

Ferd. August Schmidt



Unser Körper

R. Voigtlaenders Verlag Leipzig

XX 00 2859131

Biblioteka Gl. AWF w Krakowie

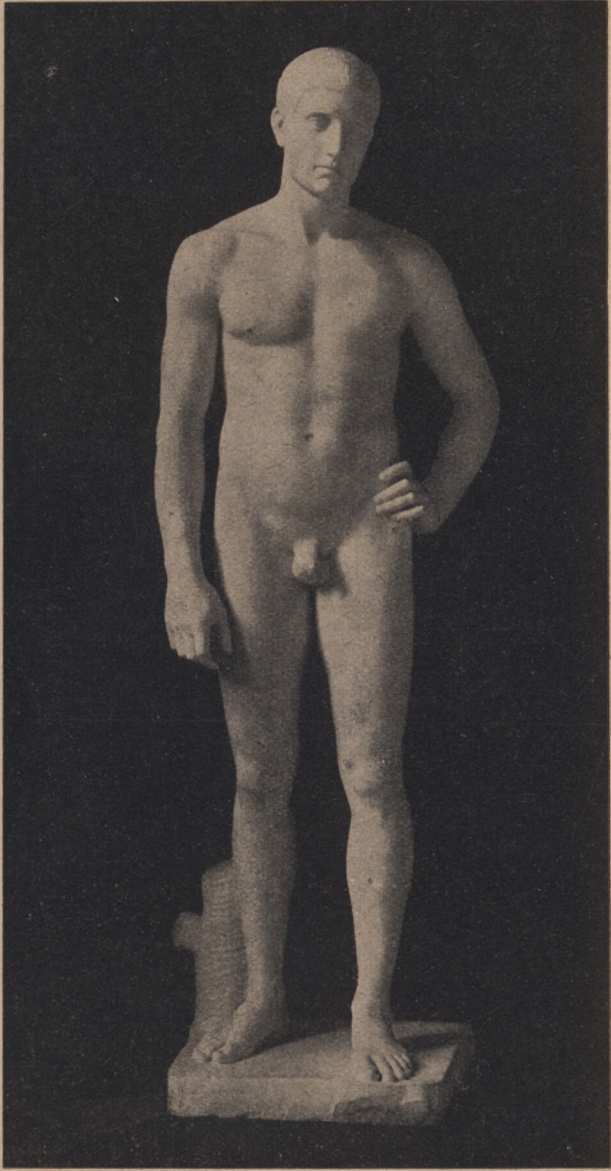


1800056011









„Jungler Mann“. Bildwerk von Prof. Ad. Hildebrand  
in der Königl. Nationalgalerie in Berlin.

Lichtdruck mit Erlaubnis des Künstlers und der Direktion der Galerie aufgenommen.

610  
~~PAŃSTWOWE KURSA  
WYCHOWANIA FIZYCZNEGO  
W KRAKOWIE~~

# Unser Körper

Handbuch der Anatomie, Physiologie  
und Hygiene der Leibesübungen

Von

**Ferdinand August Schmidt**

Geheimer Sanitätsrat Professor Dr. med.

Fünfte, neubearbeitete Auflage  
Mit 571 Abbildungen und einem Anhang:  
Erste Hilfe bei plötzlichen Unglücksfällen



R. Voigtländer<sup>s</sup> Verlag in Leipzig 1920



711

Allenburg  
Pierer'sche Hofbuchdruckerei  
Stephan Geibel & Co.  
2321



Dem Andenken an seinen lieben Freund,  
den Gründer und Führer des „Zentralausschusses  
für Volks- und Jugendspiele“  
in den Jahren von 1891 bis 1915

**Dr. med. h. c. Emil von Schenckendorff**

widmet diese fünfte Auflage seines Buches  
„Unser Körper“

Der Verfasser



## Aus dem Vorwort zur ersten Auflage.

„Eine Darstellung der physiologischen Einwirkungen der verschiedenen Arten von Leibesübungen befaßen wir bisher in Deutschland nicht. Die bezüglichen Kapitel unserer größeren Turnschriften oder selbständige Werke gehen nicht über die bekannten Gemeinplätze vom körperlichen Nutzen des Turnens hinaus, allenfalls geben sie Auszüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie — nicht aber der eigentlichen Physiologie der Leibesübungen.“

So schrieb ich im Vorwort zu meinem 1893 erschienenen Schriftchen „Die Leibesübungen nach ihrem körperlichen Übungswert dargestellt. Ein Grundriß der Physiologie des Turnens“. Nachdem dies Büchlein, welches auch in mehrere fremde Sprachen übersetzt wurde, schon seit einigen Jahren vergriffen ist, trat der Gedanke seiner Neuherausgabe nahe. Indes beschloß ich statt dessen eine breitere Darstellung des Baues und des Lebens unseres Körpers zu verfassen, welche in ihren einzelnen Abschnitten stete Rücksicht auf die Erziehung des Körpers zur Gesundheit, Schönheit, Gewandtheit, Kraft und Ausdauer nimmt. Dem schließt sich in einem besonderen Abschnitt als „Bewegungslehre der Leibesübungen“ der Versuch an, nicht nur die Mechanik der verschiedenen Übungsarten sowie deren physiologische und gesundheitliche Einwirkungen zu erörtern, sondern auch stete Hinweise auf den praktischen Betrieb zu geben. Langjährige Erfahrungen und ärztliche Beobachtungen auf den Übungsplätzen sowie eigene Betätigung von Jugend auf standen hierfür dem Verfasser zu Gebote. Im Anhang ist in knapper Darlegung das Übungsbedürfnis in den verschiedenen Lebensaltern behandelt.

Dank dem Entgegenkommen des Herrn Verlegers war es mir möglich, die Darstellung des Buches durch eine außergewöhnliche Fülle von Abbildungen anschaulicher zu gestalten. Die Mehrzahl davon ist von mir gezeichnet; bei Abbildungen, welche anderen Werken direkt entnommen sind, ist die Quelle angegeben. Zu besonderem Dank bin ich verpflichtet meinem Freunde Professor Dr. Kohlrausch in Hannover sowie Herrn W. Anschütz in Berlin, welche mir die Wiedergabe einer Anzahl ihrer vortrefflichen Reihenaufnahmen von Leibesübungen freundlichst gestatteten. Die meisten dieser Aufnahmen sind bisher noch nicht veröffentlicht oder doch weiteren Kreisen unbekannt geblieben.

Bonn, im April 1899.

Serdinand August Schmidt.

## Vorwort zur fünften Auflage.

Die vierte Auflage dieses Buches erschien 1 $\frac{1}{2}$  Jahre vor Ausbruch des Krieges. Waffentaten und Siege, deren Glanz in der Geschichte der Völker ewig erstrahlen wird, haben gezeigt, was deutsche Volkskraft vermag. Sie widerstand der beispiellosen Übermacht einer Welt von Feinden. Es hieß frische noch blutende Wunden neu aufreißen, wollten wir uns fragen, was uns schließlich so zu Boden warf, daß unser Vaterland verstümmelt und wehrlos gemacht wurde. Nun gilt es sich einzusehen für den Wiederaufbau unserer Volkskraft. Die allgemeine Wehrpflicht ist erloschen. Dieser mächtige Hebel zur Förderung und Wahrung der Gesundheit, Kraft und Leibesucht im deutschen Volke ist zerbrochen. Um so dringlicher ist die Pflicht, alles zu tun, um die Leibesübungen von früher Jugend an bis zu den Jahren der Vollkraft zu verallgemeinern und ihren Betrieb zu einem möglichst wirksamen zu gestalten.

Diesem Zweck soll auch dieses Buch dienen. Seit mehr als dreißig Jahren kämpfe ich für eine gesundheitsgemäße Um- und Neugestaltung der Leibesübungen in Deutschland. Ich habe es mit Genugtuung erleben können, daß die Anschauungen, für die ich seinerzeit zuerst ziemlich vereinzelt und lange Zeit heftig befehdet eintrat, daß die Umgestaltung des deutschen Turnens, die ausgedehnte Pflege der Spiele, die Einbeziehung des Sports in das Ganze unserer Leibeserziehung sich allmählich siegreich den Weg bahnten. —

Es lag mir alles daran, auch diese neue Auflage von „Unser Körper“ in allen Teilen auf der Höhe unseres Wissens über die Einwirkungen der Leibesübungen zu halten. Ich habe darum die letzte Auflage auf das gründlichste durchgearbeitet und, soweit ich es vermochte, alle Ergebnisse aus dem engeren Gebiete der Leibesübungen sowohl wie aus dem der Anatomie und Physiologie bis in die jüngste Zeit hinein berücksichtigt. Kaum ein wichtiges Kapitel ist ganz unverändert geblieben, manches ganz neu hinzugefügt. Durch vielfache Kürzungen gelang es mir aber, den Umfang des Buches so weit zu beschränken, daß er den der letzten Auflage nicht überschritt. Es sind einzelne Abbildungen neu hinzugekommen. Es ist mir eine angenehme Pflicht, Fräulein G. Schulz in Hamburg-Blankenese sowie Herrn Dr. med. A. Mallwitz in Berlin-Wilmersdorf hier für die freundliche Überlassung einiger Abbildungen besonders zu danken!

So hoffe ich, daß das Buch in seiner neuen Gestalt zu den vielen alten Freunden noch manche neue gewinnen und auch fürderhin als Führer zu einer auf den Bau und die wichtigsten Lebenstätigkeiten des Körpers gegründeten Leibeserziehung überall willkommen sein wird.

Bonn, im Januar 1920.

**Ferdinand August Schmidt.**

# Inhaltsverzeichnis.

## Einleitung.

### Die äußeren Formen des Körpers und die Verhältnisse seines Aufbaus.

	Seite
§ 1. Die äußeren Formen des Körpers . . . . .	1
§ 2. Symmetrie des Körperbaus und ihre Grenze . . . . .	6
§ 3. Einleitendes zur Proportionslehre des menschlichen Körpers . . . . .	7
§ 4. Einige wichtigere Maßverhältnisse des Körpers . . . . .	9
§ 5. Die Körpermaße nach dem Dezimalsystem . . . . .	12
§ 6. Der Proportions Schlüssel nach Schmidt und Fritsch . . . . .	14
§ 7. Die Ausgestaltung des Menschen durch das Wachstum . . . . .	16
§ 8. Verschiedene Wuchsformen des Menschen . . . . .	21
§ 9. Fettleibigkeit und Magerkeit . . . . .	25
§ 10. Der Geschlechtsunterschied im Körperbau . . . . .	26

## Erster Teil.

### Knochen, Gelenke, Muskeln.

#### I. Knochen- und Gelenklehre.

§ 11. Allgemeine Eigenschaften der Knochen . . . . .	33
§ 12. Äußere Form der Knochen . . . . .	35
§ 13. Bezeichnung der einzelnen Knochenteile . . . . .	35
§ 14. Dichtigkeit der Knochen . . . . .	36
§ 15. Beinhaut und Knochenmark . . . . .	37
§ 16. Feinerer Bau der Knochen . . . . .	37
§ 17. Entwicklung der Knochen . . . . .	38
§ 18. Verbindungen der Knochen untereinander . . . . .	38
§ 19. Bewegliche Verbindungen der Knochen: Gelenke . . . . .	39
§ 20. Die einzelnen Gelenkarten . . . . .	39
§ 21. Unbewegliche Knochenverbindungen . . . . .	41

#### Der Kopf.

§ 22. Der Kopf . . . . .	42
§ 23. Die Schädelknochen . . . . .	42
§ 24. Nähte zwischen den Schädelknochen . . . . .	44
§ 25. Schädelgrund . . . . .	45
§ 26. Die Gesichtsknochen . . . . .	45
§ 27. Höhlen und Gruben des Gesichts . . . . .	46
§ 28. Die Zähne . . . . .	48
§ 29. Gesichtsbildung und Schädelform . . . . .	48

## Die Wirbelsäule.

	Seite
§ 30. Die Wirbelsäule . . . . .	51
§ 31. Schema der Wirbel . . . . .	51
§ 32. Halswirbel . . . . .	53
§ 33. Brustwirbel . . . . .	53
§ 34. Lendenwirbel . . . . .	54
§ 35. Kreuzbein und Steißbein . . . . .	54
§ 36. Bänder der Wirbelsäule . . . . .	55
§ 37. Gelenke zwischen Kopf und Hals . . . . .	56
§ 38. Bewegungsmöglichkeiten der Wirbelsäule . . . . .	57
§ 39. Die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule . . . . .	59
§ 40. Schwerpunkt . . . . .	62
§ 41. Gleichgewichtserhaltung und Gleichgewichtsübung . . . . .	65
§ 42. Körperhaltung . . . . .	69
§ 43. Einige häufigere Haltungsformen . . . . .	72
§ 44. Die seitliche Rückgratsverkrümmung . . . . .	76
§ 45. Erkennung der seitlichen Rückgratsverkrümmung . . . . .	85
§ 46. Vorbeugende Maßnahmen gegen Haltungsfehler im Schulunterricht . . . . .	86
§ 47. Vorbeugende Maßnahmen gegen Haltungsfehler durch die körperliche Erziehung auf der Schule . . . . .	89
§ 48. Bekämpfung des runden Rückens und der Skoliose . . . . .	96

## Der Brustkorb.

§ 49. Brustbein und Rippen . . . . .	99
§ 50. Gelenke des Brustkorbs . . . . .	100
§ 51. Der Brustkorb als Ganzes . . . . .	101
§ 52. Verschiedene Gestaltung der Brust . . . . .	102
§ 53. Der Einfluß der Schnürbrust . . . . .	105
§ 54. Zur Reform der Frauenkleidung, insbesondere für den Betrieb von Leibesübungen . . . . .	109

## Die Knochen und Gelenke der oberen Gliedmaßen.

§ 55. Das Schultergerüst . . . . .	112
§ 56. Der Oberarm . . . . .	114
§ 57. Das Schultergelenk . . . . .	115
§ 58. Der Vorderarm . . . . .	117
§ 59. Das Ellbogengelenk . . . . .	118
§ 60. Das Knochengerüst der Hand . . . . .	120
§ 61. Die Gelenke der Hand . . . . .	121
§ 62. Die Fingergelenke . . . . .	123

## Die Knochen und Gelenke der unteren Gliedmaßen.

§ 63. Der Beckengürtel . . . . .	125
§ 64. Gelenke, Fugen und Bänder am Becken . . . . .	127
§ 65. Das Becken als Ganzes . . . . .	127
§ 66. Geschlechtsunterschiede des Beckens . . . . .	128
§ 67. Das Oberschenkelbein . . . . .	130
§ 68. Das Hüftgelenk . . . . .	130
§ 69. Bewegungen im Hüftgelenk . . . . .	132
§ 70. Knochen des Unterschenkels . . . . .	134
§ 71. Das Kniegelenk . . . . .	135
§ 72. Bewegungen im Kniegelenk . . . . .	138
§ 73. Seitliche Stellung der Ober- und Unterschenkel zueinander . . . . .	139

	Seite
74. Die Knochen des Fußes . . . . .	140
75. Das Fußskelett als Ganzes . . . . .	143
76. Der Plattfuß . . . . .	144
77. Gelenke und Bänder des Fußes . . . . .	145
78. Zur Fußbekleidung und Fußpflege . . . . .	148

## II. Muskellehre.

### Allgemeine Muskellehre.

79. Feinerer Bau der Muskeln . . . . .	155
80. Erregbarkeit des Muskels . . . . .	158
81. Gestaltveränderung des tätigen Muskels . . . . .	159
82. Zeitlicher Verlauf der Muskelzusammenziehung . . . . .	159
83. Erscheinungen beim ermüdeten Muskel . . . . .	161
84. Anhaltende Zusammenziehung oder Tetanus . . . . .	162
85. Stoffwechsel des Muskels . . . . .	163
86. Stoffliche Ursachen der Ermüdung des Muskels . . . . .	164
87. Örtliche und lokale Muskelermüdung . . . . .	165
88. Blutverschiebung bei Muskeltätigkeit . . . . .	166
89. Allgemeine Muskelermüdung (Erschöpfung) . . . . .	169
90. Begriff der Kraft-, Dauer- und Schnelligkeitsübungen . . . . .	170
91. Erholung des Muskels . . . . .	171
92. Wachstum des Muskels . . . . .	171
93. Athletische Körperform . . . . .	172
94. Erscheinungen beim durchgeübten oder trainierten Muskel . . . . .	174
95. Arbeitsleistung des Muskels . . . . .	176
96. Energieaufwand und nutzbare Arbeit bei Muskelbewegungen . . . . .	179
97. Arbeitsart der Muskeln . . . . .	183
98. Formen der Muskeln . . . . .	186
99. Formveränderung an der Körperoberfläche durch Muskelarbeit . . . . .	188
100. Wirkungsarten der Muskeln . . . . .	189
101. Einfluß der Schwerkraft und anderer Widerstände . . . . .	190
102. Schnelle und langsame Bewegungen . . . . .	195

### Spezielle Muskellehre.

103. Muskeln des Kopfes . . . . .	197
104. Muskeln des Halses . . . . .	200
105. Muskeln der Brust . . . . .	202
106. Die breiten Nacken- und Rückenmuskeln . . . . .	208
107. Die langen Rückenmuskeln . . . . .	215
108. Die Bauchmuskeln . . . . .	216
109. Die Bauchpresse . . . . .	218
110. Die Übung der Bauchmuskeln . . . . .	220
111. Einige Bemerkungen über Brüche . . . . .	223
112. Das Zwerchfell . . . . .	225
113. Übersicht über die bei der Ein- und Ausatmung tätigen Kräfte . . . . .	227
114. Die Muskeln der Schulter . . . . .	227
115. Die Oberarmmuskeln . . . . .	230
116. Die Muskeln des Vorderarms und der Hand . . . . .	233
117. Die Muskeln am Becken und Bein . . . . .	239
118. Muskeln, welche die Beine im Hüftgelenk bewegen . . . . .	239

	Seite
§ 119. Muskeln, welche die Beine im Kniegelenk bewegen . . . . .	245
§ 120. Muskeln, welche die Fußgelenke bewegen. . . . .	248
§ 121. Kurze Muskeln am Fuße . . . . .	251

## Zweiter Teil.

### Herz und Kreislauf des Blutes. Lunge und Atmung. Haut. Verdauung und Ernährung. Harnorgane. Nervensystem.

#### III. Gefäßsystem und Kreislauf des Blutes.

§ 122. Allgemeine Übersicht über den Blutkreislauf . . . . .	255
§ 123. Gestalt und Lage des Herzens . . . . .	256
§ 124. Der Herzbeutel . . . . .	257
§ 125. Innerer Bau des Herzens . . . . .	258
§ 126. Die Schlagadern . . . . .	260
§ 127. Die Venen . . . . .	264
§ 128. Der Kreislauf des Blutes . . . . .	266
§ 129. Blutdruck und Herzthätigkeit . . . . .	267
§ 130. Die Herznerven . . . . .	268
§ 131. Einfluß der Atmung und der Pressung auf die Herzbewegung. . . . .	269
§ 132. Die Pulsbewegung . . . . .	270
§ 133. Aufzeichnung der Pulsbewegungen . . . . .	271
§ 134. Stromgeschwindigkeit des Blutes . . . . .	272
§ 135. Blutverteilung im Körper . . . . .	273
§ 136. Die Arbeitsgröße des Herzens . . . . .	273
§ 137. Herzarbeit bei Muskelbewegung . . . . .	274
§ 138. Einfluß der Blutmischung auf die Steigerung der Herzarbeit . . . . .	275
§ 139. Hilfskräfte des Kreislaufs. . . . .	276
§ 140. Anstrengung und Ermüdung des Herzens . . . . .	278
§ 141. Übung und Kräftigung des Herzens . . . . .	285
§ 142. Entwicklung des Herzens und der Blutgefäße . . . . .	289
§ 143. Übungsbedürfnis des Herzens . . . . .	290
§ 144. Das Blut . . . . .	291
§ 145. Die Blutgase. . . . .	294
§ 146. Die Lymphgefäße. . . . .	295

#### IV. Atmungsorgane und Atmung.

§ 147. Übersicht über die Atmungsorgane . . . . .	296
§ 148. Die Nasenhöhle . . . . .	296
§ 149. Die Mund- und Rachenhöhle . . . . .	297
§ 150. Der Kehlkopf . . . . .	297
§ 151. Die Luftröhre . . . . .	300
§ 152. Äußeres der Lungen . . . . .	300
§ 153. Bau der Lungen . . . . .	301
§ 154. Äußere und innere Atmung . . . . .	302
§ 155. Mechanismus der Atmung. . . . .	302
§ 156. Umfang der Atmung . . . . .	303
§ 157. Fassungskraft der Lungen . . . . .	304



	Seite
§ 158. Die Zahl der Atemzüge . . . . .	305
§ 159. Atemsteigerung und Atemnot . . . . .	306
§ 160. Der Gaswechsel in den Lungen . . . . .	308
§ 161. Wassergehalt der Luft. . . . .	309
§ 162. Verschlechterung der Atemluft durch Gase . . . . .	310
§ 163. Der Staub als schädliche Beimengung der Atemluft. . . . .	311
§ 164. Der Staub in Turnhallen . . . . .	312
§ 165. Die Übung der Lungen (Atemgymnastik) . . . . .	314
§ 166. Lungenübung in der erzieherischen Gymnastik durch Anregung unwillkürlicher Tiefatmung . . . . .	317
§ 167. Atemgymnastik im Schulturnen . . . . .	321

### V. Haut- und Wärmeregulierung.

§ 168. Bau und Tätigkeit der Haut . . . . .	324
§ 169. Die Oberhaut . . . . .	325
§ 170. Nägel und Haare . . . . .	326
§ 171. Die Lederhaut . . . . .	327
§ 172. Das Unterhautfettgewebe . . . . .	327
§ 173. Schweiß- und Talgdrüsen . . . . .	328
§ 174. Die Absonderungen der Haut . . . . .	328
§ 175. Natürliche Wärmeregulierung des Körpers . . . . .	329
§ 176. Hitzschlag und Sonnenstich . . . . .	331
§ 177. Leibesübung im Freien in den verschiedenen Jahreszeiten . . . . .	332
§ 178. Die Kleidung . . . . .	333
§ 179. Kleidung bei Leibesübungen . . . . .	335
§ 180. Erkältung und Abhärtung . . . . .	336
§ 181. Hautpflege durch Bäder . . . . .	337

### VI. Verdauungsorgane, Stoffwechsel und Ernährung.

§ 182. Die Kraftquellen unseres Körpers . . . . .	340
§ 183. Aufgabe der Verdauung. . . . .	340
§ 184. Übersicht der Verdauungsorgane . . . . .	342
§ 185. Mundhöhle und Speicheldrüsen . . . . .	342
§ 186. Schlundkopf und Speiseröhre . . . . .	343
§ 187. Der Magen . . . . .	344
§ 188. Die Magenschleimhaut und die Magenverdauung . . . . .	345
§ 189. Der Darmkanal . . . . .	346
§ 190. Leber und Bauchspeicheldrüse . . . . .	347
§ 191. Darmverdauung . . . . .	348
§ 192. Auffaugende Tätigkeit der Verdauungsorgane . . . . .	348
§ 193. Die Milz . . . . .	349
§ 194. Grundstoffe der Ernährung . . . . .	349
§ 195. Energiewechsel im menschlichen Körper . . . . .	351
§ 196. Kostmaß und Nahrungsverbrauch. . . . .	353
§ 197. Die Hauptnahrungstoffe und ihre Zusammensetzung . . . . .	354
§ 198. Ausnutzung der Nahrungsmittel . . . . .	356
§ 199. Zubereitung der Speisen. . . . .	356
§ 200. Die Genußmittel . . . . .	358
§ 201. Die Wirkung des Alkoholgenusses mit besonderer Rücksicht auf die Leibesübungen . . . . .	360
§ 202. Das Tränieren . . . . .	362

	Seite
§ 203. Vorschriften beim Tränieren . . . . .	363
§ 204. Wert des Tränierens . . . . .	367
§ 205. Übertränerisfein . . . . .	368

### VII. Die Organe der Harnausscheidung.

§ 206. Allgemeines über den Harn und die Harnorgane . . . . .	369
§ 207. Die Nieren . . . . .	370
§ 208. Harnleiter und Harnblase . . . . .	371

### VIII. Das Nervensystem.

#### A. Allgemeine Nervenlehre. Hirn und Rückenmark.

§ 209. Aufgabe des Nervensystems . . . . .	372
§ 210. Bau der Nervenfasern . . . . .	374
§ 211. Die Nervenzellen . . . . .	375
§ 212. Das Gehirn . . . . .	376
§ 213. Das Rückenmark . . . . .	379
§ 214. Häutige Hüllen des Hirns und des Rückenmarks . . . . .	380
§ 215. Gewicht und Größe des Gehirns . . . . .	380
§ 216. Die Großhirnrinde . . . . .	381
§ 217. Die Frage der Rechts- und Linkshändigkeit . . . . .	384
§ 218. Der Faserverlauf im Hirn und Rückenmark . . . . .	387
§ 219. Die Reaktionszeit . . . . .	389
§ 220. Verlängerung und Verkürzung der Reaktionszeit . . . . .	390
§ 221. Die Koordination der Bewegungen . . . . .	393
§ 222. Verschiedenheiten der Koordination . . . . .	394
§ 223. Die Schulung der Koordinationsfähigkeit . . . . .	396
§ 224. Vorheriges Koordinieren . . . . .	398
§ 225. Plötzliche Koordination . . . . .	400
§ 226. Die Schlagfertigungsübungen . . . . .	401
§ 227. Kräftigung des Willens: Abhärtung und Mut . . . . .	402
§ 228. Die Reflexbewegungen . . . . .	404
§ 229. Automatische Erregungen . . . . .	406
§ 230. Halbautomatische Bewegungen . . . . .	406
§ 231. Takt und Automatie . . . . .	409
§ 232. Ermüdung des Gehirns nach geistiger Arbeit . . . . .	411
§ 233. Wechselwirkung zwischen geistiger und körperlicher Ermüdung . . . . .	413

#### B. Die peripheren Nerven und Sinnesorgane.

§ 234. Die peripheren Nerven . . . . .	417
§ 235. Die zwölf Hirnnervenpaare . . . . .	418
§ 236. Die Rückenmarksnerven . . . . .	419
§ 237. Das sympathische Nervengeflecht . . . . .	420
§ 238. Der Geruchssinn . . . . .	420
§ 239. Das Auge . . . . .	421
§ 240. Augenlider und Augenbrauen . . . . .	422
§ 241. Die Bindehaut des Auges . . . . .	423
§ 242. Die Tränenorgane . . . . .	423
§ 243. Der Augapfel und seine Häute . . . . .	424
§ 244. Der Kern oder die lichtbrechenden Mittel des Augapfels . . . . .	426
§ 245. Akkommodation des Auges . . . . .	427

	Seite
§. 246. Normalsichtige und kurzsichtige Augen . . . . .	428
§. 247. Die Kurzsichtigkeit in der Schule . . . . .	429
§. 248. Das Gehörorgan . . . . .	430
§. 249. Das äußere Ohr . . . . .	431
§. 250. Das Mittelohr . . . . .	432
§. 251. Das innere Ohr . . . . .	432
§. 252. Das Geschmacksorgan . . . . .	433
§. 253. Tastsinn und Empfindungen der inneren Organe . . . . .	434

## Dritter Teil.

### Bewegungslehre der Leibesübungen.

#### IX. Ruhehaltungen.

§. 254. Allgemeines über Ruhehaltungen . . . . .	437
§. 255. Aufrechtes Stehen auf beiden Füßen . . . . .	437
§. 256. Aufrechtes Stehen mit Belastung vorzugsweise eines Beins . . . . .	438
§. 257. Stehen auf einem Bein . . . . .	440
§. 258. Stehen auf den Fußspitzen . . . . .	440
§. 259. Stehen mit gekreuzten Beinen . . . . .	441
§. 260. Das Sitzen . . . . .	441
§. 261. Einseitiger linker Sitz . . . . .	443
§. 262. Das Liegen . . . . .	443
§. 263. Hockende Stellung . . . . .	443
§. 264. Knien . . . . .	444
§. 265. Der Hang . . . . .	445
§. 266. Streckhang an den Händen . . . . .	446
§. 267. Der Beugehang . . . . .	447
§. 268. Abhang oder Sturzhang . . . . .	448
§. 269. Schwimmhang . . . . .	449
§. 270. Der Stütz . . . . .	449

#### X. Ortsbewegungen.

§. 271. Allgemeines über die Ortsbewegungen des Körpers . . . . .	452
---	-----

##### Das Gehen.

§. 272. Begriff des Gehens . . . . .	453
§. 273. Die Bewegung beim Gehen . . . . .	454
§. 274. Die graphische und druckmessende Methode . . . . .	456
§. 275. Die photographische Methode . . . . .	458
§. 276. Der Druck des Fußes auf den Boden . . . . .	459
§. 277. Schrittlänge und Schrittdauer . . . . .	462
§. 278. Arbeitsaufwand und Arbeitseffekt beim Gehen . . . . .	465
§. 279. Die Befähigung des Körpers zu Dauerleistungen in den verschiedenen Fortbewegungsarten . . . . .	465
§. 280. Das Auftreten beim natürlichen Gang . . . . .	466
§. 281. Natürlicher Schritt und Kunstschritt . . . . .	467
§. 282. Übersicht der wichtigsten Kunstschrittarten . . . . .	468
§. 283. Der Zehengang . . . . .	469
§. 284. Gang mit gestreckter Fußspitze . . . . .	469

§ 285.	Der militärische Marschschritt . . . . .	470
§ 286.	Der langsame Schritt . . . . .	472
§ 287.	Eilgang nach Art des natürlichen Ganges . . . . .	472
§ 288.	Eilgang im Dreitakt . . . . .	474
§ 289.	Der Beugegang . . . . .	475
§ 290.	Das athletische Schnellgehen . . . . .	479
§ 291.	Wanderungen und Turnfahrten . . . . .	481

## Steigen.

§ 292.	Das Steigen . . . . .	483
§ 293.	Der Bewegungsmechanismus beim Aufwärtssteigen auf schiefer Ebene . . . . .	483
§ 294.	Das Aufwärtssteigen auf einer Treppe . . . . .	486
§ 295.	Steigen, Klettern und Klimmen auf der Leiter . . . . .	486
§ 296.	Abwärtssteigen . . . . .	487
§ 297.	Die Arbeitsleistung beim Steigen . . . . .	488
§ 298.	Einwirkung des Steigens auf den Körper . . . . .	489
§ 299.	Einige Winke für größere Bergwanderungen . . . . .	494
§ 300.	Die körperlichen Wirkungen des Abwärtssteigens . . . . .	495

## Der Lauf.

§ 301.	Begriff des Laufens . . . . .	496
§ 302.	Der Bewegungsmechanismus beim Lauf . . . . .	497
§ 303.	Die Arbeitsleistung beim Lauf . . . . .	500
§ 304.	Schnelligkeit des Laufs . . . . .	501
§ 305.	Körperliche Einwirkung des Laufs . . . . .	503
§ 306.	Die gesundheitlichen Vorzüge des Laufs . . . . .	506
§ 307.	Der schnelle kurze Lauf . . . . .	508
§ 308.	Der Dauer- und Beugelauf . . . . .	511
§ 309.	Pflege des Laufs . . . . .	514
§ 310.	Bemerkungen über die Pflege des Wettlaufs . . . . .	516
§ 311.	Der Hindernislauf . . . . .	518
§ 312.	Der freie willkürliche Lauf im Spiel . . . . .	520

## Der Sprung.

§ 313.	Die Bewegung beim Sprung . . . . .	520
§ 314.	Die vorbereitende Beugung . . . . .	524
§ 315.	Das Aufspringen . . . . .	524
§ 316.	Richtung des Sprungs . . . . .	526
§ 317.	Kraftaufwand und Maß des Sprungs . . . . .	527
§ 318.	Die Tätigkeit der oberen Gliedmaßen beim Sprung . . . . .	529
§ 319.	Formen des Sprungs . . . . .	530
§ 320.	Der Sprung mit Anlauf . . . . .	532
§ 321.	Der Dreisprung . . . . .	533
§ 322.	Sturmspringen . . . . .	535
§ 323.	Gemischter Sprung . . . . .	535
§ 324.	Sprung mit Aufstützen der Hände auf einen festen Gegenstand . . . . .	535
§ 325.	Gemischter Sprung von Fuß und Hand gleichzeitig aus dem Stande . . . . .	539
§ 326.	Stabspringen . . . . .	540
§ 327.	Übungswert des Sprunges . . . . .	541
§ 328.	Vorsichtsmaßregeln beim Springen . . . . .	542

## Der Wurf.

	Seite
§ 329. Die Wurfbahn . . . . .	543
§ 330. Arten des Wurfs . . . . .	545
§ 331. Der Stoßwurf . . . . .	545
§ 332. Der Schöckwurf . . . . .	549
§ 333. Der Schwung- oder Schleuderwurf . . . . .	554
§ 334. Übungswert des Wurfs . . . . .	555
§ 335. Formen des Wurfs . . . . .	556

## Schwimmen.

§ 336. Bewegungszweck beim Schwimmen . . . . .	557
§ 337. Bewegungen beim Schwimmen . . . . .	559
§ 338. Übungswert des Schwimmens . . . . .	562

## Das Rudern.

§ 339. Das Rudern als Leibesübung . . . . .	564
§ 340. Das Ruderboot . . . . .	566
§ 341. Die Bewegung beim Rudern auf dem festen Sitz . . . . .	569
§ 342. Die Bewegung beim Rudern auf dem Gleit- oder Rollsitze . . . . .	570
§ 343. Das Rudern als Schnelligkeitsübung . . . . .	572
§ 344. Das Rudern als Dauerübung . . . . .	574

## Das Radfahren.

§ 345. Das Fahrrad . . . . .	577
§ 346. Die Haltung auf dem Fahrrad . . . . .	578
§ 347. Die Bewegung und Arbeit beim Radfahren . . . . .	581
§ 348. Die Arbeitsgröße beim Radfahren . . . . .	583
§ 349. Körperliche Einwirkungen des Radfahrens . . . . .	587
§ 350. Einige gesundheitliche Fragen . . . . .	590

## Anhang I.

## Das Übungsbedürfnis in den verschiedenen Lebensaltern.

§ 351. Die Altersstufen . . . . .	593
§ 352. Übungsbedürfnis in den ersten Schuljahren . . . . .	595
§ 353. Übungsbedürfnis in der Schulzeit vom 9.—14. Jahre . . . . .	596
§ 354. Übungsbedürfnis in der Entwicklungszeit vom 14.—19. Lebensjahre . . . . .	597
§ 355. Übungsbedürfnis für das 20.—30. Lebensjahr . . . . .	598
§ 356. Übungsbedürfnis in den Jahren der Vollkraft . . . . .	599
§ 357. Übungsbedürfnis in der Zeit vom 40.—60. Lebensjahre . . . . .	599

## Anhang II.

## Erste Hilfe bei plötzlichen Unglücksfällen.

§ 358. Allgemeine Verhaltungsmaßregeln zur ersten Hilfe . . . . .	601
---	-----

## A. Erste Hilfe bei Verletzungen ohne Trennung der Haut.

§ 359. Unblutige Verletzung der Hautdecke . . . . .	601
§ 360. Gelenkverletzungen . . . . .	602

	Seite
§ 361. Knochenbrüche . . . . .	606
§ 362. Erschütterung innerer Organe . . . . .	607
<b>B. Erste Hilfe bei Verletzungen mit offener Wunde.</b>	
§ 363. Allgemeines über Wunden und Wundenkrankung . . . . .	607
§ 364. Wundenverband . . . . .	608
§ 365. Blutstillung . . . . .	609
<b>C. Erste Hilfe bei Ertrinkenden.</b>	
§ 366. Die Vorgänge beim Ertrinken . . . . .	612
§ 367. Anlandbringen eines Ertrinkenden . . . . .	614
§ 368. Was zuerst mit dem ans Land gebrachten Verunglückten zu geschehen hat . . . . .	616
§ 369. Künstliche Atmung . . . . .	617
Register . . . . .	621

---

# Erster Teil

Knochen, Gelenke, Muskeln.





# Einleitung.

## Die äußeren Formen des Körpers und die Verhältnisse seines Aufbaus.

### § 1. Die äußeren Formen des Körpers.

Unser Körper besteht aus dem Stamme und den beiden Paaren der oberen und der unteren Gliedmaßen. Der Stamm gliedert sich in den Kopf, den Hals und den Rumpf.

Der Kopf thront beweglich auf dem Halse. Man unterscheidet an ihm den Schädel- und den Gesichtsteil. Der rundlich geformte Schädelteil umschließt das Gehirn. Am Schädel unterscheiden wir den Stirnteil mit den bald mehr, bald weniger ausgeprägten Stirnhöckern. Der Stirnteil nimmt an der Bildung des Antlitzes teil. Die Stirn geht seitlich über in die Schläfen und nach oben in das behaarte Gebiet der Schädelwölbung, den Scheitel oder das Mittelhaupt, welches nach hinten abfällt in das Hinterhaupt. Das Hinterhaupt setzt sich nach unten fort in den Nacken. An dieser Übergangsstelle endet der Haarwuchs. Beim Zufühlen macht sich hier in querer Richtung ein Knochenvorsprung bemerkbar, der Hinterhauptshöcker. Von hier gehen seitlich die mächtigen Muskellager des Nackens nach abwärts. Nach rechts und links endet die Hinterhauptgegend mit einem stärkeren hinter der Ohrmuschel gelegenen und leicht fühlbaren Höcker: dem Warzenwulst (Warzenteil des Schläfenbeins).

Im Antlitz wird die Grenze des Stirn- und des Gesichtsteils gebildet durch die Nasenwurzel und seitlich von dieser durch die Augenbrauen. Unterhalb der Augenbrauen folgen vertieft liegend die Augenlider, welche beim Öffnen der queren Lidspalte einen Teil des Augapfels sichtbar werden lassen. Zwischen den Augen erhebt sich als Vorsprung die Nase, unten endend mit der Nasenspitze und den seitlichen Nasenflügeln. Zwischen letzteren und der mittleren Nasenscheidewand befinden sich die beiden Nasenöffnungen, welche zu den tief in den Kopf hinein sich erstreckenden Nasenhöhlen führen. Die Nasenhöhlen beherbergen das Geruchsorgan und bilden zugleich einen Zugang zu den Atmungsorganen. Unterhalb der Nase folgen Ober- und Unterlippe, welche mit ihrem Lippen- saum den quer gerichteten Mundspalt, den Zugang zur Mundhöhle begrenzen. In der Mitte der Oberlippe zieht sich von der Nasenscheidewand zur Mitte des oberen Lippen- saumes eine seichte Rinne hin, die Unternasenrinne. Die Unterlippe ist durch die Kinnlippenfurchung geschieden vom Kinn. Eine von den Nasenflügeln am Nasenwinkel zu den Enden des Mundspalts, den Mundwinkeln, herabziehende Furche, die Nasenlippenfurchung, trennt die Mundgegend von den Backen, welche sich nach unten und hinten bis zum Rand des Untertiefers erstrecken. Der fettgepolsterte obere Teil der Backen, der bis zu der höckerartigen Leiste der Jochbogen sich erstreckt, heißt Wange. Seitlich gehen die Wangen über in die Ohrgegend mit der Ohrmuschel. In der Tiefe der Ohrmuschel mündet der äußere Gehörgang. Die Länge der Ohrmuschel ist meist etwa gleich der Länge der Nase: ihr oberes

Kopf.  
Schädelteil  
des Kopfes.

Gesichtsteil  
des Kopfes.

Ende liegt in gleicher horizontaler Höhe mit der Nasenwurzel, ihr unteres in gleicher Höhe mit dem Nasenwinkel.

Hals.

Der Hals, das Verbindungsglied zwischen Kopf und Rumpf, ist in der Mitte annähernd zylindrisch geformt, nach dem Kopfansatz zu seitlich zusammengedrückt, d. h. schmaler, nach dem Übergang zur Brust hin in der Richtung von vorn nach hinten zusammengedrückt, d. h. breiter. Diese Übergangsstelle zur Brust wird im Zusammenhang mit der ganzen oberen Brustgegend auch Büste genannt.

Da an der Vorderseite des Halses sich der untere Gesichtsteil des Kopfes mit dem Kinn vor das obere Halsende lagert, so scheint der Hals vorn kürzer als hinten. Die vordere Halsgegend nennt man auch Vorderhals, die hintere Hinterhals oder Nacken.

Der Vorderhals ist durch den horizontal gerichteten Boden der Mundhöhle gegen das vorspringende Kinn scharf rechtwinklig abgesetzt. Nach unten gegen die Brust hin wird der Vorderhals begrenzt durch das Brustbein in der Mitte und die seitlich davon ausgehenden Schlüsselbeine. Die Muskelstränge des rechten und linken Kopfhalters, welche vom Warzenhöcker hinter der Ohrmuschel beginnend beiderseits schräg hinab zum Brustbein ziehen, machen sich im Relief des Vorderhalses meist deutlich bemerkbar und scheiden die vordere Halsgegend in ein mittleres und zwei seitliche Dreiecke. Im mittleren Halsdreieck tritt innerhalb des Kinns in der Halsmitte der Kehlkopfvorsprung zutage. Unterhalb davon befindet sich die Kehlo- oder Droßelgrube, nach unten begrenzt vom oberen Rand des Brustbeins. In dem seitlichen Halsdreieck zeigt sich beiderseits über dem Schlüsselbein eine bald mehr, bald weniger tiefe Grube: die Über-Schlüsselbeingrube. — In der Mitte des Nackens verläuft eine unterhalb des Hinterhauptstachels beginnende Rinne: die Nackenfurche. An ihrem unteren Ende macht sich, gut fühlbar, oft auch sichtbar, als Nackenhöcker der Knochenvorsprung des letzten Halswirbels geltend. Nur wenig ausgesprochen ist die Abgrenzung des Nackens zur Rückenfläche. Sie wird bezeichnet rechts und links durch den horizontal zur Schulterhöhe hinziehenden Schultergrat (Gräte des Schulterblatts).

Rumpf.

Der Rumpf setzt sich an seiner Vorderseite gegen den Hals ab durch die Schlüsselbeine. Seine untere Grenze gegen die Vorderfläche der Schenkel, d. h. gegen die unteren Gliedmaßen, wird gebildet durch die Leistenfurche. Sie zieht sich von der vorderen Ecke des Hüftbeinkammes (vorderer oberer Darmbeinstachel) zur Schamgegend hin.

