamerika entdeckter, bei Ruhrkranken in China, in Westpreussen und in Konstantinopel wiedergefundener Bazillus, der dem ersteren sehr nahe steht, und genau dasselbe Krankheitsbild erzeugt, aber sich doch in Einzelheiten bestimmt von ihm abhebt. Wir haben also für die gleichen klinischen Erscheinungen 3 verschiedene Erreger, 1 Amöbe und 2 Bazillen.

In den Irrenanstalten findet sich eine der Ruhr ähnliche Erkrankung, welche auf Bazillen beruht, die den vorhin beschriebenen ähnlich, aber nicht gleich sind.

Während früher die Ruhr eine sehr häufige Erkrankung war, während z. B. noch im deutsch-französischen Kriege gegen 2000 deutsche Soldaten daran starben, ist sie in den beiden letzten Jahrzehnten selten geworden, nur in einigen Teilen Ost- und Westpreussens vorgekommen und von da in den rheinisch-westfälischen Industriebezirk übertragen. Von beiden Punkten aus macht sie jetzt Vorstösse; es kommt also darauf an, sich ihrer zu erwehren.

Das kann geschehen, wie bei so vielen Krankheiten, durch direkte und indirekte Abwehr. Der Kranke entleert die Infektionserreger mit dem Stuhl, daher ist strenge Meldepflicht der Erkrankten und Verdächtigen, sowie eine sorgfältige Desinfektion des Kotes und der möglicherweise durch ihn beschmutzten Gegenstände erforderlich. Die zahlreichen chronischen und die zahlreichen leichten, fast symptomlos verlaufenden Fälle bedingen

Der
Flexnersche
Ruhrbazillus.

Verbreitung.

Prophylaxe.

betreffs Verbreitung der Krankheitskeime die grösste Gefahr; strenge Meldepflicht auch der Verdächtigen und die bakteriologische Untersuchung der Stühle, sowie die Agglutinationsprobe ist somit von hervorragender Bedeutung.

Die Bakterien sind nicht sehr widerstandsfähig, sie halten sich anscheinend als Saprophyten nicht sehr lange, daher ist es von ganz besonderem Interesse, die chronischen und die versprengten Fälle, die im Winter, Frühjahr und Sommer vorkommen — denn Ruhr ist eine Krankheit hauptsächlich der Herbstmonate — abzufangen und unschädlich zu machen; dadurch lässt sich der Herbstepidemie vorbeugen. Zur Zeit der Epidemie ist eine strenge Desinfektion der Abgänge, der Kleider, der Leib- und Bettwäsche und der Aborte erforderlich, und sollen, wenn irgend zugänglich, die Kranken einem Krankenhaus überwiesen werden. Gerade bei dieser Krankheit mit ihren unzähligen Entleerungen, ist das doppelt notwendig.

Die Krankheitsstoffe sollen aus der Umgebung der Menschen rasch entfernt werden. Mit der Desinfektion erreicht man nicht alle Stühle, viele werden am ungehörigen Ort abgesetzt, und es ist ein alter Erfahrungssatz, dass unreinliche Städte und Stadtteile die Prädilektionsstätten für die Dysenterie sind. Man braucht nur an die Verbreitung der Keime durch die an diesen Orten so zahlreichen Fliegen zu denken, um hierfür eine Erklärung zu finden; deshalb ist die Assanierung der Städte in seuchenfreier Zeit sehr wichtig. In erster Linie kommt es dabei auf die prompte Entfernung der Abwässer und des Unrates an.

Dass das Wasser die Krankheit zu vermitteln vermag, erscheint selbstverständlich und ist durch epidemiologische Tatsachen bewiesen; doch sind explosionsartig auftretende Wasser-epidemien, wie sie bei Cholera und Typhus sehr häufig sind, selten beobachtet worden. Die Wasserversorgung muss der Kontrolle und event. der Verbesserung unterzogen werden.

Da Magenkatarrhe den Durchtritt der Bakterien durch den Magen erleichtern, so sind sie möglichst zu vermeiden.

Die Bakterien der Ruhr bilden ein starkes Toxin. Durch die Injektion abgetöteter Kulturen beim Menschen entstehen Infiltrate und unangenehme Allgemeinerscheinungen. Die von Shiga bei etwa 10 000 Japanern angestellten Immunisierungsversuche haben wohl betreffs der Mortalität, aber nicht betreffs der Morbidität Erfolge gehabt. Die passive Impfung von Kranken mit hochwertigem Pferdeserum ergab bei Shiga und Kruse eine deutliche Herabsetzung der Zahl der Stühle, und bei Shiga

Heilserum.

eine Verkürzung der Krankheitsdauer von 40 auf 25 Tage, sowie eine Abminderung der Mortalität um ein Drittel.

16. Die Malaria.

Das Wechselfieber ist eine Krankheit, die man früher als den Typus einer miasmatischen und einer Bodenkrankheit ansah. Jetzt weiss man durch die Entdeckungen von Laveran, Golgi, Koch, Grassi, Ross u. a., dass sie auf Protozoen beruht, die durch Mücken von dem Kranken auf Gesunde übertragen werden. Man unterscheidet drei Arten der Malariakrankheit, das Tertiana-, das Quartana- und das tropische Fieber.

Das Protozoon des Tertianafiebers ist die *Hämamöba* (oder das Plasmodium) *vivax*, das des Quartanafiebers, die *Hämamöba* (*Plasmodium*) *malariae* Laveran, das des Tropenfiebers, das *Plasmodium* *præcox*. Alle drei Arten machen einen ungeschlechtlichen Entwicklungsgang, Schizogonie, im menschlichen Blut und einen geschlechtlichen in ihrem eigentlichen Wirt, der Anophelesmücke, durch.

Letztere zeichnet sich ausser anderem vor der ihr nahestehenden Culexmücke noch durch ihre gerade Körperhaltung und das Abheben des Körpers beim Sitzen an vertikaler Wand aus.

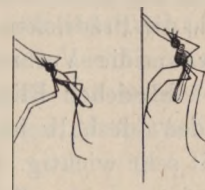


Fig. 167. Fig. 168.

Fig. 167 Anophelesmücke,

Fig. 168 Culexmücke.

Im Beginn des Fieberanfalles sieht man bei der febris tertiana in einer Reihe von roten Blutkörperchen — im gefärbten Präparat am deutlichsten — kleine Ringe, d. h. Protoplasmaklumpchen mit Kern, und vielfach auch mit einer Ernährungsvakuole.

Nach 24 Stunden ist der Ring grösser und dicker geworden, das Blutkörperchen hat sich ebenfalls um das $1\frac{1}{2}$ —2fache vergrössert. Die Amöbe bewegt sich langsam in dem Blutkörperchen, nimmt die verschiedenartigsten Formen an und bildet aus dem Blutfarbstoff ein körniges, dunkles Pigment. Nach 36 Stunden ist das stark vergrösserte, abgeblasste Blutkörperchen fast ausgefüllt durch den Parasiten, dieser beginnt sich zu teilen, und gegen die 44. Stunde lassen sich die 15—25 eiförmigen Schizonten (Merozoiten, Sporen), die in Himbeerform angeordnet sind, erkennen; dann zerfällt das Blutkörperchen, die Schizonten werden frei, gehen in andere Blutkörperchen hinein, und der Prozess

Entwicklung
der Amöben
im Menschen.
Schizogonie.

beginnt von neuem. Nicht alle Parasiten zerfallen zu Schizonten, einige bleiben ungeteilt, entwickeln sich stärker und werden zu kugelartigen Gebilden, Sphären, richtiger Gameten, genannt; sie sind geschlechtliche Formen, welche aber im Menschen steril bleiben.

Bei der Quartana verläuft die Entwicklung genau so wie bei der Tertiana, nur langsamer, nämlich in 72 Stunden. Die Amöbe zerfällt in weniger, meistens in 8, Merozoiten, das befallene Blutkörperchen wird weder grösser, noch verblasst es.

Bei der Tropenmalaria (Aestivo-autumnal-Fieber) sind die Ringe sehr viel kleiner, ungefähr $\frac{1}{6}$ des Durchmessers eines Erythrocyten messend. Die Teilung des Parasiten wird nur selten im peripheren Blut beobachtet, die Kapillaren des Gehirns, des Knochenmarks und der Milz sind es, in denen dieser Vorgang sich abzuspielen pflegt. Charakteristisch sind hier halbmondförmige Gameten an Stelle der runden, wie sie bei den zwei anderen Fiebern vorkommen.

Man entnimmt zur Untersuchung ein Tröpfchen Blut, am besten dicht vor dem Anfall, und untersucht im gewöhnlichen, ungefärbten, sehr dünn ausgestrichenen Deckglaspräparat, oder man färbt nach vorheriger Fixation durch Aufbringen von 2 Tropfen einer Mischung von gleichen Teilen von 96 % igem Alkohol und Aether auf das lufttrockene Präparat mit einer Lösung von 2 g Methylenblau med. pur. (Höchst) und 5 g Borax zu 100 ccm siedenden Wassers. Von der erkalteten Lösung wird $\frac{1}{2}$ ccm in ein Reagierglas gegeben und solange mit Wasser verdünnt; bis die blaue Flüssigkeitssäule das Licht gerade durchscheinen lässt (Ruge).

Die Anophelesweibchen, welche allein und hauptsächlich nachts stechen, während sie am Tage an dunklen, feuchtwarmen Stellen zu ruhen pflegen, nehmen saugend das Blut des malaria-kranken Menschen und mit ihm die Gameten auf. Diese sind verschiedenartig; die einen haben einen geringen Chromatin- und einen reichen, sich nach der Romanowsky'schen Methode stark blau färbenden Plasmahalt, Makrogameten, die anderen haben wenig, sich schlecht, blassgraublau färbendes Plasma und viel, aus gewellten Fäden bestehendes Chromatin, Mikrogametocyten. Im Mückenmagen entstehen aus ihrem Chromatin Fäden, die Spermatozoen, Mikrogameten, welche sich frei machen, in die Makrogameten eindringen und sie befruchten. Die befruchteten Makrogameten verändern ihre Form, werden wurmförmig, dringen durch die Magenwand der Mücke und wandeln sich unter der äussersten Magenwandschicht zu Oozysten, runden Kapseln, um, in welchen aus den Tochterzysten, den Sporoblasten, eine grosse Zahl Sichelkeime, Sporozoiten, entstehen (Fig. 169).

Entwicklung
der Amöben in
der Anopheles-
mücke,
Sporogonie.

Sind sie ausgereift, so zerreißt die Oozyste, die Sporozoiten fallen in die freie Bauchhöhle und wandern von da in die Speicheldrüse der Mücke. Bei erneutem Stechen gelangen die Sporozoiten in das menschliche Blut. Der Mensch wird also gewissermassen mit den Erregern der Malaria, welche dann wieder den ungeschlechtlichen Kreislauf beginnen, geimpft.

Therapie.

Die Malariaprotozoen sind gegen Chinin sehr, fast spezifisch empfindlich, zwar tötet das Mittel die Protozoen nicht, verhindert jedoch ihre Sporulation. Daher muss das Chinin in Gaben von 1 g verabfolgt werden bei den heimischen Fiebern 4—5 Stunden vor dem zu erwartenden Anfall und an den sechs folgenden Tagen zur gleichen Stunde. Bei den Tropenfiebern gibt man nach Koch das Mittel im Fieberabfall oder im Beginn



Fig. 169.
Querschnitt durch einen Magen von *Anopheles* mit aufsitzenden Oozysten (nach Lüke).

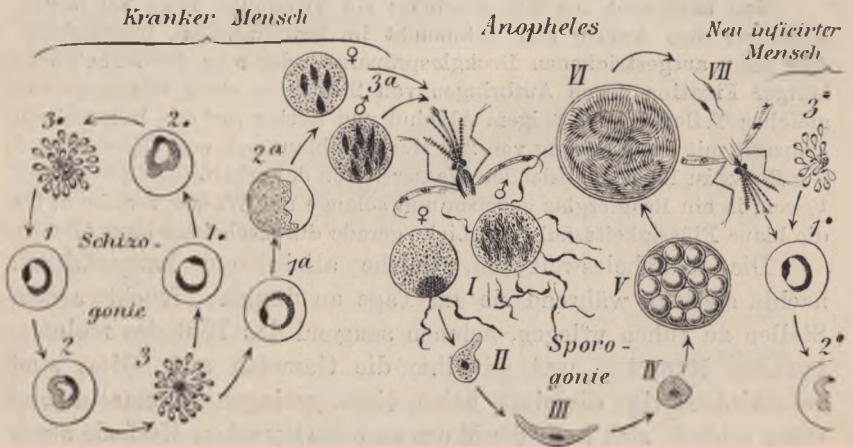


Fig. 170. Der Kreislauf des Malaria-Parasiten (nach Ruge).

A. im Menschen, Schizogonie, ungeschlechtliche Fortpflanzung; 1. junger Malaria-Parasit; 2. Vergrößerung und Umformung desselben; 3. Zerfall in ovale Schizonten (Merozoiten, Sporen), 1., 2., 3. erneuter Kreislauf; 1a, 2a Bildung und Entwicklung von Gameten; 3a weibliche (Makrogamete) und männliche Form (Mikrogametozyt).