Die Vorderfläche des Rumpfes teilt sich in die Brust- und in die Bauchgegend. Die Grenze zwischen Brust und Bauch wird bezeichnet durch die Rippenbögen. Sie bilden, zum Brustbein hinstrebend, zusammen einen nach unten offenen Winkel. In der Spitze dieses Winkels liegt als flache Vertiefung die Magengrube (im Volksmund fälschlich auch Herzgrube genannt).

Brust.

Die Brust nach oben abgrenzenden Schlüsselbeine vereinen sich nach außen mit der Grätenecke der Schulterblätter zur Schulterhöhe und verleihen dadurch der oberen Brustgegend die beträchtliche Breitenausdehnung. Die Entfernung zwischen der rechten und linken Schulterhöhe heißt die Schulterbreite. Unterhalb der Schlüsselbeine liegt beiderseits eine flache Einsenkung, die Unterschlüsselbeingrube. Den Hauptteil der vorderen Brustgegend bedecken vorn als flachgewölbte Erhabenheiten die beiden großen Brustmuskeln. Seitlich und unten befinden sich auf diesen die Brustwarzen mit dem umgebenden dunkler gefärbten Warzenhof. Beim Manne nur ganz schwach entwickelt, bilden die Brustwarzen beim Weibe die Spitze der Brustdrüsen oder Brüste, welche als mehr oder weniger tiefe Einsenkung den Busen zwischen sich fassen. Seitlich geht die vordere Brustgegend über in die Flanken.

Die weiche Wand des Bauches ist ausgespannt zwischen den Rippenbögen oben und dem Knochenring des Beckens unten. In der Grenzgegend dicht unterhalb des Rippenbogens vermag man letzteren von unten her durch die Bauchwand hindurch zu umgreifen. Diese Gegend bezeichnet man als Rippenweiche. Infolge der Gestaltung der unteren Öffnung des Brustkorbes, d. h. des Rippenbogens, sowie des knöchernen Beckens ist die Breite der Bauchwand eine sehr verschiedene. Sie ist am größten in der Mittellinie (Entfernung zwischen Magengrube und Schambügel), am geringsten seitlich in der Flankenengegend (Entfernung zwischen untersten Rippen und Hüftkamm). In der Mittellinie des Bauches läuft, von der Magengrube beginnend, zum Schambügel hinab eine seichte Mittelfurche, die weiße Linie. An der Grenze des zweiten und des unteren Drittels dieser Linie befindet sich der Nabel, eine eigentümlich gestaltete narbige Stelle, von der Größe etwa eines Pfennigs. Man teilt die ganze Bauchgegend ein in den Oberbauch, d. h. die vom Winkel der Brustbeinbögen eingeschlossene Gegend; den Mittelbauch, welcher seitlich in die Flankenweichen übergeht, und den Unterbauch, der abwärts von der Verbindungslinie des rechten und des linken Hüftkammes liegt. Der Unterbauch wird nach unten abgegrenzt durch die Leistenfurche; in der Mitte geht er über in den fettgepolsterten Schambügel.

Bauch.

An der schmalen Seitenfläche des Rumpfes gewahrt man bei erhobenem Arm unmittelbar unter dem Armansatz die Achselhöhle, nach vorn begrenzt vom Wulst des großen Brustmuskels, nach hinten vom Wulst des breitesten Rückenmuskels. Abwärts von der Achselhöhle folgt die Flankenengegend des Brustkorbes und weiterhin zwischen den untersten Rippen und dem Hüftkamm die Flankenweiche.

Seitenfläche  
des Rumpfes.

Die Rückenseite des Rumpfes geht ohne scharf ausgesprochene Abgrenzung nach oben in den Nacken, nach unten in die Lendengegend über. Die Grenze von Brust und Bauch ist kaum angedeutet. Gegen den Nacken hin ist der Rücken durch die dem Brustkorb hier aufgelagerten Schulterblätter gewölbt zur Schulterwölbung; gegen die Lenden hin ist er zur Kreuzhöhlung vertieft. In der Mitte des Rückens verläuft, vom Nackenhöcker beginnend, eine von oben nach unten an Tiefe zunehmende Furche: die Rückenfurche. Sie verflacht sich in der Kreuzgegend und verbreitert sich zugleich zu einem ebenen rautenförmig gestalteten Felde. Seitlich davon befinden sich zwei flache Grübchen, die deutlich meist nur am weiblichen Rumpfe ausgeprägt sind: die Kreuzgrübchen. Unterhalb des Kreuzbeines vertieft sich die Rückenfurche zur Gesäß- oder Afterspalte, welche zwischen den Schenkeln an der Unterseite des Rumpfes im Damm oder Schritt endigt.

Rücken.

Die Übergangsglieder vom Rumpf zu den Gliedmaßen sind für die oberen Gliedmaßen die Schultern, für die unteren die Hüften. Während aber die Schultern mit dem Schultergürtel dem Brustkorb lediglich aufgelagert sind, so daß die Arme seitliche Anhängsel des Rumpfes darstellen, sind die Hüften fest mit der Wirbelsäule verschmolzen. Es spricht sich schon darin der Gegensatz der frei im Raume nach allen Richtungen beweglichen Arme zu den Beinen aus, welche die tragenden Stützen des Gesamtkörpers bilden.

Gliedermaßen.

Die oberen Gliedmaßen, die Arme, fügen sich an den Rumpf mittels der runderlich gewölbten Schultern. Der Arm gliedert sich in Oberarm, Unterarm und Hand. Der Oberarm ist annähernd zylindrisch geformt. An seiner vorderen und äußeren Seite nahe der Schulter und in gleicher Höhe mit der Achselhöhle ist eine quer verlaufende Einsenkung wahrnehmbar, welche den Endansatz des großen Brustmuskels sowie des die Schulterrundung bedeckenden Deltamuskels bezeichnet. Die Vorderfläche des Oberarmes zeigt eine längs verlaufende Erhabenheit, welche durch den zweiköpfigen Beugemuskel des Arms hervorgerufen ist. Sie wird seitlich

Oberarm.

begrenzt durch zwei flache Furchen, von welchen die am inneren Rande der Muskel-erhabenheit sich hinziehende zugleich den Verlauf der den Arm versorgenden Blutgefäße und Nerven andeutet. Der Längswulst des zweiköpfigen Oberarmmuskels endet kurz oberhalb des unteren Endes des Oberarmes an der Ellbogenbeuge und geht über in die dreieckige Ellbogengrube am Unterarm. Die hintere Fläche des Oberarms endet am Ellbogen mit dem Ellbogenhöcker (Hakenfortsatz der Elle), welcher bereits dem Unterarm angehört. Seitlich vom Ellbogenhöcker treten noch zwei Erhabenheiten hervor, durch die Knorren des unteren Endes des Oberarmknochens bedingt.

**Unterarm.** Im Gegensatz zu dem mehr zylindrischen Oberarm zeigt der Unterarm vom Ellbogen an eine stärkere Abplattung und Verbreiterung, um sich dann gegen die Hand hin zu verjüngen. Die vordere, zum Handteller hin verlaufende Fläche des Unterarms heißt die Beuge-, die hintere in den Handrücken übergehende die Streckseite. Die Grenze gegen die Hand wird an der Beugeseite bewirkt durch die quere, über die Handwurzel hin verlaufende Arm-Hand-Furche, wogegen auf der hinteren oder Streckseite die Grenze bezeichnet wird durch zwei den Enden der Unterarmknochen entsprechende Vorsprünge, von welchen namentlich der an der Kleinfingerseite deutlicher ausgesprochen ist.

**Hand.** An der Hand unterscheiden wir die Handwurzel, welche den Übergang vom Unterarm zur Hand bildet, die Mittelhand und die Finger. Die Mittelhand ist breiter als das untere Ende des Unterarms und platt geformt. Sie bildet die Hohlhand oder den Handteller auf der Beuge-, den Handrücken auf der Streckseite. Die Seitenflächen der Mittelhand sind schmal. Die Hohlhand zeigt, von der Handwurzel beginnend, zwei seitliche wie flache Polster gestaltete und durch eine Furche voneinander geschiedene Hervorragungen: den Daumen- und den Kleinfingerballen. Oberhalb dieser liegt in der Mitte der Hohlhand eine deutliche muldenförmige Vertiefung. Eine Reihe von Furchen, deren Verlauf nicht stets der gleiche ist, durchzieht die feste und gepolsterte Haut der Hohlhand. Zwei Querfurchen, deren obere sich namentlich nach der Kleinfingerseite hin stark vertieft, sowie eine den Daumenballen umkreisende Furche (Lebenslinie) sind besonders zu erwähnen.

Der Handrücken ist flach gewölbt. An seiner Grenze gegen die Finger hin zeigen sich, namentlich bei gebeugten Fingern stark vortretend, vier, dem zweiten bis fünften Finger entsprechende Vorsprünge, die Fingerknöchel. Bläulich gefärbte Hautblutabern sowie zu den Fingerknöcheln hinziehende Stränge (Sehnen der Streckmuskeln der Finger) machen sich unter der Haut des Handrückens kenntlich.

Die Finger sind zylindrisch geformt und von ungleicher Länge. Der längste Finger ist der Mittelfinger, der zweitlängste der vierte oder Ringfinger, dem der Zeigefinger folgt. Der kürzeste ist der Kleinfinger. Der kräftigste aller ist aber der erste, der Daumen. Er steht nicht parallel zu den anderen gerichtet, sondern weicht stark nach der äußeren Handseite hin ab. Während alle anderen Finger drei Fingerglieder besitzen, hat der Daumen deren nur zwei, besitzt dafür aber eine starke Beweglichkeit auch in seinem Mittelhandteil, die den anderen Fingern abgeht. Er ist dadurch befähigt, sich den anderen Fingern gegenüberzustellen und mit der gewölbten und fettgepolsterten Beugeseite seines Endgliedes, der Daumenkuppe, die Kuppen aller anderen Finger zu berühren. Die Streckseite aller Finger trägt auf dem letzten Glied eine schwache Erhöhung, das Nagelbett, welches sich mit einem scharfen, bogenförmigen Rand, dem Nagelsalz, absetzt gegen die etwas gewölbte Hornplatte des Fingernagels. Die Grenzen der einzelnen Fingerglieder sind auf der Beuge- wie Streckseite aller Finger bezeichnet durch quere Furchen.

Die unteren Gliedmaßen, die Beine, stellen schlanke Stützen für den Rumpf dar, man nennt sie auch Unterkörper, als stützenden Teil des Körpers, im Gegensatz zu dem gestützten Oberkörper. Die unteren Gliedmaßen gliedern sich in Hüften, Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß.

Beine.

Das Verbindungsglied der Beine mit dem Rumpf sind die Hüften. Sie sind mit dem Rumpf dermaßen innig verbunden, daß sie weniger zu den unteren Gliedmaßen zu gehören scheinen, als vielmehr das untere Ende des Rumpfes selbst darstellen. Gegen den Bauch sind die Hüften abgegrenzt durch die Leistenfurche, welche aufwärts zum Hüfttamm hinzieht. Seitlich geht die Hüftgegend über in eine den Seitenkontur der Hüften wesentlich mit bestimmende flache Hervorragung, den Rollhügelwulst. Er wird verursacht durch einen starken, hier durch die Haut auch fühlbaren Höcker des Oberschenkelknochens, den großen Rollhügel. Nach hinten gehen die Hüften über in die beiden halbkugeligen und prallen Hervorragungen des Gefäßes, welche die Gefäßspalte zwischen sich fassen. Eine starke quergegerichtete Furche, die untere Gefäßfurche, trennt das Gefäß von der Hinterfläche des Oberschenkels.

Hüften.

Der Oberschenkel ist in seiner Mitte und von da abwärts annähernd zylindrisch geformt. Sehr massig oben, am Übergang zu den Hüften, verjüngt er sich stark nach seinem unteren Ende, dem Kniegelenk, hin. An der Vorderfläche oder Streckseite ist er gegen die Leistenfurche oder die Schenkelbeuge hin stark abgeplattet und zeigt hier eine flache, dreieckig gestaltete Vertiefung, die Leistengrube. Am unteren Teil der Vorderfläche liegt eine Vorwölbung, das Knie, durch die hier befindliche Kniescheibe bedingt. An der Hinterfläche oder Beugeseite des Oberschenkels treten am unteren Ende zwei starke Wülste der Beugemuskeln des Unterschenkels derart nach der rechten und linken Seite der Kniegelenkgegend auseinander, daß sie eine nach oben spitz zulaufende vertiefte Grube zwischen sich fassen, die Kniekehle.

Oberschenkel.

Die Oberfläche der Kniegelenkgegend zeigt ein mannigfaltiges Relief, welches bei Bewegung im Gelenk sich vielfach ändert, wozu vor allem die verschiedene Stellung der das Kniegelenk wie ein Schild deckenden Kniescheibe bei Beugung und Streckung des Beins beiträgt. Von Knochenpunkten treten am Kniegelenk, abgesehen von der Kniescheibe selbst, die bei Streckung aufwärts sich bewegt, bei Beugung sich tiefer stellt, als bestimmend hervor: der äußere wie der innere Knorren des Oberschenkelknochens (unter letzterem der innere Knorren des Schienbeins) seitlich, der Knochenhügel des Schienbeinhockers oder Schienbeinstachel in der Mitte unterhalb der Kniescheibe und endlich unten an der Außenseite der kleine Vorsprung des Köpfchens des Wadenbeins.

Der Unterschenkel ist auf der Vorderseite kantig gestaltet durch die deutlich vorspringende Schienbeinkante, die hintere Fläche ist dagegen abgerundet durch den dicken Wulst der Wade. Die Wade nimmt abwärts der Kniegegend bis zur Grenze vom oberen und mittleren Drittel des Unterschenkels noch an Umfang zu. Von da ab beginnt der Unterschenkel sich nach dem Fußgelenk hin stark zu verjüngen. Die Dicke der Wade verschmälert sich abwärts zu einem stark vorspringenden, nach der Ferse des Fußes hinabziehenden Längswulst, der Achillessehne.

Unterschenkel.

Zwischen dieser und zwei seitlichen, das Fußgelenk zwischen sich fassenden Hervorragungen, dem inneren und dem äußeren Knöchel, liegen beiderseits stark vertiefte Stellen, welche ebenfalls nach der Fersengegend des Fußes hin sich erstrecken. Der stark hervorragende innere Knöchel bildet den Abschluß einer breiteren muskelfreien Fläche, welche von der Schienbeinkante nach einwärts verläuft. Der äußere Knöchel ist weniger stark als der innere und reicht tiefer nach dem Fußrande hinab.

Fuß.

Der Fuß steht bei aufrechter Körperhaltung mit seiner Längsachse nahezu senkrecht gegen die Längsachse des Unterschenkels. Wir unterscheiden an ihm ähnlich wie bei der Hand Fußwurzel, Mittelfuß und die Endglieder der Zehen. Fußwurzel und Mittelfuß zeigen äußerlich keine merkliche Grenze. Sie bilden zusammen die Fußwölbung, deren erhabene obere Fläche Fußrücken heißt, die nach unten gewendete, in der Mitte leicht gehöhlte Fläche Fußsohle. Der hintere Stützpunkt des Fußes wird gebildet durch den Vorsprung der Ferse oder Hacke. Von da ab erhebt sich der innere Fußrand vom Boden, um diesen erst mit dem Vorderende des Mittelfußes am Großzehenballen wieder zu erreichen. Nur ganz flach ist die Fußwölbung an der Außenseite, so daß der äußere Fußrand in seiner ganzen Länge dem Boden aufliegt.

Die Fußsohle ist in ihrem hinteren Abschnitt an der Ferse schmal. Sie verbreitert sich nach dem Ansatz der Zehen hin zu dem stark gepolsterten Fußballen. Er setzt sich zusammen aus einer Reihe kleinerer Ballen für die einzelnen Zehen. Der Großzehenballen ist besonders mächtig.

Die Zehen haben im Verhältnis zu Fußwurzel und Mittelfuß nur eine geringe Länge. Auch bei ihnen besitzt die erste Zehe nur zwei, die anderen haben drei Zehenglieder. Der erste oder Großzeh ist besonders mächtig, doppelt so breit als der folgende zweite, nimmt aber keine Sonderstellung gegenüber den anderen Zehen ein, wie dies beim Daumen an der Hand der Fall ist; er liegt vielmehr in der Verlängerung des inneren Fußrandes, d. h. parallel gerichtet zu den anderen Zehen. Der zweite Zeh ist oft ein wenig länger als der Großzeh — so auf den meisten Bildwerken der Antike wie der Renaissance —, zuweilen aber auch etwas kürzer. Die übrigen Zehen nehmen von da ab an Länge allmählich ab. Der fünfte oder Kleinzeh hat beim Erwachsenen meist eine verkümmerte Gestalt — eine Folge des Tragens von Schuhwerk.

## § 2. Symmetrie des Körperbaus und ihre Grenze.

Der Körper zeigt wenigstens der äußeren Form nach einen seitlich-symmetrischen Bau, d. h. wenn man sich durch seine Längsachse eine von vorn nach hinten gerichtete, vom Scheitel bis zum Rumpsende reichende Ebene gelegt denkt, so zerfällt er in eine rechte und linke Körperhälfte, deren eine das Spiegelbild der anderen ist. Verschiedentlich bestehen Andeutungen einer solchen trennenden Mittellinie am Körper: im Gesicht die Unternasennrinne zwischen Nase und Oberlippe; ferner die Kehlgube; die schmale flache Ebene des Brustbeins an der Brust, die als Furche sich besonders bei sehr kräftiger Entwicklung der Brustmuskeln oder als Busen beim Weibe bemerkbar macht. Es liegt am Brustbeinende die Magenrinne und weiter am Bauch die als weiße Linie bezeichnete Mittelfurche, wenigstens bis zum Nabel hin, während am Unterbauch die weiße Linie nur wenig erkennbar ist. An der Rückenfläche des Körpers ist die Mittellinie angedeutet durch die am Hinterhaupt beginnende, bis zum Nackenhöcker (Dornfortsatz des 7. Halswirbels) gehende Nackenfurche und von da abwärts durch die Rinne der Rückenlinie, die besonders tief ist in der Lendengegend, um sich dann in der Kreuzbeinengegend zu verwischen. Unterhalb der Kreuzbeinengegend endlich trennt die tiefe Gefäßspalte das Rumpsende in eine rechte und linke Hälfte.

Diese äußere Symmetrie der Körperformen ist übrigens nie vollkommen. Kleine Abweichungen davon sind im Knochengestell und mehr noch in den Weichteilen des Kopfes wie des Rumpfes stets vorhanden und tragen viel zur individuellen Verschiedenheit der Menschen bei. Bezüglich der Gliedmaßen ist eine Ungleichheit schon dadurch gegeben, daß die meisten Menschen Rechtshänder sind (die Zahl der Links-

Mittellinie  
an der Ober-  
fläche des  
Körpers.

händer schwankt nach Gaupp zwischen 1 und 4,5%, nach Bardeleben bis zu 12,5%). Dadurch ist bei allen Rechtshändern der rechte Arm muskelkräftiger und dicker sowie bis zu 1 cm länger als der linke. Umgekehrt liegt die Sache bei den unteren Gliedmaßen. So fand Hässe bei 52% von 5141 Soldaten, daß das rechte, bei nur 16%, daß das linke Bein ein wenig kürzer war. Entsprechend dieser ungleichen Beinlänge war denn auch eine ganz geringe Verbiegung der Wirbelsäule (s. u. statische Skoliose) nach rechts oder nach links vorhanden.

Was den Kopf anbetrifft, so ist angeblich bei 97% aller Menschen die Gesichtsförmung etwas nach der rechten Seite hin verschoben. Jedenfalls trägt ein ganz genau symmetrischer Kopf, namentlich in der Plastik, immer etwas Starres an sich. Den großen Künstlern des Altertums war dies nicht unbekannt. So lassen sich z. B. an einem so erhabenen Bildwerk wie der Venus von Milo eine nicht geringe Zahl zum Teil starker Asymmetrien wie am Kopf, so auch beim Rumpf nachweisen. Ein weiteres Beispiel ist das Gesicht des als „Johannes der Täufer“ bezeichneten vielbewunderten Jünglings von Andrea del Sarto (in den Uffizien in Florenz), bei welchem das rechte Auge um etwa 1 cm höher steht als das linke. —

Übrigens erstreckt sich beim Gesamtkörper die äußere Symmetrie nur auf das Knochengeriüst sowie die sogen. animalischen Lebensorgane: willkürliches Knochen-system, Muskeln und Sinnesorgane. Auch die Nieren sowie die Geschlechtsdrüsen sind paarig. Die vegetativen Organe dagegen, d. s. die Organe des Kreislaufs, der Atmung und der Verdauung, entbehren zumeist der symmetrischen Anordnung: das Herz liegt mit seiner Hauptmasse nach links; rechte und linke Lunge sind ungleich groß; der ganze Verdauungskanal ist unpaarig angelegt. Die Leber liegt rechts; die Milz links; die Bauchspeicheldrüse entleert sich rechts in den Zwölffingerdarm; der Blinddarm, mit dem Wurmfortsatz entspricht in seiner Lage der rechten, die Krümmung des Mastdarms der linken Darmbeingrube usw.

### § 3. Einleitendes zur Proportionslehre des menschlichen Körpers.

Die Größenverhältnisse oder Proportionen der einzelnen Körperteile zueinander sowie zum Gesamtkörper sind bei den verschiedenen Menschen nicht dieselben. Schon auf den bloßen Augenschein hin fühlen wir uns berechtigt, die Gestalt des einen als schlank oder schon überschlanke, die des anderen als kurz und gedungen, die eines dritten als ebenmäßig zu bezeichnen; bei diesem die Beine im Verhältnis zu kurz, bei jenem zu lang zu finden usw. In unserer Vorstellung sind also die Verhältnisse im Körperbau aller der zahllosen Menschen, die wir in unserem Leben gesehen haben, verschmolzen zu einem Mittelmaß oder, wenn man so will, zu einer Art von Idealfigur, bei der alle Körperformen und der ganze Gliederbau vollkommen und für einen wohlgebauten Menschen typisch sind. Es müßte also auch möglich sein, die Gesetze für solche Vollkommenheit der menschlichen Gestalt und Bildung in feststehende Formen und Ziffern zu fassen, die für den Künstler als Richtschnur zur Schaffung der Normalfigur eines schönen, richtig gebauten Menschen dienen könnten.

In der Tat hat die bildende Kunst von je sich bemüht, eine solche Richtschnur aufzustellen, um nach ihr zu arbeiten. Man bezeichnet diese in einer Normalfigur verkörperte Richtschnur als „Kanon“, die Maßeinheit oder das Grundmaß, nach dem die einzelnen Körperabschnitte und Gliederteile eines Kanons bestimmt werden, als „Modul“ (nach dem lateinischen *modulus*). Ein solches Grundmaß suchte man in einem bestimmten Abschnitt am Körper zu gewinnen. So dienen als Modul bald die Kopfhöhe, bald das Gesicht, bald die Nasenlänge, bald Fuß oder Hand, bald die Wirbelsäule usw.

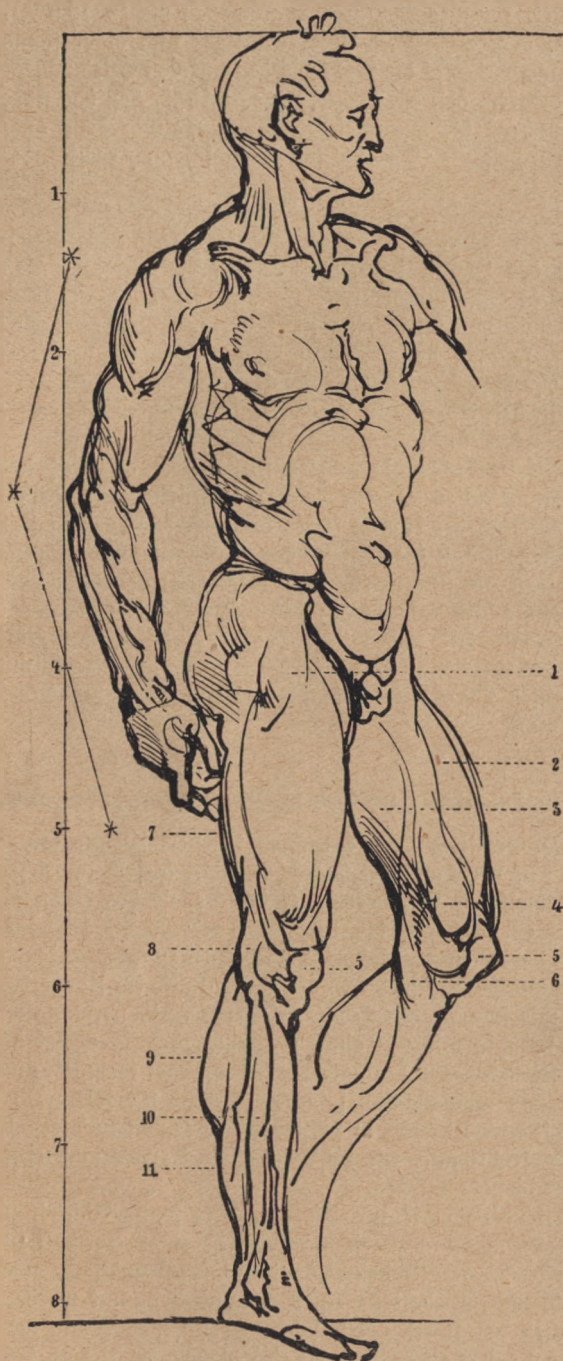


Fig. 1. Kanonfigur von Michelangelo. Faksimile einer Handzeichnung des Meisters. Die beigelegten Ziffermaße entsprechen dem Proportionschlüssel von Kollmann (die Zahlen 1—11 bestimmten Beinmuskeln).

Die alten Ägypter sollen als Grundmaß für ihre Figuren die Länge des Mittelfingers genommen haben, welche 19 mal in der Körperlänge enthalten sei. In der griechischen Kunst wurde für die Proportionslehre vor allem der Bildhauer Polyklet aus Sikyon maßgebend, der während der Blütezeit der griechischen Kunst zu Ende des 5. Jahrhunderts v. Chr. wirkte. Leider sind weder die von ihm geschaffene Normalfigur, der „Kanon des Polyklet“, noch seine bezügliche Schrift auf uns gekommen. Wenigstens ist es sehr fraglich, ob die Figur des Schwertträgers (Doryphoros) im Museum zu Neapel nach den Maßen des Polyklet geschaffen ist. Auch ob spätere Angaben aus dem Altertum zutreffend sind, wonach bei dem Kanon Polyklets die Kopfhöhe 8 mal, die Gesichtshöhe 10 mal, die Höhe von Kopf und Hals sowie die Fußlänge 6 mal in der Gesamthöhe des Körpers enthalten waren, steht dahin. Ihm zu Ehren betitelte der Berliner Bildhauer Gottfried Schadow sein berühmtes Werk über Proportionslehre „Polyklet“ (1834).

Von den Künstlern der Renaissance waren es in Italien besonders Leonardo da Vinci, welcher eingehende Studien über den Körperbau des Menschen anstellte, sowie Michelangelo. Von beiden Großmeistern der Kunst besitzen wir prächtige Handzeichnungen als Zeugnis ihrer tiefdringenden Auffassung der Verhältnisse des wohlgebauten Körpers (Fig. 1). In Deutschland hat uns unser Albrecht Dürer ein größeres Werk „Vier Bücher von menschlicher Proportion“ hinterlassen, wie er denn auch bei einer Reihe seiner Figuren die Körperverhältnisse mühsam mit Zirkel und Richtmaß konstruierte.



### § 4. Einige wichtigere Maßverhältnisse des Körpers.

Von den Maßen, welche als Grundlage für einen brauchbaren Kanon der Proportionen eines schöngebauten Körpers dienen, seien folgende als besonders wichtig hervorgehoben:

1. Die Körperlänge der Menschen zeigt bekanntlich große Verschiedenheiten sowohl bei den Individuen gleicher Rasse als auch in den Mittelmaßen verschiedener Rassen. Als Mittelmaß für den Westeuropäer wird eine Körperhöhe von 165 bis 175 cm angegeben. Die Frauen sind durchschnittlich etwas kleiner als die Männer, und zwar nach Quetelet um  $\frac{1}{16}$ . In Europa sind die kleinste Rasse die Lappen, deren Durchschnittsmaß auf 152 cm angegeben wird; als kleinste Völker der Erde kennen wir weiter die Eskimos, die Samojuden, die Buschmänner und vor allem die Zwergvölkerschaften in Zentralafrika, die Affas u. a., deren Durchschnittsmaß zwischen 133 und 144 cm betragen soll. Es sei nicht unerwähnt, daß man die heute lebenden Menschentassen von einem solchen Zwergvolke als Urform hat ableiten wollen (Kollmann). Von Naturvölkern zeichnen sich durch ihre Körperlänge aus die Patagonier Südamerikas. Auch die Nordamerikaner sind zu einer hochgewachsenen Rasse geworden. Nach Bollinger

Körperlänge.

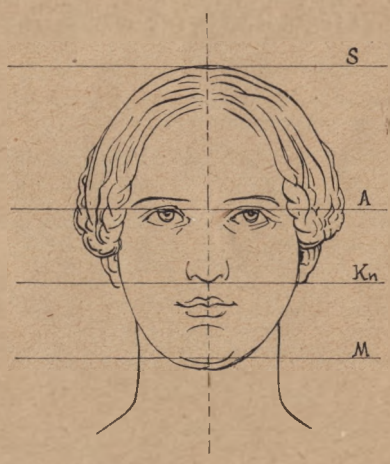
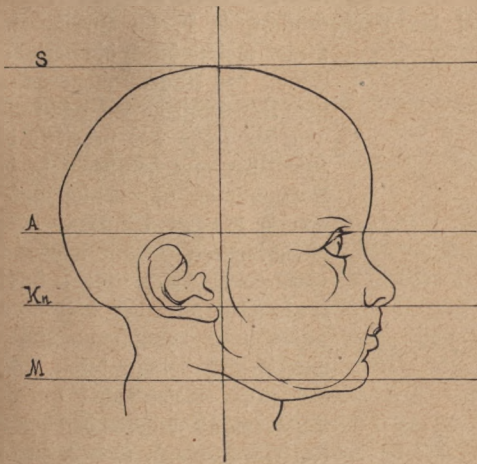


Fig. 2. Kopf eines Kindes im ersten Lebensjahre nach Schadow. S Scheitelhöhe; A Übergangslinie der Stirn in die Nasenwurzel; Kn durch den Nasenstachel gelegte Linie; M Höhe des unteren Kinrands.

Fig. 3. Kopf eines erwachsenen Weibes nach Schadow, bez. wie Fig. 5. — SA Schädelanteile; AM Gesichtsteil; SKn Kopfnasenhöhe.

ist das Mittelmaß der Amerikaner im Westen der Vereinigten Staaten 177 cm, im Osten 173 cm. Für Europa gibt er u. a. an für Engländer 173,6 cm; Schweden 170,2 cm; Belgier 168,6 cm; Norddeutsche 168 cm; Deutschösterreicher 167,2 cm; Südf Franzosen 163 cm.

2. Die Halbierungslinie des Körpers liegt beim erwachsenen Manne dicht unter dem unteren Rande des Schambeins, beim Weibe in der Schambeinfuge. Demnach ist die Beinlänge beim Manne etwas höher als bei der Frau.

Halbierungslinie des Körpers.

Die Lage der Halbierungslinie ändert sich stark mit dem Wachstum. Beim neugeborenen Kinde, wo die Entwicklung des Oberkörpers außerordentlich überwiegt, liegt die Halbierungslinie etwas über dem Nabel. Sie liegt weiter

- im 2. Lebensjahre im Nabel,  
 „ 3. „ in gleicher Höhe mit den Hüftkammern,  
 „ 10. „ in einer die beiden Rollhügel des Oberschenkels verbindenden Linie,  
 „ 13. „ am oberen Rand der Schamfuge.

Kopflänge 3. Als Kopflänge bezeichnen wir den senkrechten Abstand vom Scheitel zum Kinnrande. Diese Länge ist beim Erwachsenen 7—7½ mal in der gesamten Körperlänge enthalten, bei sehr schlankem Wuchs auch 8 mal. Dies letztere Verhältnis wird in der bildenden Kunst von der Antike bis auf unsere Zeit bevorzugt. Überschlankere Figuren, namentlich der Renaissance, weisen sogar schon über acht Kopflängen auf.

Auch hier sind die Änderungen dieses Verhältnisses mit fortschreitendem Körperwachstum stark in die Augen fallend. So mißt

das neugeborene Kind	nur 4 Kopflängen,
„ 2jährige Kind	. . . . 5 „
„ 7jährige „	. . . . 6 „
der 14jährige Knabe	. . . 7 „

Gesichts- und Gehirnanteil des Kopfes. 4. Beim Kopfe ist besonders wichtig das Verhältnis des Gesichtsanteils zum Gehirnanteil. Die Grenze bildet bei der Vorderansicht, d. h. im Antlitz, eine

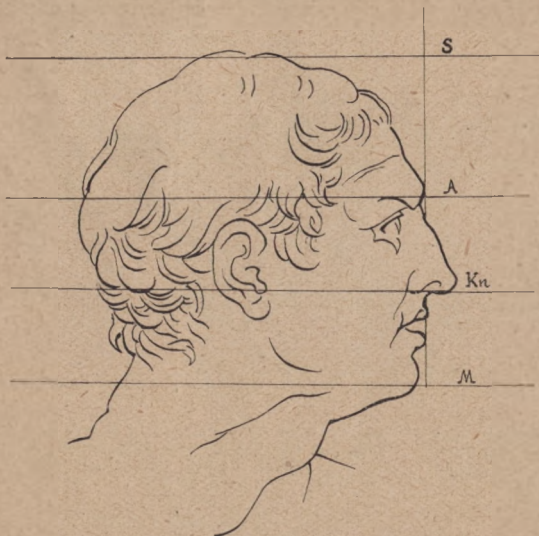


Fig. 4. Kopf eines Mannes (borgheiserer Fächter) nach Schadow. — SA Schädel; AM Gesichtsanteil; SKn Kopfnasenhöhe.

Linie, welche durch die vorderen Enden der Augenbrauen gelegt ist. Der Gehirnanteil reicht also von der Höhe des Scheitels bis zum Übergang der Stirn in die Nasenwurzel, der Gesichtsanteil von da bis zum Kinnrand. Der Gesichtsanteil zerfällt wieder in zwei gleiche Abschnitte: 1. in die Nasenlänge, der senkrechten Entfernung zwischen Nasenwurzel und dem unteren Rand der Nase (Nasenstachel an der Scheidewand zwischen den beiden Naseneingängen), und 2. in die Entfernung zwischen Nasenstachel und Kinnrand. Die Nasenlänge, vom Übergang der Stirn zur Nasenwurzel an gerechnet, ist beim Manne 3½ mal in der gesamten Kopfhöhe enthalten, beim Weibe viermal. Wechselnd ist

das Verhältnis des Gesichtsanteils zum Schädelanteil des Antlitzes während des Wachstums; beim Kinde ist der Schädel unverhältnismäßig groß zum Gesicht, und so beträgt jenes Verhältnis beim männlichen Neugeborenen 5 : 7 (s. Fig. 2). Am Ende des 2. Jahres wird es 9 : 9 und bleibt so bis zur beginnenden Reifeentwicklung mit dem 14. Jahre, wo das Verhältnis 12 : 11 wird, um beim erwachsenen Manne das Verhältnis von 13 : 11 zu erreichen. Es ist die starke Entwicklung namentlich der Kiefer, welche beim Manne dies Überwiegen des Gesichtsanteils an der Kopfhöhe verursacht. Beim Weibe ist diese Entwicklung der Kiefer eine geringere. Es

bleibt hier an schönen Köpfen die Höhe des Schädelanteils gleich der des Gesichtsteils, so daß die Nasenwurzel in der Mitte der gesamten Kopfhöhe liegt (s. zum Vergleich Fig. 3 u. 4).

5. Die ganze Höhe des Gehirnschädels wird aber erst durch eine Linie ausgedrückt, welche vom Scheitel bis zum Nasenstachel reicht. Denn die horizontale Linie, welche bei gerader Kopfhaltung durch den Nasenstachel (oder die in gleicher Höhe befindliche äußere Ohröffnung) gelegt wird, trifft auf das Gelenk zwischen Hinterhaupt und dem oberen Ende der Halswirbelsäule, d. h. dem ersten Halswirbel. Man bezeichnet die so erhaltene Höhe auch als Kopfnasenhöhe. Diese soll in der gesamten Körperhöhe zehnmal enthalten sein und bildet mithin, wie noch ausgeführt werden soll, ein Grundmaß bei der Einteilung des Körpers nach dem Dezimalsystem.

Die Kopfnasenhöhe.

6. Die Höhe der Wirbelsäule wird bestimmt durch die Entfernung vom Nasenstachel — der, wie wir sahen, in gleicher Höhe mit dem oberen Ende der Halswirbelsäule liegt — bis zum unteren Rande der Schambeinfuge, welche bei richtiger Beckenneigung im geraden aufrechten Stehen mit dem unteren Ende der Wirbelsäule, d. h. der Spitze des Steißbeins, in gleicher horizontaler Höhe sich befindet. Diese Länge der Wirbelsäule ist in der gesamten Körperhöhe  $2\frac{1}{2}$  mal enthalten.

Höhe der Wirbelsäule.

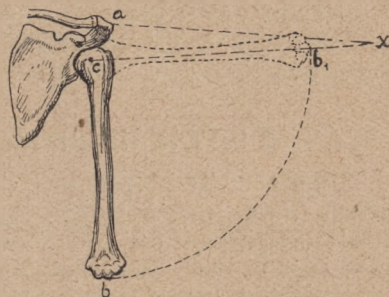
7. Als Schulterbreite bezeichnet man die Entfernung der äußersten Punkte der beiden Schulterhöhen — also ohne Berücksichtigung des die Schultern wölbenden Fleisches des Deltamuskels. Sie ist etwas größer als die ein wenig unterhalb gelegene Verbindungslinie der Drehpunkte der beiden Schultergelenke, welche sich am lebenden Körper schwerer bestimmen lassen, und übertrifft um ein geringes die halbe Höhe der Wirbelsäule. Die durchschnittliche Schulterbreite soll beim Manne 39,1, beim Weibe 35,2 cm betragen.

Schulterbreite.

8. Bestimmt man als Hüftbreite die Gesamtbreite des Körpers in der Höhe der stärksten Hervorragung der Rollhügel, also etwas unterhalb des Hüftgelenks, so zeigt sich, daß beim Manne die Hüftbreite geringer ist als beim Weibe (30,5 cm gegenüber 31,5 cm beim Weibe). Beim Manne wird also die Hüftbreite von der Schulterbreite ganz bedeutend überragt (um etwa 9 cm), beim Weibe nur um ein geringes. Dabei sei jedoch ausdrücklich bemerkt, daß der Armansatz oder die Schulterwölbung durch Oberarmkopf und Deltamuskeln die Schulterbreite beim Manne größer als die Hüftbreite erscheinen läßt. Ebenso beim schlank gewachsenen Weibe. Umgekehrt aber läßt die starke Fettansammlung um die Hüftgegend beim Weibe die Hüftbreite weit stärker erscheinen als die Schulterbreite.

Hüftbreite.

9. Was die oberen Gliedmaßen betrifft, so ist bei seitlich wagerrecht ausgestreckten Armen deren Spannweite, d. h. die Entfernung zwischen den Spitzen des rechten und linken Mittelfingers ungefähr gleich der Körperlänge, und der Abstand zwischen Mittelfingerspitze eines Armes und der Mitte des oberen Brustbeinrandes in der Kehlgube ist gleich der halben Körperlänge. Mißt man aber bei herabhängendem Arm von dieser Fingerspitze bis zur Schulterhöhe und von da weiter bis zur Brustbeinmitte — so erhält man ein größeres Maß. Es wird der herabhängende Arm scheinbar länger, und zwar um den Ab-



Spannweite der Arme.

Verschiedenes Maß des seitlich gestreckten und des herabhängenden Armes.

Fig. 5. Verschiedenes Maß des herabhängenden (anscheinend a b) und des seitlich ausgestreckten Armes (c b). — a Schulterhöhe. c Drehpunkt im Schultergelenk. h bzw. b<sub>1</sub> Ellenbogende des Oberarmes. b<sub>1</sub>x die anscheinende Verkürzung des Armmmaßes.

stand des Drehpunktes des Schultergelenks von der darüber gelegenen Schulterhöhe (s. Fig. 5). Das Armmaß ist daher von diesem Drehpunkt im Schultergelenk und nicht von der Schulterhöhe ab zu bestimmen.

**Armlänge.** Die gesamte Armlänge vom Schultergelenk bis zur Mittelfingerspitze ist gleich der Höhe der Wirbelsäule, also  $2\frac{1}{2}$  mal in der Körperlänge enthalten. Bei herabhängendem Arm und normalem Hochstand der Schultern reicht die Spitze des Mittelfingers bis zur Mitte des Oberschenkels. Der Oberarm ist etwas länger als der Unterarm. Die Handlänge beträgt  $\frac{1}{5}$  der gesamten Armlänge.

**Unterlänge.** 10. Den unterhalb des Halbierungspunktes des Körpers gelegenen Teil der Körperlänge nennen wir auch die Unterlänge des Körpers, im Gegensatz zu der von Kopf und Rumpf gebildeten Oberlänge. Über das wechselnde Verhältnis von Ober- und Unterlänge während der ersten Wachstumsjahre ist oben schon das Nötige bemerkt. Der Beginn der Unterlänge am unteren Rande des Schambeins entspricht zugleich dem oberen Ende des Oberschenkels, dem in der Hüftspanne sich bewegenden Oberschenkelfopf. Von hier aus rechnen wir am richtigsten bis zur Mitte der Knie- scheibe hinab die Oberschenkellänge. Gebräuchlicher, weil für die äußere Messung als Teilabschnitt mehr in die Augen fallend, ist es, die freie Beinlänge oder die

**Schrittlänge.** Schrittlänge zu bestimmen, welche vom Damm oder Schritt (Rumpfsende zwischen den Schenkeln) bis zur Fußsohle reicht. Abgesehen davon, daß der weiche Damm einen zuverlässigen Meßpunkt überhaupt nicht bildet, trägt die Bestimmung der freien Beinlänge auch dem Umstande nicht Rechnung, daß das obere Ende des Oberschenkels höher liegt als der Schritt und in die Muszellager der Hüfte hineinreicht. Daher denn auch die verwirrende Angabe, daß der Oberschenkel von gleicher Länge oder gar kürzer sei als der Unterschenkel, während er tatsächlich etwas länger ist. Die Länge des Unterschenkels wird gemessen von der Kniescheibenmitte — richtiger etwas unterhalb der Mitte — bis hinab zum äußeren Fußknöchel, welcher der Lage des Drehpunktes des Sprunggelenks zwischen Unterschenkel und Fußwurzel entspricht.

**Fußlänge.** Die Fußlänge ist in der Körperhöhe  $6\frac{1}{2}$ —7 mal enthalten. Auch weibliche Figuren der Antike zeigen stets dies natürliche Maß. Allerdings — steckte man die medicische Venus in modernes Gewand, so würden nach dem neuzeitlichen verdorbenen Schönheitsbegriff, wie er allgemein gehegt wird, deren Füße als übergroß und plump erscheinen.

Bezüglich der Dicke des Schenkels sei noch die Angabe erwähnt, daß der größte Umfang des Oberschenkels  $1\frac{1}{2}$  mal den größten Umfang der Wade und dieser  $1\frac{1}{2}$  mal den größten Umfang des Unterarms unterhalb des Ellbogengelenks beträgt. Bei stark entwickeltem Settpolster wird der Umfang des Oberschenkels indes größer sein.

Der Umfang der Wade soll — namentlich bei Frauen — gleich sein dem Umfang des Halses. Zuverlässig ist dies Maß zwar nicht, trifft indessen bei kräftigen jungen Leuten nach einer Reihe von Messungen, die mir vorliegen, ziemlich genau zu.

## § 5. Die Körpermaße nach dem Dezimalsystem.

Wenn man im Körper selbst ein Grundmaß suchen will, wonach sich die Verhältnisse seines Baues bestimmen lassen, so ist es wohl naturgemäß gegeben, auf die Entwicklungsgeschichte des werdenden Menschen zurückzugehen. Wie bei allen Wirbeltieren zeigt sich auch beim Menschen als erste Anlage des Körpers in dem sich entwickelnden Ei der Kopf und an diesen sich anschließend ein Strang, der sich in gleichartige Platten, die Urwirbel, gliedert, d. i. die Wirbelsäule. K. G. Carus in seiner „Symbolik der menschlichen Gestalt“ (1853) nahm zuerst die Wirbelsäule als Urmaß der Körperverhältnisse, und zwar — was allerdings nicht folgerichtig war — die

Die Wirbelsäule als Urmaß.

„freie“ Wirbelsäule vom ersten Hals- bis zum untersten Lendenwirbel, also ohne Kreuzbein und Steißbein, welche doch ebenfalls Abschnitte der Wirbelsäule sind. Dieses Urmaß teilte Carus in drei Teile und nannte einen solchen Teil Modul. Die gesamte Körperhöhe berechnete er auf  $9\frac{1}{2}$  Modul. Der Bildhauer Riettschel fertigte nach den Carusschen Maßen eine Statue, welche sehr schöne Verhältnisse und Formen aufwies und als Kanon vielfach von unseren Künstlern benutzt wurde.

Ein noch brauchbareres Maß, welches zudem den Vorzug der Anwendung des Dezimalsystems auf die Einteilung des Körpers bietet und daher leicht übersichtlich ist, war bereits im vorhergehenden angedeutet (s. Fig. 6). Wir erwähnten oben, daß die Kopfnasenhöhe, d. i. die Höhe des Gehirnschädels,  $\frac{1}{10}$  der gesamten Körperhöhe beträgt, die ganze Wirbelsäule, weil  $2\frac{1}{2}$ mal in der Körperhöhe enthalten,  $\frac{4}{10}$  Kopf und Wirbelsäule vom Scheitel bis zur Steißbeinspitze bilden also die halbe Körperlänge, und die Höhe der Wirbelsäule beträgt mithin vier Kopfnasenslängen. Teilen wir nun die gesamte Körperhöhe eines erwachsenen normal gebauten Mannes in 100 Teile, so erhalten wir folgende Abschnitte (nach Kollmann):

- Höhe des Gehirnschädels =  
Scheitel bis zum Nasen-  
ende oder Kopfnasen-  
höhe . . . . . = 10 Teile
  - Hals = Nasenende bis zum  
oberen Rand des Brust-  
beins in der Kehlgube . = 10 „
  - Brust = Oberer Rand des  
Brustbeins bis zur  
Magengrube . . . . . = 10 „
  - Oberbauch = Magengrube  
bis zum Nabel . . . . . = 10 „
  - Unterbauch = Nabel bis  
zum unteren Rand der  
Schambeuge . . . . . = 10 „
- zus. 50 Teile

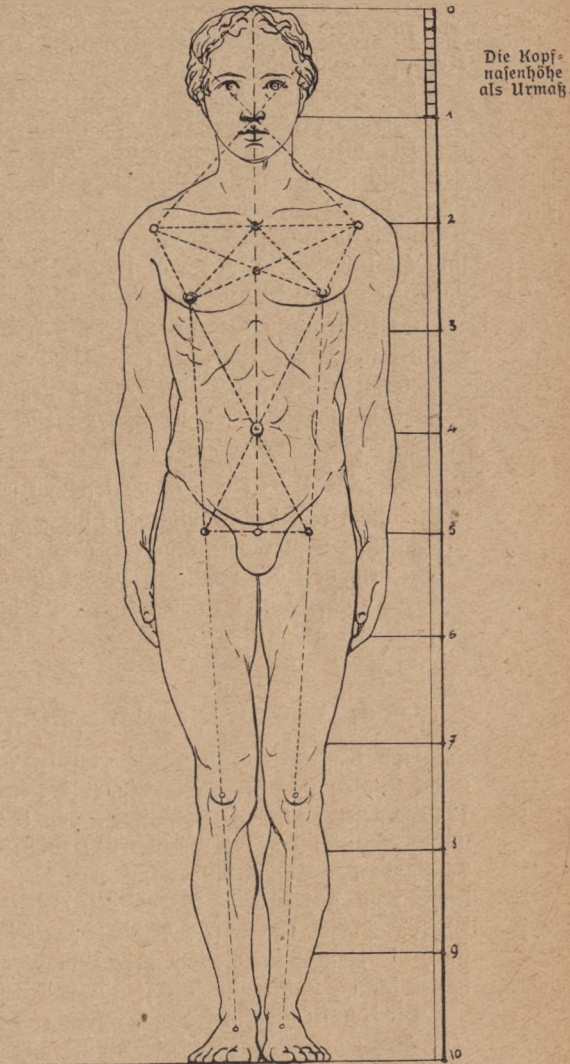


Fig. 6. Proportionsfigur nach Kollmann mit gleichzeitiger Eintragung des Schlüssels von Schmidt und Fritsch (s. § 6).

Hier am unteren Rand der Schambeinfuge liegt also die Körpermitte. Es haben mithin:

- Kopf und Hals zusammen zwei Kopfnasenhöhen . . . . . = 20 Teile
- Kopf, Hals und Brust zusammen drei Kopfnasenhöhen . . . . . = 30 „
- Höhe vom Scheitel bis zum Nabel zusammen vier Kopfnasenhöhen . . = 40 „

Don den Breitenmaßen des Rumpfes seien angeführt:

Schulterbreite zwischen den Schulterhöhen . . . . .	20 Teile
Breite des Brustkorbs in der Höhe der Brustwarzen ebenfalls . . . . .	20 "
größte Entfernung zwischen den beiden Hüftkämmen beim Manne . . . . .	18 "
Entfernung zwischen den vorderen oberen Darmbeinstacheln beim Manne . . . . .	15 "

Die Tiefenmaße des Körpers sind sowohl für den Brust- wie den Bauchteil des Rumpfes wegen der Atembewegungen verschieden —

Die von Kollmann angegebenen Maße treffen sowohl für den Oberkörper gut gewachsener Menschen wie auch für die besten antiken Bildwerke recht oft zu.

Die weiteren Teilstellen nach dieser Messungsart an der Unterhöhe, d. i. an den Beinen, entsprechen allerdings keiner im anatomischen Bau begründeten natürlichen Gliederung; denn Maße wie: Mitte des Oberschenkels, Knie oberhalb der Kniescheibe, Unterschenkel unterhalb des Schienbeinstachels und unterhalb der Wade sind zu unbestimmt, als daß sie die Verhältnisse im Bau der unteren Gliedmaßen sicher zu beurteilen ermöglichen.

Es seien nur angegeben:

Oberschenkel vom Rollhügel (stärkste Ausladung) bis zur Mitte der Kniescheibe . . . . .	24 Teile
Unterschenkel von der Mitte der Kniescheibe bis zum äußeren Knöchel . . . . .	22 "
Fußhöhe vom äußeren Knöchel bis zur Fußsohle . . . . .	4 "
Länge des Fußes . . . . .	15 "

Für die oberen Gliedmaßen stellen sich folgende Maße heraus:

Armlänge von der Schulterhöhe bis zur Spitze des Mittelfingers . . . . .	44 Teile
Armlänge vom Oberarmkopf gerechnet etwa . . . . .	40 "
Oberarm von der Schulterhöhe bis zur Ellbogenbeuge . . . . .	20 "
Vorder- oder Unterarm bis zur Mitte des Handgelenks . . . . .	14 "
Hand von der Mitte des Handgelenks bis zur Spitze des Mittelfingers . . . . .	10 "

## § 6. Der Proportionschlüssel nach Schmidt und Fritsch.

Don denselben Grundmaßen ausgehend, wie sie bei der Einteilung des Körpers unter Anwendung des Dezimalsystems benutzt sind, konstruierte der Maler C. Schmidt 1849 einen „Proportionschlüssel“, der dann später durch G. Fritsch aufgenommen und wesentlich ergänzt worden ist. Dieses Messungssystem ist zur Bestimmung und Schätzung der Verhältnisse des Körperbaues besonders brauchbar. Es gestattet, mit Hilfe von Zirkel und Lineal an guten Abbildungen von Bildwerken sowie an Photographien Erwachsener, die unbedeckt in aufrechter Stellung aufgenommen sind, die Vollkommenheiten oder Unvollkommenheiten der Proportionen des Körperbaues schnell und meist zutreffend zu beurteilen.

Die Konstruktion dieses „Schlüssels“ (s. Fig. 7) ist folgende. Eine Linie  $WW_1$  gebe als Grundmaß die Länge der Wirbelsäule an, gemessen vom Nasenstachel bis zum unteren Rand der Schamfuge beim Mann, bis zum oberen Rand der Schamfuge beim Weibe.

Diese Linie wird in vier gleiche Teile geteilt. Ihre Verlängerung nach oben um einen solchen Teil bis K endet in der Scheitelhöhe des Kopfes. Wir haben damit die Oberhöhe des Körpers  $KW_1$  vom Scheitel bis zum unteren Ende der Wirbelsäule, eingeteilt in fünf Maßeinheiten (Modul). Ziehen wir nun eine horizontale Linie durch die Grenze des zweiten und dritten Moduls, welchen Punkt wir, da er der Höhe des oberen Brustbeinrandes entspricht, mit B bezeichnen wollen, und geben dieser Linie beiderseits von B an die Länge eines Moduls, so bezeichnen die so gewonnenen

Endpunkte Sl (links) und Sr (rechts) die Lage der Drehpunkte der beiden Schultergelenke.

Ziehen wir weiterhin in gleicher Weise durch den Endpunkt W<sub>1</sub> eine horizontale Linie und geben ihr nach rechts und nach links die Länge eines halben Moduls, so zeigen die so gewonnenen Punkte Hl und Hr die Lage der Hüftgelenkspfannen links und rechts, d. h. die oberen Enden der Oberschenkel an. Verbinden wir nun die Schultergelenkspunkte Sl und Sr mit den Hüftgelenkspunkten der gegenüberliegenden Seite, also Sl mit Hr und Sr mit Hl, so schneiden sich diese Linien im Nabelpunkte N. Ziehen wir weiter von den Schulterpunkten Sl und Sr Linien durch den Punkt W (Nasenstachel) und legen wir durch den Endpunkt K (Scheitelhöhe) Parallelen zu diesen Linien, so entsteht ein Quadrat, dessen quere Diagonale Gl Gr die Gesichts- oder vielmehr Schädelbreite angibt. Ziehen wir ferner Parallelen zu Sl W und Sr W durch den Brustpunkt B, so schneiden diese die Schulterhüftlinien Sl Hr sowie Sr Hl in den Punkten Bwl und Bwr, womit die Lage der linken und der rechten Brustwarze am Rumpfe angegeben wird.

Für die Gliedmaßen erhalten wir nun weiter folgende Maße: Die Verbindung eines der Schulterpunkte Sl und Sr mit den Brustwarzenpunkten der gegenüberliegenden Seite, also Sl mit Bwr oder Sr mit Bwl, gibt die Länge des Oberarms; die Länge Bwl N, d. h. der Abstand eines der Brustwarzenpunkte vom Nabelpunkte N ist gleich der Länge des Unterarms; die Entfernung des Nabelpunktes N von einem der Hüftpfannenpunkte, also Hl N oder Hr N ist gleich der Länge der Hand. Ferner: Die Entfernung der Brustwarzenpunkte von einem der Hüftpfannenpunkte der gegenüberliegenden Seite, also Bwl Hr oder Bwr Hl, ist gleich der Länge des Oberschenkels. Die Entfernung dagegen eines Brustwarzenpunktes von dem Hüftpfannenpunkt derselben Seite, also Bwl Hl oder Bwr Hr, gibt die Länge des Unterschenkels; die Entfernung endlich eines der Brustwarzenpunkte vom Nabelpunkte Bwr N oder Bwl N, d. h. die Unterarmlänge, ist annähernd gleich der Länge des Fußes: d. h. die Fußlänge übertrifft um ein geringes die Länge des Unterarms. Die Fußhöhe ist gleich einem halben Modul. Die gesamte Körperlänge ist gleich  $10\frac{1}{3}$  Modul. Der normal gebaute Körper wäre also nach diesem Proportionschlüssel um ein geringes schlanker als nach dem vorhin gegebenen Schlüssel unter Anwendung des Dezimalsystems.

Man darf eben nicht vergessen, daß es sich hier keineswegs um mathematisch genaue Maße handelt — solche sind in dem Körperbau des Menschen nicht gegeben, sondern nur um Schätzwerte, welche den Ergebnissen zahlreicher Messungen an gut entwickelten Menschen tatsächlich am meisten entsprechen. Genau so verhält

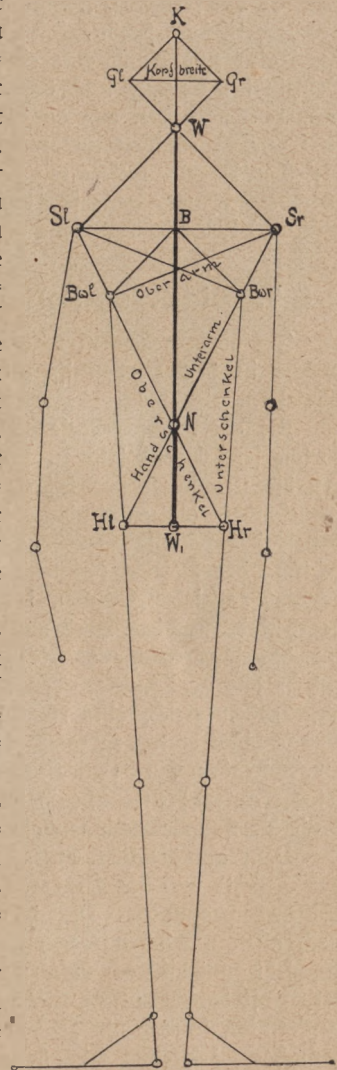


Fig. 7. Proportionschlüssel nach Schmidt und Fritsch. — Bezeichnung s. l. Text.

es sich mit den Maßbestimmungen und Vorschriften, welche als eine Art geheiligter Überlieferung seit Jahrhunderten für die bildenden Künstler maßgebend sind. Es beruhen hierauf auch die eingehenden Maßziffern und Konstruktionen, welche zuletzt der Bildhauer Prof. Otto Geyer in seinem Tafelwerke „Der Mensch“ niedergelegt hat. Es hat ferner A. Zeising 1854 und später Johannes Bohnenkamp unternommen, für den Begriff des „Schönen“ im Gliederbau des Menschen sowohl wie aller Schöpfungen der Natur und Kunst eine einheitliche mathematische Formel zu finden, nämlich das Prinzip der Teilung nach dem „Goldenen Schnitt“, wonach sich kleinere Teile zu den größeren verhalten wie das Ganze zum größeren Teil. Alle diese Versuche weichen in ihren Ergebnissen nur wenig voneinander ab. Jedenfalls stellt sich heraus, daß dieselben Regeln, welche wir dem Gliederbau schön gewachsener Menschen der Gegenwart entnehmen, auch für die Bildhauer maßgebend waren, welche die herrlichsten antiken Bildwerke vor mehr als zweitausend Jahren schufen.

### § 7. Die Ausgestaltung des Menschen durch das Wachstum.

Im vorhergehenden war bereits auf einzelne Unterschiede aufmerksam gemacht, welche in den Verhältnissen des Körperbaus während der Jahre des Wachstums obwalten.

Das Säug-  
lingsalter.

Als ein hilfloses Wesen löst sich der Säugling vom Körper der Mutter los, um fortan sein Eigendasein zu führen. Von einem selbständigen Seelenleben sind nur erst die Urfänge vorhanden: unbestimmte Gefühle von Behagen oder Unbehagen, insbesondere die Empfindung des Nahrungsbedürfnisses sowie Schmerzgefühl sind es, denen der Säugling Ausdruck zu geben weiß. Dazu kommen bestimmte, zur Erhaltung des Daseins notwendige Bewegungsvorgänge, welche sich zunächst ganz unbewußt vollziehen. Schon im Mutterleibe hatte das Herz des Kindes regelmäßig gearbeitet, um das Blut und mit diesem die vom Mutterblut gelieferten Baustoffe für das stark wachsende Körperchen umzutreiben. Nun aber, da die Sauerstoffzufuhr aus dem mütterlichen Blute plötzlich abgeschnitten ist, macht das Kind, einem Ersticken gleich, eine frampfartige Atembewegung: zum erstenmal füllen sich die Lungenbläschen mit Lungenluft, und es hebt von da ab der regelmäßige Gang von abwechselnder Ein- und Ausatmung an, um erst mit dem Erlöschen des Daseins wieder aufzuhören. Ebenso stellen sich von selbst mit dem Anlegen an die Mutterbrust die Saugbewegungen ein.

Dem allmählichen Erwachen der feineren Sinne in den ersten Lebenswochen, des Gesichts und des Gehörs, folgen dann auch die Anfänge zweckmäßig ausgeführter Willkürbewegungen. Der früh schon vorhandene Bewegungstrieb läßt das Kind nach allen möglichen Gegenständen greifen, die in seinen Gesichtskreis fallen. Das geschieht zunächst noch unsicher: die Arme fadeln ungeschickt umher, und die Händchen tasten oft daneben; stete triebmäßige Übung macht aber allmählich solche Bewegungen bestimmter, so daß die gewollte Richtung sicherer erzielt wird. Zu diesen Anfängen seelischer Tätigkeiten tritt dann gegen Ende des ersten Lebensjahres das Bedürfnis nach sprachlicher Mitteilung, das Erwachen der Sprechlust hinzu: den unartikulierten Urlauten folgen die Versuche, häufig vorgeprochene Worte nachzulallen. Langsam lernt dann das Kind auch mit solchen Worten bestimmte Personen und Dinge seiner Umgebung zu kennzeichnen. So erringt sich das Kind nach dem ersten Lebensjahr bald schneller, bald langsamer den stolzen Besitz der Menschheit, nämlich den Gebrauch der artikulierten Sprache. Zwar ist der Kopf des Säuglings unverhältnismäßig groß: die Kopfhöhe ist in der gesamten Körperhöhe, wie wir schon sahen, nur viermal enthalten. Aber das übermäßig große Gehirn muß erst langsam lernen zu arbeiten.

Wachstum  
und Körper-  
form des  
Säuglings.



Weitaus treten demgegenüber die vegetativen Tätigkeiten beim Säugling in den Vordergrund: die Nahrungsaufnahme, die Verdauung und dementsprechend das Wachstum. Auf keiner späteren Altersstufe mehr besteht eine solche Energie des Wachstums. Schon nach 24 Lebenswochen hat sich das Durchschnittsmaß des bei

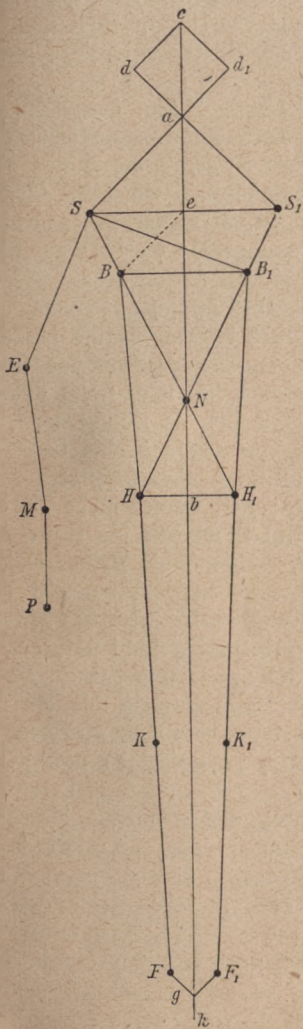


Fig. 8-10. Die Gestalt des Menschen mit der Wirbelsäule als Stamm und Maßstab, 'Kanon Frisch', Zeichnungen, Modelle und Formel entworfen von August Raulich. Gej. gesch. (Beim Profil befindet sich der Brustkorb hinter der Wirbelsäule unter Sortirung des Armes.) — Aus „Menschenkunde“ von Dr. G. Bülchian. (Stuttgart, Strecker & Schröder.)

voller Entwicklung etwa 3500 g schweren Neugeborenen verdoppelt. Am Ende des ersten Lebensjahres ist der kindliche Körper bereits  $2\frac{3}{4}$  mal schwerer.

Der Rumpf behält seine verhältnismäßig große Länge bis etwa zum dritten Lebensjahre. Von da ab überwiegt jedoch das Wachstum der Gliedmaßen, und zwar erreichen meist zwischen dem dritten bis sechsten Lebensjahre Arme und Beine die Rumpflänge. Weiterhin aber überwiegt das Wachstum der Beine das der Arme, bis schließlich



beim Erwachsenen die Beinlänge (vom Spalt bis zur Sohle gemessen) die Länge des Arms mit der Hand um 24%, die Rumpflänge um 40% übertrifft — vorausgesetzt, daß es sich um einen schlantgewachsenen Menschen von guten Verhältnissen des Körperbaus handelt.

Bis zum vierten Jahre wächst der Oberarm im Verhältnis schneller als der Unterarm und die Hand, ebenso der Oberschenkel schneller als der Unterschenkel und der Fuß. Nach dem vierten Lebensjahre beginnen Unterarm und Unterschenkel sich schneller und kräftiger auszubilden.

Dolle natürliche Entwicklung.

Aus alledem geht hervor, daß die volle natürliche Entwicklung des Menschen zum Ziele nimmt: verhältnismäßig kurzen Rumpf, verhältnismäßig lange Gliedmaßen. Hat der Erwachsene unverhältnismäßig kurze Beine oder Arme, kleine Hände oder Füße, so bedeutet dies einen Mangel hinsichtlich der Entwicklung, ein Stehenbleiben auf jugendlicher Form der betreffenden Körperteile. Fragen wir weiter, unter welchen äußeren Einflüssen die Entwicklung vom Kinde zum Mann gerade diesen Weg läuft, so steht außer Frage, daß es die Benutzung, die Tätigkeit der verschiedenen Körperteile ist, welche ihnen starke Wachstumsanregungen und dementsprechende Ausbildung verleiht. Beim Säugling überwiegen durchaus die vegetativen Tätigkeiten der Atmung und der Verdauung, daher in den ersten beiden Lebensjahren das Übergewicht des Rumpfes in den Verhältnissen des Körperbaues sich noch kaum ändert. Wie die rege Nahrungsaufnahme und Verdauungstätigkeit für die Bauchorgane, so bildet namentlich das Schreien in diesem Beginn des Erdenwallens eine der umfangreiche Wachstumsanregung. Mit dem zweiten Lebensjahre tritt immer mehr für das Kind der Gebrauch der Gliedmaßen in sein Recht. Zuerst werden die Arme und Hände in vielfachen Hantierungen geübt und geschickter, während die Beine zunächst noch recht unsicher den Körper tragen. Nach dem sechsten Lebensjahre hin tritt aber der Trieb zur Fortbewegung immer mehr in den Vordergrund der Tätigkeit des Kindes, und die Freude am Gehen, am Laufen, am Springen und Hüpfen sucht naturgemäß ihre Befriedigung. In diesem Betracht sind zweifellos die Spiele und das Tummeln der Kinder zur Entwicklung des Körpers von gleicher Notwendigkeit wie die Ernährung. Desgleichen wird für die ganze Zeit des Wachstums eine volle gleichmäßige Ausgestaltung des Gesamtkörpers nur gewährleistet durch regelmäßigen und steten Gebrauch und die Übung aller seiner Teile und Organe.

Muskel-tätigkeit als Wachstums-anregung.

Wie die Gewöhnung an das aufrechte Stehen und Gehen weiter die Ausgestaltung der Wirbelsäule in ihren natürlichen Krümmungen nach sich zieht, wird unten noch näher zu erörtern sein. —

Die körperliche Entwicklung im Knaben- oder Mädchenalter.

Der Übergang vom Kindesalter zu der Knaben- oder Mädchenzeit ist gekennzeichnet durch den Zahnwechsel, d. h. den Ersatz der 20 Milchzähne durch das bleibende Gebiß. Mit dem 6. und 7. Lebensjahre beginnen nämlich die in den Kieferen vorgebildeten Zähne allmählich die Milchzähne zu verdrängen und sich an deren Stelle zu setzen. Nicht nur das. Es treten auch noch acht neue große Backzähne hinzu. Dieser Durchbruch des bleibenden Gebisses nimmt eine Reihe von Jahren in Anspruch und findet seinen Abschluß — wenn wir absehen vom Durchbruch der letzten vier Backzähne, der sogenannten „Weisheitszähne“ im 20.—30. Lebensjahre — erst im 12.—14. Lebensjahre.

Die Veränderungen der Körperform, welche im Kindesalter bereits begonnen, nehmen im Knaben- oder Mädchenalter ihren Fortgang. Nur vollzieht sich das Längenwachstum in der Regel nicht in gleichmäßig fortschreitendem Maße, sondern so, daß eine Periode langsameren Wachstums, die wir als „Fülle“ bezeichnen, wechselt mit einer Periode schneller, fortschreitender Längenzunahme, der „Streckung“

(Strab). Schon im Kindesalter folgte einer „ersten Fülle“ im 2.—4. Lebensjahre, bei der die Körperformen mehr rundlich erscheinen, eine „erste Streckung“ im 5. bis 7. Lebensjahre, während welcher das schnellere Längenwachstum die gesamte Körpergestalt schlanker erscheinen läßt. Ähnlich verlangsamt sich das Längenwachstum während der „zweiten Fülle“, etwa vom 8.—10. Lebensjahre, und gestaltet sich zu einem schnelleren Emporschießen während der „zweiten Streckung“ vom 11.—15. Jahre.

Das Stärkerwerden des Knochengengerüsts wird nun begleitet von einer erheblichen Zunahme des Muskelfleisches. Kein anderes Gewebe des Körpers zeigt eine gleiche Energie des Wachstums wie das Muskelgewebe. Während das Gesamtgewicht des Körpers von der Geburt bis zur vollen Entwicklung des Erwachsenen um das 19fache zunimmt, wächst die Muskulatur — wenigstens beim Manne — um etwa das 40fache ihres Anfangsgewichtes. Besonders augenfällig setzt nun das starke Wachstum der Muskeln nach dem 7. Lebensjahre ein und steigert sich, wie zahlreiche sorgfältige Messungen zeigen, noch erheblich in der Zeit vom 11. bis 14. Lebensjahre. Es geht einher mit einer stärkeren Breitenentwicklung der Schultern wie der Hüften. Dementsprechend nimmt dann auch in dieser Altersstufe, in der Schulzeit, die Befähigung wie auch die Lust zu kräftigen und umfangreichen Muskelbewegungen, in der Form von Jugendspielen, Wandern, Turnen, Schwimmen und winterlichen Leibesübungen zu. Wie schon in den vorhergehenden Kinderjahren vielfache Bewegung im Kinderspiel und -tummeln eine Wachstumsnotwendigkeit ist, indem zu dem natürlichen, dem Körper innewohnenden Wachstumstrieb die nötige Summe von Wachstumsanregungen hinzukommen muß, so ist dies wohl auch im Knaben- und Mädchenalter der Fall.

Wachstum  
der Muskeln.

Bemerkenswert ist in den Jahren der zweiten Streckung, vor beginnender Reifeentwicklung, das stärkere Körperwachstum der Mädchen. Während nämlich bis dahin die Knaben in bezug auf Körperlänge wie Körpergewicht die Mädchen im Durchschnitt etwas übertrafen, tritt mit dem 11. Lebensjahre das Umgekehrte ein. Die Unterschiede sind gar nicht unerheblich, da die Mädchen in der Zeit vom 11. bis 14. Lebensjahre durchschnittlich um 2,5 cm länger und um etwa 2 kg schwerer sind als die gleichaltrigen Knaben. Dagegen bleiben sie auch jetzt an Brustumfang sowohl wie an Muskelkraft hinter den Knaben zurück — ein wichtiger Fingerzeig für die Notwendigkeit kräftiger Leibesübung der Mädchen in dieser Altersstufe.

Unterschied  
des Wachstums bei  
Knaben und  
Mädchen.

Mit dem 15. Lebensjahre erst holen die Knaben diesen Vorsprung ein und bleiben von da ab an Länge und Gewicht den Mädchen überlegen.

Das Knaben- oder Mädchenalter leitet über zur Entwicklungs- oder Reifungszeit: der Knabe wird zum Jüngling, das Mädchen zur Jungfrau. Bei der Jungfrau vollendet sich das Längen- wie auch das Breitenwachstum, der früheren geschlechtlichen Reifung entsprechend, meist schon mit dem 17. bis 18. Lebensjahre, während es beim Jüngling meist bis zum 20. Lebensjahre, ja oft noch darüber hinaus, andauert. Dabei geht aber das Längenwachstum in der Weise voran, daß es sich in der Hauptsache meist mit Schluß des 17. Lebensjahres vollendet, während von da an das Breitenwachstum in den Vordergrund tritt. Dabei nimmt vor allem der Brustumfang sowie die Schulterbreite zu, in der Regel auch das Körpergewicht. Auch zu diesem endgültigen Längen- sowie insbesondere zum Breitenwachstum bedarf es des Wachstumsanreizes durch körperliche Bewegung und Übung.

Die Reifungszeit.

Auf die beweiskräftigen Erhebungen über diese Wachstumsförderung durch Leibesübung muß ich an dieser Stelle etwas näher eingehen. In den Jahren 1913 und 1914 veranstaltete der „Eidgenössische Turnverein“ unter Leitung von Prof. Matthias-Zürich eine Erhebung, die sich auf 757 junge Leute (aus 17 Orten) im Alter von 18 und 19 Jahren erstreckte. Die Leute gehörten den verschiedensten Berufsarten an;

Erhebungen  
von Prof.  
Matthias  
Zürich) und  
Prof. Godin  
(Genf).

die Hälfte etwa waren Handwerker und Fabrikarbeiter. Verglichen wurden die Maße von solchen, die eben erst zu turnen begonnen hatten, und solchen, die schon längere Zeit ( $1\frac{1}{4}$  Jahr bei den 17-,  $2\frac{1}{2}$  Jahre bei den 18jährigen) turnten, letztere sind in der folgenden Übersicht kurz als „Turner“ bezeichnet. Das Ergebnis war:

		Körperlänge cm	Gewicht kg	Brustumfang cm	Unterschied zugunsten der Turner:		
					Länge cm	Gewicht kg	Brustumfang cm
18jährige	mit kurzer Turnzeit	166,7	57,9	87,0			
	Turner	169,6	60,9	89,7	+ 0,9	+ 3	+ 27
19jährige	mit kurzer Turnzeit	168,2	60,6	87,3			
	Turner	169,4	63,6	89,7	+ 1,2	+ 3	+ 2,4

Die Turner betrieben nur zum Teil Geräteturnen, zum Teil auch das mehr sportliche sogenannte Nationalturnen.

Prof. Godin-Genf stellte bei Internatschülern, also jüngeren Leuten, die unter durchaus gleichen Lebensbedingungen standen, einen Vergleich an zwischen 50 Schülern, die am Anstaltturnen teilnahmen, und 50, die überhaupt nicht turnten. Das Alter der 100 Schüler war  $14\frac{1}{2}$  bis 18 Jahre.

	Körperlänge cm	Gewicht kg	Brustumfang cm	Schulterbreite cm	Umfang des Oberarms cm	Umfang der Wade cm
Anfangsmaß ( $14\frac{1}{2}$ Jahre)	142	40	73	—	—	—
Turner nach $3\frac{1}{2}$ Jahren	163	62	88	37	26	32
Nichtturner nach $3\frac{1}{2}$ Jahren	160	55	80	35	24	30
Unterschied zugunsten der Turner	+ 3	+ 7	+ 8	+ 2	+ 2	+ 2

Um dem Einwurf zu begegnen, daß die Nichtturner von vornherein Schwächlinge gewesen seien, bewog Godin 7 junge Leute, noch mit 16 Jahren an dem Turnen teilzunehmen und verglich diese mit 7 anderen, die auch weiter dem Turnen fernblieben.

Folgende Wachstumszunahme war das Ergebnis:

Es nahmen zu	Körperlänge cm	Körpergewicht kg	Brustumfang cm
die schwächlichen Turner von 16 bis 18 um . . . . .	15	17	14
schwächliche Nichtturner um . . . . .	13	6	5
Also Wachstumszunahme zugunsten der Turner . . . . .	+ 2	+ 11	+ 11 (!)

Es ist namentlich die Breitenentwicklung (Gewicht und Brustumfang), welche durch den Betrieb von Leibesübungen in diesen Jahren mächtig gefördert wird!

Neben der geschlechtlichen Reifung gehen in dieser Lebenszeit noch andere wichtige Veränderungen im Körper vor sich. Das ist zunächst beim Jüngling ein starkes Wachstum des Kehlkopfs, der nach beendeter Entwicklung in seinen Hauptmaßen beim Manne den weiblichen Kehlkopf fast um das  $1\frac{1}{2}$ fache übertrifft. Die Stimme erhält dadurch eine vollständig geänderte Klangfarbe (Brechen der Stimme) und wird zur Stimme des Mannes.

Weiterhin ist die Reifezeit gekennzeichnet durch ein außerordentlich starkes Wachstum der Lungen sowie insbesondere des Herzens. Wir werden an anderer Stelle dieses Buches darauf noch eingehend zurückkommen, zumal im Hinblick auf die rechte Gestaltung der Leibesübungen in dieser Altersstufe.

Seinen vollen Abschluß nimmt das Wachstum erst um das 25. Lebensjahr mit Vollendung der Breitenentwicklung des Körpers.

Die Unterschiede in der körperlichen Entwicklung bei den beiden Geschlechtern im Übergangsalter faßt Prof. Boruttan in der nachfolgenden Übersicht zusammen:

Körpergewicht in Kilogramm			Körperlänge in Zentimetern		
Alter:	männlich:	weiblich:	Alter:	männlich:	weiblich:
12 Jahre	30	30	12 Jahre	134	137
13 "	33	34	13 "	140	143
14 "	36	38	14 "	145	150
15 "	42	44	15 "	152	152
16 "	47	46	16 "	158	154
17 "	53	48	17 "	160	155
18 "	54	49	18 "	161	155
19 "	55	49	19 "	162	155

Vitale Lungenkapazität in Kubikzentimetern			Muskelkraft in Kilogramm		
Alter:	männlich:	weiblich:	Alter:	männlich:	weiblich:
12 Jahre	1850	1600	12 Jahre	70	45
13 "	2000	1800	13 "	80	55
14 "	2200	2000	14 "	90	60
15 "	2500	2200	15 "	105	65
16 "	2700	2250	16 "	112	68
17 "	3150	2300	17 "	115	70
18 "	3200	2350	18 "	122	70
19 "	3250	2350	19 "	135	70

### § 8. Verschiedene Wuchsformen des Menschen.

Aus der Vielheit der immer wieder verschiedenen und wandelbaren Gestaltungen des Menschen war in den vorhergehenden Ausführungen versucht, das Gattungsmäßige herauszuschälen und in bestimmten Verhältnissen Maße und Formen des Körperbaus, den Typus des wohlentwickelten schönen Menschen festzustellen. Die individuellen Abweichungen von dieser typischen Form sind außerordentlich weitreichend und, wie es scheint, bei den Völkern mit entwickelter Kultur noch mannigfaltiger als bei den Naturvölkern. Diese Abweichungen können ererbte sein oder erworbene, sie können Rasse- oder Geschlechtseigentümlichkeiten darstellen oder in besonderen Daseinsbedingungen und Lebensgewohnheiten ihren Grund haben. Die unbegrenzte Menge aller dieser Formen können wir nun auf bestimmte gemeinsame Merkmale hin in einzelne Gruppen ordnen und so eine Reihe von besonders häufiger Wuchsformen des Menschen aufstellen. Dies kann hier nur in den breitesten Zügen geschehen, wobei indes vorbehalten sei, auf einzelne für das Gebiet der erzieherischen Leibesübungen besonders wichtige Verhältnisse, wie z. B. die verschiedene Gestaltung der Wirbelsäule, später an geeigneter Stelle noch zurückzukommen.

Hinsichtlich der Körperlänge unterscheiden wir zunächst hoch-, mittel- und kleingewachsene Menschen. Als untere und obere Grenze des Mittelwuchses beim völlig ausgewachsenen Menschen hatten wir oben bereits für den Westeuropäer eine Körperhöhe von 165–175 cm angegeben. Menschen, deren Körperhöhe unter 165 cm beträgt, nennen wir demnach Kleingewachsene, solche, die über 175 cm groß sind, Hochgewachsene. Hierbei sei indessen bemerkt, daß für das weibliche Geschlecht diese Maße etwas niedriger zu nehmen sind und hier etwa 160–170 cm als Mittelwuchs gelten können.

Die äußersten Grade des Kleinwuchses nennen wir Zwergwuchs, die des Hochwuchses Riesenwuchs.

Wir sprechen von zwerghaftem Wuchs bei einer Körperhöhe des ausgewachsenen Menschen, die unter 140 cm beträgt, und nennen echte Zwergmenschen

Unterschiede nach der Körperlänge.

Zwergwuchs.

mit einer Körperhöhe von nur 105 cm, die dann bis nahe an 70 cm herabsinken kann. So maß der vor einigen Jahren in Europa gezeigte Zwerg „General“ Mite im Alter von 16 Jahren 82,1 cm, seine „Braut“, die 12jährige Miß Nellie, 72 cm. Solche Zwerge — oft Kinder von ganz wohlgebildeten Eltern — zeigen meist unverhältnismäßig großen Kopf und Rumpf, dagegen kurze, zierliche Ärmchen und Beinchen, d. h. die Körperverhältnisse eines kleinen Kindes. Der Zwergwuchs ist mithin oft nur als eine krankhafte Bildungs- und Wachstumsstörung aufzufassen. Es kommen aber auch Zwerge zur Beobachtung, welche, mit Ausnahme des stets zu großen Kopfes, ganz wohlproportionierte Formen besitzen. Durch Krankheit, namentlich durch die englische Krankheit (Rachitis) oder durch angeborene Verkümmern der Schilddrüse (Myxödem, meist mit Kretinismus verbunden) verkrümmte und verkrüppelte Wesen rechnen nicht zu den eigentlichen Zwergen.

Was nun das Gegenteil des Zwergwuchses betrifft, so bezeichnen wir eine hochgewachsene Figur von über 190 cm als auffallenden Hochwuchs, bei einer Körperlänge von 2 m und darüber als Riesenwuchs. Das höchste beobachtete Maß ist 253—255 cm Körperhöhe. Bekannteste geschichtliche Beispiele sind ein Riefengardist Friedrich Wilhelms I. mit 252 cm, der römische Kaiser Maximin mit 250 cm. Meist sind bei den Riesen die Beine unverhältnismäßig lang, der Kopf im Verhältnis zum ganzen Körper klein. Der Gliederbau ist — obschon die langen Knochen recht dünn zu sein pflegen — meist plump und schwerfällig, zudem das ganze Wesen träge, der Geist wenig gewedt. Kurz, es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß ausgesprochene Riesenformen das Ergebnis eines nur krankhaft gesteigerten Wachstums sind. Es waltet hier eine ähnliche Wachstumssteigerung ob wie bei solchen stark athletisch gebauten Menschen, deren ungewöhnliche Muskelentwicklung und Kraft nicht etwa durch planmäßige Übung erworben, sondern angeboren ist. Bei dem „Muskelmann“ Maul, den wir vor einer Reihe von Jahren zu untersuchen Gelegenheit hatten, erstreckte sich dieser Riesenwuchs der Muskulatur lediglich auf Rumpf und Arme, die in ihrer mächtigen Entwicklung einen fast lächerlichen Gegensatz zu den dünnen, kraftlosen Beinen bildeten — so als ob man den Rumpf einer Statue des Herkules auf die Beine einer zarten Bacchusfigur gesetzt hätte. Hier lag das Krankhafte aufs handgreiflichste zutage, wie der Mann denn auch früh an einem Nervenleiden mit — Muskelchwund zugrunde ging.

Außer der Körperhöhe kommt nun weiter in Betracht die Körperbreite. Figuren mit verhältnismäßig geringer Breitenentwicklung, langem Hals, schmalem Brustkorb, schmalen Hüften und mit im Verhältnis zum Rumpf überlangen Beinen nennen wir schlank. Figuren mit besonders starker Breitenentwicklung, kurzem Hals, breiten Schultern, gewölbter Brust, längerem Rumpf und verhältnismäßig kurzen Beinen nennen wir gedrungen.

In der Regel ist das Verhältnis so, daß schlanke Figuren zugleich hochgewachsen sind, gedrungen zugleich kurz gewachsen. Erstere sind schenkellang, und es überwiegt bei ihnen der Unterkörper; letztere sind schenkellkurz, und es überwiegt der Oberkörper.

Hochgewachsene „verlieren“ infolge ihres weniger langen Rumpfes beim Sitzen, d. h. ihre hervorragende Körperlänge kommt dann nicht zum Ausdruck; umgekehrt scheinen kurz gewachsene Gestalten infolge ihrer ansehnlichen Rumpfentwicklung beim Sitzen stattlicher. Schon Homer merkt von Menelaos und Odysseus besonders an, daß ersterer stehend hervorragte über die anderen, Odysseus aber sitzend der Ansehnlichere war.

Menschen von kurzem, aber gedrungenem und breitem Wuchs sind meist kräftig, gewandt und ausdauernd. Oft ist der gedrungenen Wuchs bei ihnen Folge

Riesenwuchs.