B. Aufnahme und Entwicklung in der Stechmücke, Sporogonie; I. Makrogamete, ♀ mit dem Keimfleck und zwei an ihm bereits haftenden Spermatozoen (Mikrogameten, Geißeln), die sich aus dem Chromatin des Mikrogametozyten ♂ entwickelten; II Umwandlung des befruchteten Makrogameten in III würmchenähnliche Formen (Ookineten); IV. und V. unreife und reifere Oozyste; letztere mit Tochterzysten, Sporoblasten; VI. reife Oozyste mit Sporozoiten (Sichelkeimen, Cytoblasten); VII. zwei einzelne Cytoblasten, die durch den Stich aus der Mückenspeicheldrüse auf den noch nicht infizierten Menschen übertragen werden, und nun

C. in dem neuinfizierten Menschen den Kreislauf von neuem in Schizogonie 1, 2, 3 durchmachen.

der fieberfreien Zeit, jedenfalls beim Erscheinen der grossen Ringe, und wiederholt die Dosis nach 4 Stunden, dann wird 6 Tage lang um die gleiche Stunde 1—1,5 g Chinin gegeben und dieselbe Gabe am 9. und 10. Tage, 19. und 20. Tage und in diesem Turnus vier- bis sechsmal wiederholt.

Das Chinin wird am besten bei nüchternem oder fast leerem Magen genommen; es sollen 5 Stunden vor der Verabreichung und 2 Stunden nach der Verabreichung des Mittels Speisen nicht aufgenommen werden.

Wenn der Patient das Chinin per os nicht verträgt, so wird ihm die halbe Dosis subkutan verabfolgt. Methylenblau wird ebenfalls gegeben, wenn Chinin nicht vertragen wird, oder wenn es, wie beim Schwarzwasserfieber gefährlich ist.

Die Behandlung der Malaria ist von Wichtigkeit für den einzelnen Fall und für die allgemeine Prophylaxe.

Man kann die Malaria, welche für einzelne der deutschen Kolonien von der grössten Wichtigkeit ist, dadurch los werden, dass man entweder die Anopheles tötet bzw. sie am Saugen verhindert, oder dass man sämtliche Malariakranke heilt, so dass sich die Mücken nicht mehr infizieren können.

Prophylaxe.

Die erste Art der Prophylaxe wird dadurch ausgeübt, dass in den Wohnungen die Anopheles abgefangen und die Larven und Nymphen im Wasser getötet werden. Die Larven und Nymphen, welche sich in nicht fauligem, flachem Wasser aufhalten, werden durch Einschütten von Petroleum oder Aetzkalk getötet. Das Mittel kann nur für beschränkte Bezirke in Betracht kommen. Die Anophelesmücken lassen sich auch dadurch in ihrer Zahl stark reduzieren, dass man ihnen die Ablegeplätze für ihre Eier, das ruhige, flache Wasser, fort nimmt, entweder durch Ueberschwemmung des sumpfigen Terrains, so dass ein See entsteht, oder, was häufiger möglich sein wird, durch systematische Entwässerung des Geländes mittelst Ziehen von Gräben oder Ueberschüttung.

a) Bekämpfung der Mücken.

Das souveräne Mittel, sich in den Tropen gegen nächtliche Mückenstiche zu schützen, ist das Moskitonetz. Da die Anopheles am Tage wenig herumfliegen, so hat man Häuser in malariareichen Gegenden mit Gazefenstern und Gazedoppeltüren versehen, so dass die Mücken nicht eindringen können.

Leute, welche nachts zu arbeiten hatten, trugen dichte Schleier

an den Hüten und lange, fast bis zum Ellbogen reichende Handschuhe. Die Erfolge waren bei Eisenbahnwärtern in der Campagna recht gute. In den eigentlich heissen Gegenden jedoch oder auf Märschen lässt sich diese Methode kaum durchführen.

b) Heilung der Malariakranken.

Der von R. Koch gewiesene Weg dürfte der bessere sein. Koch meint, die Anopheles fortzuschaffen, sei in den meisten Fällen unmöglich, aber ihre Stiche sind unschädlich, wenn die Tiere kein Malariablut getrunken haben. Er untersuchte das Blut der gesamten Einwohner einiger Dörfer und fand, dass viele anscheinend Gesunde und die meisten Kinder die Protozoen in ihrem Blute hatten; alle Infizierten, auch die larvierten und ganz leichten Fälle, wurden behandelt, und es gelang in der Tat, Stephansort von Malaria frei zu machen.

Was indessen an der einen Stelle erreicht werden kann, lässt sich an einer anderen nicht erreichen; so ist es z. B. unmöglich, eine Expedition im Innern Afrikas auf die Kochsche Weise zu schützen.

c) Prophylaktische Chinin-gaben.

Dahingegen lässt sich ein Schutz erreichen durch die prophylaktische Gabe von Chinin; wenn jeden 9. und 10. Tag je 1,0—1,5 g Chinin in Lösung oder Oblate gegeben wird, so werden, wie Koch meint, nicht viel Malariafälle vorkommen. — Die Regel, sich von den Ansiedelungen der Eingeborenen möglichst fernzuhalten, da ihre Anopheles infiziert seien, ist theoretisch richtig, wird sich jedoch praktisch kaum durchführen lassen.

Die Mittel, welche im Kampfe gegen die Malaria zur Verfügung stehen, sind vor allem dank den Arbeiten Kochs recht gute und zahlreiche, nur muss überlegt werden, welches in jedem einzelnen Falle entsprechend den Verhältnissen das richtige ist.

Schwarzwasserfieber.

In den Malariagegenden der Tropen tritt eine Krankheit auf, die man als Schwarzwasserfieber bezeichnet. Leute, die früher an Malaria gelitten haben, bekommen etwa 4 Stunden nach einer Chinindosis einen intensiven Schüttelfrost, Kopfschmerzen, starkes, zuweilen kaum zu stillendes Erbrechen, starkes Angstgefühl, Ikterus, kleinen, jagenden Puls, zuweilen unaufhörlichen Singultus, der Urin ist schwarzrot, stark vermindert und stark eiweiss-haltig; der Hämoglobingehalt des Blutes kann auf 25 % sinken. Die Krankheit wendet sich meistens zum Besseren, sofern die

Menge des Urins zunimmt, während eine 48 Stunden dauernde Anurie ein sehr schlechtes Prognostikon ist. Der Tod erfolgt durch Herzschwäche.

Das Wesen der Krankheit besteht in einem massenhaften Zerfall der roten Blutkörperchen, deren Hämoglobin die Harnkanälchen der Niere verstopft.

Die Hämoglobinurie ist begründet in einem Zusammenwirken klimatischer Schädlichkeiten mit denen der Malaria, dabei braucht die betreffende Person zur Zeit nicht malariakrank zu sein. Die Veranlassung zum Ausbruch der Krankheit ist ein Reiz, und zwar meistens eine Chiningabe. Wenn nach dem Einnehmen von 1,0—1,5 g Chinin die Temperatur in den nächsten Stunden auf 38—39° steigt, sich eine leicht ikterische Färbung der Haut bemerkbar macht, dann soll Chinin nicht mehr gegeben werden. Ist es später notwendig, gegen die Malaria anzukämpfen, so gebe man 0,1—0,2 g pro dos. subkutan oder Methylenblau medicinale purum in Kapseln mit etwas Muskatnuss, weil sonst ein schmerzhafter Harndrang eintritt.

17. Die akuten exanthematischen Krankheiten.

Alle exanthematischen Krankheiten verleihen eine meistens über eine Reihe von Jahren hinaus sich erstreckende Immunität. Die Uebertragung der Krankheit erfolgt durch die Berührung, durch den Aufenthalt im Zimmer, in welchem ein Kranker liegt, durch Wäsche, Kleidungsstücke etc., welche mit Kranken in Berührung gewesen sind, also durch „Kontakt“; auch vermögen Gesunde die Krankheiten zu vermitteln. Man muss annehmen, dass die Erreger als feinste Partikelchen von den Kranken abgegeben werden und lange Zeit infektionstüchtig bleiben können.

Die Masern scheinen von klimatischen und lokalen Verhältnissen unabhängig zu sein, sie stehen nur in Abhängigkeit zu der Zahl der noch nicht durchseuchten Individuen. Fast jede noch nicht daran erkrankte Person ist für Masern disponiert, und es nimmt die Disposition nicht mit dem höheren Lebensalter ab. Die Sterblichkeit ist gewöhnlich gering, schwankt jedoch sehr; im Jahre 1902 starben in Deutschland 14 365 Personen an Masern; am meisten sind ganz jugendliche sowie schwächliche und skrophulöse Kinder gefährdet; nicht selten schliesst sich an Masern die Phthise an. Die Erreger der Masern sind bis jetzt noch völlig unbekannt. Wegen der starken Infektiosität und der fast all-

Masern.

gemeinen Disposition ist es schwer, der Krankheit vorzubeugen, und nur die strengste Isolation führt zum Ziele. Wenn es darauf ankommt, schwächliche oder sehr jugendliche Individuen zu schützen, so ist das frühzeitige Verlassen des infizierten Ortes das sicherste Mittel.

Sicherlich werden die Masern in ausgiebiger Weise durch die Schule verbreitet; daher haben die meisten Staaten Anordnungen getroffen, die erkrankten Schüler und ihre Geschwister von der Schule auszuschliessen; aber Schulschluss wegen Masern sollte nur dann verfügt werden, wenn die Krankheit bösartig auftritt; denn die Masern sind so stark kontagiös, — die Kranken infizieren schon vor dem Ausbruch des Exanthems — dass ein Schulschluss vielfach zu spät kommt und meistens nicht viel nützt, um so mehr, als die Kinder ausserhalb der Schule erst recht zusammen kommen. Der vielfach geübten Sitte, die noch nicht erkrankten Kinder der Ansteckung auszusetzen, „um die Krankheit mit einem Male abzumachen“, darf der Arzt nicht beistimmen, weil ein bösartiger Verlauf der Krankheit nicht ausgeschlossen ist.

Scharlach.

Der Scharlach ist ebenfalls über die ganze Erde verbreitet, jedoch befällt er die eigentlich tropischen Gebiete weniger heftig als die gemässigten Zonen. Jahreszeiten und Bodenverhältnisse sind für die Aetiologie anscheinend ohne Belang. Im Jahre 1902 starben in Preussen an Scarlatina 13 334 Menschen.

Als eine schwere Komplikation ist bei Scharlach die meistens von den Mandeln ausgehende septische Allgemeininfektion mit Streptokokken zu fürchten. Die Erreger der Scarlatina sind noch völlig unbekannt. Sie müssen recht widerstandsfähig sein, denn sie können leicht durch gesund bleibende dritte — Pflegerinnen — übertragen werden, auch haften sie längere Zeit an Gegenständen, z. B. Kleidungsstücken; die Hautschuppen beherbergen die Mikroben ebenfalls längere Zeit; es ist also Vorsicht erforderlich.

In Europa ist die Krankheit fast überall endemisch, alle paar Jahre, d. h. dann, wenn sich wieder mehr infektiöses Material angehäuft hat, entsteht aus den immer vorhandenen sporadischen Fällen eine Epidemie. Die Sterblichkeit schwankt zwischen 3 bis 30 %. Die Disposition für den Scharlach ist erheblich weniger verbreitet als die für Masern. Ueber die Verteilung von Scharlach und Diphtherie gibt die folgende Tabelle (Fig. 171) Auskunft.

Auf 1000 in den Jahren 1874—1883 und 1879—1882 in Berlin an Diphtherie (—) und Scharlach (----) Gestorbene entfallen auf das Lebensjahr:

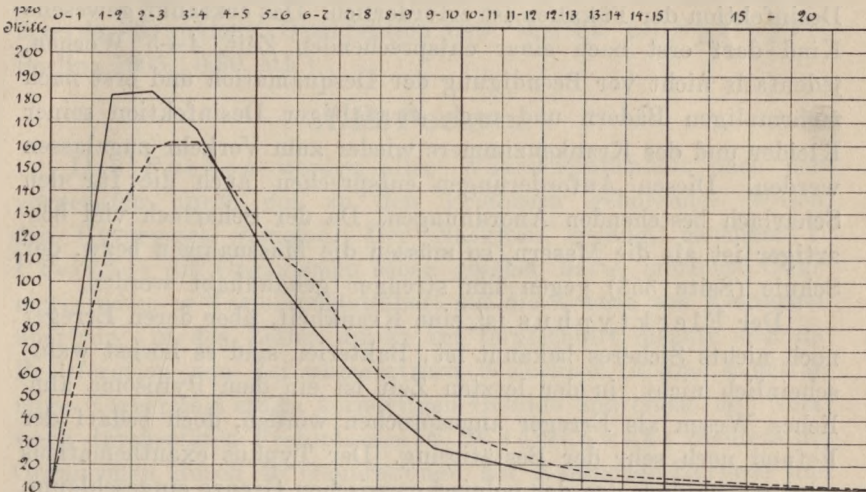


Fig. 171.

Nach Murchison kamen in einer grösseren Reihe von Epidemien in England von den Gestorbenen auf das Alter unter 5 Jahren 64 %, von 5—15 Jahren 32 %, von 15—25 Jahren 2,6 %, über 25 Jahren 0,9 %.

Ob der Beginn der lokalen Symptome im Rachen und in den oberen Luftwegen durch die Aufnahme der Erreger von diesen Stellen aus bedingt wird, ist fraglich, obschon nicht geleugnet werden soll, dass in vielen Fällen die Infektion durch die Einatmung vermittelt wird. Einige Epidemien werden auf Milchgenuss zurückgeführt, bei Tieren kommt scarlatina zwar nicht vor, dahingegen können die Erreger von einem erkrankten Menschen aus in die Milch gelangen.

Die Disposition nimmt, wie die Tabelle zeigt, mit dem höheren Lebensalter stark ab, daher muss eine verständige Prophylaxe die gefährdeten Kinder durch sorgsame Isolation oder durch Fortschaffen in nicht befallene Gegenden über das gefährliche Alter fortzubringen suchen. Selbstverständlich ist jeder Erkrankte sofort zu isolieren, am besten durch Abgabe in ein Hospital.

Bleibt das erkrankte Kind in der Familie, so werde es mit-samt seinem Pfleger von der übrigen Familie strengstens ge-

Prophylaxe.

trennt. Dem Kranken sollen besondere Ess- und Waschgeschirre, besondere Bett- und Leibwäsche gegeben werden. Die häufige, feuchte Reinigung des Zimmers und der in ihm enthaltenen Utensilien, die Vernichtung etwaigen Auswurfs, die gehörige Desinfektion der Fäkalien ist erforderlich. Das erkrankt gewesene Kind darf erst nach einer entsprechenden Zeit, 4—5 Wochen, jedenfalls nicht vor Beendigung der Desquamation und erst nach mehrmaligen Bädern und nach sorgfältiger Desinfektion seiner Kleider und des Krankenzimmers wieder zum Verkehr zugelassen werden. Diesen Anforderungen entsprechen auch die für den Scharlach bestehenden Anordnungen. Da der Scharlach viel böserartiger ist als die Masern, so müssen die Massnahmen bezw. der Schule (Seite 353) gegen ihn strenger gehandhabt werden.

Flecktyphus.

Der Flecktyphus ist eine Krankheit, über deren Erreger noch nichts Sicheres bekannt ist; Bakterien sind es höchst wahrscheinlich nicht; in der letzten Zeit ist ein dem Pyrosoma ähnliches Wesen als Erreger angesprochen worden, doch bedarf der Befund noch sehr der Bestätigung. Der Typhus exanthematicus wird gewöhnlich von der polnisch-russischen Grenze eingeschleppt. Er findet fast stets seine ersten Opfer unter der ärmsten, der vagabundierenden Bevölkerung, und nur allmählich dringt er in die besseren Kreise der Gesellschaft hinein. Die Krankheit ist sehr ansteckend. Daher sind überfüllte Arbeiterquartiere und Herbergen die Hauptherde der Seuche. Schlechte Ernährung, übermässige Arbeit, soziales Elend sind die prädisponierenden Momente.

Ueber die Infektionswege weiss man wenig; sie scheinen mit den bei Scharlach und Masern besprochenen identisch zu sein. Bei der Konstatierung der Krankheit hat der beamtete Arzt zugleich festzulegen, wo und wie sich der Kranke vermutlich angesteckt hat. Die Prophylaxe besteht nach dem Gesetz betr. die Bekämpfung gemeingefährlicher Krankheiten vom 30. 6. 1900 in der sorgfältigen, frühzeitigen Isolierung der Erkrankten und Uebergabe derselben an ein Krankenhaus, in der gründlichen Reinigung und Desinfektion der Wohnräume, der Kleider und Utensilien sowie in der Ueberwachung der mit dem Erkrankten in Berührung gekommenen, also infektionsverdächtigen Leute. Die näheren Ausführungen der einzelnen Vorschriften sind in den Bestimmungen zur Ausführung oben genannten Gesetzes vom 28. 1. 1902 enthalten, welche Seite 454 besprochen worden sind, und worauf hier hingewiesen sei.

Die allgemeinen Missstände, welche der Seuche Vorschub leisten, müssen nach Möglichkeit beseitigt werden. Als Wärter

und Pfleger werden am besten Leute bestellt, welche schon den Typhus exanthematicus überstanden haben, da sie dadurch aktiv immunisiert sind.

Es ist eine besondere Anweisung zur Bekämpfung des Fleckfiebers erlassen, welche alles enthält, was sich auf die Prophylaxe der Krankheit, Desinfektion usw. bezieht. (J. Springer, Berlin, 1903. 0,30 Mk.)

Die Pocken.

Die Pocken werden aller Wahrscheinlichkeit nach hervorgerufen durch ein zu den Protozoen gehörendes Wesen, den *Cytoryctes variolae*. Der Nachweis gelang, nachdem L. Pfeiffer die Organismen schon gesehen hatte, zunächst Guarnieri, indem er Variolapustelinhalt auf die Kornea von Kaninchen übertrug. In den Zellen direkt am Impfschnitt machte sich die Proliferation von Zellschmarotzern bemerkbar, kleine kugelförmige Körper mit einem kernartigen Gebilde und einem mit Netzwerk durchsetzten Protoplasma. v. Wasielewski züchtete die Organismen durch 46 Generationen auf Kaninchen-Korneae und konnte dann noch beim Kind einen guten Impferfolg erzielen.

Die Variola ist eine Krankheit, an welcher früher jährlich viele, viele Tausende von Menschen zugrunde gingen. Die Inkubation dauert ungefähr 13 Tage, dann setzt mit sehr hohem Fieber, bis 41°, und starkem Krankheitsgefühl die Krankheit ein, nach 3—4 Tagen bricht unter Nachlass des Fiebers das Exanthem hervor, zuerst im Gesicht, dann am ganzen Körper. Auch auf den Schleimhäuten entwickeln sich Pusteln und können dort, z. B. bei dem Vorkommen in den oberen Luftwegen direkte Lebensgefahr, an andern Stellen, z. B. an den Augen, schwerste Organstörungen hervorrufen. Die Pusteln entstehen aus Knötchen, indem die Epithelzellen und die obersten Schichten des Papillarkörpers aufquellen, zum Teil ballonieren, zum Teil zu Strängen werden. Wo der Prozess sich bis in die Zapfenschicht des rete Malpighi erstreckt, bleiben dauernde Narben.

Das relative Wohlbefinden dauert ungefähr drei Tage. Die hellen Bläschen sind in dieser Zeit zu gelben Pusteln geworden und damit zugleich beginnt das Eiterfieber, welches bei günstigem Verlauf 10—14 Tage langsam abklingend anhält. Der Tod kann schon im akuten Stadium des Fiebers auftreten, häufiger erfolgt er im Verlauf des Eiterfiebers an Blutdissolution, Herzschwäche oder Septikämie.

Da die meisten Menschen die Pocken bekamen, so suchte

Die Erreger.

Die Krankheit.

Die Variolation.

man die Infektion in leichten Epidemien herbeizuführen, um so den schweren Erkrankungen zu entgehen. Die im Orient übliche Impfung mittels Schnitt wurde von dem griechischen Arzt Timoni von Konstantinopel nach England um das Jahr 1713 übermittelt. Diese „Variolation“ hatte insofern einen guten Erfolg, als sie bei entsprechender Vorsicht für den Geimpften nicht sehr gefährlich war und ihn später dauernd vor der Krankheit schützte. Die Geimpften bildeten jedoch eine grosse Gefahr für ihre Umgebung, sie wurden zum Teil zum Ausgangspunkt neuer Epidemien. In einer Reihe von Staaten wurde daher die Variolation verboten.

Die
Vaccination.

Man hatte inzwischen die Beobachtung gemacht, dass zuweilen bei Kühen an den Zitzen ein den Pocken sehr ähnlicher Ausschlag auftrat, und dass Melker, welche sich an den Kühen infizierten, leicht erkrankten, aber gegen Variola geschützt waren. Die hierüber bekannten Daten sammelte der englische Arzt Jenner (geb. 17. V. 1749, gest. 26. I. 1823) und er trat in Wort und Schrift lebhaft dafür ein, dass die Kuhpocken, die vaccina, einen Schutz gewährten gegen die Variola. Jenners Hauptverdienst aber bestand darin, dass er von einer Melkerin, die eine Kuhpocke an der Hand hatte, auf einen Knaben überimpfte und die so gewonnene „humanisierte“ Kuhlymphe auf 15000 Personen übertrug; 5000 impfte er mit variola vera nach und bei keinem hatte er einen Impferfolg. Durch diese Impfung (14. V. 1796) hat Jenner den Blattern ihren Schrecken genommen, hat er Millionen von Menschen vor jähem schrecklichen Tode bewahrt und sich ein Verdienst um die Menschheit erworben, wie kein Arzt vor ihm noch nach ihm.

Die Impfung ist ein Gemeingut aller Völker geworden; den vollen Erfolg aber konnte sie nur dort haben, wo sie als „Zwangsimpfung“ eingeführt wurde. Durch das Gesetz vom 8. IV. 1874 ist das für Deutschland geschehen.

Das Impfgesetz.

Der Impfung mit Schutzpocken soll unterzogen werden: a) jedes Kind vor dem Ablauf des auf sein Geburtsjahr folgenden Kalenderjahres, sofern es nicht die natürlichen Blattern überstanden hat (Vaccination), b) jeder Zögling einer öffentlichen Lehranstalt oder einer Privatschule innerhalb des Jahres, in welchem er sein zwölftes Lebensjahr zurücklegt, sofern er nicht innerhalb der letzten 5 Jahre die natürlichen Blattern überstanden hat oder mit Erfolg geimpft worden ist (Revaccination). Besteht eine Gefahr für Leben oder Gesundheit, so ist die Impfung binnen Jahresfrist nach Aufhören der Gefahr zu bewerkstelligen. Jeder Impfling muss frühestens am sechsten, spätestens am achten Tage dem impfenden Arzt vorgestellt werden. Ist die Impfung ohne Erfolg gewesen, so ist sie spätestens im nächsten Jahre, und

wenn sie auch dann erfolglos bleibt, im dritten Jahre zu wiederholen. Es werden Impfbezirke gebildet, in welchen zu bestimmten Terminen die Impfung unentgeltlich erfolgt und wird für die Beschaffung der nötigen Lymphe — jetzt nur Tierlymphe — seitens der Staaten gesorgt. Die Aerzte haben Listen zu führen und Impfscheine auszustellen, mittelst welcher die Eltern, Vormünder usw. den Nachweis der geschehenen Impfung zu erbringen haben. Die Gestellung zur Impfung kann nötigenfalls erzwungen werden.

Schon zu Jenners Zeiten entstand eine Impfgegnerschaft, die im Laufe der Jahre, als, oder richtiger weil, die Pocken infolge der Impfung immer mehr zurückgegangen sind, stärker geworden ist. Man unterscheidet: Impfwanggegner, welche den Nutzen der Impfung anerkennend, sich nur gegen den gesetzlichen Zwang wenden; dabei berücksichtigen sie wohl nicht genügend, dass Schulzwang und Militärzwang wesentlich drückender sind, und dass der Staat das Recht hat, um die Allgemeinheit zu schützen, von dem Einzelnen ein Opfer zu verlangen. Die eigentlichen Impfgegner, die sich fast nur aus Personen rekrutieren, welche nie eine Pockenepidemie gesehen haben, behaupten, die Impfungen nützten nichts, sie schädigten vielmehr. Die Statistik aller Länder beweist ganz übereinstimmend, dass mit der Impfung die Variolamortalität, welche früher sich auf mehr als 10 % der Toten belief, fast Null geworden ist; im Jahre 1902 sind in Deutschland mit 55,5 Millionen der Statistik unterworfenen Einwohnern und 1,1 Millionen Todesfällen nur „dreizehn“ Personen an Variola gestorben.

Die Impfgegner.

Von den Impfgegnern wird behauptet, durch das eingebrachte „Gift“ sei die Menschheit schwächer, widerstandsloser geworden. Hierfür lässt sich auch nicht die Spur eines Beweises erbringen; dann wird gesagt, es könnten Krankheiten übertragen werden, und darin haben die Impfgegner zu einem geringen Teil recht. Es wird behauptet die Tuberkulose könne eingimpft werden; aber es ist kein Fall bekannt geworden, dass jemand durch die Impfung tuberkulös geworden sei. Bei den ungezählten Millionen von Impfungen von 1796 bis jetzt sind etwa 700 Fälle von Syphilisübertragung bekannt geworden. Das will nicht viel sagen gegenüber dem Nutzen, den die Impfung in diesen 100 Jahren geschaffen hat. Aber man vermeidet die Lues vollständig, ebenso die imaginäre Tuberkulose-Gefahr, wenn man animale Lymphe, Kalberlymphe, verwendet.

Die Impfkrankheiten.

Impfschäden können entstehen durch akzidentelle Wundkrankheiten, also durch lokale Eiterung in sehr seltenen Fällen mit pyämischen und septikämischen Folgeerscheinungen und durch

Früh- bzw. Späterysipel; sodann kann impetigo contagiosa auftreten, und ferner kann das Impfvirus durch Verwischen auf ekzematöse Flächen oder in die Augen gebracht werden und so zu schweren Erkrankungen führen.

Dadurch, dass die Impfung voll als eine chirurgische Operation angesehen und mit allen Kautelen gegen Wundinfektionen umgeben wird, ferner dadurch, dass die Lymphe nicht gleich, sondern erst nach Mischung mit Glyzerin und wochenlangem Lagern, was ein Absterben infektiöser Bakterien zur Folge hat, benutzt wird, lassen sich die primären Wundinfektionen vermeiden. Gegen die sekundären Infektionen, gegen die Impetigo und die Verschleppung des Impfstoffes kann man sich durch möglichste Reinlichkeit und durch Tegminverbände schützen, die aber andere Nachteile haben; ekzematöse Kinder impfe man nicht, bis Heilung eingetreten ist.

Schutzmass-
regeln für die
Impfung.

Um die Impfung so ungefährlich wie möglich zu machen, ohne zugleich den Erfolg zu gefährden, sind zu dem Gesetz Bundesratsbeschlüsse unter dem 28. 6. 1899 erlassen worden.