Krankhafte Wachstumssteigerung.

Schlanker und gedrungenen Wuchs.

von bereits in früheren Jahren (Lehrlingsalter) beginnender regelmäßiger starker Muskelarbeit, bei der namentlich Oberkörper und Arme angestrengt werden. Dies ist z. B. bei Schmieden, Schlossern, Zimmerleuten u. dgl. der Fall. So sind denn auch solche kräftige untersetzte Gestalten für Kraftübungen besonders veranlagt; man findet Leute von solcher Körperbildung daher vielfach in Turn- und Athletenvereinigungen. Unter den besseren Gerätturnern bilden sie wohl überall die Mehrheit.

Umgekehrt ist schlanker, hoher Wuchs oft gepaart mit schwächlicher Muskelentwicklung, schmaler und flacher Brust. Solche lang aufgeschossenen, aber wenig in die Breite gewachsenen Menschen haben oft eine recht geringe Widerstandskraft gegen Erkrankungen namentlich der Atemorgane.

Nicht immer indes ist schlanker Wuchs verbunden mit ansehnlicher Körperlänge, und nicht immer sind breite, mehr gedrungene Gestalten zugleich auch klein. Es können sich auch die Merkmale und Verhältnisse des schlanken Wachses vorfinden bei geringer Körperhöhe. Solche Gestalten nennen wir mit Recht zierliche, es sind gewissermaßen Miniaturausgaben einer großgewachsenen und schlanken Figur. Junge Mädchen und Frauen von derart zierlichem Körperbau besitzen in ihrer Art einen besonderen Liebreiz.

Zierlicher  
Körperbau

Andererseits fehlt es auch nicht an hohen Gestalten, welche zugleich eine starke, fast gedrungene Breitenentwicklung aufweisen — Urbilder mächtiger, alles bezwingender Körperkraft. Einen solchen Körperbau verleiht unsere Phantasie den Helden der Sage und der Vorzeit. Dementsprechend nennen wir derartige Gestalten, die auch unter den Jünglingen und Männern unseres Geschlechtes, wenn auch nicht gerade häufig, vorkommen: Hünengestalten.

Hünen-  
gestalten.

Eine besondere Erwähnung verdienen noch zwei besondere Wuchsformen bei Menschen von Mittelgröße, Formen, welche in einzelnen Merkmalen sich einerseits dem schlanken, andererseits dem gedrungeneren Körperbau annähern, in anderen davon abweichen. Im ersteren Fall handelt es sich um gut proportionierte Körper mit verhältnismäßig kurzem Rumpf, schlanken, in allen Abschnitten wohl entwickelten und kräftigen Armen und Beinen, schlankem Hals, aber auch breiter Brust. Das sind also Figuren, die in der Hauptsache der früher beschriebenen typischen Idealform des erwachsenen Menschen entsprechen. Diese schöne Form eines in allen seinen Teilen wohlentwickelten Körpers wird verdankt der gewohnheitsmäßigen Ausübung einer alle Gliedmaßen in gleicher Weise in Anspruch nehmenden Muskelarbeit. Gould, der während des amerikanischen Bürgerkrieges an einem nach vielen Tausenden zählenden Riesenmaterial seine Messungen anstellte, fand diese schöne Körperentwicklung namentlich bei Matrosen, welche bei ihrer mannigfaltigen, häufig die gesamte Energie der geistigen und körperlichen Kräfte in Anspruch nehmenden Berufstätigkeit Arme wie Beine in gleicher Weise zu gebrauchen und anzustrengen haben. Wir finden solche Gestalten aber auch vielfach auf unseren Übungsplätzen bei jungen Leuten, welche nicht gerade sich in Kraftleistungen oder Kunstübungen am Gerät auszeichnen brauchen, sondern vor allem gute Läufer und Springer, tüchtige Schwimmer oder Ruderer usw. sind (s. Fig. 11).

Einfluß der  
Muskel-  
tätigkeit  
auf schöne  
schlanke  
Wuchsform.

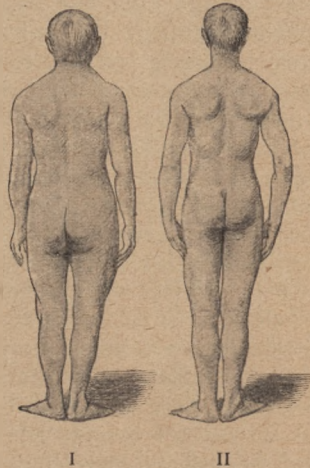


Fig. 11 u. 12. I Wuchsform mit langem Rumpf bei schlechter Muskelentwicklung; II schöne schlanke Wuchsform infolge regelmäßiger allseitiger Muskelthätigkeit. Nach Ranke, Der Mensch.)

Wuchsform  
Teil schlechter  
Muskulatur-  
entwicklung

Das Gegenstück hierzu (Fig. 12) bilden junge Leute mit verhältnismäßig langem Rumpf, flacher Brust, aber breiter Gesäßgegend, kurzen Armen und Beinen, kleinen Händen, wenig gewölbten, oft gar platten Füßen, dünnen Unterarmen, kraftlosen Waden und schwammig weicher, fettreicher Haut. Sie unterscheiden sich von den gedrungeneren, untergesetzten Gestalten, wie wir sie oben beschrieben haben, in ausgesprochener Weise durch die geringe Brustweite und die schwächliche Muskelentwicklung. Die gesamte Körperbildung trägt also einen mehr weiblichen Charakter und flingt in ihren Proportionen an die Verhältnisse im frühen Jugendalter an. Der Körper ist nicht durchgearbeitet und daher in manchem Betracht auf einer früheren Entwicklungsstufe stehengeblieben. Es mangelten ihm die Wachstumsanregungen, wie sie eben nur die allseitige geregelte Muskelarbeit zu geben vermag. Gould fand diese Form ganz vorwiegend bei Angehörigen von Ständen, welche keine mechanische Arbeit zu verrichten haben, namentlich bei Studierenden. Auch bei Kaufleuten, Schreibern u. dgl. ist solche Körperform häufig.

Der Einfluß, der hier dem Beruf bzw. der Übung oder der Vernachlässigung der Muskulatur hinsichtlich der gesamten Körperform zugeschrieben ist, wird hinsichtlich einzelner wichtiger Körperabschnitte auch durch anderweite Messungen bestätigt. Es seien hier nur die Verhältnisse hervorgehoben, welche bei den gestellungspflichtigen Rekruten Badens bezüglich der Entwicklung der Brust (Brustumfang und Atemtiefe) sich feststellen ließen. Nach O. Ammon ergab sich hier durchgehend, daß eine normal entwickelte Brust die Regel war nur bei Landwirten sowie bei solchen Berufsarten, welche stetige Arbeit im Freien bedingen. Geringer im Durchschnitt war die Brustentwicklung bei den in Werkstätten tätigen Handwerkern und Arbeitern. Am geringsten war sie bei den in Fabriken, Kontoren und Läden beschäftigten Leuten.

Einfluß der  
sozialen Ver-  
hältnisse auf  
die Körper-  
entwicklung.

Neben der besonderen Berufstätigkeit sind auch die sozialen Verhältnisse von Einfluß auf die Ausgestaltung des Körpers. Armut, welche mit dürftiger Ernährung verbunden ist, Überanstrengung, welche bei unzureichenden Kräften sich bald einstellt, Mangel an Luft und Licht in den Wohnungen usw. behindern das Wachstum. Ungenügende oder fehlerhafte Ernährung hat namentlich bei den Kindern der Ärmeren häufig Rachitis, d. h. mangelhafte Knochenbildung zur Folge. Selbst da, wo diese Krankheit nur leicht und vorübergehend in der ersten Kindheit auftritt, kann sie die Entwicklung des Skeletts beeinflussen. So erklärt es sich schon hierdurch, daß die Körpergröße der wohlhabenderen Bevölkerungsklassen — wie z. B. der Vergleich der durchschnittlichen Körperlänge und des Gewichts bei gleichaltrigen Volksschülern und Schülern höherer Lehranstalten stets ergibt — die der ärmeren Klassen übertrifft und häufiger das Mittelmaß überschreitet. Dagegen trifft man gerade bei den Wohlhabenden überwiegend oft auch jene Wuchsform mit längerem Rumpf, kurzen Beinen, kleinen zarten Händen usw., welche wir oben als durch den Mangel an ausreichender Muskelarbeit veranlaßt kennen lernten.

Rassenunter-  
schiede im  
Körperbau.

Was die Rassenunterschiede betrifft, so sind die bezüglichen Angaben, wenn sie nicht auf sehr umfassenden, genauen Messungen beruhen, stets mit Vorsicht zu behandeln. Es steht aber wohl fest, daß bei den germanischen Völkern, also bei den Engländern, den Schweden und den Deutschen, ferner auch bei den Slawen und Madjaren schlanke Wuchsformen mit im Verhältnis kurzem Rumpf und langen Beinen häufiger sind als bei den romanischen. Insbesondere wird für die Spanier ein Überwiegen der Wuchsform mit langem Rumpf und kurzen Beinen angegeben. Auch bei den Juden sollen Arme und Beine verhältnismäßig kurz sein.

Einwirkung  
der Kultur.

Was endlich die Einwirkung der Kultur betrifft, so ist zweifellos die durchschnittliche Körperentwicklung bei den Kulturvölkern eine bessere als bei den „wildern“ Völkerschaften. Selbst da, wo bei letzteren der Lebensunterhalt, nament-



lich Jagd und Krieg, eine stärkere Inanspruchnahme der Muskulatur erfordern, treten häufiger auch hemmende Einflüsse auf das Wachstum ein durch zeitweisen Nahrungsmangel, ungenügenden Schutz gegen die Witterungseinflüsse u. dgl. Beim Kulturmenschen ist eben in weit höherem Grade eine Gleichmäßigkeit aller größeren Lebensbedingungen und damit auch des Wachstums gewährleistet. Bei einzelnen Naturvölkern, deren Daseinsbedingungen sich besonders ungünstig gestalten, sehen wir, daß ganze Stämme im Wachstum und in der gesamten Körperentwicklung zurückgehen und entarten. Als solche „Kümmerformen“ gelten z. B. die Lappen sowie die Buschmänner Südafrikas.

### § 9. Fettleibigkeit und Magerkeit.

Die äußere Erscheinung des Menschen kann, abgesehen von der Wuchsform, noch wesentlich beeinflusst sein durch den Zustand entweder der Fettleibigkeit oder der Magerkeit.

Bei jedem wohlentwickelten, in gesundem Ernährungszustand befindlichen Menschen ist an bestimmten Stellen des Körpers Fett in den Körpergeweben enthalten. Es ist vor allem die Haut, welche allenthalben eine mit Fett durchsetzte Schicht enthält, die am Unterbauch, an den Hüften, dem Gesäß sowie den angrenzenden Teilen der Schenkel bis zu einer Speckschwarte von 5 cm Dicke anwachsen kann; es sind ferner die Eingeweide namentlich des Bauches, um welche sich größere Fettmassen ablagern können. Eine mittlere Fülle des Fettpolsters der Haut trägt entschieden dazu bei, die Schönheit der Körperformen zu erhöhen und ihnen, namentlich beim Weibe, eine gefällige Rundung und Weichheit zu verleihen. Anders, wenn die Fettmassen im Körper sich stärker anhäufen, so daß die Körperverhältnisse, in erster Linie die des Rumpfes, in entstellender Weise sich ändern.

Wir unterscheiden dabei zwischen Behäbigkeit oder Belebtheit und den höheren Graden allgemeiner Fettleibigkeit.

Bei der bloßen behäbigen Belebtheit handelt es sich vor allem um starke Fettanhäufung in der Haut des Unterbauchs sowie in den Eingeweiden. Der Umfang der Bauchgegend über dem Nabel (Tailenweite) gemessen ist bei schlankem Wuchs und gut entwickelter Brust weit geringer als der Brustumfang in Brustwarzenhöhe (nach Pfeiffer ist das Verhältnis 85 : 100). Bei der Belebtheit verschiebt sich dieses Verhältnis derart, daß der Bauchumfang den Brustumfang nicht nur erreicht, sondern schließlich auch sogar übertrifft. Die Bauchgegend erscheint stark gerundet und vorstehend, namentlich dann, wenn die Fettmassen sich nicht gleichmäßig rund um Bauch, Hüften und Gesäß verteilen, sondern ganz vorwiegend der Unterbauch die Fettmenge enthält (Spitzbauch). Die Gliedmaßen können dabei — bei kräftigen Männern von 35–50 Jahren ist dies häufig der Fall — von der Fettanhäufung ziemlich frei und gut gestaltet sein; namentlich sind es Hand und Fuß und deren Ansaß an Unterarm und Unterschenkel, welche am längsten der Fettentartung widerstehen. Bei derartiger Form von Belebtheit kann die körperliche Leistungsfähigkeit so gut wie vollständig erhalten sein — abgesehen von den sogenannten Schnelligkeitsübungen.

Anders bei stärkeren Graden über den ganzen Körper ausgebreiteter Fettleibigkeit. Hier scheinen — das Knochengeriüst bleibt unbeeinflusst — die Proportionen des Körpers außerordentlich verändert. Der Fettleibige erscheint zunächst kleiner als der gleich hohe Schlanke und Magere. Die Gliedmaßen werden an ihrem Ansaß an den Rumpf durch den dicken Fettüberzug förmlich in den Rumpf tiefer einbezogen und erscheinen daher erheblich kürzer. Der Hals verschwindet fast, so daß der Kopf gleichsam „zwischen den Schultern“ steht, und zwar dadurch, daß einerseits der starke Fettwulst unter dem Kinn als zum Kopf gehörig sich darstellt, andererseits Brust und Schultern durch die Fettauflage höher hinaufgerückt scheinen.

Die Gliedmaßen werden wulstig gerundet, nur ihre Gelenkgegenden bleiben mehr fettfrei und erscheinen mehr eingezogen.

Zweifellos ist solch entstellende Fettleibigkeit ein krankhafter Zustand. Die umwuchernden Fettmassen beeinträchtigen namentlich die Tätigkeit des Herzens und der Lungen in hohem Maße, wie schon die starke Kurzatmigkeit bei selbst geringfügigen Bewegungen verrät. Ebenso ist die Muskulatur erheblich geschwächt.

Während bei Erwachsenen von mittlerer Körperhöhe 60–75 kg für den Mann und 50–60 kg für die Frau ein gutes Mittelgewicht darstellen, wächst das Körpergewicht bei stärker Belebten bis auf 90–100 kg, bei Fettleibigen höheren Grades bis auf 150 kg und darüber.

Im allgemeinen sind kleinere, gedrungen gebaute Gestalten zur Fettleibigkeit besonders geneigt, lange schlanke Figuren mehr zur Magerkeit.

Bezüglich der Magerkeit ist zu unterscheiden zwischen Fettlosigkeit (oder Hagerkeit) und Abmagerung. Der Körper kann hager und fettlos sein bei guter und fester Gesundheit. Ja, es ist dabei, falls die Muskulatur entsprechend entwickelt ist, oft für bestimmte Bewegungen, nämlich die Schnelligkeitsbewegungen, sogar eine besondere Leistungsfähigkeit vorhanden. Daher wird bei scharfem Trainieren des Körpers zu besonderen körperlichen Leistungen vielfach ein möglichstes Schwinden des Körperfettes angestrebt.

Anders bei starker Abmagerung, wie sie in Folge von Krankheiten, Nahrungsmangel u. dgl. eintritt. Hier bedeutet der Fettschwund zugleich Entkräftung. Der Körper erscheint höher und schlanker, die Gliedmaßen scheinen länger. Der Gegensatz zwischen einer solchen dünnen Gestalt und einer dicken und wohlgenährten ist ein außerordentlich großer, ähnlich in die Augen springend und fast komisch wirkend, wie wenn man neben einen baumlangen Menschen, der beinahe Riesenwuchs erreicht, einen ganz kleinen stellt, der an der Grenze des Zwergwuchses steht. So hat Schadow in seinem Polyklet die Abbilder des 6 Fuß 8 Zoll (209 cm) hohen Grenadiers Licht sowie der 6 Fuß 3 Zoll (196 cm) hohen und 330 Pfund schweren Schweizerin Katharina Böhmer auf einer Tafel vereinigt mit dem 3 Fuß 8 Zoll (129 cm) hohen Handelsmann Seinholz aus Polangen.

## § 10. Der Geschlechtsunterschied im Körperbau.

Wenn oben die vollkommene typische Ausgestaltung des menschlichen Körpers hingestellt wurde als bedingt durch den Grad der Betätigung in mechanischer, d. h. in Muskelarbeit, so ergibt sich aus der Bestimmung und Beschäftigung der beiden Geschlechter in der Gesellschaft wie in der Familie, daß alle die Verhältnisse im Körperbau, welche vorwiegend die Folge starker Muskel-tätigkeit sind, beim Manne stärker ausgeprägt sein müssen. In der Tat sind die bezeichnenden Geschlechtsunterschiede da am stärksten ausgesprochen, wo die Frau, von jeder geschäftlichen und erwerblichen Tätigkeit ferngehalten, lediglich ihren Pflichten im engen häuslichen Umkreise sowie ihrem physiologischen Berufe als Mutter lebt. Umgekehrt nähert sich in solchen Lebensverhältnissen, welche dem Weibe von früher Jugend an eine ähnliche oder gar gleiche Menge und Art körperlicher Arbeit auferlegen wie dem Manne, auch die Wuchsform des Weibes mehr der des Mannes. Dies ist z. B. bei der ländlichen Bevölkerung da der Fall, wo farger Boden harte Arbeit aller bedingt.

Im allgemeinen ist der Frauenkörper zarter und kleiner gebaut. Seine Umrisse sind schon in Folge eines reichlicheren Maßes von Hautfett weicher und gerundeter, namentlich an den Brüsten, den Hüften und den Schenkeln. Während beim kräftig entwickelten Manne zahlreiche Muskeln, Sehnen und Adern sowohl wie auch eine Reihe von Knochenvorsprüngen kaum verhüllt unter der Hautdecke hervortreten, sind

beim Weibe alle Vorsprünge am Körper bei einiger Körperfülle stets sanft verstrichen und jene Einzelheiten kaum angedeutet.

Die Knochen des Skeletts sind beim Manne dicker, in ihren Kanten und Vorsprüngen rauher und ediger, beim Weibe glatter und zierlicher. Im einzelnen zeigt zunächst der Kopf bezeichnende Unterschiede. Wenngleich der Hirnschädel beim Weibe absolut etwas kleiner ist, so ist er doch im Verhältnis zum Gesichtsteil größer. Das heißt also: beim Manne ist der Gesichtsteil und sind insbesondere die Kauwerkzeuge, die Kiefer, wesentlich stärker entwickelt. Dem entspricht übrigens, daß das Weib in Speise und Trank viel genügsamer ist als der Mann. Die Stirn ist am Frauentopf meist senkrechter aufsteigend und biegt in schärferem Winkel um zu dem flacheren Scheitel. Beim Mann steigt dagegen die Stirn mehr in gleichmäßiger Wölbung auf zur Scheitelhöhe.

Skelett.

Kopf.

Der Frauenhals ist rundlich, der Kehlkopf springt an ihm kaum oder gar nicht vor, während der weite Kehlkopf des Mannes namentlich bei mehr hagerer Körperbeschaffenheit sich als starke Ausbiegung an der vorderen Halsgegend bemerkbar macht. Ein sehr langer Hals — Schwanenhals — ist auch beim Weibe ein Zeichen von übergroßer Muskelschwäche und Zartheit und gilt gesunder Geschmacksrichtung nicht als ein Merkmal weiblich schöner Entwicklung.

Hals.

Der Brustkorb ist im ganzen beim Manne weiter und länger. Insbesondere ist das Brustbein des Weibes bei sonst gleicher Körperlänge etwa um 5 cm kürzer. Dementsprechend liegt also auch die Magengrube am weiblichen Rumpf höher als am männlichen. Dagegen verjüngt sich der weibliche Brustkorb weniger nach oben als der männliche, er ist mithin oben weiter und macht infolgedessen beim Atmen im oberen Brustabschnitt stärkere Atmungsbewegungen. — Im Gegensatz zum männlichen Rumpf ist der Rippenbogen am weiblichen Körper nur wenig unter der Haut vortretend und erkennbar.

Brustkorb.

Ferner ist beim Weibe die Wirbelsäule in der Lendengegend stärker gekrümmt und dadurch die Lendenaushöhlung meist stärker ausgesprochen als beim Manne. Der rautenförmigen Gestaltung der Kreuzbeingegend mit den beiden Kreuzgrübchen am weiblichen Rücken ist bereits früher gedacht worden.

Rumpf und Becken.

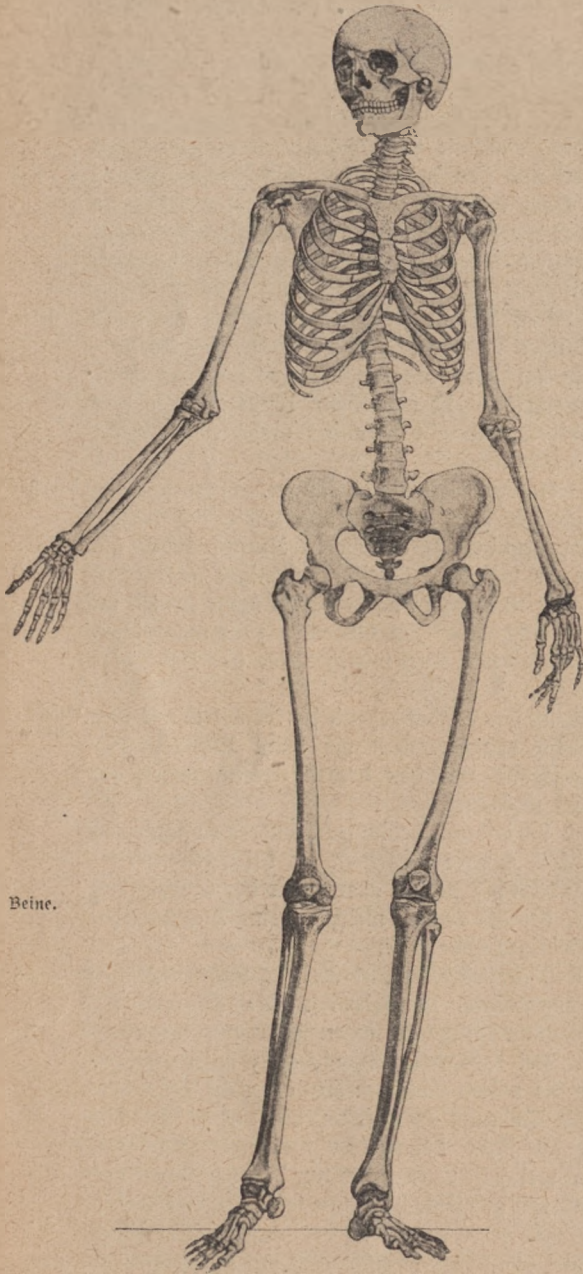
Die höhere Lage der Magengrube und ihr dadurch bedingter größerer Abstand von der Schamfuge läßt den weiblichen Unterleib länger erscheinen als beim Manne. — Der auffallendste Geschlechtsunterschied am Rumpfe besteht aber außer der Entwicklung der weiblichen Brustdrüsen in der Form des Beckens, welches beim Mann höher und schmaler, beim Weibe breiter und niedriger gebaut ist.

Was die Gliedmaßen betrifft, so ist der Frauenarm weicher und rundlicher geformt als der Männerarm mit seinem ausgeprägten Muskelrelief. Dies gilt selbst für die Arme von Mädchen, welche durch gymnastische Übungen sich eine besonders kräftige Armmuskulatur erworben haben. Bei Künstlerinnen, die ganz außergewöhnliche Kraftstücke leisten, haben gleichwohl die vollen kräftigen Arme weiche gerundete Formen oft von vollendeter Schönheit. Die Meinung also, als würden unsere Mädchen durch regelmäßige turnerische Übungen an ihrer besonderen weiblichen Schönheit Schaden leiden und als dürfte deswegen das weibliche Turnen sich nur in spielerischen und kraftlosen (sogenannten „ästhetischen“) Übungen gefallen, ist in den tatsächlichen Verhältnissen nicht begründet, im Gegenteil als eine grundsätzliche zu bekämpfen. Ein jungfräulicher Körper ist vollkommen schön nur, wenn sich in ihm auch ein gewisser Grad gesunder Straffheit ausdrückt. Weichliche, schwammige Fülle zu schätzen, wollen wir — dem Großtürken überlassen. — Im übrigen besitzt der Mann im Verhältnis zum Rumpf etwas längere Arme und Beine sowie Hände und Füße als das Weib.

Arme.

Ein eigenartiges Geschlechtszeichen ist der „schiefe Armsatz“ oder der „Knidarm“ bei Frauen. Der Unterarm ist nämlich nicht geradlinig gegen den Oberarm angelegt,

Ansatz des Unterarms.



sondern — wie auf der weiblichen Skelettfigur (Fig. 10 links) gut ersichtlich — in einem Winkel, der für gewöhnlich  $15-25^{\circ}$  beträgt, aber auch bis zu  $30^{\circ}$  ansteigen kann. Diese Geschlechtseigentümlichkeit entwickelt sich wohl mit dem Beginn der Geschlechtsreife, während sie bei jüngeren Mädchen fast vollständig fehlt, indem hier, wie beim Manne, der Unterarm gegen den Oberarm in einem Winkel von  $0^{\circ}$  bis  $9^{\circ}$  angelegt ist. Der schiefe Armanlag hat zur Folge, daß bei einfacher vollständiger Beugung des Unterarms gegen den Oberarm die Hand nicht etwa die Schulterhöhe trifft, sondern seitlich nach innen die Brustgegend. Es wird ferner dadurch das Werfen des Balls von den Mädchen viel umständlicher hinsichtlich der Muskelmechanik und damit auch ungeschickter ausgeführt.

Was endlich die Beine betrifft, so bringt schon die Breite des Beckens beim Weibe es mit sich, daß die Achsen des Oberschenkels stärker nach innen zu gerichtet und die Knie nicht gar so selten nach innen gebogen sind (X-Beine). Der Unterschenkel ist für gewöhnlich beim Weib im Verhältnis kürzer (angeblich um etwa 5 cm) als beim Manne. Als Grund dafür gilt wohl mit Recht die stärkere Betätigung des männlichen Geschlechts in Bewegungen wie Gehen, Laufen, Springen. Wenn die Erziehung des Weibes eine ausgesprochen gymnastische von früher Jugend an wäre, würde dieser Unterschied wegfallen. Auch dies hatten die Alten wohl beobachtet. Darum sind die prächtige Statue der Wettkämpferin, das Idealbild einer antiken Turnerin (Fanciulla corriera oder vergine vincitrice, s. Fig. 14), ferner die sogenannte Amazone des Polyklet (beide im vatikanischen Museum) u. a. mit schlanken Schenkeln in männlichen Verhältnissen gebildet.

Fig. 13. Skelett eines 20jährigen Mädchens nach der berühmten Tafel von S. Th. von Sömmering.



Fig. 14. Griechische Wettläuferin (sog. Fanciulla corriera) im Vatikan.  
Museum zu Rom.

Römische Nachbildung eines Originals aus der Blütezeit der griechischen Kunst.

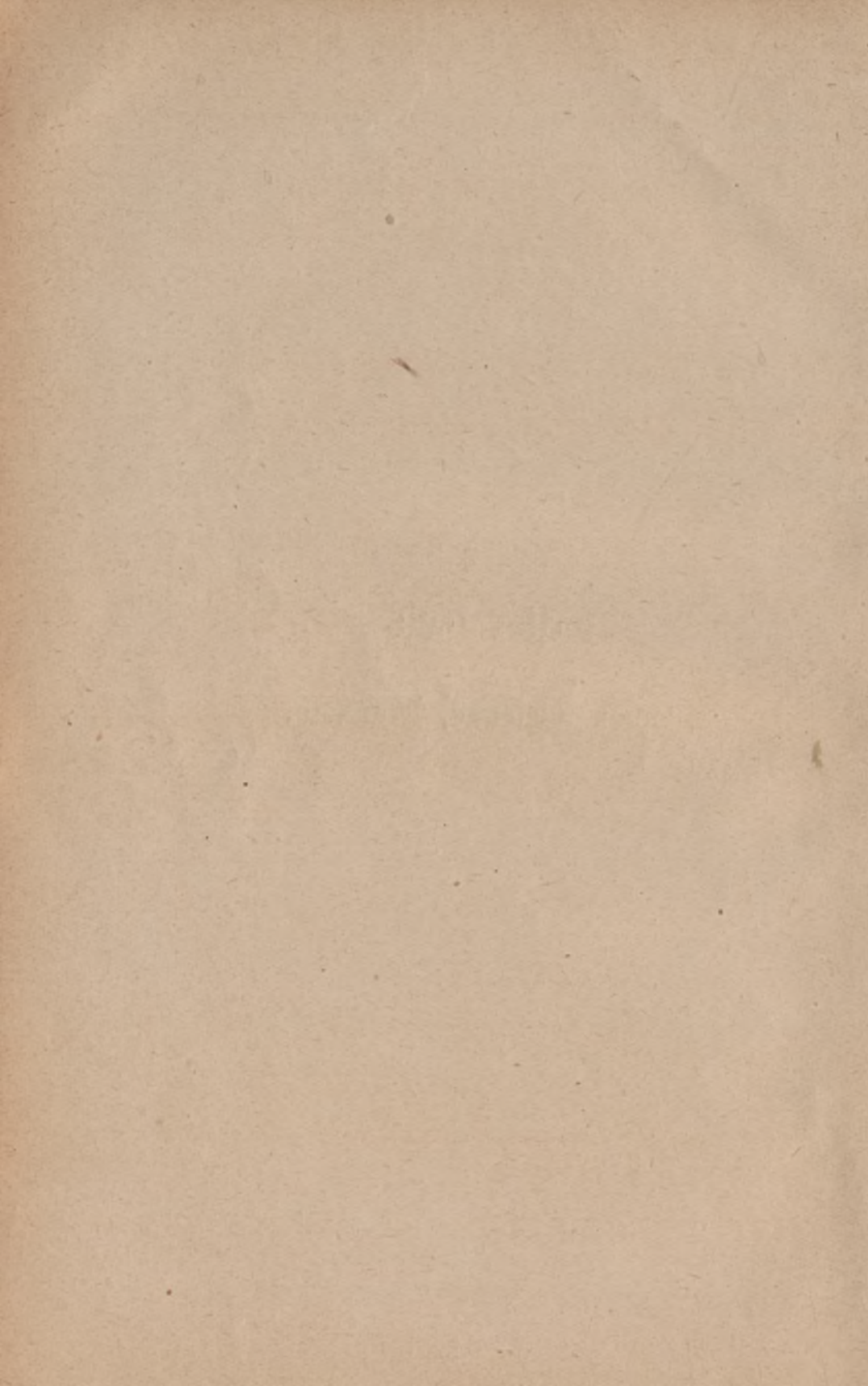


---

# Erster Teil

Knochen, Gelenke, Muskeln.

---





# Knochen- und Gelenklehre.

## § 11. Allgemeine Eigenschaften der Knochen.

Die Knochen sind die härtesten und festesten Bestandteile des Körpers. In Form von mehr oder weniger beweglichen Balken, Sparren, Würfeln und Platten miteinander verbunden, bauen sie sich zu dem festen Gerüst des Körpers, dem Knochengerüst oder Skelett, auf. Knochen-  
gerüst und  
sein Zweck.

Das Knochengerüst gibt den Weichteilen des Körpers Halt und Stütze; es bestimmt wesentlich Höhe und Umriß des Körpers, bildet Höhlen zur Sicherung edler Eingeweide (Gehirn, Rückenmark, Brust- und Beckenorgane) und bietet namentlich den Muskeln feste Ansatzpunkte und leicht bewegliche Hebelarme.

Das Aussehen der frischen Knochen ist gelblichweiß. Trotz ihrer Härte und Festigkeit besitzen sie einen gewissen Grad von Elastizität. Durch Trocknen verlieren sie zwar an Gewicht, aber nicht an Gestalt und Größe. Diese Eigenschaft läßt uns an den oft erstaunlich gut erhaltenen Knochenresten noch die Form von Tierarten, die seit Jahrtausenden schon ausgestorben sind, mit großer Genauigkeit erkennen. Die gesetzmäßige Art in Form und Aufbau des Skeletts bei den Wirbeltieren ermöglicht es dem Naturforscher, zuweilen schon aus einem einzigen Knochen Gattung und Art des Tieres, welchem dieser Knochen einst gehörte, sicher zu bestimmen. Aussehen  
und Dauer-  
haftigkeit.

Die Härte sowohl wie die teilweise Elastizität der Knochen sind bedingt durch die Zusammensetzung der Knochenmasse. Sie besteht aus organischen und anorganischen Bestandteilen: dem Knochenleim und den Knochenerden. Diese Bestandteile durchdringen sich in der ganzen Knochenmasse aufs innigste. Laugt man mittels Säuren die Knochenerden aus einem Knochen so aus, daß nur noch der Knochenleim übrigbleibt, so behält der Knochen gleichwohl die Form des ganzen unversehrten Knochens. Dasselbe ist da der Fall, wo der Knochenleim (z. B. durch Säuren) zerstört oder wo er ausgekocht ist, so daß nur die Knochenerden übriggeblieben sind. Nur mit folgendem Unterschied: Der von den erdigen Bestandteilen des Knochens befreite Knochenleim ist biegsam, elastisch, ziemlich fest, glasig durchscheinend (wie eben erkalteter Tischlerleim) und läßt sich in kochendem Wasser verflüssigen; der nur noch aus Knochenerden bestehende Knochen ist dagegen freidrig weiß, hart, spröde und feuerbeständig. Zusammen-  
setzung.

Die Knochenerde besteht überwiegend aus Kalkverbindungen, und zwar zu meist aus phosphorsaurem Kalk (84 Prozent); dazu kommen in geringeren Mengen kohlen-saurer Kalk und phosphorsaure Bittererde.

Die richtige Mischung der organischen und anorganischen Knochenbestandteile, des Knochenleims und der Knochenerden bedingt den Grad der Festigkeit des Knochens. Sie ist am größten beim Erwachsenen nach vollzogener Reife bis zum Ende der kräftigen Mannesjahre (20. bis 50. Lebensjahr). Verschiedene  
Festigkeit in  
den verschie-  
denen  
Lebens-  
altern.

Im kindlichen Alter ist der Gehalt an Knochenerden ein verhältnismäßig geringer; daher sind in der Jugend bis zur Reifezeit die Knochen biegsamer und elastischer.



Fig. 15. Das Knochengerüst des menschlichen (männlichen) Körpers. (Aus der „Mechanik der menschlichen Gewerzeuge“ der Brüder W. und E. Weber.)

Im Greisenalter dagegen ist der Gehalt der Knochen an Knochenerden ein verhältnismäßig höherer: daher sind bei Greisen die Knochen spröde und außerordentlich brüchig.

Bei der sogenannten englischen Krankheit (Rachitis), die sich gewöhnlich in den ersten Kinderjahren abspielt, wird durch eine Störung im Knochenwachstum die genügende Anlagerung der Knochenerden oder des Knochenkalkes im wachsenden Knochen verhindert. Die Knochen bleiben daher bei dieser Krankheit außerordentlich biegsam und erleiden leicht entstellende Verkrümmungen bis zu den höchsten Graden des Verwachsenseins.

Englische Krankheit.

## § 12. Äußere Form der Knochen.

Nach ihrer äußeren Form lassen sich die Knochen kurz einteilen in: lange, breite und kurze Knochen.

Einteilung nach äußerer Form.

a) Die langen oder Röhrenknochen sind solche, bei welchen der Längendurchmesser über die Breite und Dicke überwiegt.

Lange oder Röhrenknochen.

Sie bestehen aus einem Mittelstück (Diaphyse), welches im Innern mit einer Markhöhle versehen ist, und zwei Enden (Epiphysen, s. Fig. 16).

Die Enden sind dicker als das Mittelstück, abgerundet und mit einer Schicht von glattem Knorpel überzogen. Mit diesem überknorpelten „Gelenkende“ stoßen sie an die Enden benachbarter Knochen an, um mit diesen durch die „Bänder“ zu einem „Gelenk“ beweglich verbunden zu werden.

Die langen Knochen finden sich vorzugsweise in den Gliedmaßen des Körpers.

b) Die platten oder breiten Knochen mit vorwiegender Flächenausdehnung bestehen aus zwei dünnen Knochenplatten, die eine zellige Zwischensubstanz (Diploë) zwischen sich fassen.

Die breiten Knochen umschließen vorzugsweise Höhlen zur Aufnahme wichtiger Organe (Kopf, Brust, Becken). Werden auch lange Knochen zur Höhlenbildung verwendet, so ist ihr Mittelstück verflacht und gekrümmt: Rippen.

Die Ebenen der breiten Knochen sind entweder platt (so beim Brustbein), im Winkel geknickt (Gaumenbein) oder schalenförmig gebogen (Schädelknochen).

c) Die kurzen Knochen (rundlich oder vieleckig in ihrer Hauptmasse geformt) kommen besonders da im Körper vor, wo in Reihen verbundene Knochen neben bedeutender Festigkeit zugleich eine gewisse Beweglichkeit besitzen sollen (Wirbelsäule, Hand- und Fußwurzel).

Zwischen diesen drei Arten von Knochen gibt es noch Mischformen: gemischte oder unregelmäßige Knochen.

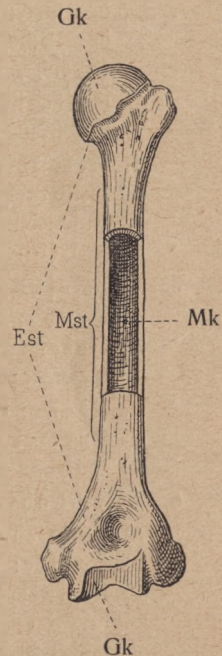


Fig. 16. Ein Röhrenknochen (Oberarm), in der Mitte zum Teil halb aufgesägt. Gk: Gelenkkopf; Est: Endstück; Mst: Mittelstück; Mk: Markhöhle.

Breite Knochen.

Kurze Knochen.

## § 13. Bezeichnung der einzelnen Knochenteile.

Um die äußere Gestalt der Knochen beschreiben zu können, unterscheidet man an den Knochen:

Bezeichnung der Knochenteile.

1. Flächen. Ist eine solche mit Knorpel überkrustet, so nennt man sie Gelenkfläche.

2. Winkel: die Durchschneidungslinie zweier Flächen.
3. Ränder: die Begrenzung breiter Knochen.
4. Fortsatz nennt man im allgemeinen jede Art von Hervorragung am Knochen. Unterarten sind:
  - a) Der Höcker, ein rauher, niedriger Knochenhügel, z. B. der Sitzbeinhöcker. Höcker mit besonders rauher Oberfläche zum Ansatze von Muskeln, wie an Schienbein und Speiche, heißen auch einfach Rauigkeit.
  - b) Der Stachel, eine einzelne spitze Hervorragung.
  - c) Kamm oder Riff, gerade oder gekrümmt verlaufend.

Handelt es sich im besonderen um einen Gelenkfortsatz, so nennt man

- d) Gelenkkopf oder Kopf schlechthin das überknorpelte kugelige Ende eines Röhrenknochens. Der Kopf ist vom Hals, einer schmaleren Stelle des Gelenkfortsatzes begrenzt (Beispiele: Kopf des Oberarmknochens und des Schenkelbeins). — Ein kleinerer Gelenkfortsatz heißt Köpfchen (Speiche, Wadenbein).
  - e) Rolle ist ein längliches walzenförmiges Gelenkende (z. B. das untere Gelenkende des Oberarmbeins am Ellbogengelenk).
  - f) Gelenkknorren nennt man entweder Gelenkköpfe, bei denen die Kugelform mehr in die Breite gezogen erscheint (z. B. die beiden Knorren am Kniegelenkende des Oberschenkels), oder rauhe Vorsprünge über dem Gelenk (Knorren am Ellbogenende des Oberarmbeins).
5. Vertiefungen des Knochens. Hier unterscheidet man:
    - a) Gruben. Ist eine solche überknorpelt, so heißt sie
    - b) Gelenkgrube oder, wenn die Gelenkgrube einen halbkugelig gestalteten Gelenkkopf aufzunehmen hat: Gelenkpfanne.
    - c) Rinne: eine länglich ausgezogene Grube.
    - d) Furche: eine ganz seichte schmale Grube.
    - e) Höhle: eine von mehreren Knochenwänden begrenzte Vertiefung.
  6. Durchbohrungen des Knochens. Solche sind:
    - a) Loch: eine rundliche Öffnung.
    - b) Spalte: eine längliche schmale Öffnung.
    - c) Kanal: längerer Gang, welcher entweder nur einen Knochen durchdringt (z. B. die zahlreichen Ernährungskanäle der Knochen für den Eintritt von Blutgefäßen) oder durch mehrere Knochen hindurchgeht.

## § 14. Dichtigkeit der Knochen.

Dichtigkeit. Ein Knochen hat nicht durchweg dieselbe Dichtigkeit. Wir unterscheiden:

a) Die dichte (oder kompakte) Knochenmasse oder Knochenrinde. Sie bildet durchweg die harte Oberfläche oder Rinde der Knochen. Am Mittelstück der langen Knochen ist sie besonders massig.

b) Die schwammige oder zellige Masse (Fig. 17) besteht aus festen Knochenbälkchen und Knochenplättchen, die sich in allen möglichen Richtungen kreuzen und ein ganzes System von Zellen zwischen sich lassen. Letztere können zu kleineren oder größeren Höhlen (Markhöhlen) zusammenfließen. Die schwammige Substanz ist also ähnlich gebaut wie ein Badeschwamm.

Da große Festigkeit und Tragkraft mit Leichtigkeit des Knochens verbunden sein müssen, so kann die Anordnung der Knochenbälkchen auch derart sein, daß sie gleich einem System eiserner Gitterträger (Sparrenkonstruktion), wie solche zur Tragung von Brücken, Bögen u. dergl. angewendet werden, bestimmte statische Zwecke erfüllt. Das ist in hervorragendem Maße beim Kopf des Oberschenkels der Fall (s. u. Fig. 21); ebenso beim Ferseknöchel.