Zunächst wird darin der derzeitige pathologische und physiologische Stand der Impfrage fixiert; dann wird angeordnet, dass mit Ausnahme von Notfällen mit Tierglyzerinlymphe, die mindestens drei Monate gelagert haben muss, geimpft werden soll. An Orten, an welchen ansteckende Krankheiten, wie Scharlach, Masern, Diphtherie, Kroup, Keuchhusten, Flecktyphus, rosenartige Entzündungen in grösserer Verbreitung auftreten, ist die Impfung während der Epidemie nicht vorzunehmen; aus Häusern, in welchen solche Erkrankungsfälle sind, dürfen Impflinge nicht zum Impftermin gebracht werden. Die Impfarzte bekommen ihren gesamten Bedarf an Tierlymphe von den Impfinstituten. Soll von Impflingen Lymphe abgenommen werden, so müssen sie vorher vollständig untersucht, gesund und wohlgenährt befunden werden. Die zu impfenden Kinder sind zu besichtigen und die Angehörigen über den Gesundheitszustand zu befragen. Kinder, welche an schweren akuten oder chronischen, die Ernährung stark beeinträchtigenden, oder die Säfte verändernden Krankheiten leiden, sollen in der Regel nicht geimpft und nicht wiedergeimpft werden. Die Impfung ist als eine chirurgische Operation anzusehen und mit allen Vorsichtsmassregeln gegen Wundinfektionen zu umgeben; insbesondere hat der Impfarzt sorgfältig auf die Reinigung seiner Hände, der Impfinstrumente, der Impfstelle Bedacht zu nehmen und ist der Lymphevorrat durch Bedecken vor Verunreinigung zu schützen. Nur sterilisierte Instrumente sind zu benutzen. Die Impfung mit vier seichten, höchstens 1 cm langen, 2 cm von einander entfernten Schnitten soll bei Erstimpflingen auf dem rechten, bei Wiederimpflingen auf dem linken Arm vorgenommen werden. Eine regelmässig entwickelte Pustel gilt bereits als Erfolg. Ueber eventl. Impfschäden hat der Impfarzt sofort bei der Ortspolizeibehörde zu berichten. Die Eltern erhalten schon vor der Impfung Zettel, auf welchen Verhaltensmassregeln stehen. Die Kinder

sollen danach mit reinem Körper und reinen Kleidern zum Impftermin kommen, ebenso soll nach der Impfung das Kind möglichst sauber gehalten werden; es werde täglich gebadet, bei gutem Wetter in das Freie gebracht und in gewohnter Weise genährt. Die Impfstellen sind mit grosser Sorgfalt vor dem Aufreiben, Zerkratzen und vor Beschmutzung zu bewahren, sie dürfen nur mit frisch gereinigten Händen berührt, nur mit reiner Leinwand, reiner Watte abgewaschen werden. Der Impfling ist sorgfältigst vor Personen und deren Sachen zu hüten, die an Eiterungen, Hautausschlägen oder Wundrose leiden. Aehnliche Verhaltensmassregeln sind für die Wiederimpfungen gegeben. Das Turnen soll vom 3.—12. Tage unterbleiben. Ein Beauftragter der Ortspolizei soll beim Impftermin zur Stelle sein; eine Ueberfüllung der Impfräume sowie die gleichzeitige Anwesenheit von Impflingen und zur Nachschau Vorgeführten werde vermieden. Die öffentlichen Impfungen und die der Privatärzte sind der Beaufsichtigung durch Medizinalbeamte unterworfen.

Bricht irgendwo Variola aus, so ist sofort und streng nach den Bestimmungen des Gesetzes vom 30. VI. 1900 (Seite 454) zu verfahren. Des weiteren sind da, wo die Landesgesetze das gestatten, Zwangsimpfungen der bedrohten Personen vorzunehmen; wo solche Gesetze nicht existieren, ist durch Belehrung usw. auf die Durchführung der Schutzimpfung in öffentlichen unentgeltlichen Terminen hinzuwirken. Man wolle bedenken, dass im Laufe der Jahre der Impfschutz schwindet, dass also auch, in einer ursprünglich immunen Bevölkerung, allmählich wieder viele empfängliche Personen vorhanden sind, also mit aller Energie die Seuche gleich im Entstehen unterdrückt werden muss.

Der Bundesrat hat eine Anweisung zur Bekämpfung der Pocken unter dem 4. I. 1904 erlassen (J. Springer, Berlin, Preis 0,30 Mk.), die jeder Arzt besitzen sollte.

III. Ueber Hospitäler.

a) System und Anlage.

Als sich die öffentliche Krankenpflege zu einer gewissen Höhe erhoben hatte, verwendete man nicht mehr irgend welche ursprünglich für andere Zwecke bestimmte Räume zur Krankenbehandlung, sondern man konstruierte Gebäude, die auf relativ geringem Raum möglichst viel Kranke unter wenigstens erträglichen hygienischen Verhältnissen aufnehmen sollten. Diese Möglichkeit war gegeben in mehrstöckigen, von langen Korridoren durchzogenen Gebäuden, die vielfach an den Stirnseiten mit Flügeln, die ebenfalls Flure enthielten, versehen waren. So entstanden Konstruktionen, die in ihrer Form mehr oder minder einem lateinischen H entsprechen.

Pocken-
epidemie.

Korridor-
system.

In der ersten Periode lagen die Zimmer an beiden Seiten der Korridore, als aber bedeutende Uebelstände sich geltend machten, die insonderlich in mangelhafter Ventilation, in Uebertragung von schlechter Luft aus einem Zimmer in die anderen und in schlechter Beleuchtung mit ihren Folgen, z. B. ungenügender Reinlichkeit, bestanden, da legte man den Korridor an die eine Längswand des Gebäudes und die Zimmer an die andere, so dass nunmehr alle Zimmer auf einen hellen Flur mündeten, dessen Fenster in Zahl und Lage den Zimmertüren entsprachen; hiermit war eine ausgiebige Belichtung und eine nicht unbedeutende natürliche Ventilation ohne erhebliche Belästigung der angrenzenden Krankenzimmer gegeben. Ein grosser Teil der älteren Zivil- und Militärhospitäler ist nach diesem Prinzip konstruiert.

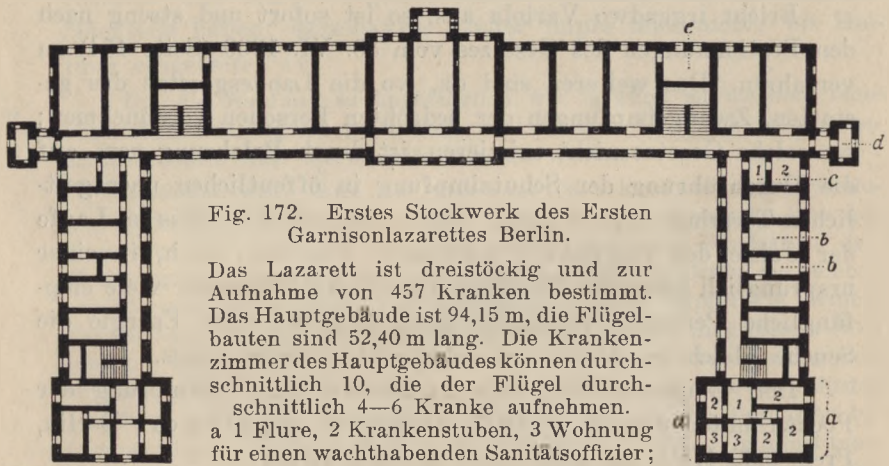


Fig. 172. Erstes Stockwerk des Ersten Garnisonlazarettes Berlin.

Das Lazarett ist dreistöckig und zur Aufnahme von 457 Kranken bestimmt. Das Hauptgebäude ist 94,15 m, die Flügelbauten sind 52,40 m lang. Die Krankenzimmer des Hauptgebäudes können durchschnittlich 10, die der Flügel durchschnittlich 4—6 Kranke aufnehmen.

a 1 Flure, 2 Krankenstuben, 3 Wohnung für einen wachhabenden Sanitätsoffizier;

b Wohnung für einen wachhabenden Sanitätsoffizier; c 1 Teeküche, 2 Badestube; d Latrine; e und die übrigen Räume sind Krankenstuben.

Wesentliche Nachteile entstanden aber bei dem Korridorsystem dadurch, dass Verwaltung und Oekonomie mit den Kranken unter einem Dach vereinigt waren. Störungen und Belästigungen, z. B. durch Speisegerüche und den Lärm des Betriebes, konnten nicht ausbleiben; ausserdem traten in einzelnen Krankenanstalten gehäufte Hausinfektionen auf.

Mittlerweile hatte man, insonderlich in den Kriegen um die Mitte des verflorbenen Jahrhunderts, auffallend günstige Heilresultate erzielt, als man, dem Druck der äusseren Verhältnisse nachgebend, die Kranken in einer grösseren Anzahl, wenn auch notdürftig hergerichteter und ausgestatteter Gebäulichkeiten unterbrachte. Von der Militärverwaltung übertrug sich dieses

Prinzip der Dezentralisation auf das Zivilmedizinalwesen, und jetzt baut man, wenn irgend angängig, nicht mehr „Kranken-Kasernen“, sondern man gruppirt in der verschiedensten Weise ein bis zwei, im Notfalle drei Stockwerke hohe Häuser derart, dass sie sich nicht gegenseitig Licht und Luft fortnehmen, wie Fig. 173 zeigt. Verwaltung, Oekonomie und der ganze Nebenbetrieb werden in besonderen Häusern untergebracht. Die Kommunikation unter den einzelnen Gebäuden findet zuweilen durch gedeckte Gänge statt (siehe die Fig. 173),

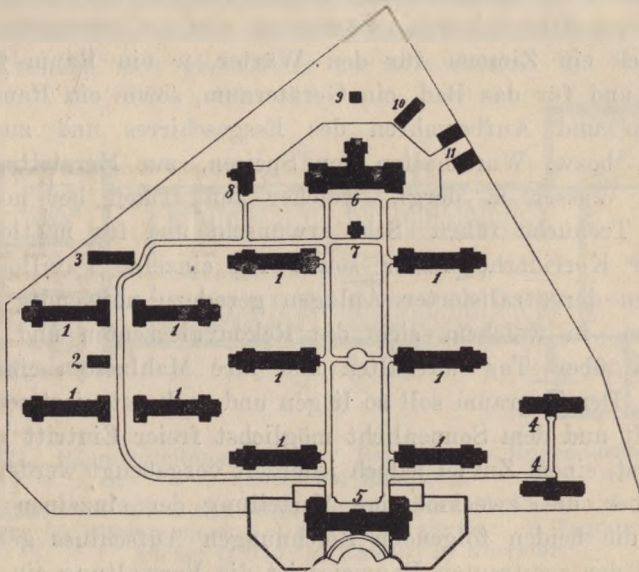


Fig. 173. Lageplan des Krankenhauses Friedrichshain.
 1. Pavillons für innere und äussere Kranke. 2. Operationssaal. 3. Diphtheriepavillon. 4. Zwei Isolierpavillons. 5. Verwaltungsgebäude. 6. Oekonomiegebäude. 7. Badehaus. 8. Leichenhaus. 9. Eishaus. 10. Pflegerinnenhaus. 11. Torgebäude. Die Pavillons und die Hauptbetriebsgebaude sind durch gedeckte Gänge miteinander verbunden.

über deren Zweckmässigkeit die Ansichten indessen geteilt sind. Einstockige Gebäude nennt man Baracken; dabei hat sich allerdings der ursprüngliche Begriff des leichten, provisorischen Bauwerkes längst verloren, und die meisten Baracken sind im Massivbau ausgeführt. Die zweistöckigen Gebäude heissen Blockbauten oder Pavillons. Das Prinzip bei diesen Bauten ist die Konstruktion von Krankensalen, die an beiden Seiten Fenster haben, somit ausgiebigster Belichtung und Lüftung zugängig sind, und die des seitlichen Korridors entbehren. Durch letztere Anordnung ist eine relativ enge Begrenzung im Bau des einzelnen

Baracken
und Pavillons.

Hauses gegeben; gewöhnlich können nicht mehr als zwei Säle mit einigen Sonderzimmern und den entsprechenden Nebenräumen in einem Stockwerk untergebracht werden. Als Schema für die Gesamtanordnung der dezentralisierten Bauweise möge das Krankenhaus am Friedrichshain in Berlin angesehen werden.

Isolierräume.

Grössere Pavillons oder Baracken müssen ausser dem eigentlichen Krankensaal noch ein oder mehrere Zimmer für Isolierzwecke enthalten, um unruhige Kranke oder Schwerkranke darin unterbringen zu können; sie liegen am vorteilhaftesten an einer Schmalseite des Gebäudes und sollten für das Bett nicht unter 10—12 qm Fläche haben. Ausserdem sind an Nebenräumen erforderlich ein Zimmer für den Wärter, je ein Raum für die Aborte und für das Bad, ein Geräteraum, sowie ein Raum zum Reinigen und Aufbewahren des Essgeschirres und zum Anwärmen bzw. Warmhalten von Speisen, zur Herstellung von heissem Wasser u. dergl., welcher von früher her noch den Namen Teeküche führt. Sehr erwünscht und für mittlere und grössere Korridorhospitäler sowie für einzelne Pavillons oder Baracken dezentralisierter Anlagen geradezu notwendig ist ein Tagraum, in welchem sich die Rekonvaleszenten und Leichtkranken über Tag aufhalten und ihre Mahlzeiten einnehmen können. Der Tagraum soll so liegen und so konstruiert sein, dass der Luft und dem Sonnenlicht möglichst freier Eintritt gewährleistet ist, einem Zuviel jedoch jederzeit vorgebeugt werden kann.

Tagraum.

Ueber die zweckmässige Verteilung der einzelnen Räume mögen die beiden folgenden Zeichnungen Aufschluss geben.

Bei der zerstreuten Bauweise ist die Verwaltung eine mühevollere und teurere, die Anlage eine erheblich kostbarere, aber sie gewährleistet dem einzelnen Kranken Ruhe, Luft und Licht und die Möglichkeit der Bewegung in freier Luft in reichem Masse, was gesundheitlich von höchstem Belang ist; ausserdem ist die Einrichtung einiger Gebäulichkeiten als Isolierpavillons und der vollständige Abschluss derselben und eines Teiles des Gartens vom Verkehr leicht und sicher durchzuführen, so dass in der Tat Hausinfektionen in den neueren Hospitälern zu den Seltenheiten gehören. Wegen des erforderlichen grossen Platzes, man rechnet 130—200 qm auf das Bett, lassen sich Barackenhospitäler gewöhnlich nur in billiger Gegend, also in den Vorstadt- oder Vorortbezirken der Städte, unterbringen. Der durch die grössere Entfernung bedingten Unbequemlichkeit muss durch zweckmässige Transportmittel, z. B. Bahnverbindung mit besonderen Wagen, entgegengetreten werden. Bequeme, dem Hospital

gehörige Fuhrwerke sollen in der Stadt eingestellt sein, bereit, auf Anruf den Kranken und seinen Begleiter ohne Verzug dem Krankenhaus zu übermitteln. Auch die in der Stadt befindlichen Krankenhäuser müssen ihre eigenen Krankenfuhrwerke haben, der Transport von infektiösen Kranken mit Mietwagen sollte verboten sein. Bei grösseren Entfernungen des Haupthospitals ist es erforderlich, ein kleines Krankenhaus in der Stadt selbst zu haben zur Aufnahme der nicht transportablen Kranken. Ueber den Untergrund, die Bauart, die Wasserversorgung usw. gelten die in den früheren Kapiteln angegebenen Grundsätze. Die Krankensäle sollen nicht mehr als 20 Personen aufnehmen, weil sonst die Kranken sich gegenseitig zu sehr stören.

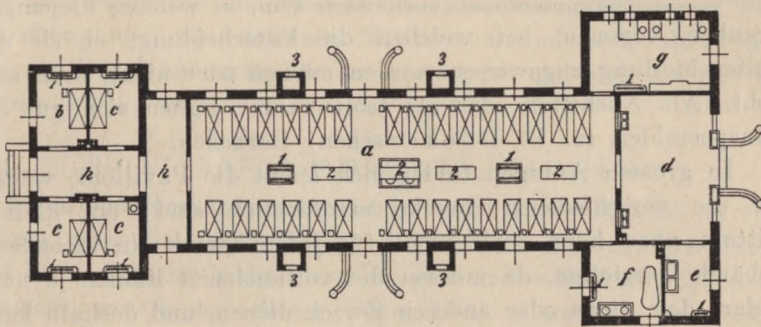


Fig. 174. Raumverteilung in einer Baracke des Eppendorfer Krankenhauses bei Hamburg.

a) Krankensaal mit 1. zwei Rippenheizkörpern, 2. Tischen, 3. Frischluftkanälen; b) Wärterzimmer; c) drei Isolierzimmer; d) Tagraum; e) Spülküche; f) Bad; g) Klosett; h) Korridor.

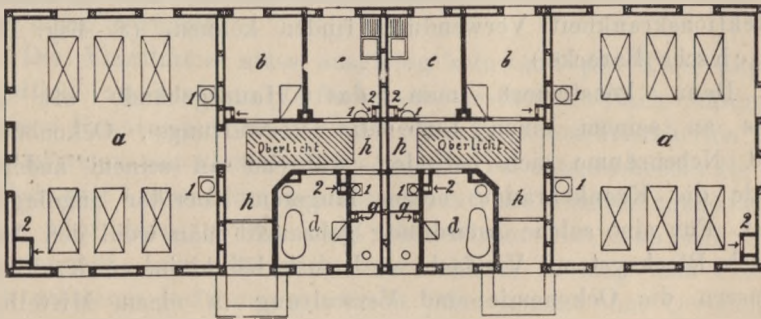


Fig. 175. Raumverteilung in einer kleinen Doppelbaracke des Koch'schen Institutes für Infektionskrankheiten in Berlin.

a) Krankenzimmer mit 6 Betten; b) Wärterzimmer; c) Teeküche; d) Bad; g) Klosett; h) Korridor mit Oberlicht; 1. Waschtisch; 2. Ventilationskanäle. Bei dieser kleinen Baracke fehlen Isolierzimmer und Tagräume, die in den grösseren Baracken des Institutes vorhanden sind. Die Wände und das Dach der Baracken sind aus Gipsdielen konstruiert. Die Mittelwand ist undurchbrochen.

Hospitäler für
kleinere Städte.

Leider sind die Pavillonhospitaler für kleinere Gemeinden, für kleine Verhältnisse zu teuer; von einem Spital einer kleinen Stadt werden eigentlich dieselben Räume und Abteilungen verlangt wie von dem einer grossen. Zunächst ist eine Trennung der Kranken nach den Geschlechtern notwendig, dann ist eine Kinderabteilung erforderlich (unter ganz kleinen Verhältnissen lässt sie sich zuweilen mit der Frauenabteilung vereinigen), weiter wird verlangt eine Trennung in eine chirurgische und medizinische bzw. eine geburtshilfliche Abteilung; ferner ist ein Raum für infektiöse Kranke notwendig. Besondere Abteilungen für dermatologische und syphilitische Kranke kann man in kleinen Krankenhäusern entbehren; dahingegen sollte stets ein Aufnahmezimmer vorhanden sein, in welches diejenigen Kranken kommen, bei welchen die Entscheidung, ob sie der Isolierabteilung zugewiesen werden müssen oder nicht, noch aussteht. Als Aushilfen oder als Isolieraume eignen sich gut die transportablen (z. B. Dockerschen) Baracken.

In grossen Anlagen finden sich leicht die Pavillons, welche für die verschiedenen Zwecke erforderlich sind; mit kleinen Mitteln aber kann man nicht für jeden Zweck ein besonderes Gebäude herstellen, da müssen die vorhandenen Räume je nach Bedarf dem einen oder anderen Zweck dienen, und deshalb kann man für kleinere Anlagen zentralisierte, an einen Korridor angeschlossene Bauten kaum entbehren. Man richtet nun gern insofern ein kombiniertes System ein, als man für infektiöse Baracken herrichtet, die in der Mitte durchsetzt, je nach Bedarf für das eine oder andere Geschlecht oder die eine oder die andere Infektionskrankheit Verwendung finden können. (S. Fig. 175, Kochsche Baracke.)

Dann konstruiert man das Hauptgebäude oft so, dass an seinem einen Ende die Verwaltungs-, Oekonomie- und Nebenräume sich befinden, während an seinem anderen Ende die Krankenräume einem längeren Korridor angelagert sind. Für eine solche Anordnung gebraucht man wohl den Ausdruck Blocksystem. Vielfach wird auch bei kleineren Krankenhäusern die Oekonomie und Verwaltung in einem Mittelbau untergebracht, an welchen, zuweilen durch niedrigere Korridorgebaude verbunden, die Flügel im Pavillonstil, also mit je 2 Sälen oder 1 Saal und mehreren Einzelzimmern, sich anschliessen. Gesonderte Eingänge und nicht durchgehende Korridore bewirken nach Bedarf eine völlige Isolation. Waschküche und Desinfektionsraum werden in einem solchen Falle im Kellergeschoss des

Verwaltungsgebäudes untergebracht; sie sind immer ohne Verbindung nach innen anzulegen und nur mit in das Freie führenden Türen zu versehen. Indessen ist selbst für kleine Hospitäler ein besonderes Oekonomiegebäude mehr zu empfehlen, weil dadurch der Lärm des Betriebes, die Kuchendünste, der Dampf der Waschküchen usw. von den Krankenräumen besser ferngehalten werden. Die Leichen können entweder in einem kapellenartigen Ausbau dieses Hauses oder besser in einem besonderen, dicht an einem Ausgang befindlichen, kleinen Gebäude untergebracht werden, unter dessen Dach, aber sonst baulich von ihm völlig getrennt, wenn erforderlich, die Desinfektionsanstalt liegen kann.

Die hier aufgestellten Regeln decken sich fast völlig mit den in Beilage 11 der Friedens-Sanitätsordnung erlassenen Vorschriften, und das deutsche Militärmedizinalwesen stellt nur das als Regel auf, was bereits erprobt ist und sich als gut erwiesen hat.

b) Krankenzimmer und Utensilien.

Von den Krankenräumen ist in erster Linie dasselbe zu verlangen, was die ganze Anlage auszeichnen soll, nämlich Licht und Luft. Man stellt die Pavillons gern in die Richtung Nordost-Südwest, um beiden Seiten Sonnenlicht zukommen zu lassen. Gute, von oben und von unten aufrollbare Rouleaux aus grauem oder gelblichem Stoff oder ausserhalb der Fenster angebrachte Jalousier oder Markisen müssen die Möglichkeit gewähren, soviel Licht bezw. Sonnenschein, als gerade notwendig ist, auszuschliessen. Stark beschattende Bäume direkt vor den Fenstern sind nicht erwünscht.

Kranken-
zimmer.

Die Ventilation muss ausgiebig sein und pro Kopf einen stündlich zweimaligen Luftwechsel gestatten. Nach unseren jetzigen Kenntnissen von der Natur der Infektionskrankheiten ist ein Luftraum von 40 cbm erwünscht, aber bei entsprechender Reinlichkeit und Luftzufuhr auch ausreichend; die Ausatmungskohlensäure wird dann 0,75‰ nicht übersteigen. Hat man auf den Kostenpunkt keine Rücksicht zu nehmen, so mag man einen noch grösseren Luftraum gewähren. Man kommt ohne besondere Luftabfuhrungskanäle in den Hospitälern nicht aus, und es ist auf ausgiebige Weite derselben, gute Lage, Glätte der Innenwände sowie die Möglichkeit ihrer Erwärmung zu achten. Zuführte Luft darf niemals den Korridoren entnommen sein. Dass die frische Luft in der kühleren Jahreszeit nur angewärmt in das Zimmer gegeben werden darf, ist selbstverständlich. Ueber die

Ventilation.

Dachreiter, Firstventilation, sind die Ansichten geteilt, gewöhnlich schliessen die Klappen schlecht, es entsteht dann ein ungewollter Lufteinfall oder eine zu starke Absaugung der Luft. Bei Dachreiter-Ventilation ist eine sehr kräftige Heizung erforderlich.

Heizung.

Die Heizung muss ausgiebig und leicht regulierbar sein; Warmwasserheizungen für kleinere und Niederdruckdampfheizungen für grössere Hospitäler haben in den letzten Jahren mit Recht eine sehr weite Verbreitung gefunden. Wenn Lokalheizung gewünscht wird, so sind nicht die fast unregulierbaren Kachelöfen, sondern Regulierfüllöfen mit weitem Mantel zu wählen. Die mässige Wärmestrahlung dieser Öfen wird von den ausser Bett befindlichen Kranken angenehm empfunden; über Fussbodenheizung siehe Seite 259.

Beleuchtung.

Das elektrische Glühlicht ist den anderen Beleuchtungsarten vorzuziehen. Bei Verwendung von Gaslampen und auch von grösseren Petroleumlampen ist für die Abfuhr der Verbrennungsprodukte zu sorgen; die überschüssige Wärme des abführenden Rohres werde der Ventilation dienstbar gemacht. Eine Abblendung des Lichtes muss möglich sein. Wände, Decken und Fussböden seien möglichst undurchlässig, die Wände seien recht glatt und mit Gipsputz hergestellt und entweder ganz oder bis zu 2 m Höhe mit heller Oelfarbe, die Decke und eventuell der obere Teil der Wände mit guter Kalk- oder Leimfarbe hell, aber nicht gerade weiss gestrichen. Zum Fussboden eignet sich vorläufig noch am besten ein gut gelegtes Riemenparket, welches nicht gebohrt, sondern zunächst tüchtig mit Oel getränkt, dann alle paar Wochen mit Oel abgerieben und täglich ein- oder zweimal feucht abgewischt wird; ferner empfiehlt sich in den Zimmern einfarbiges Linoleum auf Gips- oder Zementunterlage, auf welchem man jeden Schmutz sieht, während auf den Korridoren und in den Verwaltungsräumen gemustertes Linoleum entschieden vorzuziehen ist. Türen und Fenster müssen dicht und geräuschlos schliessen; erstere sollen so breit sein, dass ein breites Bett bequem hindurch getragen werden kann, letztere sind in ihrem oberen Teil als Klappfenster einzurichten.

Utensilien.

Das Bett des Kranken, welches vollständig frei stehen muss, sei mindestens 2 m lang und nicht unter 1 m breit, Eisengestelle mit hölzernen Kopf- und Fussbrettern haben sich bewährt; als Unterlagen dienen zweckmässig Rahmen, die unter Verwendung von Stahlfedern oder Draht hergestellt und mit Matratzen aus Rosshaar überdeckt sind. Zum Zudecken sind in Leinen- oder

Baumwollenbezügen steckende wollene Decken von mindestens $2\frac{1}{4}$ m Länge zu empfehlen. Die Nachtschränken, die Tische werden am besten aus Eisen und Glas oder aus hartem Holz hergestellt; als Stühle dienen leichte Brett- oder sogenannte Wienerstühle mit Holzstuhl. Teppiche, Vorhänge und dergl. sind in Krankenzimmern meistens störend; freundlicher Zimmeranstrich und Sauberkeit seien die Hauptzierden. Die Nebenräume sind mit direktem Licht zu versehen und peinlichst sauber zu halten. Für die Geräte, Besen, Schmutzeimer, Wischtücher etc. muss ein besonderer, gut belichteter und zu lüftender Raum gewährt werden; es ist unzulässig, diese oft infizierten Gerätschaften in einer dunklen Ecke vor dem Klosett oder in der Badestube unterzubringen. Ebenso wenig dürfen die erwähnten Räume als vorläufige Aufbewahrungsorte für schmutzige Wäsche dienen. Letztere ist vielmehr in feste leinene Beutel zu stecken und alsbald der Waschanstalt zuzuführen, Wäsche aus den Isolierabteilungen ist zur Verhütung von Infektionen in angefeuchteten Beuteln zu sammeln und sofort der Desinfektionsanstalt zu übergeben. Letztere soll auch in den kleinsten Hospitälern vorhanden sein und muss einen sicher funktionierenden, geprüften Apparat enthalten. Für je 10 Kranke rechnet man einen Klosettsitz, für je 15--20 Kranke eine Badewanne.

c) Kost und Betrieb.