### § 15. Beinhaut und Knochenmark.

Die Beinhaut oder Knochenhaut (Periost) ist eine dünne feste Haut, welche den Knochen umhüllt (Fig. 18). Sie vermittelt das Wachstum und die Ernährung der Knochen, ist daher Trägerin von Nerven- und Blutgefäßen, welche letztere von der Beinhaut aus durch die Ernährungskanäle des Knochens in diesen eindringen. Von der Beinhaut aus bildet sich bei Knochenzerstörung infolge von Verletzung, bei Knochenbruch u. dergl., neue Knochensubstanz (Fig. 19); umgekehrt stirbt ein Knochen ab, wenn er durch Entzündung (Knochenhautentzündung) oder durch Verletzung der ernährenden Beinhaut verlustig gegangen ist. — Mit der Beinhaut verschmelzen auf das festeste die Sehnen der an einem Knochen sich ansetzenden Muskeln.

Das Knochenmark erfüllt als gelbes Mark die größeren Markhöhlen der Knochen, als rötliches Mark die kleineren Höhlen und Zellen der schwammigen Substanz. Das Knochenmark ist namentlich in den größeren Markhöhlen sehr fettreich. Es steht in Beziehung zur Blutbildung: hier findet zum Teil die Neubildung von roten Blutkörperchen des Blutes statt.

Bei den Vögeln sind die Markhöhlen statt mit Knochenmark mit Luft gefüllt.

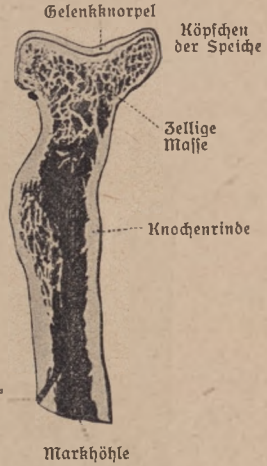


Fig. 17. Durchschnitt eines Röhrenknochens (obere Hälfte der Speiche).

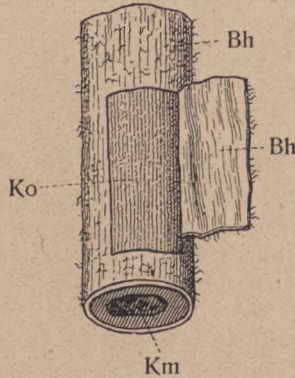


Fig. 18. Mittelstück eines Röhrenknochens. Bh: Beinhaut ein Stück in der Mitte vom Knochen abgelöst und zurückgeschlagen. Ko: Knochenoberfläche. Km: Markhöhle.

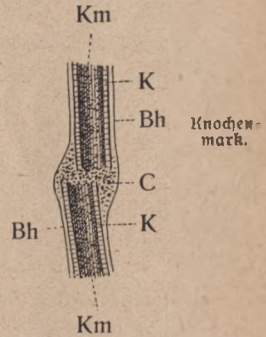


Fig. 19. Heilung eines Knochenbruchs. Km: Markhöhle. K: Knochenrinde. Bh: Beinhaut. C: neu gebildete Knochenmasse oder Callus.

### § 16. Feinerer Bau der Knochen.

Die feste Knochensubstanz ist von zahlreichen feinen Kanälchen durchzogen, welche Blutgefäße enthalten. Diese werden Gefäßkanälchen oder, nach ihrem Entdecker, Havers'sche Kanälchen genannt. Um diese Kanälchen, welche bei Röhrentknochen parallel mit deren Längsachse verlaufen, ist die feste Knochenmasse in konzentrischen Scheiben oder Blättchen (Lamellen) gelagert.

Zwischen den einzelnen konzentrischen Schichten sieht man schon bei schwacher Vergrößerung kleine in zahlreiche Ästchen ausstrahlende Körperchen. Diese sind ebenso wie ihre Ästchen hohl und bilden ein unter sich wie mit den Gefäßkanälchen ver-

Feinerer Bau der Knochen.

bundenes, die ganze Knochenmasse durchziehendes System feinsten Röhrcn und Hohlräume, durch welches der Ernährungsflüssigkeit zu allen Theilen des Knochens gelangen kann (Fig. 20).

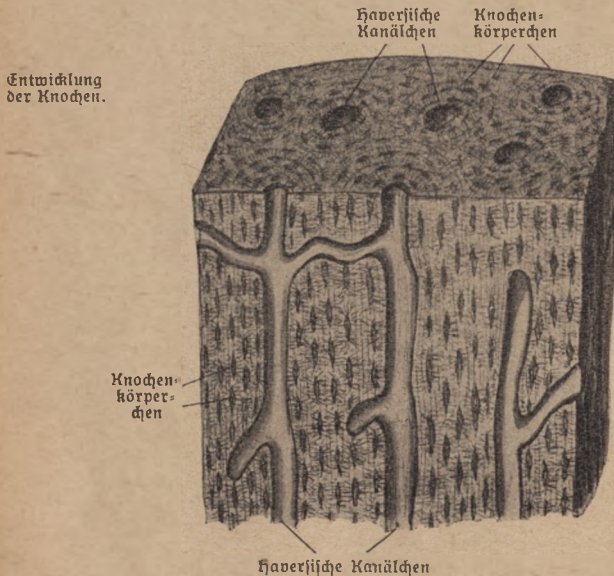


Fig. 20. Knochenstückchen bei 150facher Vergrößerung aus Querschnitt und Längsschnitt konstruirt.

## § 17. Entwicklung der Knochen.

Der Knochen entwickelt sich beim werdenden Menschen aus Knorpel oder Zellgewebe derart, daß in diesen Geweben an bestimmten Punkten Kalksalze (Knochenerden) abgelagert werden und von hier aus die Knochenbildung beginnt und fortschreitet. Diese Punkte heißen Verknöcherungspunkte (Ossifikationspunkte) oder Knochenkerne. Bei den Röhrenknochen vollzieht sich die Knochenbildung an deren Gelenkenden. Daher sind bei Raditis, wo die Knochenbildung krankhaft gestört ist, u. a. die Gelenkenden der Gliedmaßen sowie die knorpeligen Ansätze der Rippen an das Brustbein aufgetrieben und bleiben auch später, nachdem die Störung ausgeheilt ist, dauernd verdickt.

## § 18. Verbindungen der Knochen untereinander.

Verbindungen der Knochen.

Die Verbindungen der Knochen untereinander weisen hinsichtlich ihrer Festigkeit alle möglichen Zwischengrade auf, von der völlig festen Haft bis zur freiesten Beweglichkeit. Man unterscheidet bewegliche und unbewegliche Knochenverbindungen. Für die beweglichen Knochenverbindungen sind die Bindemittel Bänder und Knorpel.

Bänder.

Die Bänder sind Streifen oder Platten sehnigen Gewebes von weißlicher Farbe und außerordentlicher Festigkeit. Sie verschmelzen da, wo sie an den Knochen sich anheften, aufs innigste mit der Beinhaut. Als Beispiele für die Festigkeit der Bänder mögen die Bänder des Hüftgelenks dienen, welche im Mittel einen Zug von 380 kg, sowie die Bänder des Kniegelenks, welche im Mittel einen Zug von 315 kg aushalten können, bevor sie zerreißen (Fesler).

Knorpel.

Der Knorpel ist ein festes elastisches Gewebe, in dünnen Platten durchscheinend, ähnlich wie ein Opal, von Farbe gelblich bis bläulich-weiß. Getrocknet schrumpft der Knorpel sehr stark ein und wird bernsteinfarben. Blutgefäße befinden sich nicht im Knorpel. — Man unterscheidet echten oder bläulich-durchscheinenden (hyalinen) Knorpel und Fasernknorpel.

Die Knorpel überziehen die Gelenkflächen der Knochen in allen Gelenken mit einem glatten festen Überzug; sie bilden bei einzelnen Gelenken zwischen den Gelenkenden im Gelenk selbst gelegene Polster, die Zwischenknorpel, welche Druck, Stoß und schwere Erschütterung in ihrer Wirkung abschwächen (z. B. Zwischenknorpel im Kniegelenk), sie verbinden in den Knorpelfugen Knochen unmittelbar miteinander ohne Gelenkverbindung (z. B. an der Schädelbasis; Verbindung zwischen erster Rippe und Brustbein) und als Knorpelhalt die Wirbelförper der Wirbelsäule.

Knorpel kommen indes auch außer direkter Verbindung mit dem Knochengestüt vor, um bestimmten Körperteilen festen, aber elastischen Halt zu geben. Hierher gehören die Knorpel des Kehlkopfgerüsts und der Luftröhren, die Ohrknorpel, die Knorpel der Nasenschleimhaut, der Nasenspitze und der Nasenflügel sowie die Augenlidknorpel.

## § 19. Bewegliche Verbindungen der Knochen: Gelenke.

Gelenk nennt man die Verbindung zweier oder mehrerer Knochen, welche mit überknorpelten Flächen aneinanderstoßen und durch Bänder, außerdem auch durch Muskelzug und den äußeren Luftdruck so zusammengehalten sind, daß sie ohne Verlust des Zusammenhangs ihre Stellung zueinander ändern, d. h. sich bewegen können. Gelenke

Die das Gelenk zusammenhaltenden Bänder sind:

1. Die Gelenkkapsel oder das Kapselband. Die Gelenkkapsel geht, ringsum geschlossen, vom Gelenkumfang des einen Knochens zu dem des anderen, ist also ein schlaffer sehnig-häutiger Schlauch oder Saß.

Der von diesem häutigen Saß — in welchen die überknorpelten Gelenkenden hineinragen — umschlossene Hohlraum heißt die Gelenkhöhle.

Die Gelenkhöhle ist angefüllt mit einer durchsichtigen zähen Flüssigkeit, der Gelenkschmiere oder Synovia (entsprechend dem Öl in dem Gelenk einer Maschine). Die Gelenkschmiere wird abgesondert von der Synovialhaut, einer dünnen glatten Haut, welche die Innenfläche der Gelenkkapsel innerhalb der Gelenkhöhle überkleidet.

2. Hilfsbänder. Sie dienen zur Verstärkung der Gelenkkapsel oder zur Mäßigung, ja selbst Hemmung der Gelenkbewegung nach bestimmten Richtungen (so verhindern die straffen seitlichen Hilfsbänder bei den zahlreichen Scharniergelenken des Körpers jede andere Bewegung außer Beugung und Streckung).

Die Hilfsbänder liegen außerhalb des Gelenks in Verbindung mit der Gelenkkapsel. Eine Ausnahme machen nur die Kreuzbänder des Kniegelenks und das runde Band des Hüftgelenks, die bei beiden Gelenken innerhalb der Gelenkhöhle liegen.

3. In verschiedenen Gelenken sind, wie oben schon erwähnt, auch Zwischenknorpel vorhanden.

Zu einem Gelenk gehören also stets:

1. mindestens zwei überknorpelte Knochenenden oder Gelenkflächen;
2. das Kapselband oder die Gelenkkapsel;
3. die Gelenkhöhle, befeuchtet von der Gelenkschmiere.

Außerdem können dazu gehören: 4. Hilfsbänder; 5. Zwischenknorpel.

Die Gelenkenden sowie Knochen werden zusammengehalten: 1. durch die Bänder; 2. durch Muskelzug; 3. durch den äußeren Luftdruck.

## § 20. Die einzelnen Gelenkarten.

Ein Versuch, die zahlreichen Gelenke des Körpers in bestimmte Formen zu sondern Gelenkarten. und einzuteilen, gelingt immer nur unvollkommen. Zunächst zerfallen alle Gelenke in zwei Gruppen, nämlich: 1. Einfache Gelenke, wo das Gelenk nur von zwei sich gegenüberstehenden Knochen gebildet wird; 2. Zusammengesetzte Gelenke, wo die Enden von mehr als zwei Knochen von einer gemeinsamen Kapsel umschlossen sind (z. B. Oberarm, Elle und Speiche am Ellbogengelenk). An manchen Stellen vereinen sich vier oder mehr Knochen zur Bildung von Gelenkflächen, wie z. B. am Handgelenk.

Die Hauptunterarten der Gelenke sind nun folgende:

Freie Gelenke.

1. Freie oder Kugelgelenke (Arthrodie) mit kugelförmigen Gelenkflächen. Sie erlauben die Bewegung nach jeder Richtung und sind die beweglichsten aller Gelenke. Ein kugelig geformter Gelenkkopf bewegt sich in einer mehr oder weniger tiefen Gelenkgrube. Je flacher die letztere und je kleiner ihre Fläche im Verhältnis zur Kugeloberfläche des Gelenkkopfes, um so freier ist die Bewegung nach allen Seiten (Schultergelenk), während die Beweglichkeit naturgemäß mehr eingeschränkt ist, wenn der kugelige Kopf — entsprechend dem Hüftgelenk der Mechanik — in einer tiefen Gelenkgrube sitzt (Hüftgelenk, Fig. 21), wobei der Gelenkkopf zudem über seinen Äquator hinaus von dem Knorpelrand der Pfanne umschlossen wird, so daß er nicht herausfallen kann.

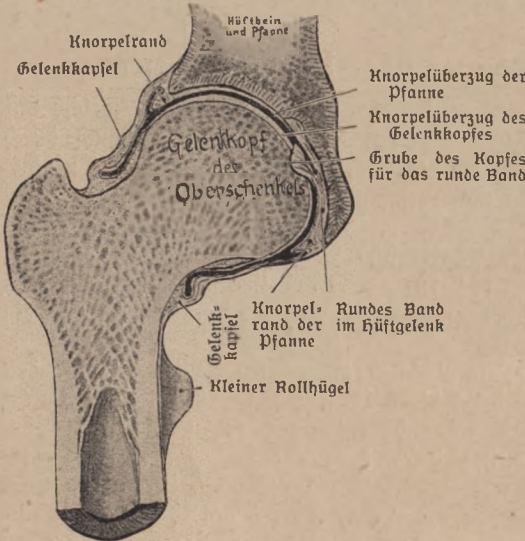


Fig. 21. Ein Kugelgelenk (Hüftgelenk) im Durchschnitt.

ein solches Scharniergelenk Bewegung nur nach einer sowie der entgegengesetzten Richtung: Beugen und Strecken.

Stets ist die Gelenkkapsel der Scharniergelenke verstärkt durch straffe, starke Seitenbänder, welche andere Bewegungen als Beugung und Streckung verhindern. — Die Winkel- oder Scharniergelenke sind sehr zahlreich: die Gelenke der Finger- und Zehenglieder, das Ellbogengelenk usw.

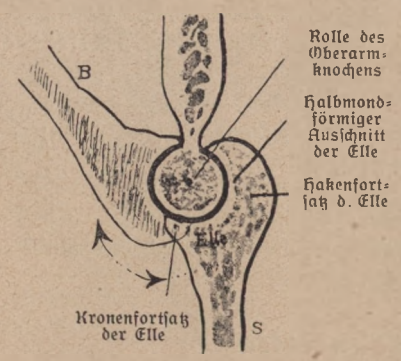


Fig. 22. Gelenk zwischen Elle und Oberarm im Durchschnitt. S = Streckung, B = Beugung.

Scharniergelenk.

Drehgelenk.

Sattelgelenk.

Eier-, Schraubens- und Spiralgelenk.

2. Scharnier- oder Wirbelgelenke (Gingymus = Türangel), bei denen eine zylindrische oder rollenförmige Walze nur teilweise von einer entsprechend gekrümmten Hohlkehle umfaßt wird (Ellen-Oberarm, Fig. 22). Entsprechend dem Winkelgelenk der Mechanik gestattet

3. Zu den Scharniergelenken zählt auch das Dreh- oder Rollgelenk, bei dem ein Knochen sich um einen zweiten (der Ring des Atlas um den Zahnfortsatz des 2. Halswirbels) oder um seine eigene Achse (Köpfchen der Speiche, i. u. Fig. 153) dreht. Dabei wird die Hohlkehle nicht von einem Knochen gebildet, sondern von einem Band (i. Fig. 23—25).

4. Sattelgelenk. Eine in einer Richtung konvexe, in der darauf senkrechten Richtung konkave Flächenkrümmung bildet eine Sattelfläche. Ist das eine Gelenkfläche derart gestaltet, so besitzt das andere Gelenkende die entsprechenden Gegenkrümmungen. Das typische Beispiel ist das Gelenk zwischen dem Mittelhandknochen des Daumens und dem großen vielseitigen Bein der Handwurzel. Auch das Gelenk zwischen Brustbein und Schlüsselbein kann man als Sattelgelenk bezeichnen.

5. Je nach der Krümmung der Gelenkflächen unterscheidet man noch das Eiergelenk, mit eierförmigen Gelenkflächen (z. B. das erste Handgelenk); das



Schraubengelenk mit schraubenförmigen Gelenkflächen und das Spinalgelenk mit ungefähr spiralförmig gekrümmten Gelenkflächen. Dabin gehört das Kniegelenk, welches also kein reines Scharniergelenk ist.

6. Unregelmäßige Gelenke sind solche, wo die Gelenkflächen keinem geometrisch einfachen Körper ähnlich sehen, so bei den Hand- und Fußwurzelgelenken. Sie heißen auch „straffe Gelenke“ (Amphiarthrosen), wenn die zum Gelenk vereinten Knochen

Unregelmäßige Gelenke.  
Straffe Gelenke.

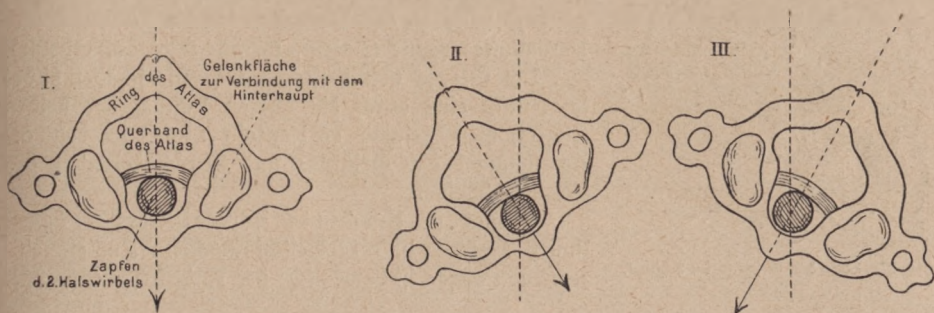


Fig. 23—25. Drehung des Atlas um den Zahn des 2. Halswirbels. I. Kopf geradeaus gehalten. II. Drehung des Kopfes nach links. III. Drehung nach rechts.

durch starke straffe Bänder so fest zusammengehalten werden, daß nur eine ganz geringe Beweglichkeit vorhanden ist, was bei den Gelenken der Hand- und Fußwurzel der Fall ist. Dadurch aber, daß hier eine Anzahl von straffen Gelenken nebeneinander angeordnet ist, deren sehr geringe Bewegungsmöglichkeiten sich addieren, ergibt sich doch ein gewisser Grad von Bewegungsfähigkeit und Elastizität verbunden mit außerordentlicher Festigkeit und Tragkraft.

## § 21. Unbewegliche Knochenverbindungen.

1. Nähte (suturae). Man unterscheidet:

- a) wahre Nähte: Zwei breite Knochen werden durch wechselseitiges Ineinandergreifen ihrer stark ausgezackten Ränder aufs festeste zusammengehalten (Knochen des Schädeldachs, Fig. 24);
- b) falsche Nähte: Aneinanderstoßen von Knochenrändern ohne Zacken. Solche kommen nur an den Kopfknochen vor, z. B. die Schuppennaht, welche das Schläfenbein mit dem Scheitelbein verbindet (Fig. 26).

2. Sugen: überknorpelte Knochenflächen, welche durch straffe Bandapparate (Bandhaft) oder eine eingeschobene Knorpelplatte (Knorpelhaft, auch Symphyse genannt) fest zusammengehalten werden, so daß nur eine kaum merkbare Beweglichkeit bleibt.

3. Einkeilungen: bei welchen Knochen fest in einem anderen stecken, so die Zähne im Ober- und im Untertiefer. —

Die Gelenke sind sämtlich paarig — mit Ausnahme des Gelenks zwischen erstem (Atlas) und zweitem Halswirbel; die Sugen sind unpaar.

Die Gelenke kommen vorzugsweise vor an den paarigen Knochen der Gliedmaßen und des Brustkorbes.

Die Sugen finden sich ausnahmslos an der Wirbelsäule, den Brustbeinstücken und dem Becken.

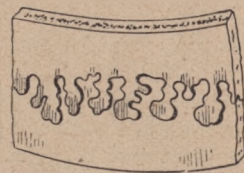


Fig. 26. Ein Stück Naht zwischen zwei Schädelknochen.

Unbewegliche Verbindungen der Knochen.

Nähte.

Sugen.

Einkeilungen.

## § 22. Der Kopf.

Knochen des Kopfes.

Der knöcherne Schädel — das feste Gerüst des menschlichen Kopfes — besteht aus einer eiförmigen Kapsel, dem Hirnschädel, welcher das Gehirn einschließt, und dem Gesichtschädel (Fig. 27). Letzterer gibt das feste knöcherne Gerüst ab zu mehreren Höhlen für die Sinnesorgane (Nasenhöhlen, Augenhöhlen und Gehörgänge) sowie zu den Vorhallen für die Atmungs- und Verdauungsorgane (Nasen-, Mund- und Rachenhöhle).

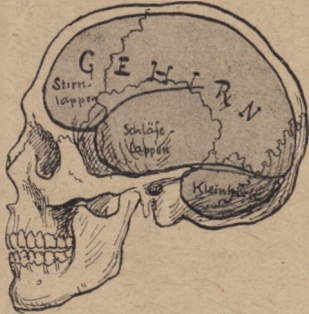


Fig. 27. Lage des Gehirns im Schädel.

Die Grenze von Gesichtschädel und Hirnschädel bildet im Antlitz eine durch die oberen Ränder der beiden Augenhöhlen gelegte horizontale Linie, so daß die Nasenwurzel den Gesichtschädel und Hirnschädelteil des Antlitzes scheidet.

Die Zahl der Knochen des Kopfes beträgt 22; davon sind 8 Schädel- und 14 Gesichtsknochen. Nur ein einziger von diesen ist beweglich: der Unterkiefer (Fig. 28).

## § 23. Die Schädelknochen.

Die Schädelknochen.

Die knöcherne Kapsel, welche das Gehirn umschließt und in ihrer Form und Ausdehnung sich nach der Gestalt des Hirnes entwickelt, heißt die Hirnschale oder der Hirnschädel.

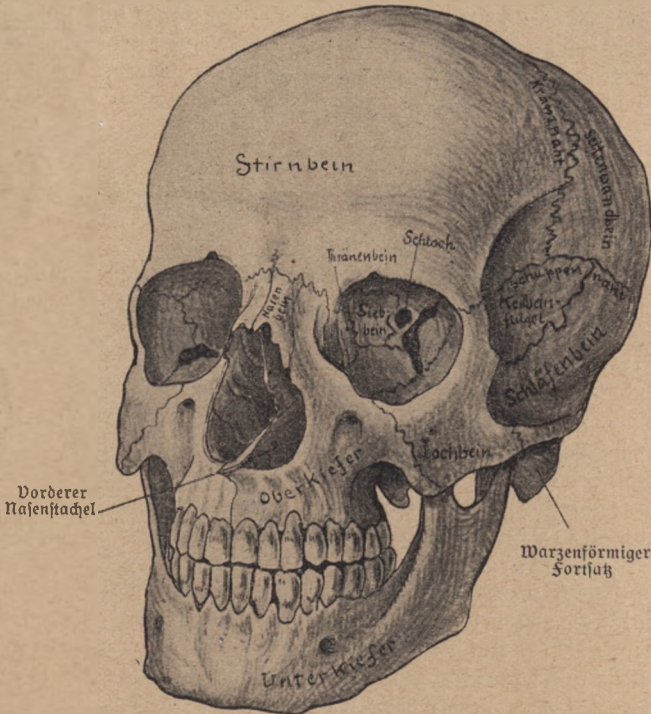


Fig. 28. Ansicht des Schädels eines Erwachsenen.

Schädel. Sie zerfällt in den Schädelgrund (basis cranii externa) und das Schädeldach oder Schädelsgewölbe (calvaria). Der umschlossene Raum heißt die Schädelhöhle (cavum cranii).

Die Hirnschale wird gebildet von acht Knochen, und zwar:

- 4 paarigen:  $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ Scheitelbeine (ossa parietalia),} \\ 2 \text{ Schläfenbeine (ossa temporalia)} \end{array} \right.$
- und 4 unpaarigen:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Hinterhauptbein (os occipitale),} \\ \text{Keilbein (os sphenoidale),} \\ \text{Stirnbein (os frontale),} \\ \text{Siebbein (os ethmoidale).} \end{array} \right.$

Das Stirnbein (os frontale) zerfällt in den muschelförmigen Stirnteil (squama frontalis) und die Augenhöhrenteile (partes orbitales). Stirnbein.

Am Stirnteil und für die Form des Gesichts besonders bestimmend sind zu bemerken die mehr oder weniger entwickelten Augenbrauenbogen (arcus superciliares), die Stirnhöcker (tubera frontalia) und der den Übergang zur Nase bildende Stirn-Nasenwulst (pars nasalis). Hinter letzterem, mit der Nasenhöhle in Verbindung stehend und nach den Augenbrauen hin verlaufend, liegen im Stirnbein die beiden Stirnhöhlen (sinus frontales).

Der Augenhöhrenteil des Stirnbeins bildet die obere Wand der Augenhöhlen.

Die Scheitelbeine sind zwei schalenförmige viereckige Knochen.

Das Hinterhauptbein zeigt einen muschelförmigen Hauptteil, die Hinterhauptschuppe (squama occipitalis), einen Grundteil (pars basilaris) und die beiden Seiten- oder Gelenkteile (partes laterales seu condyloideae). Diese sind um das große Hinterhauptloch so gruppiert, daß der Grundteil vor demselben sich befindet, die Hinterhauptschuppe nach hinten, die Gelenkteile seitlich.

Die Gelenkteile tragen zwei Gelenkflächen, welche mit den entsprechenden Gelenkflächen des ersten Halswirbels, des Atlas, ein Scharniergelenk bilden; mittels dieser Gelenkflächen ruht also der Kopf auf der Wirbelsäule.

Zwischen den Gelenkteilen befindet sich das ovale große Hinterhauptloch (foramen occipitale magnum), durch welches das Rückenmark, aus dem Wirbelkanal kommend, in die Schädelhöhle tritt, um sich mit dem Gehirn zu verbinden.

Der Hinterhaupt- oder Schuppenteil zeigt an der inneren, der Schädelhöhle zugekehrten Fläche die kreuzförmige Erhabenheit (eminentia cruciata), wodurch vier flache Gruben entstehen zur Aufnahme der beiden Hinterlappen des Großhirns sowie der beiden Halbkugeln des Kleinhirns.

An der äußeren (hinteren) Fläche der Hinterhauptschuppe befinden sich verschiedene bogenförmige Linien: die obere und untere Nasenlinie (linea nuchae sup. et inf.), den Ansatz der den Kopf haltenden Nackenmuskeln bezeichnend. Je muskeltkräftiger der betreffende Mensch war, um so kräftiger sind die Kämme dieser Linien entwickelt. Da, wo sie in der Mittellinie zusammenstoßen, befindet sich der Hinterhauptstachel (protuberantia occipitalis externa) — beim Lebenden unter der Kopfhaut meist gut zu fühlen — für den Ansatz des starken Nackenbandes.

Das Keilbein (os sphenoidale) ist der feste Schlußstein des Schädelgrundes. Nach hinten stößt es an den Grundteil des Hinterhauptbeins. Man unterscheidet an diesem sehr mannigfach gestalteten Knochen den Körper und die Flügel; letztere tragen zum Abschluß der Schädelhöhle, Augenhöhle und Schläfengrube bei. Keilbein.

Das Siebbein (os ethmoidale) ist die knöcherne Unterlage für das Riechorgan. Durch die siebartigen zahlreichen Löcher seiner vorn am Schädelgrund liegenden horizontalen Platte treten die Riechnerven hindurch, um abwärts in der Nasenschleimhaut zu enden. Siebbein.

Die Schläfenbeine (ossa temporalia) zerfallen: 1. in einen flachen Schuppenteil (die squama temporalis, welche, an das Seitenwandbein anstoßend, die Wand Schläfenbein.

der Schläfengrube bildet) mit der Gelenkgrube für das Unterkiefer- oder Kaugelenk. Davor liegt der Jochfortsatz (processus zygomaticus), welcher, mit dem Jochbein zum Jochbogen sich vereinend, für Form und Charakter des Antlitzes mitbestimmend wird. 2. den Warzenteil (pars mastoidea). Er trägt als Anheftungsstelle für wichtige Muskeln des Halses den Warzenfortsatz (processus mastoideus). 3. den Felsenteil (pars petrosa) innerhalb der Schädelhöhle (s. Fig. 34). Dieser birgt in seiner dreieckigen Pyramide das Hörorgan, welches in der äußeren Höröffnung (meatus auditorius externus) kurz unter dem Jochfortsatz und dicht vor dem Warzenfortsatz nach außen mündet.

### § 24. Nähte zwischen den Schädelknochen.

Die das Schädeldach bildenden Knochen sind durch folgende Nähte miteinander verbunden (Figur 29):

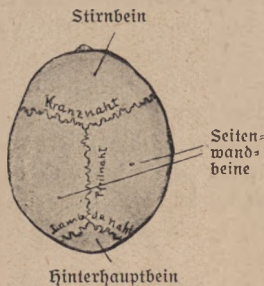


Fig. 29. Schädel von oben.

1. Die Kranznah (sutura coronalis): zwischen Stirnbein und Seitenwandbeinen.

2. Die Pfeilnah (sut. sagittalis): in der Mittellinie des Kopfes die beiden Seitenwandbeine verbindend.

3. Die Lambdanah (sutura lambdoidea: so genannt wegen der Ähnlichkeit ihrer Form mit dem griechischen Buchstaben  $\Lambda$  = Lambda = L): verbindet das Hinterhauptbein mit den Seitenwandbeinen.

4. Die Schuppennah (sutura squamosa): verbindet das Schläfenbein mit den Seitenwandbeinen und dem großen Keilbeinflügel.

An dem Schädel des neugeborenen Kindes sind noch keine Nähte zwischen den Knochen des Schädeldaches vor-

handen. Der feste knöcherne Verschluss tritt erst nach vollzogener Entwicklung des Gehirns ein. An denjenigen Stellen, wo mehr als zwei Knochen zusammenstoßen, wie dies am Anfang und Ende der Pfeilnah der Fall ist, befinden sich beim Neugeborenen Lücken im knöchernen Schädeldach, die nur durch Hautbrücken überdeckt sind. Diese Lücken, in welchen also das Gehirn des kleinen Kindes nur von weicher Haut bedeckt ist, heißen Fontanellen.

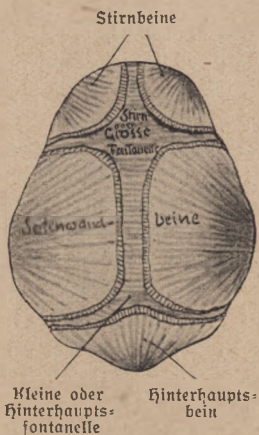


Fig. 30. Schädel des Neugeborenen von oben gesehen.

Von diesen sind namentlich wichtig 1. die große oder Stirnfontanelle (fonticulus frontalis s. major), viereckig geformt, zwischen den Stirnbeinen (beim Neugeborenen ist das Stirnbein in zwei Knochen getrennt) und den Seitenwandbeinen, auf dem Scheitel, kurz oberhalb der Grenze des Haarwuchses gelegen, und 2. die kleine oder Hinterhauptsfontanelle (fonticulus minor s. occipitalis), zwischen Seitenwandbeinen und Hinterhauptbein, am Hinterkopf gelegen und dreieckig geformt. Die verschiedene Form der beiden Fontanellen erklärt sich aus der verschiedenen Art der Entwicklung der Schädelknochen: während Seitenwandbein und Hinterhauptbein sich von je einem Verknöcherungspunkt aus bilden, hat das Stirnbein deren zwei — als Stirnhöcker (tubera frontalia) bleibend ausgeprägt, an mancher Stirn außerordentlich deutlich (Fig. 30).

Die Fontanellen bleiben noch eine geraume Zeit während des ersten Lebensjahres offen. Ihre verschiedene Form gestattet durch Abtasten des Kindskopfes in den mütter-

lichen Geburtswegen die Lage des Kopfes zu bestimmen, was für die Hilfe bei schwerer Geburt unter Umständen von entscheidender Wichtigkeit ist.

Vorzzeitige knöcherne Verwachsung der Schädelnähte kommt vor bei Entwicklungsstörung des Gehirns verbunden mit dauernder geistiger Beschränkung (Kretinismus,

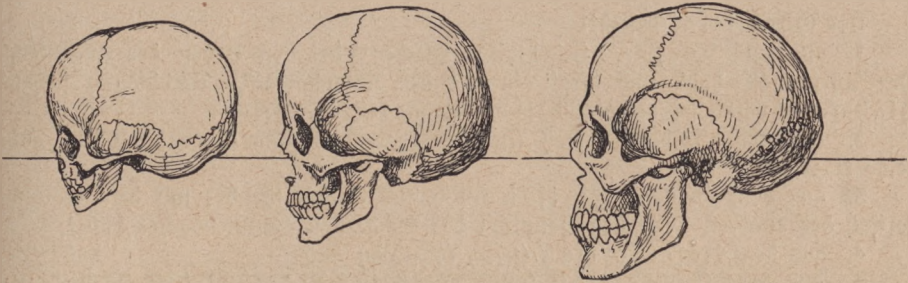


Fig. 31—33. Entwicklung des Schädels: I. Schädel des einjährigen Kindes; II. Schädel des Dreißigjährigen; III. Schädel des Erwachsenen.

Idiotie). — Bei der oben erwähnten englischen Krankheit bedingt die Störung des natürlichen Knochenwachstums auch einen verspäteten Schluß der FontanelLEN. Diese stehen dann oft noch im zweiten Lebensjahre offen und lassen das Pulsieren der Gefäße des unter dem dünnen häutigen Verschluß liegenden Gehirns deutlich durchfühlen.

### § 25. Schädelgrund (basis cranii interna).

Am Schädelgrund finden sich drei Gruben durch Knochenerhabenheiten abgetrennt:

1. die vordere Schädelgrube, zur Aufnahme der Stirnlappen des Großhirns;
2. die mittlere Schädelgrube, in Gestalt einer liegenden Acht ∞, zur Aufnahme der Schläfenlappen des Großhirns;
3. die hintere Schädelgrube zur Aufnahme der Hinterlappen des Großhirns sowie des Kleinhirns (Fig. 34).

Zahlreiche Durchbohrungen, Spalten und Kanäle in und zwischen den Knochen des Schädelgrundes gestatten den Austritt der 12 Hirnnervenpaare sowie den Ein- und Austritt der Blutgefäße des Gehirns.

Das in der hinteren Schädelgrube gelegene große Hinterhauptloch für die Verbindung des Hirns mit dem Rückenmark ist bereits oben erwähnt.

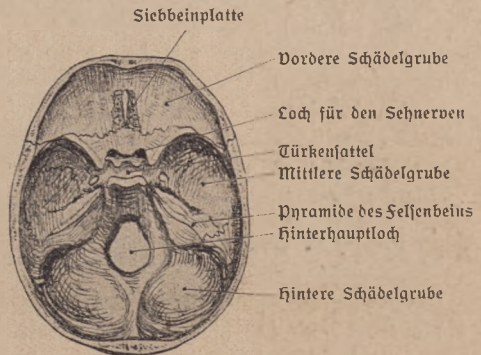


Fig. 34. Schädelgrund.

Schädelgrund.

### § 26. Die Gesichtsknochen.

Von den 14 Gesichtsknochen sind 13 zu einem unbeweglichen festen Ganzen verbunden; nur einer, der Unterkiefer, ist beweglich.

- 12 Gesichtsknochen sind paarig, und zwar zählen wir:
- 2 Oberkieferbeine (ossa maxillae),
  - 2 Jochbeine (ossa zygomatica),

Gesichtsknochen.

- 2 Gaumenbeine (ossa palatina),
- 2 Nasenbeine (ossa nasalia),
- 2 Tränenbeine (ossa lacrimalia),
- 2 Muschelbeine (conchae nasales inferiores);

unpaarig sind das Pflugscharbein (vomer) und der Unterkiefer (mandibula).

**Oberkiefer.** Der Oberkiefer besteht:

1. aus dem Körper. Seine obere Fläche bildet den Boden der Augenhöhle. Der Körper ist hohl und birgt die mit der Nasenhöhle in Verbindung stehende Highmorshöhle (sinus maxillaris s. antrum Highmori);
2. aus dem Zahnfortsatz (processus alveolaris), welcher die obere Zahnreihe trägt;
3. aus dem Gaumenfortsatz (proc. palatinus), welcher mit dem Gaumenfortsatz der anderen Seite den Hauptteil des knöchernen Gaumendaches bildet;
4. aus dem Nasenfortsatz (proc. frontalis) und
5. aus dem Jochfortsatz (proc. zygomaticus), der mit dem Jochbein verbunden ist.

Das die Schneidezähne tragende Stück des Oberkiefers ist bei den Säugetieren ein besonderer Knochen: der Zwischenkiefer. Kein Geringerer als Wolfgang Goethe wies nach, daß der Zwischenkiefer auch beim Menschen als besonderer Knochen, der nur schließlich mit dem Oberkiefer verschmilzt, angelegt ist.

**Jochbein.** Das Jochbein bildet mit den Jochfortsätzen des Schläfenbeins (nach hinten) und des Oberkiefers (nach vorn) verbunden den Jochbogen (arcus zygomaticus), welcher die Schläfengrube unten überbrückt. Besonders starke Entwicklung der Jochbogen ist eine Rasseigentümlichkeit z. B. bei den Mongolen (Breitgesicht).

**Unterkiefer.** Am Unterkiefer (mandibula) sind zu unterscheiden: der Körper, Träger der unteren Zahnreihe, Unterlage des Kinns, je nach seiner Entwicklung und Gestaltung zum Gesamtausdruck des Antlitzes erheblich beitragend, und die senkrecht aufsteigenden Äste (rami mandibulae). Am Ende eines jeden der Äste befindet sich nach vorn der Kronenfortsatz (proc. coronoideus) — Ansatzpunkt eines der kräftigsten Kaumuskeln, nämlich des Schläfenmuskels —, nach hinten der Gelenkfortsatz (proc. condyloideus), welcher mit der entsprechenden Gelenkgube des Schläfenbeins das Kiefergelenk bildet.

**Kiefergelenk.** Das Kiefergelenk ist ein Mischgelenk mit einem Zwischenknorpel, d. h. es besteht eigentlich aus mehreren Gelenken. Seine Hauptbewegungen sind: Senken und Heben des Kiefers — oder Öffnen und Schließen des Mundes —, bis 45° möglich; mahrende Bewegung beim Kauen; Vor- und Rückziehen des Kiefers um ½—1 cm.

## § 27. Höhlen und Gruben des Gesichts.

Der Gesichtschädel ist an den Hirnschädel derart angefügt, daß der Schädelgrund die obere Wand der hier liegenden Gesichtshöhlen bildet: Die Nasenhöhle wird nach oben abgeschlossen durch das Siebbein, die fast viereckig gestalteten Augenhöhlen durch das Stirnbein.

**Nasenhöhle.** Die Nasenhöhle ist durch eine in der Mittelebene des Körpers stehende dünne Platte, die Nasenscheidewand (septum nasi), in zwei symmetrische Hälften geteilt. Die Nasenscheidewand ist hinten und oben knöchern (Pflugscharbein und senkrechte Platte des Siebbeins), vorn dagegen knorpelig. Eine jede Nasenhöhle wird noch besonders verwickelt gestaltet durch drei Nasenmuscheln (conchae nasales), welche zwischen sich und dem Boden der Nasenhöhle die drei Nasengänge (meatus nasi) lassen, die nach hinten zum Schlunde führen. Dadurch, daß die Nasenmuscheln ebenjo

**Gesichts-  
schädel als  
Ganzes.**

**Nasenhöhle.**

wie Seitenwände und Scheidewand der Nase von der Nasenschleimhaut überzogen werden, erlangt die letztere eine erheblich größere Oberfläche.

Die Nasenhöhlen bilden beim gewöhnlichen Ein- und Ausatmen mit geschlossenem Munde den Weg für die Atemluft. Diese muß also durch die rings mit feuchter Schleimhaut bekleideten Nasengänge streichen. Dadurch wird bewirkt, daß die eingeatmete Luft, bevor sie zu den tieferen Luftwegen, durch den Kehlkopf zu den Lungen gelangt, in der Nase vorgewärmt (um  $\frac{1}{3}$  des Abstandes zwischen Außentemperatur und Körperwärme, also bei 1° Luftwärme auf 20°) und angefeuchtet wird; daß ferner gröbere mit eingeatmete Staubteilchen an der feuchten klebrigen Nasenschleimhaut der engen zu passierenden Nasengänge haften bleiben und nicht in Kehlkopf und Luftröhren eindringen. Mit dem Nasenschleim — der bei Aufenthalt in stark staubiger oder rußhaltiger Luft deshalb schmutzig, ja schwärzlich gefärbt erscheint — wird dieser so unschädlich gemachte Staub aus dem Körper wieder entfernt.

Die knöchernen Öffnungen der Nasenhöhlen im Gesichtsschädel sind von breiter birnförmiger Gestalt (apertura piriformis). Sie werden wesentlich verengt und erhalten die Form der Nasenlöcher durch das Knorpelgerüst der Nase.

Die Nasenhöhlen stehen jederseits in Verbindung mit der Highmorshöhle des Oberkieferbeins, der Stirnhöhle des Stirnbeins sowie mit der Augenhöhle durch den Tränennasengang des Tränenbeins, in welchen Gang von den inneren Enden der Augenlider her die Tränenkanälchen münden und die flüssige Absonderung der Tränenrüsen der Nase zuführen.

Die tiefe Augenhöhle hat die Gestalt einer vierseitigen Pyramide mit abgestumpften Kanten, deren Spitze nach hinten, d. h. in den Kopf hinein gerichtet ist. An der Spitze der Pyramide liegt ein rundes Loch, das Sehloch (foramen opticum). Durch dieses tritt der Sehnerv vom Gehirn her zum Augapfel. Die Augenhöhle ist ausgefüllt mit Fettgewebe. In diesem liegen eingebettet nach vorn der runde Augapfel, am Sehnerven wie eine Kirche auf ihrem Stiel sitzend, weiterhin die sieben Augenmuskeln, welche den Augapfel nach jeder Richtung hin drehen können, während einer das obere Augenlid hebt. Endlich liegt in der Augenhöhle, nach außen und oben vom Augapfel, die Tränendrüse.

Unten und außen vor der Augenhöhle liegt der Basalknochenvorsprung oder der Jochbogen.