Ein sehr wichtiger Punkt ist die Verpflegung in den Krankenhäusern. Die Kost muss dem einzelnen Kranken angepasst werden. Leichtkranke und syphilitische, dermatologische oder chirurgische Kranke sind im allgemeinen bezüglich ihres Nahrungsbedürfnisses den Gesunden gleich zu stellen, beanspruchen also die Kost eines ruhenden, oder leicht arbeitenden Individuums, d. h. in der Tageskost eines etwa 70 kg schweren erwachsenen Kranken sollen ungefähr 110 g Eiweiss, 50 g Fett und 350 g Kohlehydrate, und zwar in der Form, wie sie der Kranke zu geniessen gewohnt ist, enthalten sein. Eine zweite Gruppe bilden die Genesenden mit noch nicht ganz gesunden Verdauungsorganen und subnormalem Appetit. Sie bedürfen mindestens derselben Menge von Nährstoffen wie die erste Gruppe, doch ist es zweckmässig, um rascheren Ansatz von Muskelsubstanz und Fett zu erzielen, etwas mehr Eiweiss und nur leicht verdauliche, den Appetit anregende Speisen zu reichen. Milch, Braten, Mehlspeisen, Weissbrot etc. bilden den Stamm dieser zweiten Kostform. In der dritten Form werden Kranke verpflegt, die wegen

Kost.

ihrer Allgemein- oder Lokalerkrankung einer spezialisierten Nahrung bedürfen. An die Kost der zweiten Gruppe in ihren Grundzügen sich anlehnend können hier zu allen Mahlzeiten nach Bestimmung des Arztes „Extradiäten“ der verschiedensten Art verabfolgt werden, während bei der ersten und zweiten Kostform nur Zuschläge in Gestalt vergrößerter Portionen gestattet sein sollten. Sowohl aus diätetischen Rücksichten als auch des Zeitvertreibs wegen soll die Nahrung den Kranken nicht in drei, sondern in fünf Mahlzeiten gereicht werden.

Appetitlichkeit
der Kost.

Ganz ungemein wichtig sind die schmackhafte Zubereitung und der Wechsel in der Nahrung; der Speisezettel für eine oder zwei Wochen soll dem dirigierenden Arzt nicht nur vorgelegt, sondern von diesem auch ordentlich geprüft und erforderlichenfalls abgeändert werden; ferner ist täglich von einem Arzt die Krankenkost nicht nur zu kosten, sondern zu essen. Der Arzt muss sich bewusst sein, dass in gewissen Stadien der Krankheit die gute Ernährung der mächtigste Heilfaktor ist, und dass zur guten Ernährung die reichliche Aufnahme von Speise, und dazu wieder ein reger Appetit erforderlich ist, der ohne gute, abwechslungsreiche Zubereitung der Speisen nicht zu erhalten ist. Dem Kranken sollen die Speisen auch in ordentlicher Weise serviert werden, d. h. es muss das Essen nicht auf einmal, sondern in der richtigen Speisenfolge, in entsprechenden Intervallen und warm, wenn erforderlich, und in tadellos sauberen Gefäßen gereicht werden, die in ihrer Form und Art den in der Gesellschaftsklasse des Erkrankten gebräuchlichen zu entsprechen haben. Nach allen diesen Richtungen hin wird leider in vielen Krankenhäusern arg gefehlt, und es ist nicht zuviel gesagt, dass zahlreichen leicht erregbaren Kranken oft das Essen, welches aus an und für sich gutem Material bereitet worden ist, durch seine Geschmacklosigkeit und Eintönigkeit, seine unpassende Temperatur und unappetitliche Servierung geradezu vereckelt wird.

Wärter.

Zu einem guten Hospitaldienst ist ein sorgfältig geschultes, zuverlässiges und gewandtes Wärterpersonal erforderlich. Die Heranziehung eines solchen ist aber nur möglich bei einer reichlicheren Bezahlung, als sie zur Zeit in den meisten Krankenhäusern üblich ist; man gibt den Leuten zu geringes Gehalt, ausgehend von der Idee, dass der Dienst, die körperliche Arbeitsleistung, eine geringe sei. Diese Auffassung ist grundfalsch; nicht auf die Kilogrammter kommt es bei dem Pfleger und Wärter an, sondern auf das Verständnis für die zu leistende

Arbeit, auf das Eingehen auf die Wünsche der Kranken, die Intentionen des Arztes und auf die sorgfältige, gewissenhafte und dem Kranken gegenüber liebevolle Ausführung des Aufgetragenen. In grösseren Hospitälern bringt man das Wartepersonal getrennt nach Geschlechtern in einem besonderen Hause unter; mehr als zwei Personen sollen nicht in einem Zimmer wohnen. Bereits in kleinen Anstalten ist ein Gesellschaftsraum für die Wärter erforderlich. Derselbe ist schon um deswillen besonders nützlich, weil die Leute dadurch an das Haus gefesselt und den Schänken entzogen werden.

Bei den Militärlazaretten und den Irrenanstalten ist überall die ganze Leitung des Hospitals in die Hand des ersten Arztes, des Chefarztes, gelegt. Diese Einrichtung hat sich bewährt und ist auch für die anderen Hospitäler zu erstreben. Die Hauptarbeit im Hospital wird vom Arzt geleistet, er gibt den Ton an, und deshalb muss er bestimmen und nicht der Verwaltungsbeamte; letzterem mag für gewisse Verhältnisse ein Vetorecht gegeben sein, aber seine Unterordnung unter den Chefarzt muss unbedingt verlangt werden. Die Auffassung, der Arzt habe genug getan, wenn er dem Kranken sein Medikament verschrieben, seinen Verband angelegt habe, ist unrichtig; der Arzt muss sich um den ganzen Betrieb in der Anstalt bzw. auf seiner Station kümmern, sonst wird das, was durch das gute Medikament erreicht worden ist, durch unpassende Ernährung und mangelhafte Pflege wieder vereitelt.

Zudem kann nicht genug betont werden, dass die Heilergebnisse bei weitem mehr durch zweckentsprechende Behandlung und gute Pflege als durch bauliche und sonstige Einrichtungen bedingt sind, und dass nicht der Baumeister, sondern der leitende Arzt in erster Linie den Erfolg garantiert.

Literatur: Goltdammer, Krankenhaus, in Dammers Handwörterbuch der öffentl. u. privat. Gesundheitspflege, Stuttgart 1891. — Rubner, Erfahrungen über den Bau und Betrieb von Krankenhäusern, Zeitschr. f. Med.-Beamte 1891. — Böttger, Das Kochsche Institut, Berlin 1891. — Böttger, Grundsätze f. d. Bau von Krankenhäusern, Berlin 1894. — Pistor, Grundzüge für Bau, Einrichtung und Verwaltung von Absonderungsräumen und Sonderkrankenhäusern für ansteckende Krankheiten, D. V. f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. 25. — Kirchner, Grundriss der Militärgesundheitspflege, Braunschweig 1895. — Schmieden, Erfahrungen u. Fortschritte a. d. Gebiete d. Krankenhausbaues, Ges. Ing. 1896, No. 4 u. 5. — Wallichs u. Rubner, Referate in d. wiss. Deputation f. d. Medizinalwesen betr. Ziele und Handhabung d. Staatsaufsicht über Einrichtung u. Betrieb d. öff. u. Privat-Kranken-

anstellen. Vierteljahrsschr. f. ger. Med. u. öff. Sanitätswesen 1896, S. 358. — Praussnitz, Die Kost in Krankenhäusern mit besonderer Berücksichtigung der Münchener Verhältnisse. D. V. f. öff. Gesundheitspflege 1893 S. 563. — Mencke-Carlan, Welche Aufgaben erfüllt das Krankenhaus der kleinen Städte und wie ist es einzurichten. Berlin 1904.

Sachregister.

- A b f a l l s t o f f e** 301.
A b f u h r 314.
A b f u h r s y s t e m e 306.
A b o r t a n l a g e n 205, 323.
A b p u m p e n v o n B r u n n e n 53.
A b s o n d e r u n g 454.
A b s o r p t i o n d e r S o n n e n s t r a h l e n 26.
A b w ä s s e r 316—342.
A e q u a t o r i a l e S t r a s s e n 215; -Winde 23.
A e r o b e B a k t e r i e n 417.
A g g l u t i n i n e 439.
A k k l i m a t i s a t i o n 41.
A k t i n o m y k o s e 132.
A l e x i n e 436.
A l k a l o i d h a l t i g e G e n u s s m i t t e l 162.
A l k o h o l 169, 399.
A l k o h o l i s m u s 170.
A l t e r s v e r s i c h e r u n g 412.
A m b o z e p t o r 434, 436.
A m e r i k a n e r O e f e n 239.
A m m o n i a k 6, 59, 67, 379.
A m ö b e n 436.
A m y l a z e t a t l a m p e 282.
A n a e r o b e B a k t e r i e n 417, 420.
A n ä m i e 40.
A n c h y l o s t o m u m 49.
A n e m o m e t e r 24.
A n e r o i d - B a r o m e t e r 21.
A n i m a l i s c h e r S t a u b 387.
A n o p h e l e s 538.
A n s t e c k u n g s v e r d ä c h t i g e 454.
A n t h r o p o t o x i n 6.
A n t i m o n 122.
A n t i t o x i n e 429.
A n z e i g e p f l i c h t 453.
A p p e l p a r e n h a u t, — e n b a s 270.
A p p e r t s c h e s V e r f a h r e n 127.
A r b e i t 109, 115; -Pausen 374; -Schädigungen 376; -szeit 374.
A r b e i t e r 370, 374; -Gesetze 375, 408
 -Kinder 373, 375, 407; -Luftraum
 369; -Nahrung 397; -Wohnungen
 400.
A r s e n, 122, 391.
A s b e s t f i l t e r 84.
A s c a r i s l u m b r i c o i d e s 49.
A s p i r a t i o n 272; -sthermometer 28.
A s s a n i e r u n g d e r S t ä d t e 458.
A t m o m e t e r 10.
A t m o s p h ä r e 1.
A t m u n g s k r a n k h e i t e n 457.
A u s n u t z u n g 118, 158.
A u s s c h l a g s k r a n k h e i t e n 457, 543.
A u s s c h l u s s v o n d e r S c h u l e 352.
A u s s e n b e z i r k e 223.
A u s w u r f 475, 499.
A z e t y l e n 294, 299.
B a c h w a s s e r 78, 80.
B ä d e r 191.
B a d e w a n n e n 193.
B a k t e r i e n 14, 46, 50, 52, 56, 61, 68,
 89, 91, 101, 132, 140, 142, 147, 196,
 302, 328, 337, 341, 352, 415 u. f.
B a k t e r i z i d e S u b s t a n z 433.
B ä n k e 360.
B a r a c k e n h o s p i t ä l e r 553.
B a r b o w s c h e K r a n k h e i t 148.
B a r o m e t e r 21.
B a s s i n b ä d e r 191.
B a t a t e n 160.
B a u m w o l l e 177, 180, 184, 185; -Staub
 386.
B a u r e c h t 210; -Ordnung 210, 221;
 -Pläne 210; -Weisen 223; -Wich
 225; -Zone s. Bauweise.
B a z i l l e n 416.
B e g r ä b n i s p l ä t z e 347; -Turnus 345.

- Behördliche Massnahmen gegen Seuchen 452.
 Belästigung, gesundheitliche 396.
 Beleuchtung 278, 358, 372: indirekte 289.
 Beobachtungsstationen 455.
 Bergkrankheit 2.
 Berieselung 338.
 Berkefeld-Filter 84.
 Berufliche Schädigungen 376.
 Betel 164.
 Betten 189.
 Bewahranstalten 407.
 Bier 168; -Schankapparate 169.
 Biologische Abwasserreinigung 335.
 Blei 45, 87, 122, 172, 390.
 Blocksystem 553.
 • Blutgase 21; -körperchen-Ver-
 mehrung 38; -serum 419; -Thera-
 pie 431.
 Boden 91; -Bakterien 91, 101; -Feuch-
 tigkeit 97, 100, 107; -Filtration
 339, 341; -Krankheiten 101, 107;
 -Luft 100, 198; -Struktur 93;
 -Temperatur 95; -Verunreinigung
 197, 303.
 Bogenlicht 245.
 Bouillon 126.
 Branntwein 165.
 Brausebäder 193.
 Brechdurchfall 35, 38, 141.
 Brenner (Lampen) 290.
 Brennmaterialien 231.
 • Breyer'sches Filter 84.
 Brom 86, 379.
 Bronzestaub 385.
 Brot 156.
 Brunnen 50, 54, 68.
 Bücher 364.
 Büchsenfleisch 126.
 Butter 150; -Milch 152.
- C**aissons 22.
 Carne secca 127.
 Cerebrospinalmeningitis 510.
 Chamberlandfilter 84.
 Chaptalisieren 167.
 Charqui 127.
 Chlor 59, 67, 379; -Kalk 86, 465.
- Cholera 48, 61, 104, 143, 477.
 Chrom 122, 394.
 Crenothrix 70.
 Cytase 441.
 Cytolysine 433.
 Cytoryctes variolae 547.
- D**a ch - Wohnungen 203.
 Dampfdesinfektion 467; -Heizung
 248; -Luftheizung 259; -Wasser-
 heizung 249.
 Darmkrankheiten 457.
 Dauerbrandöfen von Winter 240.
 Degenerationsformen 417.
 Depressionszone 72.
 Desinfektion von Brunnen 54; — von
 Wasser 86; — durch Licht 278; —
 der Abwässer 338; — der Faekalien
 309, 475; — der Wohnung usw.
 462; — des Sputums 475; -Appa-
 rate 467; -Methodik 471; -Mittel 462.
 Desodorisation 310.
 Destilliertes Wasser 88.
 Diagonale Strassen 215.
 Diphtherie 18, 432.
 Disaccharate 111.
 Disposition 104, 440, 443.
 Distomen 49.
 Druckkraft des Windes 24.
 Durchgangszone 98.
 Durst 13, 114.
 Duschebäder 193.
 Dysenterie 534.
- E**ier 139.
 Eigenschaften des Wassers 45, 55.
 Einfallswinkel 211.
 Eingangspforten für Infektionser-
 reger 444.
 Eingelagertes Wasser 184.
 Eis 88.
 Eisen im Wasser 56, 60, 69.
 Eisenstaub 384.
 Eiterung 516.
 Eiweiss 110, 112.
 Ektogen 447.
 Elektrische Beleuchtung 294, 297.
 Endotoxine 425.
 Enteignungsrecht der Städte 222.
 Enteisung 75.