Die Mundhöhle ist infolge der Beweglichkeit des Unterkiefers von wechselnder Gestalt und Größe. Ihre obere Wand wird vorzugsweise gebildet durch die knöcherne Gaumenplatte des Oberkiefers, vom Zahnfortsatz desselben Knochens und der oberen Zahnreihe hufeisenförmig umschlossen. Wenn die Gaumenplatten der beiden Oberkieferbeine nicht miteinander verwachsen, sondern spaltförmig offenbleiben, so daß Mund und Nasenhöhle offen miteinander in Verbindung stehen, so entsteht die als „Wolfsrachen“ bezeichnete Mißbildung. Ein Spalt zwischen Zwischenkiefer und Gaumenplatte kann als „Hasenscharte“ sich auch in die Haut der Oberlippe, bis zur Nasenöffnung hinaufreichend, fortsetzen. Die Hasenscharte liegt also nicht in der Mittellinie, sondern etwas seitlich, der Grenze zwischen einem äußeren Schneidezahn und dem Eckzahn entsprechend.

Die untere Wand der Mundhöhle wird durch Muskeln gebildet.

Nach hinten setzt sich die Mundhöhle fort in den Schlundkopf oder Rachen.

Seitlich hinter den Augenhöhlen liegt beiderseits am Schädel eine große flache Grube, die Schläfengrube, welche unten durch den Jochbogen überbrückt wird. Sie setzt sich weiter nach unten und innen fort in die tiefe Flügelgaumengrube (fossa pterygopalatina).

Schläfen-  
grube.

### § 28. Die Zähne.

**Zähne.** Im Ober- und Unterkiefer stecken zusammen 32 Zähne, so daß jede Zahnreihe von 16 Zähnen gebildet wird.

In jeder Reihe befinden sich: vier Schneidezähne, in der Mitte unter der Nasenöffnung befindlich und meißelförmig zugespitzt; zwei Eckzähne oder Augenzähne, weil senkrecht unter dem inneren Augenwinkel stehend, mit zugespitzter Krone; vier Backzähne, die eine breitere, mit je zwei stumpfen Höckern besetzte Kaufläche besitzen, und sechs Mahlzähne (oder große Backzähne) mit je vier bis fünf Höckern auf der Mahlfäche.

**Zahnwechsel.** Diese bleibenden 32 Zähne brechen in bestimmter Reihenfolge hervor nach dem 7. Lebensjahre, der Zeit des Zahnwechsels, die meist mit dem 12. Lebensjahre beendet ist, mit Ausnahme des hintersten (dritten Mahl- oder fünften) Backzahnes, der erst zwischen dem 18. und 24. Lebensjahre, zuweilen noch später, durchbricht und darum auch Weisheitszahn genannt wird.

Vor dem 7. Lebensjahre tragen die Kiefer die Milchzähne, 20 im ganzen; in jeder Zahnreihe vier Schneidez, zwei Eck- und vier Backzähne. Sie brechen hervor zwischen dem 6. und 24. Lebensmonat, werden zur Zeit des Zahnwechsels verloren und durch die bleibenden Zähne ersetzt.

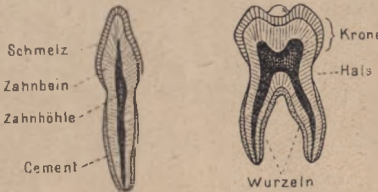


Fig. 35 u. 36. Durchschnitt eines Schneidez- und eines Mahlzahns.

An jedem Zahn unterscheidet man die Krone, den frei in die Mundhöhle ragenden Teil, und die in das Zahnloch eingefeilte Wurzel. Die Mahlzähne haben im Unterkiefer zwei, im Oberkiefer drei Wurzeln. Zwischen Krone und Wurzel befindet sich der vom Zahnfleisch umwachsene Hals.

Der Zahn besteht aus dem Zahnbein oder Dentin (substantia eburnea), als Hauptmasse des Zahns, dem harten emailleartigen Schmelz (subst. adamantina), welcher die Krone des Zahns bedeckt, und der Knochen- oder Zementsubstanz, welche den Zahn im Zahnfach festsetzt. Im Innern des Zahns ist die Zahnhöhle, worin der Zahnkeim (pulpa) mit Zahnnerv und Blutgefäßen liegt (Fig. 35 u. 36).

### § 29. Gesichtsbildung und Schädelform.

**Gesichtsbildung.** Für die Breite des Gesichts ist vor allem bestimmend eine Linie, welche die beiden hervorragendsten Punkte der Jochbogen, die Wangenhöcker oder Backenknochen, miteinander verbindet. Je nach dem Verhältnis dieser Linie 1. zur Stirnbreite und 2. zur Gesichtshöhe, d. h. der senkrechten Entfernung der Nasen-Stirngrenze vom untersten Rande des Unterkiefers unterscheidet man Breitgesichter und ihre Zwischenformen als Haupttypen der Gesichtsbildung (Fig. 37 u. 38).



Fig. 37 u. 38. I. Schmalgesichtiger, II. Breitgesichtiger Schädel.

Wichtiger ist das Verhältnis von Gesicht- und Gehirnschädel. Im allgemeinen steht eine Menschenrasse geistig um so höher, je größer das Hirn im Verhältnis zum Gesichtsschädel ist.



Je niedriger eine Menschenrasse steht, um so mehr überwiegt der Gesichtsteil, namentlich die Entwicklung der Kiefer, und um so mehr springt die Mundpartie schnauzenartig vor. Von fossilen Menschenrassen ist das am meisten der Fall bei der sogenannten Neanderthalrasse, von noch lebenden Völkerstämmen bei den Ureinwohnern Westaustraliens.

Je nachdem die Zähne des Ober- und Unterkiefers senkrecht übereinander stehen oder, schräg nach vorn geneigt, einen Winkel miteinander bilden und sich schnauzenartig vorschieben, unterscheidet man Geradzähler (orthognathe Schädel)

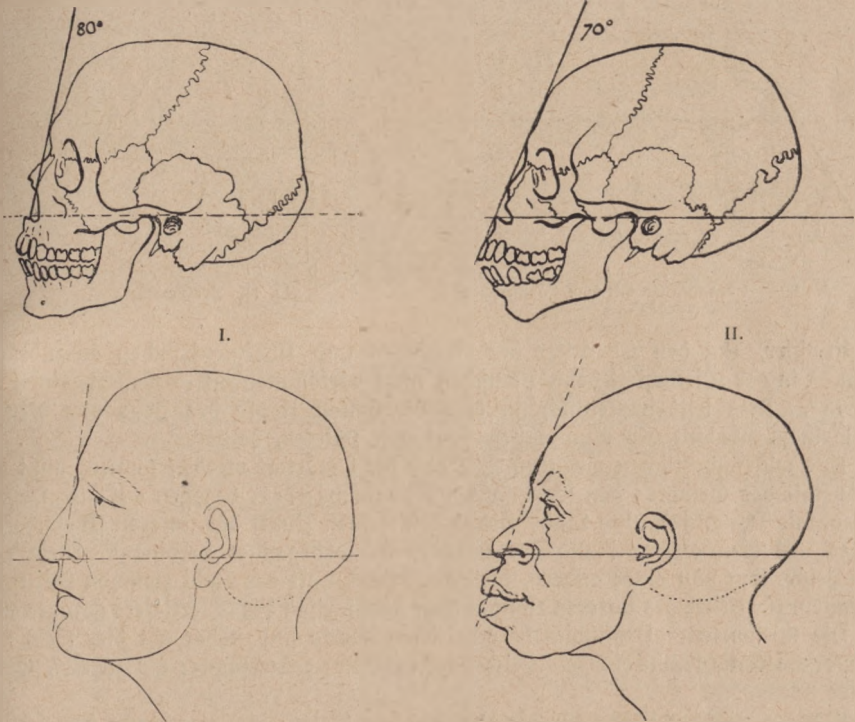


Fig. 39–42. Der Campersche Gesichtswinkel: I. beim Europäer; II. beim Neger.

und Schiefzähler (prognathe Schädel). Geradzähler sind z. B. die meisten Völker des indogermanischen Sprachstammes; Schiefzähler die afrikanischen Stämme, die Australneger, Mongolen usw.

Mathematisch suchte schon der holländische Anatom Petrus Camper († 1789) diese Verhältnisse in dem berühmten Camperschen Gesichtswinkel (Fig. 39 bis 42) darzustellen. Verbindet man den Knochenvorsprung des Nasenstachels mit der Gehöröffnung durch eine Linie (man kann auch die parallel laufende Verbindungslinie der Wurzel der Schneidezähne am Oberkiefer mit dem Warzenfortsatz hinter dem Ohr nehmen) und legt eine zweite Linie von dem vorspringendsten Punkte der Stirn zum Rand der Schneidezähne des Oberkiefers, so schließen diese beiden Linien einen Winkel ein. Je größer dieser Gesichtswinkel ist, desto mehr Raum hatte das Gehirn durch seine Entwicklung in Anspruch genommen, desto mehr tritt der Stirnteil des Hirnschädels über den Gesichtschädel nach vorn und überdacht diesen. Je kleiner umgekehrt der Gesichtswinkel, desto mehr blieb das Gehirn in seiner Entwicklung zurück, und um so mehr traten die Kiefer, die Greifwerkzeuge, schnauzenförmig vor.

Dieser „Gesichtswinkel“ beträgt bei den sogenannten menschenähnlichen Affen bis über  $50^\circ$ ; beim erwachsenen Menschen  $60-80^\circ$ , und zwar beim Neger und Kalmücken  $60-70^\circ$ , beim Kaukasier oder Mittelländer  $75-80^\circ$ . Schädel mit einem Gesichtswinkel von nur  $70^\circ$  und darunter sind schiefzähmig, solche mit größerem Gesichtswinkel geradzähmig. Den Marmorbildern griechischer Götter und Heroen gaben

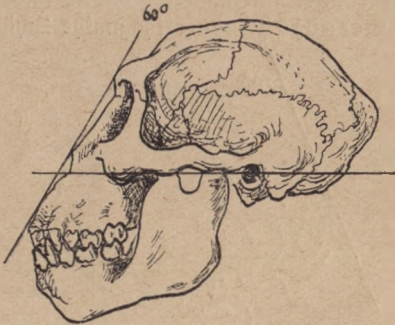


Fig. 43. Schädel des Gorilla mit dem Camper'schen Gesichtswinkel.

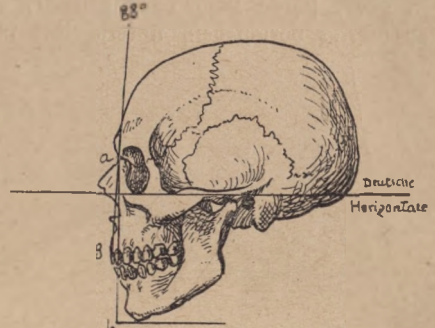


Fig. 44. Profilwinkel.

die Künstler, um den Charakter des Göttlichen und Übermenschlichen auszudrücken, einen — in der Wirklichkeit beim Menschen nicht vorkommenden — Gesichtswinkel von  $90-95^\circ$ . Dies tritt namentlich in dem berühmten Kopfe des Zeus von Otricoli, wohl einem Abglanz des olympischen Zeus von Phidias, hervor.

Aus wissenschaftlichen Gründen, die hier nicht erörtert werden können, mißt man heute statt des Gesichtswinkels den sogenannten Profilwinkel, bezogen auf die „Deutsche Horizontale“ (Fig. 44), eine Linie, welche den tiefsten Punkt des unteren Augenhöhlensrandes mit dem oberen Rand des knöchernen Gehörganges verbindet. Diese Linie wird geschnitten von einer andern, die vom Mittelpunkt der Naht zwischen Stirn- und Nasenbein zur Mitte des unteren Randes vom Zahnfortsatz des Oberkiefers gezogen wird.

Die mit diesem „Profilwinkel“ erhaltenen Werte sind höher als die, welche der Camper'sche Gesichtswinkel ergibt. Man rechnet hier: Schiefzähler bis zu  $82^\circ$ , Geradzähler  $83-90^\circ$ .

Weitere wichtige Maße für die Vergleichung bietet die Betrachtung des Schädels von oben. Je nachdem die Eiform des Schädels mehr breit als schmal ist, unterscheidet man leicht breite und lange Schädels sowie Zwischenstufen zwischen diesen. Das Verhältnis von Länge und Breite des Schädels läßt sich leicht in genaue Zahlen bringen, indem man die lange Achse des Schädels von vorn nach hinten sowie die größte Breite mißt und das Längenmaß = 100 setzt.

Ist z. B. die Längsachse des Schädels = 192 mm, die Breitenachse = 142 mm, so erhält man den sogenannten „Schädelindex“ durch die Gleichung:

$$192 : 142 = 100 : x = 73,9.$$

Oder, ist die größte Schädelhöhe = 178, die größte Schädelbreite = 152, so beträgt der Schädelindex =  $\frac{152 \cdot 100}{178} = 85,39$ .

Im ersteren Beispiel handelt es sich um einen ausgesprochenen Langschädel oder Langkopf, im zweiten Falle um einen Rundkopf.

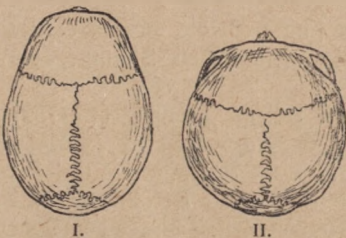


Fig. 45 u. 46. I. Langschädel. II. Kurzschädel.

Man unterscheidet:

Langköpfe mit einem Schädelindex bis zu . . . . .	74,9
Mittellköpfe mit einem Schädelindex von . . . . .	75—79,9
Kurz- oder Rundköpfe mit einem Schädelindex von . . . . .	80 und darüber.

Für Deutschland hat eine frühere Erhebung folgende Ziffern ergeben:

	nach Prozenten:		
	Langköpfe	Mittellköpfe	Kurzköpfe
Deutsche insgesamt . . . . .	16	41	43
Norddeutsche (Friesen) . . . . .	18	51	31
Mitteldeutsche . . . . .	25	29	46
Süddeutsche (Altbayern) . . . . .	1	16	83
Tiroler (vom Unterinn bis Bozen) . . . . .	0	10	90

Die Bedeutung dieser Einteilung der Schädel, wonach man z. B. den Langschädel (mit blondem Haar und blauen Augen) gegenüber dem dunkelhaarigen Kurzschädel als Typus der edlen germanischen Rasse gegenüber der kelto-romanischen anspricht, hat man sicherlich früher stark überschätzt. Den tatsächlichen Verhältnissen entspricht sie nur wenig.

### § 30. Die Wirbelsäule (Fig. 47).

Die Wirbelsäule, die feste Grundsäule des Knochengerüsts, setzt sich zu= Wirbelsäule. sammen aus 33 Wirbeln, von denen 24 freie Wirbel sind, während 5 davon, miteinander verschmolzen, das Kreuzbein bilden und 4 dem verkümmerten Anhang der Wirbelsäule, dem Steißbein, angehören.

Wir zählen:

7 Hals=	} Wirbel; zusammen 24 freie Wirbel,
12 Brust=	
5 Lenden=	
5 Kreuzbeinwirbel, zu einem Knochen verschmolzen,	} 9 unbeweg-
4 (zumeilen auch 5) Steißbeinwirbel	

Die Wirbelsäule oder das Rückgrat (columna vertebralis) ist eine aus zahlreichen Wirbelsäule als Ganzes. aufeinandergesetzten Gliedern bestehende Knochenröhre, welche das Rückenmark und die Ursprünge der Rückenmarksnerven einschließt. Die Länge der Wirbelsäule ist  $2\frac{1}{2}$  mal in der gesamten Körperhöhe enthalten.

Die einzelnen Glieder der Säule oder Röhre, die Wirbel, sind nicht gleich groß, sondern nehmen vom Hinterhaupt bis zum Kreuzbein an absoluter Größe und Höhe allmählich zu: eine Folge des aufrechten Ganges. Beim Tiere ist diese Zunahme der Stärke der Wirbel nicht vorhanden.

### § 31. Schema der Wirbel (Fig. 48 u. 49).

Jeder wahre Wirbel bildet einen Ring. Das vordere massige Stück dieses Ringes heißt Schema der Wirbel. Wirbelkörper (corpus vertebrae), das hintere der Wirbelbogen (arcus vert.). Dadurch, daß diese Ringe mit ihrer Öffnung, dem Rückenmarkslöcher (foramen vertebrae), einer auf den anderen gesetzt sind, entsteht ein Kanal, der Wirbelkanal, zur Aufnahme des Rückenmarks. Durch das Hinterhauptloch des Schädels steht der Wirbelkanal in Verbindung mit der Schädelhöhle.

Der Wirbelkörper ist oben und unten platt. Er besteht aus einer schwammigen Knochenmasse, wobei bemerkt sein mag, daß die Festigkeit der Wirbelsäule vorzugsweise auf ihren starken Bändern beruht.

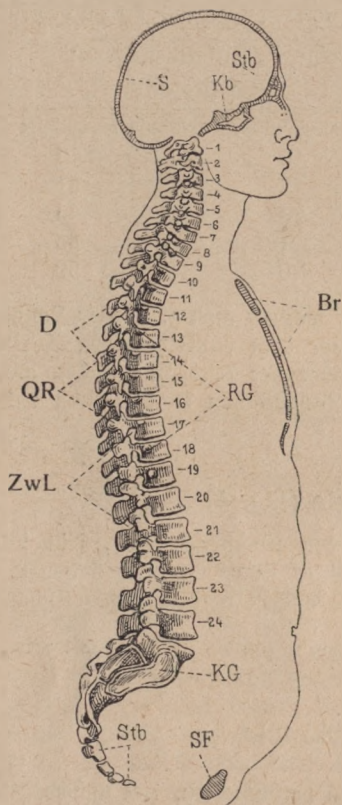


Fig. 47. Die Wirbelsäule als Ganzes. — S Schädeldecke. Stb Stirnbein. Kb Keilbein. D Dornfortsätze. QR Querfortsätze. RG Gelenkflächen für die Rippen. ZwL Zwischenwirbellocher. KG Gelenkfläche des Kreuzbeins zur Verbindung mit dem Darmbein. Stb Steißbein. SF Schamrüge. Br Brustbein.

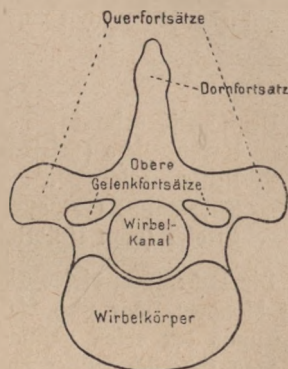


Fig. 48. Schema eines Wirbels. Ansicht von oben.



Fig. 49. Schema eines Wirbels (Brustwirbels) von der Seite gesehen.

An dem Wirbelbogen befinden sich 7 Fortsätze, und zwar:

- |                   |   |   |
|-------------------|---|---|
| 3 Muskelfortsätze | } | einer unpaar: der nach hinten gerichtete Dornfortsatz (proc. spinosus); |
|                   |   | zwei paarig: die beiden seitlichen Querfortsätze (proc. transversus);   |
| 4 Gelenkfortsätze | } | 2 obere mit den Gelenkflächen nach hinten;                              |
|                   |   | 2 untere mit den Gelenkflächen nach vorn.                               |

Die Gelenkfortsätze greifen zu je zwei nach oben und unten in die Gelenkfortsätze des oben und unten befindlichen Wirbels ein.

An der Stelle, wo Wirbelbogen und Wirbelkörper zusammenstoßen, fällt am oberen Rand ein flacher, am unteren Rand ein tiefer Ausschnitt auf (incisura vertebr. superior und inferior). Jeder dieser Ausschnitte vereinigt sich mit dem entsprechenden Ausschnitt des darüber oder des darunter liegenden Wirbels zu einem runden Loch. So entstehen also 30 Zwischenwirbellocher (foramina intervertebralia) zum Austritt der Rückenmarksnerven.

### § 32. Halswirbel.

Der Mensch hat wie alle Säugetiere — selbst die Giraffe — 7 Halswirbel; nur Halswirbel. das Säugetier zählt 8 oder 9, die australische Seekuh 6.

Für die Halswirbel ist zunächst im Gegensatz zu den Brust- und Lendenwirbeln charakteristisch ein Loch in jedem Querfortsatz (foramen transversarium). Durch die Löcher der 6 oberen Halswirbel geht die Wirbelschlagader zum Gehirn. Der Körper ist niedrig und breit, der Bogen gleicht mehr den Schenkeln eines Dreiecks; das Rückenmarkslöcher ist mehr dreieckig als rund.

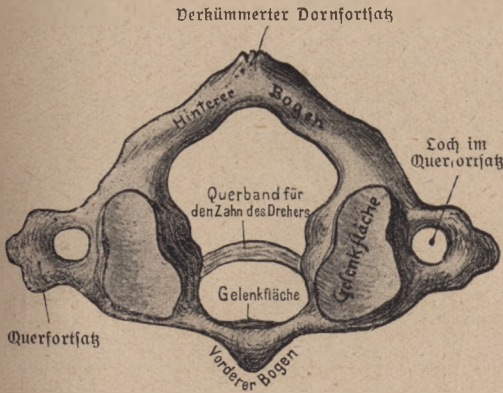


Fig. 50. Der erste Halswirbel.

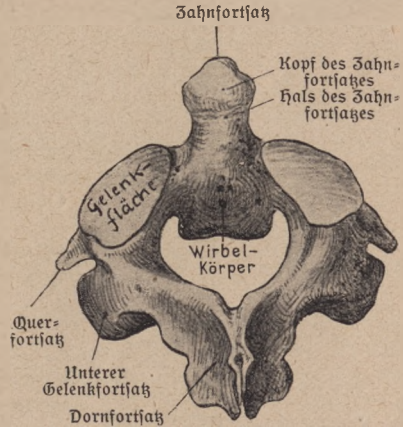


Fig. 51. Der zweite Halswirbel (von hinten her gesehen).

Die Dornfortsätze der mittleren Halswirbel sind gabelförmig gespalten. Am ersten Halswirbel ist der Dornfortsatz zu einem kleinen rundlichen Knopf verkümmert; wogegen der Dornfortsatz des siebenten Halswirbels besonders lang, durch die Haut gut fühlbar und meist auch als rundlicher Vorprung sichtbar ist.

Der erste Halswirbel — Atlas genannt, weil er das Haupt trägt wie Atlas die Erdkugel — ist ringförmig und entbehrt des Wirbelkörpers. Es fehlen ihm die Gelenkfortsätze, an deren Stelle obere Gelenkflächen vorhanden sind, zur Verbindung mit den entsprechenden Gelenkflächen des Hinterhauptbeins, während die unteren Gelenkflächen auf den entsprechenden Gelenkflächen des zweiten Halswirbels aufruhend. Die Hinterfläche des vorderen Bogens ist mit Gelenkknorpel überzogen zur gelenkigen Verbindung mit dem Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels (Fig. 50).

Der zweite Halswirbel, Epistropheus, der Dreher — ein Name, der eigentlich dem Atlas gebührt; denn dieser dreht sich ja mit dem auf ihm lastenden Kopf um den Zahnfortsatz des Epistropheus, während das Senken und Aufrichten (Beugen und Strecken) des Kopfes in dem Gelenk zwischen Atlas und Hinterhaupt stattfindet — ist ausgezeichnet durch den zapfenförmigen, vom Wirbelkörper nach oben aufsteigenden Zahn (dens; Fig. 51).

Erster Halswirbel.

Zweiter Halswirbel.

### § 33. Brustwirbel.

Da die Brustwirbel die Rippen tragen, so haben sie an den Seiten der Brustwirbel. Wirbelkörper kleine überknorpelte Gelenkflächen: an den oberen 10 Brustwirbeln jederseits zwei halbe und am 11. und 12. Brustwirbel eine ganze Gelenkfläche für die Rippenköpfe, an den Querfortsätzen kleine Gelenkflächen für die Rippenhöcker (Fig. 52 u. 53).

Die Dornfortsätze sind nach abwärts gerichtet — daher ist die Brustwirbelsäule weniger beweglich. — Sie weichen oft, namentlich bei Frauen, die sich von der Kindheit an stark schnürten, seitlich, besonders nach rechts ab.

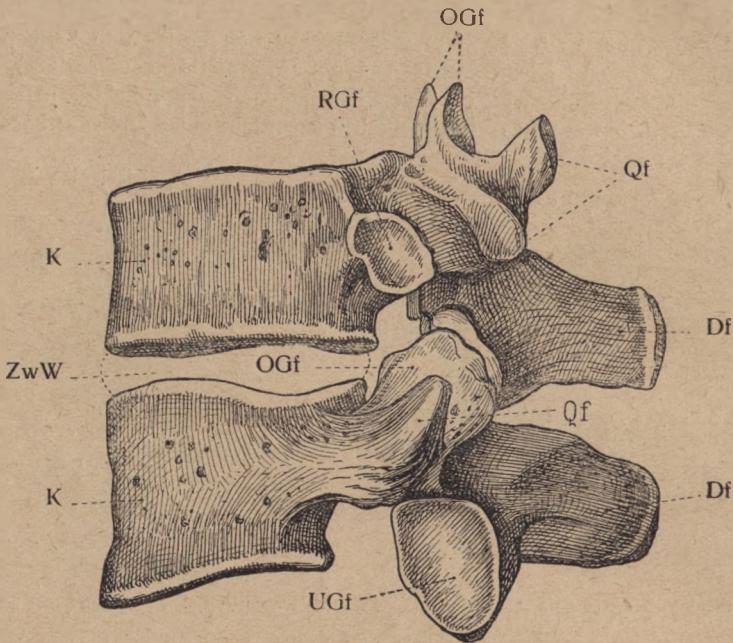


Fig. 52. Letzter Brust- und erster Lendenwirbel. — K: Wirbelkörper; OGf: Oberer; UGf: Unterer Gelenkfortsatz; Qf: Querfortsatz; Df: Dornfortsatz; RGf: Gelenkfläche für die 12. Rippe; ZwW: Lage der Zwischenwirbelscheibe.

### § 34. Lendenwirbel.

Die Lenden- oder Bauchwirbel zeichnen sich durch ihre Breite und Höhe aus. Die Dornfortsätze sind hoch, schmal und horizontal gerichtet.

Diese Bauart gewährt der Lendenwirbelsäule einen besonders hohen Grad von Beweglichkeit (Fig. 52).

### § 35. Kreuzbein und Steißbein.

Das Kreuzbein oder das „heilige Bein“ (os sacrum) der Alten, das Piedestal der Wirbelsäule, ist wie ein Keil zwischen die beiden Hüftbeine getrieben und bildet gewissermaßen den Schlußstein des Beckens.

Seine Form ist die einer umgestürzten, nach vorn gekrümmten Pyramide mit der Basis nach oben. Man unterscheidet an dem Kreuzbein eine vordere, höhl gekrümmte und eine hintere, mit rauhen Leisten zum Ansatz starker Rückenmuskeln versehene Fläche; ferner zwei dicke Seitenflächen zur festen Verbindung mit den Hüftbeinen (facies auricularis). Anatomisch findet man in dieser Verbindung die Bestandteile, welche ein Gelenk ausmachen. Beweglichkeit ist indes hier kaum vorhanden.

Die Achse des Kreuzbeines liegt nicht in der Verlängerung der Achse der Wirbelsäule, sondern weicht nach hinten ab. Dadurch entsteht vorn an der Vereinigungsstelle von Lendenwirbelsäule und Kreuzbein ein vorspringender Winkel oder Knick, das Vorgebirge (promontorium), welches die Grenze des großen gegen

das kleine Becken mit bilden hilft (Fig. 47). Die Tangenten gegen den 5. Lenden- und die gegen den 1. Kreuzbeinwirbel bilden einen Winkel von  $120^{\circ}$  (Lenden-Kreuzbeinwinkel).

Das Kreuzbein setzt sich zusammen aus fünf miteinander verwachsenen falschen Wirbeln, es wird daher von der Fortsetzung des Rückenmarkskanals, dem Kreuzbeinkanale, durchbohrt. Entsprechend den Zwischenwirbellöchern finden sich auf der Vorder- wie der Hinterfläche des Kreuzbeins vier Paar Löcher für den Durchtritt der Kreuzbeinerven: die Kreuzbeinlöcher (for. sacralia anter. und poster.).

Das Steißbein oder Schwanzbein (os coccygis) besteht in der Regel aus vier, zuweilen auch fünf verkümmerten Wirbeln, die nur wenig beweglich miteinander verbunden sind.

Steißbein.

## § 36. Bänder der Wirbelsäule.

Starke Bänder verbinden die einzelnen Wirbel zu einer außerordentlich festen und zudem nach verschiedenen Richtungen hin leicht biegsamen Säule.

Bänder der Wirbelsäule.

Die vereinigenden Bänder befinden sich:

1. zwischen den Wirbelkörpern;
2. zwischen den Wirbelbögen;
3. zwischen den Fortsätzen der Wirbel.

1. Die Wirbelkörper werden vereinigt:

a) durch die Zwischenwirbelscheiben oder Knorpel (fibro-cartilaginee intervertebrales). Zwischen je zwei Wirbelkörpern liegen feste elastische Knorpelscheiben, welche die einander zugekehrten rauhen Seiten der Wirbelkörper fest miteinander verlöten. Man vermag an die Brustwirbelsäule des Erwachsenen im Mittel ein Gewicht von 75 kg, an die Lendenwirbelsäule ein solches von 125–130 kg zu hängen, bevor sie auseinanderreißt. Als Polster zwischen den Knochenstücken der Wirbel schwächen die Zwischenwirbelknorpel die Einwirkung von Erschütterungen und Stößen, welche die Wirbelsäule in senkrechter Richtung treffen — z. B. beim Aufspringen — ganz erheblich ab.

Zwischenwirbelscheiben

Die Zwischenwirbelscheiben bestehen in der Hauptsache aus Fasernknorpel. Ihre Mitte besteht aus einer mehr gallertförmigen Masse, welche den Überrest der Uranlage der Wirbelsäule bei der Entwicklung, nämlich des Rückenstranges (chorda dorsalis) darstellt. Die Festigkeit der Zwischenwirbelscheiben ist so groß, daß bei Brüchen der Wirbelsäule eher die Wirbelkörper bersten als diese Bandscheiben.

Ihre Dicke ist so beträchtlich, daß die Summe ihrer Höhen etwa den fünften Teil der gesamten Wirbelsäule beträgt. Besonders dick sind die Zwischenwirbelscheiben im Lendenteil, wodurch dessen Biegsamkeit erhöht wird; nach Sicé machen die Zwischenwirbelscheiben  $\frac{1}{5}$  der Höhe der Hals-,  $\frac{1}{7}$  der Brust- und  $\frac{1}{3}$  der Lendenwirbelsäule aus. An Skeletten sind sie eingeschrumpft und müssen, wenn anders das Skelett die richtige Höhe haben soll, die sein Körper im Leben besaß, künstlich durch Lederscheiben ersetzt werden.

Die Krümmungen der Wirbelsäule beruhen in ihrer Form zum großen Teil darauf, daß sowohl in der Hals- wie in der Lendenwirbelsäule die Zwischenwirbelscheiben vorn beträchtlich höher sind als hinten (bis um  $\frac{1}{3}$ ), während die Wirbelkörper solche Unterschiede nicht zeigen. Anders bei der Brustwirbelsäule, wo die Wirbelkörper keilförmig gestaltet sind, und zwar, entsprechend der Biegung der Brustwirbelsäule nach hinten so, daß die Dicke der Wirbelkörper nach vorn geringer ist als nach hinten.

Der Schwund der Zwischenwirbelscheiben im Greisenalter, der eine Abnahme der Körperhöhe bis um 7 cm bewirkt, gibt dementsprechend dem Greisenrücken eine charakteristische Form mit Auswölbung nach hinten und Vornüberhängen des Kopfes. —

Da die Zwischenwirbelscheiben bei Belastung etwas zusammengedrückt werden, bei Fortfall der Belastung wieder zu ihrer früheren Dicke aufquellen, so ist die Körperlänge frühmorgens nach der Nachtruhe größer als am Abend. Der Unterschied beträgt

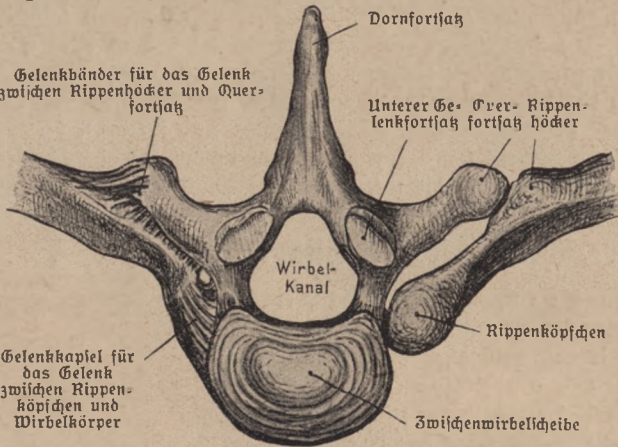
für den Erwachsenen etwa  $1\frac{1}{2}$ –3 cm.

Längs-  
bänder.

Gelenkbänder für das Gelenk  
zwischen Rippenhöcker und Quer-  
fortsatz

Dornfortsatz

Unterer Ge- u. Quer- Rippen-  
lenkfortsatz fortsatz höcker



Gelenkkapsel für  
das Gelenk  
zwischen Rippen-  
köpchen und  
Wirbelkörper

Gelbe  
Bänder.

Zwischenwirbelscheibe

Fig. 53. Ansatz der Wirbelenden an einen Brustwirbel von unten gesehen. Links mit den Bändern dargestellt, rechts sind sie weggelassen.

elastische Bänder, die sogenannten gelben Bänder (ligg. flava), miteinander verbunden.

### 3. An den Wirbelfortsätzen befinden sich

- an den Gelenkfortsätzen Kapselbänder (capsulae articulares) für die Gelenke der Wirbel, wie ein jedes Gelenk solche besitzt (Fig. 53),
- zwischen den Dornfortsätzen die Zwischen-dorn-bänder (ligg. interspinalia) und über die Spitzen der Dornfortsätze hinlaufend das Spitzenband (lig. supraspinale). Das letztere ist namentlich stark am Halsteil der Wirbelsäule und heftet sich als Nackenband (lig. nuchae) an den Hinterhaupthöcker fest. Hier ist bei stark gebeugtem Kopf das Band meist auch deutlich zu fühlen. — Das Nackenband ist unter der Bezeichnung „Haarwachs“ am stärksten entwickelt bei geweihtragenden Tieren. Beim Stier ist es handbreit.

Kapsel-  
bänder.

Zwischen-  
dornbänder  
und Spitzen-  
band.

## § 37. Gelenke zwischen Kopf und Hals.

Das Gelenk zwischen Atlas und Hinterhaupt (oberes Atlasgelenk) ist ein Scharniergelenk und gestattet nur Senken und Heben (Beugung und Streckung) oder Nüdbewegung des Hauptes (um  $20^\circ$  nach vorn,  $30^\circ$  nach hinten).

Das Gelenk zwischen Atlas und zweitem Halswirbel: das untere Atlasgelenk, ist ein Drehgelenk, d. h. ein Scharnier. Beim Drehen des Kopfes bilden also Kopf und Atlas ein Ganzes, und letzterer dreht sich um den Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels wie um einen Zapfen — oder wie eine Tür um ihre Angel. Starke Bänder halten den Zahnfortsatz in seiner Lage: so das Querband des Atlas (ligam. transversum), zwischen den Seitenteilen dieses Wirbels ausgespannt (s. o. Fig. 23); ferner das Spitzenband (lig. apicis dentis), welches die Spitze des Atlas am Vorderrand des Hinterhauptloches befestigt: das Kreuzband und die Flügelbänder.

Der Kopf mit dem Atlas kann sich um etwa  $30^\circ$  nach jeder Seite hin drehen. Das ist nur dadurch möglich, daß die Bänder zwischen Atlas und zweitem Halswirbel sehr dehnbar sind. Die weitere Drehung des Kopfes geschieht in der Halswirbelsäule. Die

Gelenk  
zwischen  
Atlas und  
Hinterhaupt.



sinnreiche Einrichtung, daß die Bewegungen des Kopfes auf zwei Gelenke an verschiedenen Stellen der Halswirbelsäule verteilt sind, ermöglicht die große Ausgiebigkeit dieser Bewegungen, ohne daß dabei der innerhalb der Halswirbelsäule liegende Teil des Rückenmarks gezerrt oder gedehnt wird.

### § 38. Bewegungsmöglichkeit der Wirbelsäule.

Von den die Wirbelsäule zusammensetzenden Gliedern ist das Kreuzbein, weil fest ins Becken eingefeilt, unbeweglich. Die Beweglichkeit der anderen Glieder, d. h. der einzelnen Wirbel zueinander, ist für jeden einzelnen zwar eine geringe. Aus der Summe der zahlreichen Teilbewegungen geht aber für das Ganze ein hoher Grad von geschmeidiger Biegsamkeit hervor. Diese Beweglichkeit ist gemäß der Art der Verbindung der Wirbelkörper durch zwischenliegende elastische Bandscheiben, wozu noch die Beweglichkeit in den Gelenken zwischen den Wirbelfortsätzen kommt, nach allen Seiten hin ermöglicht.

Sie ist jedoch nicht an allen Stellen der Wirbelsäule die gleiche. Im Brustabschnitt der Wirbelsäule, wo der Wirbelcanal eng ist und die Dornfortsätze schräg nach unten gerichtet und dachziegelförmig übereinandergestellt sind, ist die Beweglichkeit — ohnehin durch die angehefteten Rippen für die Beugung sehr beschränkt — nur gering. Namentlich gilt dies für das Stück zwischen dem 2. bis 9. Brustwirbel, das für Beugung und Streckung als vollkommen starb betrachtet werden kann; weniger gilt dies aber für die Drehung. Der Lendenwirbelsäule dagegen verleihen die größere Weite des Rückenmarkkanals, die dickeren Bandscheiben und die horizontal gerichteten Dornfortsätze eine um so größere Beweglichkeit, vor allem für Beugung und Streckung.

Die hauptsächlichsten Bewegungsrichtungen in der Wirbelsäule sind folgende:

1. Drehung um die senkrechte Achse:

a) Im Rumpfteile oder Rumpfdrehen. Diese Bewegung findet vorzugsweise im unteren Abschnitt der Brustwirbelsäule, in der Gegend des 8.—12. Brustwirbels statt, und zwar nur in einem Winkel von 35—40° beiderseits, also noch nicht bis zur Hälfte eines rechten Winkels\*). Rumpfdrehen rechts und links als Freiübung ist anscheinend als volle Vierteldrehung, also um einen rechten Winkel = 90° möglich und wird daher auch so vorgeschrieben. Man überzeugt sich aber leicht, daß dieser Grad von Drehung nur so zustande kommt, daß das Becken nebst den Oberschenkeln mitgedreht wird (bis zu 75° möglich, und zwar in der Hauptsache im Fußgelenk), und daß seine Drehung sich zu der der Wirbelsäule hinzuaddiert. Ebenso wird der Kopf — wenn auch gegen die Vorschrift — unwillkürlich nach der Drehungsrichtung hin mitbewegt.

Rumpfdrehen.

b) Im Halsteile. Größer ist die Achsendrehung des Halses, bei leichter Drehung in der Regel mit geringer Neigung des Kopfes nach der entgegengesetzten, bei stärkster Drehung stets mit einer leichten Neigung des Kopfes nach derselben Seite hin verbunden. Die mögliche Drehung des Kopfes mit dem Halse (die Bewegung im Drehgelenk des unteren Atlasgelenkes hinzugerechnet) beträgt etwa 70°. Addiert man hinzu die Drehung in der Brustwirbelsäule und die des Beckens (mit dem Oberschenkel hauptsächlich im Fußgelenk):  $70 + 30 + 80 = 180^\circ$ , so vermag man bei unverrückter Fußsohle das Gesicht nach jeder Seite um 180° herumzudrehen, kann also

Drehung des Halses.

\*) Ausdrücklich sei hier ein für allemal bemerkt, daß die Zahlenangaben für die Bewegungsmöglichkeiten der Gelenke Mittelzahlen sind. Bei angeborener oder durch frühe Übung erworbener besonderer Schläffheit der Gelenkbänder sind oft weit größere Bewegungsgrade, bei Zirkuskünstlern („Kautschukmännern“) manchmal in fast unglaublichem Maße möglich.

aus dem festen Stand durch äußerste Drehung des Gesichtes nach rechts wie nach links den ganzen Horizont —  $360^{\circ}$  — ringsum mit den Augen beherrschen.

## 2. Seitwärtsneigung:

a) des Oberkörpers nach rechts und links oder Rumpfbeugen seitwärts. Diese Bewegung wird im Lendentheil der Wirbelsäule ausgeführt und findet ihre natürliche Beschränkung darin, daß der untere Rand des Brustkorbes gegen den oberen Beckenrand anstößt.

b) Ausgiebiger noch läßt sich die Halswirbelsäule seitwärts beugen, jedoch ist hier ein stärkerer Grad von Seitwärtsneigung stets mit einer gleichzeitigen Drehung des Kopfes nach derselben Seite hin verbunden. Nähert man z. B. durch starke Seitwärtsneigung des Halses den Kopf der rechten Schulter, so dreht sich gleichzeitig auch der Kopf nach rechts, so daß das Kinn sich der Schulterhöhe zuwendet.

## 3. Beugung und Streckung:

a) des Rumpfes (Rumpfbeugen vorwärts und rückwärts) ist in der Brustwirbelsäule, abgesehen vom 10. bis 12. Brustwirbel, beinahe gleich Null. Sie vollzieht sich für den Rumpf vorzugsweise in der Lendenwirbelsäule, dicht unter dem Brustkorb und dicht über dem Becken.



Fig. 54. Starke Beugung der Wirbelsäule. Sie ist fast ausschließlich in der Lendengegend bewirkt.



Fig. 55. Rückenbiegung oder tiefes Rumpfbeugen in allen Abschnitten der Wirbelsäule.

Die Wirbelsäule macht also bei starker Beugung vorwärts keineswegs einen gleichmäßig gerundeten Bogen, wie man oft dargestellt sieht, sondern erfährt starke Knickung nur in der Lendengegend (Fig. 54). Dabei schwindet die Einhöhlung in der Lendengegend vollkommen. Für die Rumpfbeuge beträgt der Spielraum zwischen stärkster Beugung und äußerster Streckung in der Lendenwirbelsäule allein etwa  $90^{\circ}$ , wovon etwa  $60^{\circ}$  auf die Beugung,  $30^{\circ}$  auf die Streckung oder vielmehr Überstreckung kommen.

Zu der Bewegung des Rumpfbeugens und -streckens aus der aufrechten Haltung kommt aber noch hinzu die Bewegung, welche das Becken mit dem Rumpf zusammen im Hüftgelenk um die Querachse macht, die durch die beiden Oberschenkelpfeile gelegt ist.

Diese Bewegung ist ohne jede Beteiligung der Biegung in der Wirbelsäule — also bei gestreckt gehaltenem Rumpfe — nach vorwärts möglich bis zum Winkel von über  $90^{\circ}$ , nach rückwärts bis zum Winkel von  $30^{\circ}$ . Eine weitere Biegung nach vorwärts wird gehindert durch den Widerstand der bei dieser Bewegung stark gedehnten Beugemuskeln an der Hinterseite des Oberschenkels, welche dort zwischen

Seitwärts-  
neigen des  
Rumpfes.

Seitwärts-  
neigen des  
Halses.

Beugen und  
Strecken des  
Rumpfes.

Rumpf-  
beugung und  
Rücken-  
biegung.

dem Sitzknorren des Beckens und den Unterschenkelknochen ausgespannt sind. Die Beugung des Rumpfes mit dem Becken nach rückwärts wird dagegen, wenn sie 30° erreicht hat, gehemmt durch das starke, zwischen dem vorderen Beckenrand (vorderer unterer Darmbeinstachel) und Oberschenkelende ausgespannte Bertinische Band (s. u.). Die weitere Biegung des Rückens sowohl in der Richtung nach vorwärts wie in der nach rückwärts kann nur durch Beugung bzw. Streckung (Vorwärts- und Rückwärtsbeugen) in der Wirbelsäule über die beiden angegebenen Grade hinaus fortgesetzt werden.

Wir haben demgemäß zu unterscheiden zwischen der Rumpfsenkung (Fig. 56 und 57), bei der der Rumpf als Ganzes zusammen mit dem Becken lediglich im Hüftgelenk nach vorwärts oder rückwärts bewegt, die Wirbelsäule aber vom Kreuzbein bis zum Hinterhaupt schön gestreckt gehalten wird, und der Rückenbiegung oder dem Rumpfbeugen, wobei die Beugung oder Streckung der Wirbelsäule im Lenden- und im Halsteil mit beteiligt wird (Fig. 55).

b) des Halses. Die Beugung des Kopfes nach vorwärts und rückwärts vollzieht sich in leichteren Graden nur im Scharnier zwischen Atlas und Hinterhauptbein (Nückbewegung 20° nach vorn und 30° nach hinten möglich). Erst bei stärkeren Graden der Bewegung kommt dazu eine Biegung der Halswirbelsäule in sich. Der Gesamtumfang dieser Bewegung beträgt etwa 90° nach vorn und 90° nach rückwärts, wenigstens an der Leiche (Süd).

Beugen und Strecken des Halses



Fig. 56. Rumpfsenkung vorwärts.

Fig. 57. Tiefes Rumpfsenkung vorwärts.

Fig. 58. Rumpfbeugen rückwärts.

Fig. 59. Rumpfdrehen.

### § 39. Die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule.

Der bewegliche Stab der Wirbelsäule ist mit seinem Endknochen, dem Kreuzbein, in den geschlossenen Knochenring des Beckens eingeklinkt. Das Becken ruht durch die beiden Hüftgelenke auf den tragenden Stützen des Körpers, den Beinen, und vermag sich, wie wir eben sahen, um eine durch die Hüftgelenke gelegte Querachse „wie eine Tasse zwischen zwei Fingerspitzen“ zu drehen und damit gegen die Beine Beugung und Streckung auszuführen. Nun steht das Becken als Ganzes beim aufrechtstehenden Menschen nicht horizontal. Vielmehr bildet der gerade Beckendurchmesser mit dem Horizont einen Winkel von 60—65° (s. u. § 65), der hintere Abschnitt des Beckenringes und damit das Kreuzbein steht höher als der vordere, die Schamfuge. Durch diese Beckenneigung kommt der vor dem zweiten Kreuzbeinwirbel gelegene Schwerpunkt des Körpers senkrecht über dessen Unterstützungspunkt, die Fußmitte, zu stehen. Das bedingt nun wieder, daß der dem Kreuzbein aufliegende Stab der Wirbelsäule eine übergroße Neigung nach vorn erhielte, wenn er nicht in der Lendenwirbelsäule eine Rückbiegung nach hinten erführe, der dann noch weitere Gegen-

Natürliche Krümmungen der Wirbelsäule

krümmungen entsprechen, so daß schließlich der krönende Kopf gerade aufrecht auf der Wirbelsäule balanciert werden kann (s. Fig. 60 u. 61).

Die Wirbelsäule des erwachsenen Menschen ist nämlich in einer Schlangenlinie dreifach — doppelt S-förmig — in der Richtung von vorn nach hinten gekrümmt: im Halsteil nach vorn (oder „lordotisch“), im Brustteil nach hinten („kyphotisch“), im Lendentheil wieder nach vorn („lordotisch“). Setzt man die Länge der freien Wirbelsäule auf 100, so entfallen

	bei Männern	bei Frauen
auf den Halsteil . . . . .	22,4	21,4
„ „ Brustteil . . . . .	47,1	46,6
„ „ Lenden- und Bauchteil . . . . .	30,5	31,9

Die Lenden- oder Bauchwirbelsäule ist also bei Frauen verhältnismäßig länger und stärker gekrümmt als bei Männern.

Diese natürlichen (oder physiologischen) Krümmungen, eine Folge des aufrechten Ganges und nur dem Menschen zu eigen, sind keine angeborene Eigenschaft der Wirbelsäule, sondern werden erst dauernd beim Erwachsenen, so daß selbst

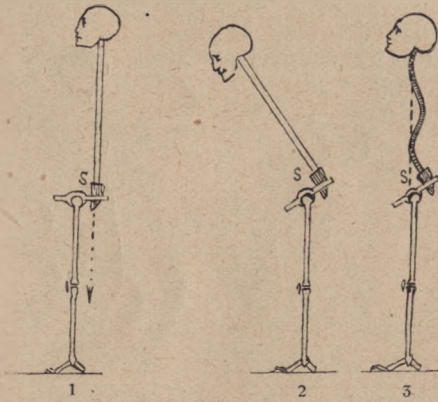


Fig. 60 u. 61. S = Schwerpunkt.

beim Liegen auf dem Rücken sich die Krümmungen nicht mehr ausgleichen. Dielmehr bleiben die Bögen sowohl der Halsbiegung als auch der Lendenhohlung so weit bestehen, daß man bei einem auf fester Unterlage liegenden Menschen die Hand zwischen Körper und Unterlage einführen kann. Dementsprechend haben sich beim Erwachsenen allmählich sowohl die Wirbelkörper als auch die Zwischenwirbelscheiben in ihrer Form dauernd der Biegungslinie der Wirbelsäule angepaßt: sie sind im Hals- und Lendentheil vorn etwas höher als hinten, während namentlich im oberen Brustteil das Verhältnis umgekehrt ist.

Die Wirbelsäule des Neugeborenen ist dagegen fast gerade gestreckt, höchstens ganz

leicht sind die späteren dauernden Krümmungen angedeutet. Dementsprechend ist der Rücken des Säuglings platt, es fehlt auch, da die Beckenneigung noch nicht besteht, das Vorspringen der Gesäßgegend. Erst mit der fortschreitenden Fähigkeit des Kindes, längere Zeit bestimmte Haltungen einzunehmen, stellen sich auch die entsprechenden Biegungen der Wirbelsäule ein und entwickeln sich durch die stetige Angewöhnung immer deutlicher. Dauernd, auch in der Ruhelage, hat allererst kurz vor der beginnenden Reifeentwicklung die Wirbelsäule ihre typische Form gewonnen.

Die erste dieser typischen Krümmungen, welche sich wenigstens vorübergehend zunächst einstellt, ist die der Halswirbelsäule nach vorn. Nach der 7. bis 9. Lebenswoche sind die Nackenmuskeln des Kindes in der Regel so weit erstarrt, daß sein Köpfchen nicht mehr kraftlos vornab baumelt, wenn das Kind aufrecht getragen wird. Dielmehr kann nun das Kind unter Aufrichten und Zurückbiegen seines Kopfes die Blicke frei umherzschweifen lassen. Dabei bildet sich zuerst die nach vorn gerichtete Krümmung der Halswirbelsäule. Hat das Kind die vollen sechs Lebensmonate hinter sich, so vermag es auch schon für einige Zeit aufrecht zu sitzen. Hierbei bildet das Rückgrat, und zwar vornehmlich im Brustteil, einen einzigen großen Bogen nach hinten (Fig. 62 I). Richtet im Sitzen das Kind auch seinen Kopf auf, um in die Weite

oder gar in die Höhe zu sehen, so sind zuerst gleichzeitig bei der Wirbelsäule die Halsbiegung nach vorn sowie die Biegung des Brustteils (bis hinab zur Lendengegend) nach hinten vorhanden (Fig. 63 II).

Die stärkste und auch entscheidende Biegung tritt aber ein, wenn etwa nach dem zehnten Lebensmonat (bei vielen, namentlich bei Kindern mit noch nachgiebigen Knochen infolge von Rachitis liegt dieser Zeitpunkt allerdings später) das Kind instande ist, sich zuerst aufrecht zu stellen (Fig. 64 III). Denn nunmehr führt die Notwendigkeit, den Schwerpunkt des Körpers über dessen Unterstützungsfläche zu bringen, so daß die Schwerlinie in den von den Fußsohlen umgrenzten Raum fällt, dazu, daß sich eine Neigung des Beckens herstellt und die Wirbelsäule dicht über dem Kreuzbein abgelenkt wird. So entsteht der scharfe vorspringende Winkel zwischen dem letzten Lendenwirbel und dem Kreuzbein (promontorium). Dieser Beckenneigung und Abknickung der Wirbelsäule entspricht die nunmehr zuerst — wenigstens solange der Körper aufgerichtet steht — sich zeigende Aushöhlung der Lendengegend im Rücken sowie das Vorspringen des Gesäßes. Allerdings wird diese Neigung des Beckens vorab in ihrem Umfang noch dadurch gemindert, daß das Kind bei seinen ersten Versuchen zu stehen



Fig. 62—64. Entstehung der Krümmungen der Wirbelsäule.

und zu gehen die Knie noch etwas gebeugt hält. Das erste Gehen des Kindes hat eben die Form des sogenannten Beugeganges. Erst wenn beim Stehen und Gehen die Beine jedesmal vollkommen gestreckt werden, wird auch die Beckenneigung eine vollkommene (wie in Fig. 65).

Nun verstreichen aber bis zum fünften bis sechsten Lebensjahre diese Krümmungen immer wieder beim Liegen. Dauernd wird von da ab bis zum achten Lebensjahre etwa zuerst die (typhotische) Krümmung der Brustwirbelsäule und bleibt auch im Liegen bestehen; ein Gleiches ist der Fall bei der (lordotischen) Biegung der Halswirbelsäule vom achten bis elften Jahre. Endlich prägt sich die Beckenneigung und damit die Einsattelung der Lendengegend sowie die Vorwölbung des Gesäßes immer stärker aus, so daß der Körper sich in diesem Betracht immer mehr den Verhältnissen des Erwachsenen nähert.

Diese Feststellung ist darum so wichtig und deshalb auch hier so eingehend besprochen, weil sie zeigt, daß in der Schulzeit die Wirbelsäule ihre dauernde natürliche Form noch nicht gewonnen hat, also eine unfertige ist. Darum haben in den Kinderjahren vor sowie auch in den Jahren während der Schulzeit alle die Einflüsse, welche eine fehlerhafte Haltung der Wirbelsäule herbeiführen können, besonders leichtes Spiel, so daß gerade

in diesen ersten Jugendjahren sich ganz vorzugsweise Verbiegungen des Rückgrats einstellen.

Das Vorhandensein der physiologischen Krümmungen der Wirbelsäule trägt auch dazu bei, die pufferartige Wirkung der Zwischenwirbelscheiben zu unterstützen, so daß alle die Stöße und Erschütterungen, die beim Laufen, Springen, Marschieren usw. vom Fuß aus das Knochengestell treffen, in ihrer Sortpflanzung auf Kopf und Gehirn wirksam abgeschwächt werden, was bei geradliniger Sortpflanzung nicht der Fall wäre.

Um die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule stetig dauernd zu erhalten, sind folgende Zugkräfte wirksam:

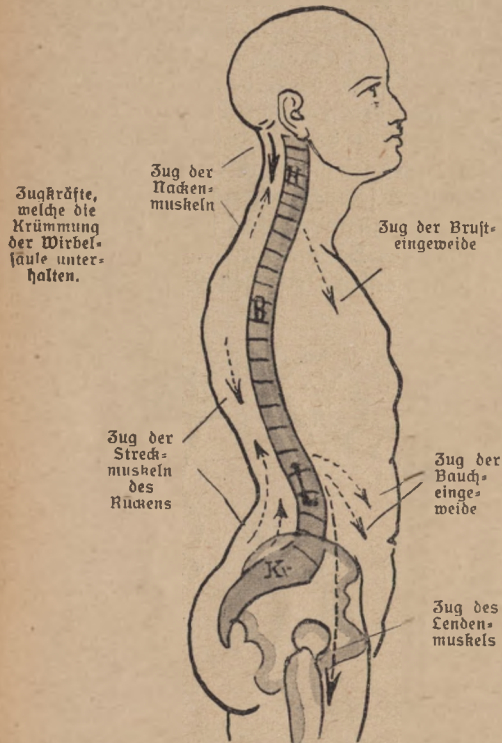


Fig. 65. Richtung der Zugkräfte, welche die Wirbelsäule in ihren Krümmungen erhalten. H Hals-, B Brust-, L Lendenwirbelsäule, Kr Kreuzbein.

A. Für die Erhaltung der Halskrümmung nach vorn 1. der Zug der massigen Muskulatur des Nackens zwischen Hinterhaupt und Brustwirbelsäule; 2. der Zug der Schwere des Brustkorbes mit seinen Eingeweiden. Da dieser Zug am stärksten auf die oberen Rippen wirkt, die ihrerseits von Muskeln gehalten und getragen werden und ihren Ursprung an der Halswirbelsäule nehmen, so überträgt er sich schließlich auf letztere.

B. Die ausgleichende Krümmung der Brustwirbelsäule nach hinten bedarf keiner besonderen Zugkräfte, eben weil sie eine ausgleichende ist.

C. Die Krümmung der Lendenwirbelsäule wird erhalten:

1. Durch den Zug der starken Streckmuskeln, die an der hinteren Fläche der Lendenwirbelsäule, namentlich vom Kreuzbein ausgehend, die Wirbelsäule entlang ziehen.

2. Durch den Zug des mächtigen, vom letzten Brust- und allen Lendenwirbeln entspringenden und zum Oberschenkel hinziehenden Lendenmuskels.

3. Durch den Zug (Schwerwirkung) der an die Lendenwirbelsäule angehefteten Baucheingeweide (Fig. 65).

## § 40. Schwerpunkt.

Die Möglichkeit für uns, eine Stellung einzunehmen und von einer angenommenen Stellung zu einer anderen überzugehen, hängt von den in unserem Gliederbau gelegenen anatomischen und mechanischen Mitteln ab.

Maßgebend ist hierbei das Gesetz der Schwere. In jeder Körperstellung muß man ihm entweder durch äußere Unterstützungsmittel (Anlehnen an einen festen Gegenstand; Aufstützen auf einen Stab usw.) oder durch innere Muskel-tätigkeit Genüge leisten.

In jeder Stellung suchen wir das Gleichgewicht zu erlangen, bald mit mehr, bald mit weniger Muskelkraft. Im Gleichgewicht sind die Glieder dann, wenn die Gesamtwirkung ihrer Schwere auf einen Punkt trifft, der unterstützt wird: den

Schwerpunkt. Das Maß der Schwere der im Schwerpunkt vereinten Gesamtschwere des Körpers ist auch das Maß der Schwerkraft. Die vom Schwerpunkt auf den Boden gefällte Linie (Bleisenkell oder Lot) gibt die Richtung der Schwerkraft an und heißt die Schwerlinie.

Im menschlichen Körper wechseln wir mit jeder Veränderung der Stellung, ja mit jeder Bewegung eines Gliedes, den Schwerpunkt und die Schwerlinie.

Was nun die Bestimmung der Lage des Schwerpunkts betrifft, so läßt sich diese Lage bei einfachen Körpern mathematisch berechnen.

Nicht so für unregelmäßig gestaltete Körper von ungleichmäßiger Masse. Hier muß der Schwerpunkt durch Versuche bestimmt werden. Namentlich gilt dies auch für den menschlichen Körper, dessen Gliedmaßen unregelmäßig geformt sind, und dessen Bestandteile nicht durchweg die gleiche Schwere besitzen (z. B. beträgt das spezifische Gewicht der Knochen im Durchschnitt etwa 1,6, das der Muskelmasse 1,04), ja die zum Teil, wie die Lungen und der Darmkanal, mit Luft und leichten Gasen gefüllt sind. Hier ist eine genaue mathematische Bestimmung nicht möglich. Man hat hier den

Schwerpunktsbestimmung für den menschlichen Körper.

Schon Borrelli, dessen grundlegendes Werk *De motu animalium* 1690 erschien, stellte diesen Versuch an) so bestimmt, daß man den zu untersuchenden Körperteil (von einer Leiche abgetrennte Gliedmaßen) oder den ganzen Körper auf ein genau balanciertes Brett legte und so lange verschoob, bis vollkommenes Gleichgewicht hergestellt war (Fig. 66). Der Schwerpunkt des Körpers lag dann genau über dem Unterstützungspunkt des Brettes. Braune machte die gleiche Bestimmung durch Aufhängen einer hart gefrorenen Leiche.



Fig. 66. Bestimmung des Schwerpunktes.

Aus den Versuchen ergibt sich: Der Schwerpunkt liegt beim Rumpf in der die rechte und linke Körperhälfte trennenden Mittelebene, und in dieser Ebene nahe dem oberen Rand des zweiten Kreuzbeinwirbels. Genauer bestimmte Braune die Lage des Schwerpunktes im Becken vor dem Kreuzbein, indem er zeigte, daß der Schwerpunkt in eine Ebene fällt, welche durch die Mittelpunkte der beiden Hüftgelenke und der Gelenke zwischen Atlas und Hinterhaupt gelegt ist.

Für den lebenden, aufrecht gestellten Körper ist aber jede Gliederbewegung, so das Heben eines Armes oder eines Beines, Neigen des Kopfes usw. instände, den Schwerpunkt zu verlegen, d. h. der menschliche Körper ist im labilen Gleichgewicht\*). Fortwährend muß unser Schwerpunkt balanciert werden, wie der Stab auf der Fingerspitze des Jongleurs. Es muß unsere Muskeltätigkeit durch immerwährendes Korrigieren bei jeglicher Bewegung dafür sorgen, daß eine vom Schwerpunkt herabzufällende senkrechte Linie die Unterstützungsfläche, auf welcher wir uns befinden, noch treffe.

Je kleiner die Unterstützungsfläche oder je größer die Entfernung des Schwerpunktes von der Unterstützungsfläche ist, um so größer ist die Gefahr des Umfallens. Die Unterstützungsfläche des aufrecht stehenden menschlichen Körpers ist die Fußsohle. Ruht der Körper auf beiden Füßen, so fällt die Schwerlinie in einen Raum,

\*) Wir unterscheiden ein indifferentes, ein stabiles und ein labiles Gleichgewicht. I. Eine runde Scheibe an einer drehbaren Achse im Zentrum ist im indifferenten Gleichgewicht: bewegt man die Scheibe durch Drehen, so kann sie in jeder Lage im Gleichgewicht bleiben. II. Hängt die Scheibe an einer Achse oberhalb des Zentrums, so ist sie im stabilen Gleichgewicht, d. h. sie kehrt nach Drehung stets in ihre erste Lage zurück. III. Befindet sich die Achse der erzentrirten Scheibe unterhalb des Zentrums, so ist labiles Gleichgewicht vorhanden: sobald die Scheibe eben bewegt wird, fällt sie sofort in die Stellung II herab.

welcher von den Verbindungslinien der Endpunkte der Fußumrißlinien umschlossen wird (Fig. 67). Bei der sogenannten Grundstellung des Turn- und Erzerzierplatzes, wo die Füße in einem nach vorn offenen rechten Winkel zueinander stehen, unter Berührung der Ferse, soll die Schwerlinie in die Halbierungslinie dieses Winkels fallen



Fig. 67.

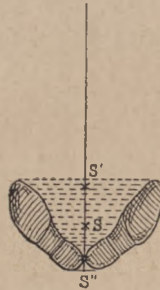


Fig. 68. Stellung der Füße bei Grundstellung. Der Schwerpunkt kann in S (Normalhaltung), in S' (Militärhaltung) oder S'' (mehr bequeme Haltung) fallen.



Fig. 69.  
a b c Sohlendreieck.

(Fig. 68). Steht der Körper nur auf einem Fuß, so fällt die Schwerlinie in ein Dreieck, das Sohlendreieck (Fig. 69 a b c), dessen Ecken gebildet werden von den Mittelfußköpfchen des Großzehs (a), des Kleinzehs (b) und von dem hintern Ende des Fersenhöckers (c). Am kleinsten wird die Unterstützungsfläche, und damit auch der Stand am unsichersten, beim Zehenstand.



Fig. 70. Verschiebungen der Schwerlinie S, S', S'' bei mittlerer Haltung, Vornüber- und Hintenüberlegen.

Für die Sicherheit des Standes ist es nicht gleichgültig, in welchen Punkt der Unterstützungsfläche des Fußes die Schwerlinie fällt. Am sichersten ist der Stand, wenn die Schwerlinie in das vordere Ende des Sprunggelenkes — oder bei der Grundstellung in die Mitte der die Vorderenden der Sprunggelenke beider Füße verbindenden Linie fällt. Der Schwerpunkt kann aber ebensowohl weiter nach vorn zur Fußspitze wie nach hinten bis nahe zum Fersensrand gelegt werden — doch ist die wirksame Sohlenfläche beim Stehen auf bloßen Füßen insofern verkleinert, als die Gefahr des Umkippens bereits droht, wenn die Schwerlinie sich bis auf 3 cm dem Sohlenrand nähert. Bei Stiefelsohlen sind diese Grenzen erweitert, so daß die Schwerlinie sich bis auf 1,5 cm dem Sohlenrande nähern kann. Ein Unterschied besteht auch, je nachdem die Bodenfläche horizontal oder geneigt ist. Im letzteren Fall ist der Spielraum für die möglichen Verschiebungen der Schwerlinie geringer. Diese Verschiebungen und damit die Gleichgewichtserhaltung erfolgen übrigens bei Angewöhnung an starke Änderungen der Bodenneigung — 3. B.

beim Stehen eines Schiffers auf schaukelndem Kahn — schließlich ganz automatisch, während der Ungeübte hier sich nur mit Mühe aufrecht erhalten kann.

Aus der Grundstellung, in welcher die Schwerlinie kurz vor das vordere Ende des Sprunggelenkes fällt, läßt sich übrigens der Schwerpunkt, wegen des ungleich größeren Abstandes von da bis zur Fußspitze, leichter nach vorn legen (Vornüberlegen des Körpers) als nach hinten.



## § 41. Gleichgewichtserhaltung und Gleichgewichtsübung.

Ist schon für das Aufrichten aus der Ruhelage im Liegen oder Sitzen und weiterhin für das einfache natürliche Stehen und Gehen die Erhaltung des Gleichgewichts, das Balancieren des Körpers, mit steter Muskeltätigkeit verknüpft, so ist dies noch in besonderem Maße der Fall, wenn die natürliche Unterstützungsfläche des Körpers verkleinert wird; ferner wenn der Schwerpunkt des Körpers durch entsprechende Bewegungen erheblich verschoben wird, und endlich, wenn der Körper eine Fremdlast zu tragen hat, deren Gewicht eine Verlegung des Gesamtschwerpunktes herbeiführt. Will man also gerade diejenigen Muskeln hervorragend betätigen und üben, welche das Becken auf den Schenkelköpfen halten, und weiterhin die, welche an die Wirbelsäule sich ansetzen und diese halten und balancieren, so wird dies am natürlichsten und auch erfolgreichsten dadurch geschehen, daß man die Gleichgewichtserhaltung erschwert und damit jene Muskeln zu erhöhter Tätigkeit zwingt. Solche Übungen nennen wir Gleichgewichtsübungen. Zur Gewinnung einer schönen geraden Körperhaltung sind sie von großer Wichtigkeit.

Schon Guts Muths widmete den Gleichgewichtsübungen einen besonderen Abschnitt (XII) in seiner „Gymnastik für die Jugend“ und empfahl sie sowohl um ihres allgemeinen gymnastischen Nutzens wie auch der besonderen Vorteile willen, welche die so erworbene Geschicklichkeit in bestimmten Lagen und Vorfällen des täglichen Lebens bringen kann. In bezug auf letzteres sei an unseren großen Wolfgang Goethe erinnert, der es durch Übung dahin brachte, schwindelfrei zu werden und die Gleichgewichtserhaltung des Körpers derart zu beherrschen, daß er selbst erfahrene Zimmerleute durch die Sicherheit, mit der er in den Ruinen Roms über schmale Mauern und Gesimse dahinging, in Erstaunen versetzte.

1. Erschwerung der Gleichgewichtserhaltung durch Verringerung der Unterstützungsfläche. Beim Sohlenstand auf beiden Füßen ist, wie wir sahen, der Körperhaltung oder vielmehr der Lage des Schwerpunktes ein ziemlicher Spielraum gewährt: der Körper kann dabei eine Reihe verschiedener Haltungen annehmen, ohne aus der Gleichgewichtslage zu geraten und umzufallen. Beim Stehen auf einem Fuß wird dieser Spielraum schon wesentlich geringer, ebenso beim Stehen oder Gehen auf den Fußspitzen. Geradezu schwierig aber wird die Gleichgewichtserhaltung, wenn der Sohlenfläche der Füße sich nicht der ebene Boden als Unterstützungsfläche bietet, sondern irgendeine beschränkte oder gar schwankende Stützfläche. Beispiele hierfür sind: Gehen über ein mehr oder weniger gespanntes und schwankes Hanf- oder Drahtseil; das freie Steigen auf den Sprossen einer Leiter ohne Stütz mit den Händen; das Aufstehen und Aufspringen auf und Gehen über einen platten oder gerundeten Balken (Schwebbaum, Schwebepfeiler, Querbaum), der entweder fest liegen kann oder schwankt ist; Gehen über die Querschnitte von gleichhohen, in die Erde eingerammten Pfählen (sogenannte Schwebepfähle) usw.

Bei unserm Schulturnen ist es namentlich der Schwebebalken oder die Schwebefante, welche zu zahlreichen Gleichgewichtsübungen dient. Es muß betont werden, daß wenig Geübte dabei leicht den Blick nach abwärts richten, um zu sehen, wohin sie treten. Das beeinträchtigt natürlich die Körperhaltung sehr und verringert den Wert der Übung. Guts Muths hält das Seilgehen für übender als das Balkengehen — indes die Erinnerung an berufsmäßige Seilläufer und Seiltänzerinnen ließ wohl diese Übungen auf unseren Turnplätzen nicht aufkommen.

Die Füße werden beim Balken- oder Seilgehen auswärts gedreht, wodurch der Körper eine in schräger Richtung quer über die Fußsohle laufende, etwas breitere Unterstützungsfläche erhält, auf der sich leichter waghaltend läßt als auf der in der

Längsachse des Fußes verlaufenden, ganz schmalen strichförmigen Unterstützungslinie, die entsteht, wenn der Fuß auf dem Seil oder dem Balken geradeaus gerichtet ist. Das Wagh alten des Körpers, die Verbesserung der Richtung der Schwerlinie, wird durch seitliche Bewegung der Wirbelsäule nebst Kopf und Schultergürtel als Ganzes im Lendentheil der Wirbelsäule bewirkt. Bei herabhängenden Armen sind es die



Fig. 71.



Fig. 72.

rechts und links der Wirbelsäule entlang gelegenen Rückenmuskeln, welche die Wirbelsäule balancieren, d. h. seitlich hin und her biegen. Da aber diese Muskeln ohnehin schon zur Streckhaltung des Körpers bei erschwerter Gleichgewichtshaltung stark angestrengt sind und dazu in ihrem Kraftmaß einander die Wage halten, so vermögen sie der anderen Aufgabe, bei jeder kleinsten Schwankung durch stärkere Anspannung der einen oder anderen Seite die Wirbelsäule entsprechend zu verbiegen, kaum gerecht zu werden; über einen Balken oder ein Seil in gerader Haltung mit herabhängenden Armen zu gehen, ist außerordentlich schwierig. Es werden daher die

Arm- und Schultermuskeln zu Hilfe genommen in der Weise, daß beide Arme seitlich erhoben werden, um, wenn erforderlich, durch leichtes Senken des einen und Heben des anderen Armes die Wirbelsäule seitlich zu verbiegen und die Schwerlinie etwas zu verlegen (Fig. 71). Noch leichter geschieht dies, wenn die ausgebreiteten Arme dabei einen langen, nicht zu leichten Stab, die Balancierstange, halten.

Die Verringerung der Unterstützungsfläche der Füße kann auch so bewirkt werden, daß der Körper zwar auf ebener Fläche fortbewegt wird, aber nicht unmittelbar mit der Fußsohle, sondern durch Vermittlung besonderer Werkzeuge, welche durch die Füße bewegt werden und ihrerseits den Boden nur in geringem Umfange berühren.



Fig. 73. Gleichgewichtsübung.



Fig. 74. Gleichgewichtsübung.

Hierhin gehört das Stelzenlaufen, das Rollschuhfahren; ferner, als treffliche Gleichgewichtsübung, das Schlittschuhlaufen, das Skilaufen; endlich das Radfahren, welches an die Tätigkeit der Gleichgewichtshaltung, wenigstens für den Anfänger, große Anforderungen stellt. Bei dem geübten Radfahrer erfolgt die Gleichgewichtserhaltung — abgesehen von schwierigen Übungen des Kunst- und Reigenfahrens — schließlich ganz mühelos und automatisch.

2. Verschiebungen des Schwerpunktes bei an sich schon erschwerter Gleichgewichtserhaltung. Ist schon das Wagh alten des Körpers im Stand bei solchen Be-

Verschiebungen des Schwerpunktes durch bestimmte Bewegungen.

wegungen, welche eine stärkere Verschiebung des Schwerpunktes herbeiführen, wie z. B. bei der tiefen Kniebeuge, nicht ganz leicht, so wird dies noch schwieriger, wenn der Körper bei solchen Bewegungen etwa nur auf einem Fuße oder gar nur auf einer Fußspitze (Zehenstand) steht und das Standbein zudem auch noch in sich bewegt wird. Unsere zusammengesetzten Freiübungen enthalten zahlreiche derartige Bewegungen. In französischen Turnbüchern sind solche als Gleichgewichtsübungen (équilibrés) zu einer besonderen Übungsgruppe ausgesondert. Ebenso sind Gleichgewichtsübungen ein fester Bestandteil einer jeden Tagesübung der schwedischen Schulgymnastik. Hierhin zählen z. B. Umfassen des gehobenen, in Hüft- und Kniegelenk stark gebeugten Beines in der Mitte des Unterschenkels mit beiden Händen bei gestrecktem Standbein (Fig. 72); Übersteigen eines Fußes über die herabhängenden, zusammengefallenen Hände; die Standwage (wagehalbstehende Ausgangstellung der schwedischen Gymnastik) in ihren zahlreichen Formen mit Armbewegungen, Beugen und Strecken des Standbeines, Vor- und Rückwärtspreizen des standfreien Beines, und was da alles noch hinzugehört\*).

Eine vorzügliche Gleichgewichtsübung, die als solche auf den Turnplätzen der Jugend betrieben zu werden verdient, ist auch der sogenannte „langsame Schritt“. Er wurde ehemals beim militärischen Drill gepflegt und ist unten in § 286 näher beschrieben.



Fig. 75. Gerade Haltung der Wirbelsäule.



Fig. 76.

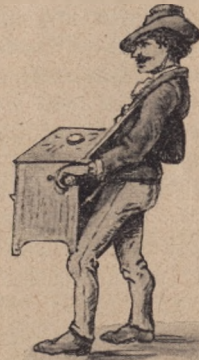


Fig. 77.

### 3. Verlegung des Schwerpunktes durch Fremdlast.

a) Der Schwerpunkt wird an eine höhere Stelle der Schwerlinie verlegt, sobald das obere Ende der Wirbelsäule, der Kopf, durch eine Fremdlast beschwert ist. Gleichzeitig wird dadurch die Muskulatur der Wirbelsäule gezwungen, unausgesetzt die Wirbelsäule in peinlich genauer Weise gerade zu tragen und die Last auf dem Kopfe zu balancieren, ähnlich wie ein Stock mit oberem schweren Knopfe auf der Fingerspitze balanciert wird. Denn bei jeder Neigung der Wirbelsäule würde die Fremdlast, falls sie auf dem Kopfe lose aufliegt, herunterfallen oder, wenn

Schwerpunktsverlegung nach oben durch Fremdlast.

\*) Die unter II beschriebenen Freiübungen werden turnsprachlich als „Bein- und Fußübungen“ bezeichnet. Es ist zweifellos, daß die Erhaltung des Gleichgewichts bei diesen Übungen ungleich mehr Anstrengung erfordert als die Bein- oder Fußbewegung und diesen Übungen erst ihren besonderen Charakter verleiht. Die turnsprachliche Bezeichnung deckt sich also durchaus nicht mit dem Wesen dieser Übungen.

sie am Kopf befestigt ist (z. B. ein schwerer Metallhelm mit hohem Aufsatz), mit dem Kopfe umkniden. Nur bei tadellos gerader Haltung wird daher eine auf dem Kopfe getragene Last sicher im Gleichgewicht erhalten, und da solche Haltung stete Anspannung der Streckmuskeln der Wirbelsäule erfordert, so ist das Tragen eines Gegenstandes auf dem Kopfe für diese Muskeln eine treffliche Übung (Fig. 75).

In der That zeichnen sich Leute, welche gewohnheitsgemäß Lasten auf dem Kopfe tragen (z. B. Bäuerinnen, welche Feldfrüchte in Körben auf dem Kopfe zum Markte tragen, wie dies am Rhein üblich ist; Wasserträgerinnen in italienischen Berggegenden usw.) durch schöne, gerade Haltung aus, auch wenn der Kopf nicht belastet ist. Die „königliche“ Haltung der Weiber im Sabinergebirge ist oft gerühmt worden. — Die Meinung, daß häufiges Tragen von Lasten auf dem Kopfe die Entstehung von Kropf (starke Schwellung und Geschwulst der Schilddrüse am Halse) begünstige oder gar hervorrufe, ist durch nichts begründet.

Der Wert, den die Schwerpunktsverlegung nach aufwärts durch Belastung des Kopfes als Haltungs- und Gleichgewichtsübung besitzt, ist gymnastisch nicht unbenützt geblieben: Tragen eines schweren Kissens, eines Buches, einer „Turntrone“ usw. auf dem Kopfe.

b) In der Richtung nach vorn oder hinten wird der natürliche Schwerpunkt des Körpers verlegt durch das Tragen von Fremdlasten, die entweder vorn oder hinten am Rumpfe aufgehängt sind. Hängt die Last vorn, so biegt sich der Rumpf nach hinten und umgekehrt (Fig. 76 und 77). Da im Gehen der Schwerpunkt bei jedem Schritt nach vorn vor das stemmende Bein gebracht werden muß, so würde bei stark belastetem und deshalb schon vorgebeugtem Rücken sehr leicht der Körper beim Gehen nach vorn stürzen. Die Schritte werden deshalb bei belastetem Rücken sehr vorsichtig gemacht und klein genommen. Erfahrungsgemäß benutzt der

Lastträger mit einer starken Bürde auf dem Rücken gern einen Wanderstab, um ausgreifendere Schritte machen zu können und den Fallsturz nach vorn aufzuhalten.

Dem Orgeldreher, der seine Last vorn hängend trägt, ist dagegen der Wanderstab nichts nütze; er legt sich beim Gehen nur noch mehr mit dem Oberkörper zurück als beim Stehen und bewegt sich in einer schiebenden Gangart mit gekrümmten Knien vorwärts.

c) Ist die eine Körperseite allein belastet, so wird das Gleichgewicht dadurch hergestellt, daß sich die Rumpfachse nach der entgegengesetzten unbelasteten Seite seitlich ver-

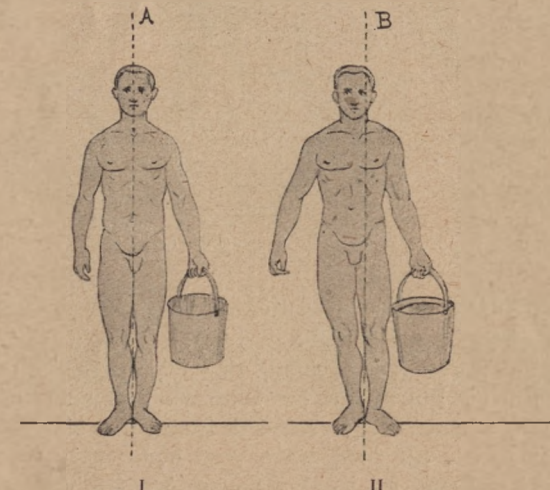


Fig. 78 u. 79. Seitliche Verbiegung bei einseitiger Belastung, in I ist der Eimer leer, in II gefüllt. A und B Schwerlinien. (Nach Richter.)

schiebt (Fig. 78 und 79). Dies ist, wenn die Last seitlich auf einer Schulter getragen wird, nicht möglich, ohne daß die belastete Schulter — anscheinend ein Widerspruch — höher zu liegen kommt als die unbelastete. Schon Leonardo da Vinci hat hierauf aufmerksam gemacht (Fig. 80).

Verlegung  
des Schwer-  
punktes  
durch Fremd-  
last nach vorn  
oder hinten.

Seitliche Be-  
lastung.

Wenn zwei gleiche Gewichte an gleich langen Hebelarmen herabhängen, so halten sie sich die Wage. Wird der eine Hebelarm aber verlängert, z. B. auf das Dreifache der ursprünglichen Länge, so wirkt dasselbe Gewicht so, als ob es bei gleich langen Hebelarmen dreimal so schwer wäre, oder mit anderen Worten: es hält einem dreimal so schweren Gewicht an dem kürzeren Hebelarm die Wage. Daraus folgt, daß ein seitlich ausgestreckter Arm genau so wirkt, als ob die betreffende Körperseite eine einseitige Belastung erfahren hätte, und daß er einer bestimmten Belastung der anderen Körperseite das Gleichgewicht zu halten vermag (Fig. 81). Diese Schwerwirkung eines Arms beträgt ungefähr  $\frac{1}{14}$  des ganzen Körpergewichts und ist etwa gleich dem Gewicht des Kopfes. Instinktiv wird daher beim Tragen einer Last an dem einen herabhängenden Arm der Arm der entgegengesetzten Seite seitlich erhoben. Dadurch wird die Last oder doch ein Teil derselben balanciert, und die Notwendigkeit, die unbelastete Körperseite zur Gleichgewichtserhaltung stark seitlich zu beugen, wird in entsprechendem Maße verringert. Sie entfällt gänzlich, und die Wirbelsäule kann gerade bleiben, wenn die am senkrecht herabhängenden Arm getragene Last nicht schwerer ist als die Schwerwirkung des ausgestreckten Armes.



Fig. 80 (nach Leonardo da Vinci).



Fig. 81.

§ 42. Körperhaltung\*).

Körperhaltung.

Die Art, wie die Wirbelsäule auf dem Becken getragen wird, ist bestimmend für die Körperhaltung. Die Ausbildung zu schöner gerader Haltung ist eines der wichtigsten Ziele erzieherischer Leibesübung. Die Kenntnis der dabei obwaltenden Gesetze sowie der individuellen Haltungsformen hat daher für jeden, der sich mit den Leibesübungen für die Jugend befaßt, besonderen Wert.

Gute Haltung ist Vorbedingung für die rechte gesundheitliche Entwicklung bestimmter Körperteile, so namentlich des Brustkorbs mit den Lungen. Die Verbesserung schlechter, fehlerhafter Körperhaltung ist daher nicht nur aus Gründen gymnastisch schöner Leibesbildung geboten, sondern sie vermag auch die Folgen krankhafter Anlage und damit die Beeinträchtigung wichtiger Leibesorgane hintanzuhalten und zu verhindern.

Man hat sich vielfach bemüht, die Gesetze einer sogenannten „Normalhaltung“ des menschlichen Körpers ausfindig zu machen,



Fig. 82. Schema für die Normalstellung des Menschen nach Braune u. Fischer. S = Schwerpunkt.

\*) Nach dem Plane des ganzen Buches folgt hier eine Anzahl von Kapiteln über die Haltung der Wirbelsäule, Haltungsformen, Haltungsfehler usw. Diese Einschlebung war nicht tunlich ohne Vorwegnahme mancher Punkte aus der Knochen- und Gelenklehre sowohl wie aus der Muskellehre, deren systematische Abhandlung erst später erfolgt. Ich muß den Leser des Buches daher bitten, entweder sich über Einzelheiten an den betr. Stellen Rats zu erholen — oder aber die Paragraphen 40—58 einzuweisen zu überschlagen und erst nach Schluß des I. und II. Abschnitts zu studieren.

und zwar einer Haltung, welche den Anforderungen der Schönheit genügen und zudem keine oder doch nur möglichst geringe Muskeltätigkeit erforderlich machen sollte. So ermittelten W. Braune und O. Fischer in ihren klassischen Untersuchungen über das Stehen und Gehen des Menschen eine „Normalstellung“ (nicht =haltung!). Die Berechnungen wurden allerdings an der gestorenen Leiche angestellt. Bei dieser Normalstellung fallen alle genau bestimmten und mathematisch berechneten Hauptschwerpunkte der verschiedenen Körperteile in eine einzige Stirnebene, welche durch die Hauptachse des Körpers gelegt ist. Die Schwerlinie beginnt hier am Kopfe im Mittelpunkt einer Linie, welche zwei unmittelbar vor der Mündung des rechten und des linken äußeren Gehörganges belegene Punkte verbindet. Sie tritt wieder an der Spitze des Zahnfortsatzes des 2. Zahnwirbels in die Halswirbelsäule ein, verläßt diese wieder am vordersten Rand des Körpers des

7. Halswirbels, überspannt wie eine Sehne die Höhlung der Brustwirbelsäule, tritt am oberen Rande des 1. Lendenwirbels in die Lendenwirbelsäule ein, kommt am Winkel des 5. Lendenwirbels mit dem Kreuzbein (dem Vorgebirge oder Promontorium) wieder heraus, schneidet die quere Achse der beiden Hüftgelenke, geht weiter durch die Mitte des Kniegelenks und endet unten in der Mitte der Verbindungslinie der beiden Sprunggelenke, die der Mitte des Ferseknöchens entspricht. Der Gesamtschwerpunkt des Körpers liegt dabei im kleinen Becken, 2,1 cm senkrecht unter dem Vorgebirge, 4,5 cm senkrecht über der Verbindungslinie der Mittelpunkt der beiden Oberschenkelköpfe und in gleicher Höhe mit dem 3. Kreuzbeinwirbel (s. Fig. 82). Diese so konstruierte Normalstellung vermag auch der Lebende genau so einzunehmen, und zwar mit einem Minimum von Muskelspannung. Nur zeigt sich dabei als Übelstand, daß die Schwerlinie im Fuß zu stark nach hinten fällt: d. h. die Stellung wäre wenig sicher gegen einen Stoß nach vorn. Es ist fast so, als ob sich jemand mit dem Rücken ganz gerade so dicht vor eine Tür gestellt hätte, daß er sich zwar nicht an diese anlehnt, aber doch das Bewußtsein hat, daß er wegen der Tür nicht hintenüberfallen kann. Öffnete sich aber nun plötzlich diese Tür, so würde er nach rückwärts taumeln.