- Entflammbarkeit 232.
 Entlüftungsöffnung 266.
 Entogen 447.
 Entozoen 49, 129.
 Entwärmungsöffnung 265.
 Epidemien 446, 450.
 Erbsen 159.
 Erfrierungen 30.
 Erkältung 33; -Krankheiten 33, 35, 195.
 Ernährung 109, 115, 397; -Störungen 354.
 Erysipel 518.
 Erythema solare 30.
 Essen 236, 243.
 Essgeschirre 121, 560.
 Exantheme 18, 543.
 Exhaustion 272.
 Explosion 298, 299, 378.
 Exzessive Temperaturen 30.
- F a e c e s** 52, 301, 306.
 Fallrohr 312.
 Farbstoffe 122, 172, 187, 422.
 Fasssystem 309.
 Fäulnis 92.
 Fenster 205.
 Ferienkolonien 408.
 Fermente 422.
 Fett 111, 116; Fette Personen 41.
 Feuchtigkeit 7, 11, 195, 201,
 Feuerbestattung 348.
 Feuerklosett 315.
 Feuerluftheizung 257.
 Filarien 49.
 Filter für Luft 18; für Wasser 81, 84; für Staub 371.
 Finnen 130.
 Fische 125.
 Flachbrunnen 69.
 Flecktyphus 546.
 Fleisch 124; — bedingt taugliches 138; -Beschau 137; -Gesetz 137; -Brühe 126; -Konserven 126; -Extrakt 128; -Infektionen 129; -Intoxikationen 134; — minderwertiges 138; — taugliches 138; — tuberkulöses 133; — untaugliches 138.
- Fluorwasserstoffsäure 379.
 Flussverkehr 456; -Verunreinigung 327; -Wasser 78.
 Formaldehyd 465.
 Formalin 465, 473.
 Frauenarbeit 373, 375, 376; -Kleidung 189.
 Freibank 139.
 Freiluftatmer 372.
 Friedhöfe 347.
 Frostschäden 30.
 Fundamente 198.
 Fussbekleidung 187; -Boden 203; -Bodenheizung 259.
- G a l e r i e n** 72, 73.
 Gallisieren 167.
 Gas 292; -Glühlicht 293; -Oefen 236, 241; -Schädigungen 236, 297, 379.
 Geflügeltuberkulose 132, 495.
 Gelbfieber 454, 455.
 Gemässigte Zone 39.
 Gemüse 161.
 Genussmittel 122, 162.
 Gerinnung der Milch 140.
 Gewebefasern 177.
 Gewerbehygiene 368; -Inspektoren 376.
 Gewürze 162.
 Giessfieber 394.
 Gifte im Wasser 45; in den Kleidern 187; s. Intoxikation.
 Giftimmunität 428.
 Giftstaub 390.
 Gipsdielen 200.
 Glanz des Lichtes 285.
 Glühlicht 292, 293, 294.
 Glukosen 111.
 Gonorrhöe 524.
 Grab 348.
 Grenzverkehr 455.
 Grenzzahlen 55.
 Gruben 306.
 Grundwasser 66, 68, 98.
 Grundwasserzone 98.
 Gummigutti 122.
 Gummizeuge 184.
- H a d e r n k r a n k h e i t** 387.
 Haferstärke 156.

- Hämoglobin 2, 38.
 Hämolsine 435.
 Handwerk 368, 375.
 Haptophore Gruppe 428.
 Härte 56, 59.
 Haus 195, 400; -Abwasser 316;
 -Arbeit 368; -Bau 197; -Filter 84;
 -Industrie 368; -Leitung 87, 318.
 Hautpflege 190.
 Heilserum 431.
 Heimatsrecht 409.
 Heisswasserheizung 244.
 Heizkammer 254; -Kraft 232; -Ein-
 richtungen und Eigenschaften 233;
 -Effekt 232; -Gase 235, 360, 372;
 -Arten 237; -lokale 237; -zentrale 244.
 Helligkeit 282, 284.
 Hessische Methode 15.
 Hilfskassen 409.
 Himmelslicht, diffuses 279.
 Hitzschlag 31.
 Hochdruckheizungen 244, 249.
 Höfe 216, 224.
 Höhenklima 37; -Wirkung 38.
 Holzstaub 387.
 Hospitaler 551.
 Hülsenfrüchte 159.
 Hunger 109, 114.
 Hygrometer 9, 10.
 Hygroskopisches Wasser 183.
 Hyphomyceten 417.

Jägerscher Wollstoff 184, 185.
 Immunität und Immunisierung 427,
 431, 432, 440, 461.
 Immunkörper 434.
 Impetigo contagiosa 549.
 Impfgesetz 548, 550
 Impfschäden 549.
 Impfungen 367, 387, 548.
 Inaktivierung 434.
 Infektionen 46, 49, 83, 129, 142, 207,
 302, 321, 337, 341, 343, 352, 387,
 423 u. f.
 Influenza 507.
 Insolation 30, 229.
 Inspektoren 376.
 Internationale Seuchen-Massnahmen
 455.

 Intoxikationen 45, 121, 134, 141, 236,
 297, 303, 346, 379, 380—398, 423
 u. f.
 Invaliditätsgesetz 412.
 Involutionsformen 417.
 Isobaren 20.
 Isochimenen 28
 Isodyname Werte 110, 112.
 Isolation 457.
 Isolierräume 554.
 Isotheren 28.
 Isothermen 28.
 Jugendliche Arbeiter 375, 376.

Kachelöfen 243.
 Kadmium 122.
 Kaffee 162.
 Kakao 164.
 Kälberlymphe 548.
 Kalk 59, 465; -Milch 465; -Salze 59.
 Kalmen 23.
 Kalorimeter 181.
 Kalorimetrischer Effekt 109, 232.
 Kamine 237.
 Kanalisation 318.
 Karbacidometer 5.
 Karbolsäure 463.
 Karbonnatronöfen 236.
 Kartoffel 160; -Stärke 161.
 Käse 152.
 Kefir 152.
 Kehrlicht 305.
 Kellergeschoss 198; -Wohnungen 204.
 Kerzen 292.
 Kesselbrunnen 52, 70.
 Keuchhusten 19, 457.
 Kieselguhrfilter 84.
 Kilogrammter 110.
 Kinder 406; -Arbeit 373, 375; -Garten
 407; -Horte 408; -Krippen 407;
 -Milch 145—150.
 Kläranlagen 329—337; -Schlamm
 327.
 Kleber 155, 158.
 Kleidung 12, 177; — Wahl 185; —
 Frauen 189.
 Kleie 158.
 Klima 36.

- Klosetts 205, 323.
 Knappschaftskassen 409.
 Kochen 120; -Geschirre 121; -Unter-
 richt 398.
 Kohlebreiverfahren 334; -hydrate
 111, 114; -Filter 85; -Oxyd 235,
 298, 378; -Säure 3, 6, 101, 116, 378;
 -Staub 383; -Stoff 116.
 Koka 164.
 Kokken 416.
 Konsumvereine 124.
 Kontagiöse Krankheiten 447, 543.
 Kontinentalklima 37.
 Komplement 435.
 Kopfschmerz 354.
 Korallin 122.
 Korngrösse 95.
 Korpuskuläre Bestandteile der Luft
 14; — des Wassers 52; 63.
 Korridorhospitäler 551.
 Korsett 189.
 Kost 119, 554; -Sätze 123, 559, 560.
 Kot s. Fæces.
 Krankenhäuser 551; -Kassengesetz
 410; -Kost 113; -Wärter 560; -Zim-
 mer 557.
 Krankheitsverdächtig 454.
 Krematorium 348.
 Kremometer 147.
 Kreolin 464.
 Kresole 464.
 Kübelsystem 309.
 Küchenabfälle 52.
 Kühlkeller 137.
 Kultur der Bakterien 418.
 Kunstbutter 152.
 Kunstkäse 153.
 Kunstwein 167.
 Kupfer 121, 122.

 L a h m a n n s R e f o r m b a u m -
 w o l l e 180, 183.
 Laktobutyrometer 147; -densimeter
 146; -skop 146.
 Lampen 290; -Brenner 290; -Glocken
 288.
 Landarme 408.
 Landklima 36.
 Leguminosen 159.

 Leichenhallen 343; -Schau 344, 453;
 -Transpot 350; -Verbrennung 348;
 -Zersetzung 345.
 Leim 110.
 Leinen 177, 180.
 Lepra 505.
 Leuchtgas 101, 236, 290, 297.
 Licht 278; -Glanz 185; -Messung 279;
 -Mengen 284; -Prüfer 281; -Quellen
 289; -Schädigungen 279; -Wirkung
 278; -Verbrennungsprodukte 287;
 -Versorgung 211, 217.
 Liernursystem 326.
 Lokalheizungen 237.
 Lordosis 354.
 Luft 1; -Befeuchtung 234; -Druck
 20; -Feuchtigkeit 7; -Filter 18, 371;
 -Heizung 254; -Raum 263, 369;
 -Sauger 273; -Staub 14—17; -Um-
 wälzung 253; -Untersuchung 15.
 Lumpen 457.
 Lysol 464.
 Lyssa 133, 142, 531.

 M a g e r m i l c h 145.
 Mais 159.
 Malaria 19, 41, 104, 538.
 Malignes Oedem 103.
 Margarine 152, 153.
 Marshscher Apparat 187.
 Masein 19, 457, 543.
 Massenernährung 123; -Quartiere
 404.
 Mate 164.
 Maul- und Klauenseuche 142.
 Mehl 154, 387.
 Menagen 398.
 Meridiane Strassen 216.
 Meristen 416.
 Messingfieber 394.
 Meterkerze 282.
 Miasmatische Krankheiten 447,
 Mieschersche Schläuche 130.
 Mikrokokken 416.
 Mikroorganismen 415 u. f.; — der
 Abfallstoffe 302, 309, 321, 338, 341;
 — des Bodens 91, 101; -Kultur
 etc. 408; — der Fäulnis 345, 346;
 — des Fleisches 132; — im Ge-

- werbe 387; — der Luft 15, 16;
 — der Milch 142, 147; — para-
 sitische 423; — saphrophytische
 421; — des Wassers 46, 61.
 Milch 139; -Bakterien 142, 147; -Zen-
 trifuge 151; -Konserven 150; -Kon-
 trolle 144; -Gifte 141; -Krankheiten
 142; -Sterilisation 148; -Säuerung
 140; -Verfälschungen 145; -Zucker
 111, 140, 150; -Zusammensetzung
 139
 Miliartuberkulose 496.
 Milzbrand 61, 133, 142, 527.
 Minderwertiges Fleisch 138.
 Mineralsäuren 465.
 Mineralwasser 88.
 Mischinfektion 426.
 Monosaccharate 111.
 Morbidität 36.
 Mortalität 36.
 Müll 305.
 Mutterkorn 155.
 Myopie 355.

N ä h r b e d a r f 115, 116; -Agar 420;
 -Gelatine 419.
 Nahrung 115, 116; -smittel 109; -sge-
 setz 172; -sämtler 172.
 Nasenbluten 354.
 Nebel 8, 37.
 Nernstlampe 295.
 Nervosität 356.
 Niederdruckheizungen 245, 250.
 Niederschläge 14.
 Nitrifikation 92.
 Normalkerze 282.
 Notauslass 320, 325; -Schlachtung 137.

O b e r f l ä c h e n w a s s e r 50, 77.
 Obst 161.
 Ofen 237.
 Ofenklappen 236.
 Offene Wässer 50.
 Organbildner 112; -Eiweiss 113.
 Organische Substanzen 5, 6, 60, 67,
 93, 335.
 Ortschaften 210.
 Osmiumlicht 295.
 Oxiuris vermicularis 49.

 Oxydationsbeet 335.
 Ozon 2, 3.
 Ozonisierung des Wassers 85.

P a r a g u a y t e e 164.
 Parasiten 129, 423.
 Paratyphus 491.
 Pasteurisieren 148, 166.
 Pathogenität 423.
 Pavillonhospitälcr 553.
 Pellagra 159.
 Peptone 128.
 Perlsucht 132, 531.
 Permeabilität 94.
 Personenverkehr 454, 456.
 Pest 521.
 Petiotisieren 167.
 Petriscbe Methode 15.
 Petroleum 289, 298; -Ofen 244.
 Pfeiffersches Phänomen 434.
 Pflasterung 220.
 Phagocytose 441.
 Phosphor 393.
 Photometer 282.
 Pikrinsäure 128.
 Pilze 161; — Sporen 17.
 Pissoir 313.
 Plattenkultur 62, 419.
 Plätze, freie 218.
 Pocken 547; -Häuser 18.
 Pökelfleisch 126.
 Polarklima 38.
 Porengrösse 94; -Volumen 94; -Ven-
 tillation 265.
 Poudrette 315.
 Praecipitine 439.
 Propulsion 272.
 Proteine 425.
 Protozoen 20, 533.
 Psychrometer 10.
 Ptomaine 134, 422.
 Puerperalfieber 519.
 Pumpen 71.
 Puna 2.

Q u a r a n t ä n e n 456.
 Quecksilber 122, 392, 465; -Dampf-
 lampe 297.
 Quellwasser 51, 72, 76.

- Rabies** s. Lyssa.
 Radiatoren 248.
 Rasse (Akklimation) 43; -Immunität) 440.
 Rauchbelästigung 233, 396: -Fleisch 126; -Verbrennung 233.
 Raumwinkelmesser 280.
 Reaktivierung 434.
 Regen 9; -messer 10; -Wasser 63, 80, 301, 320.
 Regulierfüllöfen 237.
 Reichsgewerbeordnung 395.
 Reinkultur 418.
 Reinlichkeit 186, 220, 303, 372.
 Reis 117, 159.
 Reizmittel 122, 162.
 Reservoir 87.
 Resorbierbarkeit 111, 118, 158.
 Respiratoren 371.
 Revakzination 548.
 Revisionsschacht 318.
 Rezeptor 428.
 Rieselung 339.
 Riesenzellen 496.
 Rinderpest 133; -tuberkulose 495.
 Röhrenbrunnen 71, 72.
 Rotlauf 133, 510.
 Rotz 133, 530.
 Rückgratverkrümmungen 354.
 Rückstand 59.
 Ruhepausen 374.
 Ruhr 534.

Saccharosen 111.
 Salpetrige und Salpeter-Säure 7, 59, 67, 379.
 Salze 112; Salzfleisch 126.
 Sammelsystem 318.
 Sandfilter 81.
 Sanitätskommissionen 458.
 Saprophyten 421.
 Sarcinen 416.
 Sättigungsdefizit 8, 9, 235.
 Sauerstoff 1, 20; -Teig 157.
 Schalenkreuz 24.
 Schanker 525.
 Scharlach 19, 457, 544.
 Scheelisieren 167.
 Schiffsverkehr 456.
 Schizogonie 539.
 Schlachtabgänge 126; -Häuser 135.
 Schlafgänger 405.
 Schlamm 337.
 Schokolade 164.
 Schreibutensilien 363.
 Schrift 363.
 Schuhe 187.
 Schule 352, -arzt 366; -Bad 191; -Bank 360; -Bau 357; -Betrieb 367; -Bücher 364; -Krankheiten 354; -Infektionen 352; -Schluss 353; -Utensilien 360; -Zimmer 358.
 Schutzimpfungen 431, 458; -Stoffe 429, 433.
 Schwarzwasserfieber 542.
 Schwefelwasserstoff 101, 379.
 Schweflige Säure 379.
 Schweineseuche 133.
 Schweiß 183; -Fuss 188.
 Schwemmkanalisation 318.
 Schwimmbäder 191.
 Secale cornutum 155.
 Sedimentierung der Abwässer 328.
 Seeklima 36; -Verkehr 456; -Wasser 80.
 Seide 177.
 Seitenkettentheorie 428.
 Selbstreinigung 79, 328.
 Septikämie 518.
 Serumtherapie 431.
 Seuchenhäuser 18, 554, 556.
 Shones System 325.
 Sielwasser 326.
 Sinkkasten 319.
 Siphon 322.
 Skoliose 355.
 Solutol 469.
 Sommerepidemien 451; -Ventilation 275.
 Sonnenbrenner 270; -Bestrahlung 211; -Licht 211; -Stich 30.
 Soxhletscher Apparat 149.
 Spezifität 434, 437.
 Spiegelfabrikation 392.
 Spiele 366; -Waren 122.
 Spirillen 416.
 Spiritusglühlicht 294.
 Spirochaeten 416.

Sporen 417.
 Sporogonie 540.
 Spülgrube 317.
 Spülvorrichtungen 321.
 Stadtanlage 210; -Bebauungsplan
 221—225.
 Stallprobe 145.
 Staphylococcus pyogenes 516.
 Stärke 111, 156.
 Staub 14, 235, 262, 382; -Inhalation
 382.
 Stauweiher 65, 80.
 Steinstaub 385.
 Sterilisieren (Milch) 149.
 Stickstoff 1, 112; -gleichgewicht 113.
 Stiefel 188.
 Strahlung 24, 181, 211, 234.
 Strassen 214, 217, 221, 237.
 Streptokokken 416; — der Eiterung
 517.
 Sturzflammenfeuerung 239.
 Sublimat 465.
 Süßernsche Masse 316.
 Syphilis 525.

T a b a k 165, 386.
 Taenien 49, 130.
 Tageslicht 279.
 Talsperre 65.
 Tapeten 205.
 Taucherarbeiten 22.
 Taupunkt 8.
 Tee 163.
 Temperatur 26; — exzessive 30;
 -Schwankungen 27, 33.
 Tension 7.
 Tetanus 103, 432.
 Thermometer 28; Thermometro-
 graph 27.
 Tierdung 305.
 Tiefbrunnen 56, 69, 75.
 Tollwut s. Rabies.
 Tonfilter 84.
 Tonnen 308.
 Torfklosett 310.
 Totenschau 344.
 Toxalbumien 424, 425.
 Toxine 422, 424.
 Toxische Stoffe i. d. Industrie 390.

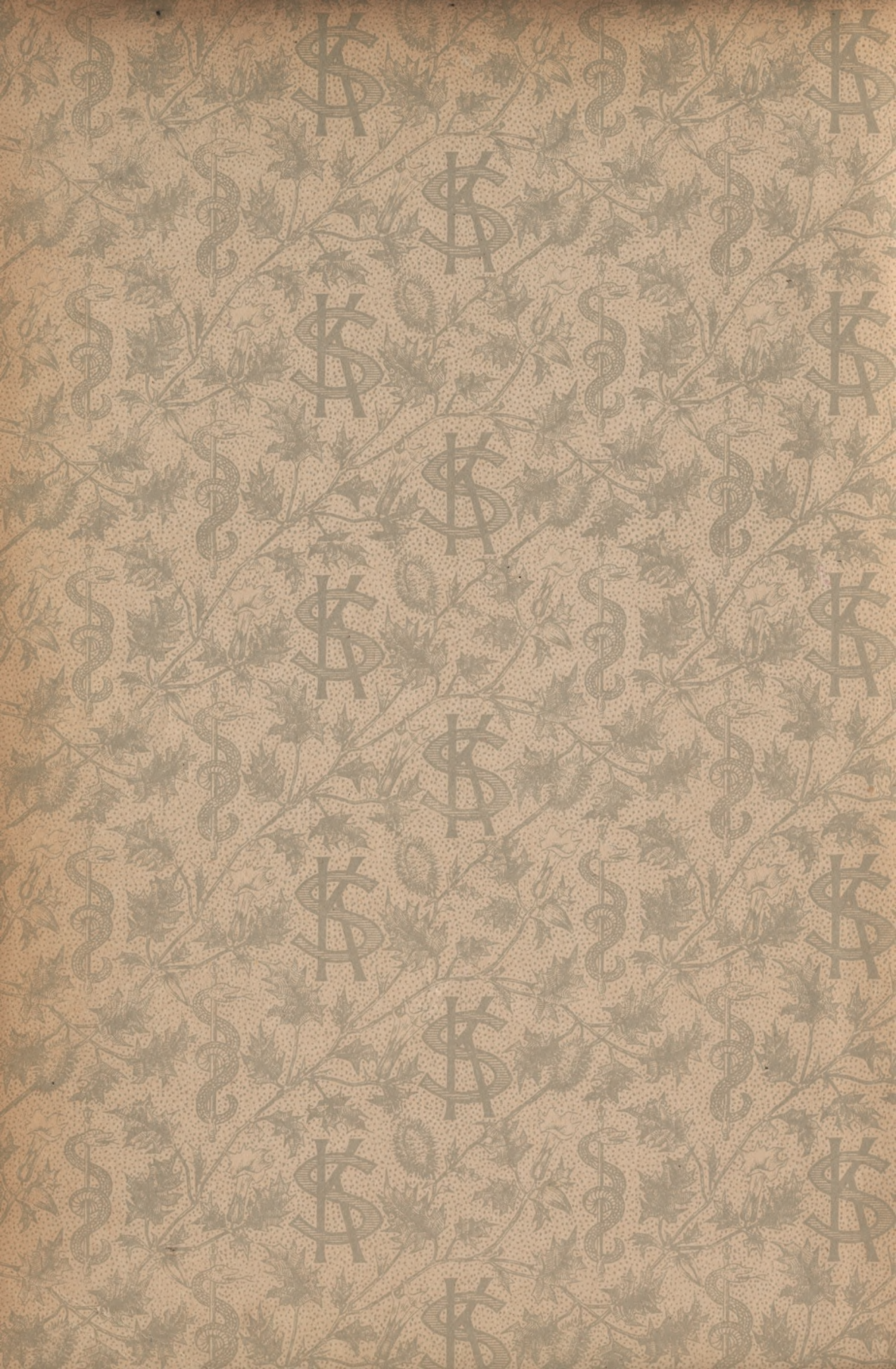
Toxoide 433.
 Toxone 433.
 Toxophore Gruppe 428.
 Transportwesen 55+.
 Trennsysteme 324.
 Trichina spir. 129.
 Trichocephalus dispar 49.
 Tripper 524.
 Trogspülklosett 324.
 Tropen 39; -Haus 207.
 Tröpfcheninfektion 17, 19, 448, 500
 509.
 Tuberkulin 495.
 Tuberkulose 132, 142, 493; ähnliche
 Bazillen 496.
 Turnen 366.
 Typhus abdom. 48, 61, 104, 143,
 484; — exanth. 546.

U b i q u i t ä t 449.
 Ueberbüdung 364.
 Ueberwachung 454.
 Umlegungsgesetz 222.
 Undurchlässige Schichten 66.
 Unfall 377; -Versicherung 411.
 Unkrautsamen 155.
 Unreinlichkeit 197, 304.
 Untergrund 197.
 Unterricht 365.
 Unterstützungswohnsitz 409.
 Uran 122.

V a k u u m t h e r m o m e t e r 29.
 Vakzination 548.
 Variolation 547.
 Venerische Erkrankungen 524.
 Ventilation 224, 260, 311, 359, 370;
 -Bedarf 263, 359; -Kanäle u. Oeff-
 nungen 264; -Kräfte 267; — künst-
 liche 268, 272; -Messung 277; —
 natürliche 268, 272.
 Ventilator 274.
 Verbrennung 231; -Produkte 287.
 Verdächtiges Wasser 49.
 Verdunstungszone 100.
 Vergleichszahlen 55.
 Vermoderung 92.
 Verwesung 92.
 Virulenz 426, 444.

- Volksküchen 124.
 Vollmilch 145.
 Vorhänge 279.
 Vorortbezirke 223.
- Wände** 199.
 Warenverkehr 454, 456.
 Wände 199.
Wärme 26; -Abgabe d. Erde 26, 27;
 — des Körpers 14, 175, 181; —
 des Lichtes 286—295; — der Woh-
 nung 200, 230; -Aufnahme 30,
 180; -Bedarf 230; -Kapazität 26;
 -Effekt 109, 232; -Erzeugung 231,
 286, 290—296; -Leitung 13, 175,
 182; -Quellen 26, 231; -Regulation
 des Körpers 12, 176; — des Hauses
 229, 233; -Schlag 31; -Schutz
 200, 229; -Strahlen 26, 234; -Strah-
 lung 14, 176, 181; -Transport 25,
 33, 182, 207; Wasserverdunstung
 12, 176, 183; -Stau 14.
 Warmwasserheizung 245.
Wasser 7, 112; -Bakterien 46, 52, 61;
 -Kapazität 8, 94; — chemische Be-
 funde 53. -Desinfektion 54, 86;
 -Dunst 7; -Eigenschaften 45. 58;
 -Ergiebigkeit 57, 77; -Gas 236, 298;
 Hausgebrauch 45, 253; -Heizungen
 244; -Leitungen 87; -Lokalität,
 Einfluss derselben 49, 70; -Menge
 57; -Oefen 247; -Ozonisierung 85;
 -Preis 57; -Probeentnahme 62;
 -Temperatur 55, 58; -Tröpfchen 17;
 -Untersuchung 58, 61, 89; -Ver-
 dunstung 7, 176, 183; -Versor-
 gung 64, 70, 78, 80, 88; Zufluss 57.
- Wein** 166.
 Werkstätten 375.
 Widalsche Reaktion 490.
 Wind 23, 25.
 Winterepidemien 451; -Ventilation
 276.
 Witterung 34.
 Wohlfahrtseinrichtungen 397.
 Wohnung 195, 206, 207, 400; -Krank-
 heiten 195, 218; -Polizei 227.
 Wolle 177, 180, 184, 185.
 Wolperts Karpazidometer 5.
 Wundinfektionen 457, 516.
 Wurst 127; -vergiftung 134, 423.
- Yams** 160.
- Zählplatte** 63.
 Zentralheizungen 244.
 Zentrifuge 151.
 Zersetzungsvorgänge 345, 422.
 Zeuge 178; — wasserdichte 184.
 Zellulose 111, 118, 159.
 Zimmer 204; -Luft 6, 19, 262; -Des-
 infektion 472, 473.
 Zink 122, 385.
 Zinn 122; -rohr 87.
 Zirkulationsventilation 258.
 Zisternen 64.
 Zoonosen 527.
 Züchtung von Bakterien 418.
 Zucker 111.
 Zuflüsse zum Grundwasser 99; —
 zu Quellen 77.
 Zuleitung des Wassers 86.
 Zündholzindustrie 393.
 Zwischendecken 201.
 Zwischenkörper 435.

Z BIBLIOTEKI
a. k. kursu naukowego gimnazycznego
W KRAKOWIE





KOLEKCJA
SWF UJ

A

603

Biblioteka Gl. AWF w Krakowie



1800053575