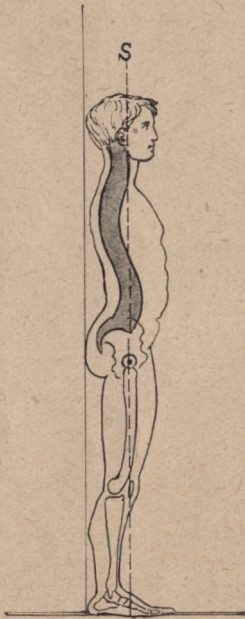


Fig. 83. Normal- oder aufrechte Geradhaltung.

Normal- oder aufrechte Geradhaltung.

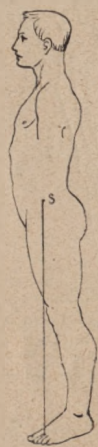
a) Die Normal- oder aufrechte Geradhaltung. Soll jene konstruierte Normalstellung zu einer „Normalhaltung“ oder, einfacher gesagt, zur gymnastisch besten „aufrechten

Geradhaltung“ werden, d. h. einen sicheren Stand verleihen, so ist es notwendig, daß die Schwerlinie genau durch die Mitte der sicheren Unterstützungsfläche der Füße am Boden geht, d. h. in einer Linie, die zwischen den Sprunggelenken und den Grundgelenken der Zehen gelegen ist, etwa 7—8 cm vor der Sprunggelenkachse. Es muß also der Körper gegenüber der oben beschriebenen Normalstellung nach Braune und Fischer im ganzen etwas mehr vorgebeugt werden. Bei dieser Normal- oder aufrechten Geradhaltung (Fig. 83) geht die Schwerlinie zwar auch dicht vor dem äußeren Gehörgang hinab und schneidet weiterhin auch die Achse der Hüftgelenke. Dagegen geht sie schon nicht mehr durch die Mitte des Kniegelenks, sondern mehr nach vorn, tritt sogar wegen der etwas schrägen Stellung, d. h. der Vorwärtsneigung der Unterschenkel, unten vor dem Schienbeine hinaus, um dann etwa in der Gegend der Fußmitte, 7 cm vor der Sprunggelenkachse — wie bereits bemerkt —, zum Boden zu gehen.

Diese schöne Geradhaltung kann nicht eingenommen werden ohne einen gewissen Aufwand von Muskeltätigkeit oder Muskelspannung. So muß z. B. die Nackenmuskulatur eine gewisse Spannung leisten, um den Kopf aufrecht zu tragen; die Spannung der mächtigen Muskeln um Becken und Oberschenkel hält der Rumpf auf den Schenkelfüßen in Gleichgewicht; die kräftigen Wadenmuskeln drücken — was für die Festigkeit des Standes nicht unwesentlich ist — vorne die Zehen etwas gegen den Boden. — Schon aus den Angaben des englischen Physiologen A. Smith wissen wir, daß beim Stehen die Atemgröße, d. h. der Gaswechsel in den Lungen — als Maßstab der zur Kräfteerzeugung im Körper nötigen Stoffumsetzungen — bedeutender ist als bei der Körperruhe im Liegen, nach Junß und Katzenstein um 22%. Ebenso wies Leitenstorfer nach, indem er die Bewegungen der Helmpitzen bei Soldaten aufzeichnete, daß auch beim ruhigen Stehen stets kleine Schwankungen des Körpers vorhanden sind, und zwar um so stärker, je weniger der Soldat militärisch trainiert ist. Das Stehen, selbst das sogenannte bequeme Stehen, bedingt also stets eine gewisse Muskeltätigkeit. Ganz besonders ist dies aber der Fall bei der sogenannten militärischen Haltung.

b) Bei der militärischen (aktionsbereiten) Haltung (Fig. 84) wird vor allen Dingen der Oberkörper stark nach vorn gelegt und muß vor dem Vornüberfallen bewahrt werden durch die Spannung der langen Streckmuskeln des Rückens, der Gefäßmuskeln sowie besonders der Wadenmuskeln, welche die Beugung in den Fußgelenken zu verhindern haben. Dabei drücken die Zehen stark gegen den Boden, ein Druck, der bei längerem Verweilen in dieser Haltung geradezu schmerzhaft wirkt. Der Brustkorb wird möglichst senkrecht gehalten und ist möglichst weit vorgeführt. — Bauch und Becken stehen hinter ihm zurück, wobei das Becken steiler gestellt, d. h. stärker zur Horizontalen geneigt ist. Die Lenden- einbiegung ist stärker ausgeprägt, die Brustkrümmung vermindert. Die Schwerlinie fällt etwas vor der Hüftgelenkachse herab, beträchtlich vor der Achse des Kniegelenks und weit vor dem Sprunggelenk. Sie geht dann in der Höhe der Köpfe der Mittelfußknochen (entsprechend dem Zehenballen) in den Boden. Diese sogenannte militärische Haltung, bei der die Rückenstrecker in der Kreuzgegend wie zwei harte Wülste vorspringen, das Gefäß prall gehalten wird, die Waden gestrafft sind, ist also kein eigentlicher Haltungstypus, sondern eine durch Muskelanspannung bewirkte gymnastische Stellung, die man vorübergehend einnimmt, um nach vorangegangenem Anfündigungsbefehl ohne Zeitverlust, sowie der Ausführungsbefehl erfolgt, wie eine gespannte, plötzlich losgelassene Feder in ausgreifenden großschrittigen Marsch übergehen zu können. Die militärische Haltung — daher auch „aktionsbereite“ genannt — drückt also die Bereitschaft zum sofortigen Draufgehen, die gespannte Energie aus. Sie wird auf dem Übungs- und Turnplatz nur für die kurze Zeitspanne, die zwischen Anfündigungs- und Ausführungsbefehl liegt, durch „Vornüberlegen“ eingenommen, also nur ganz vorübergehend.

c) Die bequeme Haltung (Fig. 85). Den vollen Gegensatz zu dieser vorübergehenden militärisch-straffen Haltung bildet die bequeme (oder auch schlaffe) Haltung, die Haltung des Ausruhens. Die Art, wie sich der einzelne „bequem“ stellt, ist nicht bei allen die gleiche. Daher denn auch verschiedene Arten von Haltung als „bequeme“ beschrieben werden. Der Endzweck der bequemen Haltung ist, möglichst viel Muskelarbeit oder Muskelspannung zu sparen. Dabei sei bemerkt, daß nur in Ausnahmefällen die bequeme Haltung eine symmetrische ist, so daß der Körper bei-



Militärische Haltung.

Fig. 84. Militärische Haltung. (S = Schwerpunkt.)

Bequeme Haltung.

den zusammengestellten Füßen gleichmäßig aufricht. In der Regel ruht dabei die Körperlast nur auf einem Bein, dem „Standbein“, während das andere als „Spielbein“ höchstens einen kleinen Teil des Körpergewichts aufnimmt und die Festigkeit des Standes aufrecht erhält. In Teil III werden wir darauf noch kurz zurückkommen.



Fig. 85. Bequeme Haltung („natürliche Haltung“ nach Meyer).  
a Bertinisches Band.

Bei der bequemen Haltung ist stets die Beckenneigung vermindert (im Gegensatz zur Steigerung der Beckenneigung bei der militärischen Haltung); der untere Brust- und obere Lendenteil wird rückwärtsgenommen, das Becken vorgeschoben. Die Schwerlinie fällt hinter die Hüftgelenkachse und hinter die Achse des Kniegelenks. Das Hüftgelenk wird durch die Spannung des Lenden-Darmbeinmuskels (Ilio-Psoas), die Lendenwirbelsäule durch die Spannung der Bauchwand in ihrer Lage erhalten.

Die bequeme Haltung wird zum „bequemen Stand“, wenn nicht nur das Becken vorgeschoben und weniger geneigt ist, sondern wenn auch die Lendenwirbelsäule stärker nach rückwärts geneigt und rückwärts gebeugt ist, wobei dann nicht nur die Lenden-einbiegung der Wirbelsäule, sondern auch die Rüdentrümmung verstärkt ist. Dieser „bequeme Stand“ entspricht der seinerzeit von dem um die Statik und Mechanik des menschlichen Körpers verdienten Züricher Anatomen G. von Meyer beschriebenen „natürlichen“ (oder gar „militärischen“!) Haltungsart. Dabei soll der Rumpf nicht im labilen Gleichgewicht, durch Muskelspannungen gehalten, auf den Schenkelköpfen aufruhend, sondern einen Hebel darstellen, dessen Stützpunkt die Hüftachse und an dem im Schwerpunkt des Rumpfes (SR Fig. 86) — nicht des Körpers! — die Last aufgehängt ist. Dieser Schwerpunkt liegt anatomisch in der Höhe etwa der Magengrube, vor dem 10. Brustwirbel. Er ist hier um so mehr nach hinten gelegen, je schwerer und gefüllter der Bauch durch Nahrung oder durch Fettanammlung ist. Daher auch bei Schwangeren eine ähnliche Haltung häufig und in übertriebenem Maße Platz greift. Der Rumpf würde also, nach hinten gerichtet, nur seiner Schwere folgend nach hinten fallen, wenn er nicht von dem Widerstand des starken vorderen Hüftbandes (des sogenannten Bertinischen Bandes), des stärksten Bandes des Körpers, gehalten würde. An diesem Band hinge also der Rumpf frei ohne Muskelspannung, wie ein „festgestellter Hebel“. Ähnlich sollte die Stellung der Beine und die Überspannung insbesondere des Knies durch den Widerstand der dort gelegenen Bänder besondere Muskeltätigkeit zum Aufrechtstehen in dieser Haltung unnötig machen. — Die Voraussetzungen für diese so konstruierte Haltungsform werden heute allgemein als mechanisch ganz unhaltbar bestritten. Da diese Haltungsart nach G. H. von Meyer in der Literatur viel angeführt ist, so durfte sie hier nicht wohl unerwähnt bleiben.

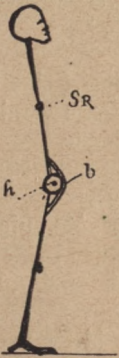


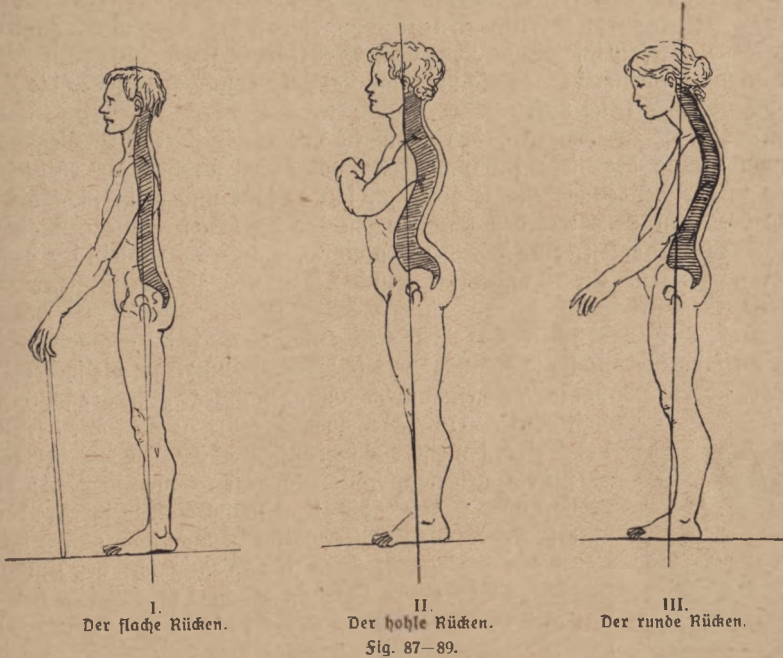
Fig. 86. Schema der soa. natürlichen Haltung nach Meyer. SR Schwerpunkt des Rumpfes. h Hüftgelenk. b Bertinisches Band.

### § 43. Einige häufigere Haltungsformen.

Neben der oben kurz beschriebenen normalen Haltung der Wirbelsäule beim schönen geraden Stand gibt es noch einige häufiger vorkommende Abweichungen in der Form der natürlichen Wirbelsäule-trümmungen, die in manchem Betracht unsere Beachtung verdienen. Diese sind:



1. Der flache oder flachhohle Rücken (Staffel). Bei dieser Haltungsart sind die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule nur eben angedeutet. Der Rücken ist flach oder „platt wie ein Brett“ und von der Form, wie sie das Kind im ersten Lebensjahr zeigt, kaum abgewichen. Insbesondere fehlt fast gänzlich die Höhlung oder Einsattelung der Lendenwirbelsäule über dem Gesäß. Dabei ist die Brust flach, die Schulterblätter hängen nach hinten, so daß man unter sie greifen kann. Die Ursache dieser Haltungsart, welche in hervorragendem Maße der Entstehung von seitlicher Rückgratsverkrümmung Vorschub leistet, ist neben erbter Anlage zu flachem Rücken vor allem in schwächlicher Muskelentwicklung und mangelnder Muskelenergie zu suchen (Sig. 87).



Andauerndes jahrelanges Liegen bei langwieriger Kränklichkeit oder zu spät erlangte Gehfähigkeit infolge von Störung im Knochenwachstum (Rachitis) verschuldet solche Muskelschwäche des Rückens. Durch den Beruf kann ein flacher Rücken im Lehrlingsalter bei Schneidern erworben werden um so mehr, als es meist schwächliche, wenig widerstandsfähige Schüler sind, welche zum Schneiderhandwerk übergehen. Die Verbildung kommt dadurch zustande, daß beim Sitzen mit untergeschlagenen Beinen das Kreuz und damit auch die Lendenwirbelsäule herausgedrückt wird, während der obere Rücken, um zum Nadelausziehen die Arme frei zu haben, über die herausgedrückte Lendenwirbelsäule nach hinten abgelenkt wird (Hoffa). Ebenso findet man flachen Rücken (neben Trichterbrust; s. u.) als Berufstypus bei Schuhmachern (Lüning und Schultzeß).

Bei Kindern mit so gestalteter Wirbelsäule ist neben einer Hebung des Allgemeinbefindens durch reichliche Ernährung, Aufenthalt in einer Waldschule, auf dem Lande usw. vor allem ein reichliches Maß von Bewegung vonnöten. Turnerisch sind am wirksamsten: eine straffe Geh- und Lauffschule; kräftige Rumpfübungen, von denen namentlich die

„Spannbeuge“ (Fig. 113) in ihren verschiedenen Formen sowie Liegestützübungen genannt seien; Gleichgewichtsübungen; Hangübungen am Reck, an den Ringen oder am Rundlauf. Der freie Hang bewirkt stärkere Beckenneigung und dementprechende Biegung im Lendentheil des Rückgrats.

Hohlrunder Rücken.

2. Der hohle oder hohlrunde Rücken, das genaue Gegenteil des vorigen Typus. Während dort die natürlichen Krümmungen des Rückgrats, kaum oder nur schwach ausgedrückt, auf einer frühen Entwicklungsstufe stehengeblieben sind, zeigen sich hier diese Krümmungen über das Durchschnittsmaß hinaus übertrieben. Namentlich tief ist bei mäßig vorgestrecktem Bauch die Lendeneinsattelung; das pralle Gefäß springt stark nach hinten vor; der obere Rücken ist rundlich gewölbt. Dieser Haltungstypus, mit kräftiger Rückenmuskulatur vergesellschaftet, schützt eher vor seitlicher Rückgratsverkrümmung; auch dies im Gegensatz zum flachen Rücken. — Die tiefe Einsattelung über dem Kreuz macht sich bei Weibern mit hohlem Rücken besonders bemerkbar, da die mächtige Fettpolsterung des Gefäßes die Biegungslinie noch verstärkt (Fig. 88).

Turnerisch ist zu bemerken, daß Schülern mit dieser starken Einbiegung in der Lendenwirbelsäule das tiefe Rumpfbeugen nach vorn, welches die entgegengesetzte Biegung in der Lendenwirbelsäule verlangt, schwer fällt und meist nicht bis zur Berührung des Fußrückens mit den Fingerspitzen der gestreckten Arme gelingt.

6. Der runde Rücken (französl.: dos voûte, engl.: spinal debility oder round shoulders). Je nach Entstehungsursache und Lebensalter sind hier mehrere Formen zu unterscheiden.

a) Der runde Rücken der Jugend (Fig. 89) ist in gesundheitlicher Beziehung weitaus die wichtigste Form. Diese schlechte Haltung, die vielfach erblich sein soll, insbesondere auch bei jüdischen Familien, kommt vorwiegend in der schulpflichtigen Zeit vom 7.—16. Lebensjahre vor, bei Knaben wie bei Mädchen; bei letzteren meist etwas häufiger. Es ist dabei der Rücken in einem einzigen nach hinten konvergen Bogen gewölbt; der Kopf ist vornüber geneigt, die Brust namentlich in ihrem oberen Teil eingesunken. Die Schulterblätter hängen nach außen und stehen mit ihren inneren Rändern flügel förmig ab; der Bauch ist vorgewölbt. Die ganze Haltung macht den Eindruck der Schläffheit und Schwäche. Dabei braucht nicht immer wirkliche Muskelschwäche vorhanden zu sein — manche Schüler, denen solche schlechte Haltung zur Gewohnheit geworden ist, sind auf Befehl leidliche Turner —, diese üble Haltung ist vielmehr das Ergebnis mangelnder Willenskraft und Energie, der Bequemlichkeit, des Sichgehenlassens (Fig. 90).



Fig. 90. Runder Rücken.

Mit Recht bilden solche Kinder eine stete Sorge für die Eltern, denn die vornübergeneigte Haltung hemmt die Atemtätigkeit und damit die Entwicklung der oberen Brustabschnitte, wodurch der Einnistung verderblicher Lungenerkrankung Vorschub geleistet wird.

Was nun, abgesehen von jener geistigen Schläffheit, die weiteren Ursachen dieser schlechten Haltung betrifft, so ist diese zunächst oft in der Familie ererbt. Sie entsteht ferner häufig durch übermäßiges vornübergebeugtes Sitzen: so bei fehlerhaftem, zu niedrig gebautem Schultisch oder Arbeitstisch im Hause; so auch bei schlechter Bank mit mangelnder oder verkehrt angebrachter und daher nicht benutzter Rückenlehne zum Ausruhen der Rückenmuskeln; bei Schulbüchern mit zu kleinem Druck; bei schlechter Beleuchtung des Arbeitstisches und

häufigem Lesen und Schreiben im Zwielicht; stundenlangem Klavierspiel usw. Wesentlichen Vorschub leistet bei alledem beginnende oder ausgebildete Kurzsichtigkeit.

Die schlechte vornübergebeugte Haltung des runden Rückens in ihren verschiedenen Graden ist in unteren Schulen außerordentlich häufig (1912 stellte ich in mehreren Volksschulen bei 10,4% der Kinder runden Rücken fest) und nimmt mit den Schuljahren an Häufigkeit zu. Ihrer Entstehung vorzubeugen oder den schon vorhandenen Haltungsfehler zu bekämpfen, ist ein wichtiges Ziel des Schulturnens. Auf die hier zu ergreifenden gymnastischen Maßnahmen werden wir in einem besonderen Kapitel zurückkommen.

An dieser Stelle sei nur bemerkt, daß die beliebten „Geradhalter“ beim runden Rücken unnütz sind, wenn die Kräftigung der Streckmuskeln des Rückens durch straffe Übung vernachlässigt und damit die Wurzel des Übels nicht behoben wird.

Neben den sonstigen Maßnahmen im Schulleben zur Verhütung schlechter Haltung beim Lesen und namentlich beim Schreiben sind an der Tischkante leicht anzubringende Vorrichtungen, wie die Schreibstütze zum Auflegen des Kinns von Soennecken oder ein Stirnrahmen (Staffel; Kollmann), von Nutzen (Fig. 91). Man hat auch die Schüler kleine Blechringe auf dem Kopf während des Schreibens tragen lassen, die jedesmal beim Vornüberbeugen des Kopfes herabfallen und nur bei gerader Haltung ihren Platz behalten. Solche Blechringe hat Direktor Lorenz an der Oberrealschule in Quedlinburg als „Geradzwinger“ eingeführt.



Fig. 91. Stirnrahmen.

Höhere Grade des runden Rückens der Jugend können eine besondere orthopädisch-turnerische Behandlung notwendig machen.

b) Der runde Arbeitsrücken. Schwere körperliche Arbeit, die vorwiegend in gebückter Stellung ausgeführt wird, hantieren mit mächtigem Werkzeug, häufige Überanstrengung der Muskeln des Schultergürtels und der Arme führt langsam beim gereiften Manne zu einer dauernden Rückwölbung der oberen Brustwirbelsäule: dem Arbeitsbuckel. Die Arbeitsfähigkeit wird dadurch nicht beeinträchtigt (Fig. 92).



Fig. 92. Der runde Arbeitsrücken.

Vielfach hat man das im Übermaß betriebene Gerätturnen, namentlich am Barren, beschuldigt, solch hohen Rücken zu erzeugen. An sich ist diese Möglichkeit nicht zu bestreiten, ebensowenig die Tatsache, daß zahlreiche Turner in den Männerturnvereinen diese Haltung zeigen. Jedoch darf nicht übersehen werden, daß die Mehrzahl der Vereinsturner aus Handwerkern und Arbeitern besteht; mithin wird in den gedachten Fällen die tägliche schwere Berufsarbeit wohl in erster Linie als verbildende Ursache anzuschuldigen sein.



Fig. 93. Der runde Greifenrücken.

Runder Arbeitsrücken.

Weit eher scheint die schlechte Haltung beim schnellen Radfahren geeignet, in dieser Richtung schädlich zu wirken.

Nur bei mäßiger Geschwindigkeit vermag der Radfahrer in guter Haltung zu fahren, falls Sattel, Lenkstange und Pedale in ihrer Lage den Körperverhältnissen des Fahrenden entsprechen und eine gute Haltung überhaupt gestatten. Nur zu oft ist dies nicht der Fall, und die Haltung der Radfahrer ist dann stets, selbst bei langsamerem

Fahren, eine schlechte. Bei schnellerem Fahren wird aber jeder Radsfahrer durch die Unmöglichkeit, gegen den Druck der Luftschicht vor dem Haupte auszuatmen, gezwungen, das Gesicht zu senken. In geradezu horizontale Lage wird die Achse des Kopfes gesenkt beim schnellsten Fahren oder beim Fahren gegen den Wind. Dazu kommt noch das instinktive Bestreben, durch die vornübergebeugte Haltung dem Winde möglichst wenig Angriffsfläche zu bieten und den Widerstand der Luft möglichst zu verringern (s. Teil III, Abschnitt X, Das Radfahren).

Mag beim kräftigen Erwachsenen die häufigere oder doch nur zeitweise Annahme solcher gebeugten Haltung keine dauernde Wirkung auf die Form der Wirbelsäule und damit auf die gesamte Körperhaltung mehr haben: beim noch wachsenden Knaben oder Mädchen liegt diese Gefahr aber sicherlich vor. Vor den Entwicklungsjahren halte ich den Radsportsport bei unserer Jugend für bedenklich.

c) Der Vollständigkeit halber sei noch der runde Greisenrücken erwähnt, eine Folge der durch das zunehmende Alter bedingten Muskelschwäche und des Schwundes der Zwischenwirbelscheiben, welcher die Wirbelsäule einsinken macht (Fig. 92). Bei alten Frauen vermag das Korsett — dem man hier ausnahmsweise etwas Gutes nachsagen kann — diese Alterserscheinung durch die Stütze, welche es der Wirbelsäule verleiht, mehr hintanzuhalten. Greisinnen bewahren deshalb meistens länger eine schöne Haltung als Greise. —

Die weiteren Formen der Verbiegungen und Knüdfungen der Wirbelsäule in der Richtung von vorn nach hinten — Lordose oder Einbiegung der Wirbelsäule und Kyphose oder Buckel —, wie sie infolge von Wirbelerkrankungen, Erkrankung des Hüftgelenkes, Lähmungen usw. entstehen, fallen lediglich der ärztlichen Fürsorge anheim.

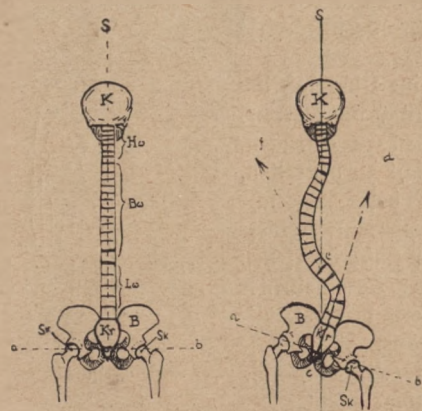
#### § 44. Die seitliche Rückgratsverkrümmung.

##### 1. Vorübergehende seitliche Rückgratsverkrümmung.

Der Umstand, daß das Kreuzbein als Träger der Wirbelsäule in das Becken fest eingekleidet ist, bewirkt, daß bei Neigung des Beckens um die quere Hüftbeinachse, wie das aufrechte Gehen und Stehen es erfordert, die Lendenwirbelsäule sich nach oben umbiegen muß. Wir sahen, daß diese Umbiegung schließlich zu einer dauernden wird.

Neigt sich das Becken dagegen um eine von vorn nach hinten gelegte Achse, welche die quere Achse im rechten Winkel schneidet, so kommt das eine Hüftgelenk höher zu liegen. Das Kreuzbein wird dann natürlich aus der senkrechten Richtung in eine schiefe gebracht, und die ganze Wirbelsäule würde dieser schiefen Richtung (c d in Fig. 95) folgen, der Körper seitlich umfallen, wenn nicht die Lendenwirbelsäule eine Umbiegung nach der entgegengesetzten Richtung (e f Fig. 95) erführe. Eine weitere Gegenkrümmung bewirkt, daß der die Wirbelsäule krönende Kopf in die senkrechte Linie über die Beckenmitte gebracht und das Gleichgewicht hergestellt wird.

Fig. 94 u. 95. Seitliche Rückgratsverkrümmung bei Schiefstellung des Beckens. S Schwerlinie; K Kopf; Hw Halswirbelsäule; Br Brustwirbelsäule; Lw Lendenwirbelsäule; Kr Kreuzbein; B Becken; a b quere Hüftgelenkachse; Sk Oberflächenkopf.



Eine solche Schiefstellung des Beckens mit ihren Folgen tritt in der Ruhestellung namentlich ungemein oft dadurch ein, daß der Körper nur auf einem Beine

Runder  
Greisen-  
rücken.

Seitliche  
Rückgrats-  
ver-  
krümmung.  
Vorüber-  
gehende  
seitliche Ver-  
krümmung.

ruht, während das standfreie oder „Spielbein“ leicht gebeugt neben das Standbein gestellt wird: bald mehr in der Richtung nach vorn, bald mehr nach hinten oder seitlich oder endlich, indem das Spielbein das Standbein kreuzt. In jedem dieser Fälle wird also die Körperlast hauptsächlich nicht gänzlich auf das Standbein übertragen.

Diese Art der Ruhstellung oder „bequeme Haltung“ ist die gewöhnlichere, daher wird bei dem Befehl „Rührt euch!“ fast stets das eine Bein entlastet und leicht vor oder seitlich gestellt. Tritt Ermüdung des Standbeines ein, so wird gewechselt: die Körperlast überträgt sich auf das bisher standfreie Bein, während das ermüdete Bein in der Stellung als Spielbein sich ausruhen kann. Da nun das Standbein ganz gestreckt, das standfreie oder Spielbein aber in Hüft- und Kniegelenk gebeugt, mithin kürzer als das Standbein ist, so kann das standfreie Bein nur dann den Boden mit dem Fuß erreichen, wenn die betreffende Beckenseite mit dem Hüftgelenk gesenkt, das Becken also schief gestellt ist. Damit ist beim Stehen mit vorwiegender Übertragung der Körperlast auf ein Bein die Notwendigkeit einer vorübergehenden seitlichen Rückgratsverkrümmung gegeben (s. Fig. 96, sowie unten § 256).

Diese vorübergehende seitliche Rückgratsverkrümmung wird zu einer dauernden, wenn die Verkürzung des einen Beins keine zufällige, durch die Art der Stellung bedingte, sondern eine stetig vorhandene ist (s. u. statische Skoliose).

In gleicher Weise wird Schiefstellung des Beckens bewirkt und damit entsprechende seitliche Krümmung der Wirbelsäule, wenn der Sitz ein schräger ist. Dies tritt bei Mädchen in der Schule dann z. B. häufig ein, wenn beim Eintreten in die enge Schulbank die Röcke nach der entgegengesetzten Seite zusammengefaßt und so beim Sitzen wie ein Wulst unter die eine Hinterbacke geschoben werden.

Es kann ferner beim Sitzen die Körperlast vorzugsweise auf einen Sitzknorren übertragen werden, ähnlich wie beim vorwiegenden Stand auf einem Bein, und dadurch Schiefstellung des Beckens entstehen (Fig. 97). Gewöhnlich ist



Fig. 96. Krümmung der Wirbelsäule beim Ruhen des Körpers auf einem Bein. Die Schwerlinie ist punktiert.

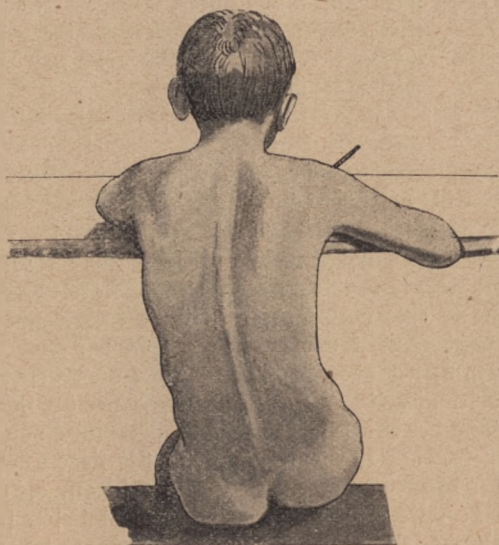


Fig. 97. Seitliche Rückgratsverkrümmung bei Sitz nur auf dem linken Gesäß.



Fig. 98. Krümmung der Wirbelsäule bei einseitiger Belastung durch Schulmappe.

es der linke Sitznorren. auf den so die Schwerlast des Körpers übertragen wird, um den rechten Arm und die rechte Hand beim Schreiben freier führen zu können.

Nun ist aber nicht ausschließlich die Schiefstellung des Beckens Ursache seitlicher ausgleichender Rückgratsverkrümmung, sondern derartige Einflüsse können von verschiedenen Stellen der Wirbelsäule aus wirksam sein. Es seien genannt:

a) Einseitige Belastung des Körpers. Bei solcher ist, wie oben schon erwähnt, Herstellung des Gleichgewichts nur möglich durch seitliche Umbiegung der Wirbelsäule nach der unbelasteten Seite hin. Dabei ist gleichgültig, ob die Last auf einer Schulter getragen wird oder am herabhängenden Arm — hier ist namentlich an das Tragen schwerer Schulmappen bei Mädchen zu erinnern —, oder ob sie (z. B. bei Schülern eine Büchertasche oder ein mit umgeschlanktem Riemen zusammengehaltener Stoß von Büchern) im Ellbogenwinkel des gebeugten Armes mit Aufstützen auf den Beckenrand in der Hüftseite gehalten wird (Fig. 98).

b) Seitliche Neigung des Kopfes. Diese bedingt, namentlich wenn sie auch noch mit Drehung des Kopfes verbunden ist, seitliche Krümmung der Hals- und entsprechende Gegenkrümmung der Brustwirbelsäule. Aus diesem Grunde kann gewohnheitsmäßig schlechte Kopfhaltung beim Lesen und Schreiben mit zur Entstehung von seitlichen Rückgratsverkrümmungen im Schulalter beitragen.



Fig. 99.

c) Seitliches Anlehnen des Körpers mit Schulter oder Arm. Eine Biegung des Rückgrats erfolgt, wenn der Rumpf im Sitzen sich nach einer Seite hin neigt und durch Anlehnen mit der Schulter Halt gewinnt. Das ist z. B. der Fall, und sei als mögliche Entstehungsursache für seitliche Rückgratsverkrümmung hier erwähnt, bei dem kleinen Kinde, welches von der Mutter auf dem Unterarm sitzend getragen wird, wobei sich das Kind an Oberarm und Brust der Mutter mit dem Rumpfe anlehnt (Fig. 99). Auch Schlafen auf ungewöhnlicher Unterlage, gewohnheitsmäßig stets auf derselben Seite soll dauernde Verbiegung bewirken können.

## 2. Dauernde seitliche Rückgratsverkrümmung oder Skoliose

Die bisher angeführten seitlichen Verbiegungen der Wirbelsäule waren vorübergehende, d. h. wenn die besondere Haltung oder Belastung des Körpers, durch welche sie veranlaßt war, aufhörte, so steht bei gerader aufrechter Körperhaltung mit Verteilung des Körpergewichts gleichmäßig auf beide Füße auch die Wirbelsäule in der Richtung von rechts nach links wieder ganz gerade. Bleiben aber auch nach Einnahme einer geraden Haltung eine oder mehrere seitliche Ausbiegungen der Wirbelsäule bestehen und verschwinden nicht wieder, so sprechen wir von dauernder seitlicher Rückgratsverkrümmung oder Skoliose. Die früher beschriebenen Haltungsfehler des flachen, des höhlrunden, des runden Rückens, ferner der Lordose, der Kyphose usw. betreffen die Richtung der Wirbelsäule nur in der Richtung von vorn nach hinten, ohne die seitliche Symmetrie des Körpers zu stören. Sie stehen daher als symmetrische Verkrümmungen der Wirbelsäule den unsymmetrischen, die wir unter dem Sammelnamen „Skoliose“ begreifen, gegenüber. Bei den Skoliosen selbst unterscheiden wir, je nachdem eine einzige seitliche Verbiegung in dem oder jenem Abschnitt der Wirbelsäule vorhanden ist, oder (als Totalis Skoliose) die gesamte Wirbelsäule in sich begreift, die einfache Skoliose, oder, wenn sich einer Krümmung im benachbarten Teil der Wirbelsäule eine oder mehrere Gegenkrümmungen hinzugesellen, die zusammen-

gelegte Skoliose. Nicht selten ist die seitliche Verbiegung des Rüdgrats verbunden mit einer Drehung der Wirbel um ihre senkrechte Achse. Diese Verdrehung bezeichnet man als Torsion. Dabei kommen besonders die Brustwirbel in Betracht. Da diese die Rippen tragen, so treten infolge dieser Drehung die Rippen der einen Körperseite hinten am Rücken (namentlich dann deutlich wahrnehmbar, wenn man den Rumpf stark beugen läßt und nun über den Rücken hinwegsieht) als Rippenbuckel besonders stark vor.

Man unterscheidet nach praktischen Gesichtspunkten Skoliosen ersten, zweiten und dritten Grades.

1. Skoliosen ersten Grades nennt man solche noch leichten Verbiegungen, die durch willkürliches straffes Aufrichten bei der Untersuchung für den Augenblick ganz zum Verschwinden gebracht scheinen. Nach Aufhören dieser Straffung, d. h. sobald nach wenigen Minuten die Rückenmuskeln wieder erschlaffen, ist auch die Verbiegung wieder vorhanden. — Es sind diese Skoliosen ersten Grades bei unseren Schulkindern die weitaus häufigsten (nach meinen jahrelangen Erfahrungen mindestens  $\frac{3}{6}$  aller Fälle) und zudem diejenigen Formen fehlerhafter Haltung, bei welchen ein gut geleitetes orthopädisches Haltungsturnen imstande ist, den Haltungsfehler dauernd zu beseitigen.

2. Bei Skoliosen zweiten Grades ist es nicht mehr möglich, die seitliche Verbiegung willkürlich durch straffe Haltung für einige Minuten verschwinden zu machen. Wohl aber kann hier im freien Hang an den Händen oder am Kopf durch den Zug des Körpergewichts die Verbiegung ganz oder in der Hauptsache sich ausgleichen. Übrigens kann schon bei Skoliosen zweiten Grades eine Torsion der Rippen, d. h. ein nachweislicher Rippenbuckel vorhanden sein. Es ist dies für die Behandlung der Verbiegung stets ein ungünstiges Anzeichen. Durch einfaches orthopädisches Schulturnen, wie es in vielen Städten eingerichtet ist, wird man eine solche Torsion nicht beseitigen. Es ist schon genug erreicht, wenn die Verbildung keine Fortschritte macht.

3. Bei Skoliosen dritten Grades endlich ist die Wirbelsäule in ihrer Verkrümmung derart versteift, daß sie weder durch den Hang noch durch Zug am Kopfe auch nur etwas gerade gestreckt werden kann. Hier bestehen dann auch schon Veränderungen an den Knochen oder den Bändern der Wirbelsäule. — Die Behandlung dieser vorgeschrittenen Form der Skoliose fällt lediglich dem Arzte anheim. —

Die Ursachen der Skoliose sind mannigfaltig. Weitaus in der Mehrzahl der Fälle reichen die Anfänge der Skoliose in die ersten Lebensjahre zurück, wo die Wirbelsäule und ihre — zunächst noch vorübergehenden — Krümmungen in der Entwicklung begriffen sind. Die Schwierigkeiten der Untersuchung der Körperhaltung bei kleinen Kindern, deren Haut noch stark fetthaltig ist und den Verlauf des Rüdgrats nicht so leicht erkennen läßt, und die ihren Körper willkürlich nur schwer gerade aufrichten können, läßt die ersten Anfänge der Verbiegung meist übersehen. Jedenfalls ist es zweifelhaft, ob bei einer normal und gesund sich entwickelnden Wirbelsäule der schon über 6 bis 7 Jahre alten Kinder lediglich durch gewohnheitsmäßig fehlerhafte Haltung, namentlich beim Sitzen in der Schulbank, Skoliose zustande kommen kann. Man nahm das früher allgemein an und sprach von habitueller oder „Schulskoliose“, die geradezu eine „Sitzkrankheit“ sei.

Heute sind wir aber zu der Annahme gekommen, daß die Anlage zur Skoliose, vielfach sogar angeboren, von der ersten Kindheit an vorhanden sei, und daß jedenfalls zu dem Einfluß gewohnheitsmäßig schlechter Haltung noch ein anderes hinzukommen muß, das ist: verminderte Widerstandsfähigkeit des Skeletts, seiner Bänder und der das Skelett haltenden Muskeln infolge von allgemeiner Körperschwäche, Blutarmut und ganz besonders von Rachitis. Bei einer anderen Gruppe von Rüdgrats-

Ursachen der Skoliose überhaupt.

verbiegungen liegt die Ursache in dauerndem Schiefstand des Beckens bei ungleicher Beinlänge. Wir bezeichnen solche Fälle als statische Skoliosen. Zu letzteren können wir noch hinzurechnen: halbseitige Muskellähmungen am Rumpf (als Folge von Hirnerkrankung in den Kinderjahren), ferner Muskelverkürzungen, wie beim Schiefhals usw. —

Häufigkeit  
der  
Skoliose.

Die Häufigkeit der Skoliosen ist eine ungemein große. Dabei muß man jedoch in Betracht ziehen, daß, wie wir in § 5 bereits ausführten, eine vollkommene Symmetrie des Körperbaus kaum einmal vorhanden ist. Insbesondere findet man kleine Abweichungen von der Geraden im Verlauf der Wirbelsäule so außerordentlich oft, daß man geradezu von einer „physiologischen“ Skoliose gesprochen hat und u. a. den vorwiegenden Gebrauch der rechten Hand sowie die stärkere Entwicklung der rechten Körperhälfte dafür verantwortlich machte. So fand Hassse bei der genauen Untersuchung von 5141 Soldaten 68 % mit seitlichen Abweichungen im Verlauf der Wirbelsäule, nur bei 32 % war die Rückgratlinie absolut gerade. Von jenen 68 % war eine Ausbiegung nach rechts ungleich häufiger, so daß über die Hälfte aller Untersuchten, 52 %, eine Verbiegung nach rechts, nur 16 % eine solche nach links zeigten. Diese linke Skoliose hatte aber nichts zu tun mit etwa bestehender Linkshändigkeit, denn nur 1 % jener Soldaten waren Linkshänder — wohl aber war bei allen diesen das rechte Bein etwas größer als das linke, und umgekehrt war bei den Rechtskoliosen größere Länge des linken Beines vorwiegend. Man hat nun die Vermutung ausgesprochen, daß diese Ungleichheiten des Skeletts und hier speziell der Beinlängen ihre Ursache in schiefer Stellung bei der Berufsarbeit haben, wobei allerdings der vorwiegende Gebrauch der rechten Hand eine Rolle spielt (Gaupp). Jede Skoliose müßte demnach als „professionelle“ oder als statische bezeichnet werden. Nun handelte es sich dabei um Soldaten, welche bereits eine Reihe von Jahren als Arbeiter, Handwerker usw. Berufsarbeit geleistet hatten. Die hier wirksamen Ursachen treten bei Schulkindern also noch nicht in Erscheinung. Dazu kommt, daß es sich bei der angeführten Untersuchung meist nur um ganz geringe seitliche Abweichungen der Form der Wirbelsäule handelt, um Abweichungen, die bei der üblichen Untersuchung der Schulkinder nur zum Teil mitgezählt worden wären. Immerhin sind leichte Asymmetrien des Rückens auch bei unseren Schulkindern derart häufig, daß die Bestimmung der Zahl der Skoliosen durch die schulärztliche Untersuchung immer nur einen bedingten Wert insofern hat, als der eine Schularzt jede wahrnehmbare Asymmetrie als „Skoliose“ buchen wird, der andere aber erst sicht- und fühlbare seitliche Verkrümmungen; ganz abgesehen davon, daß, wie schon erwähnt, Skoliosen ersten Grades erst nach Erschlaffung der Rückenmuskeln in die Erscheinung treten, bei eiliger Massenuntersuchung aber leicht übersehen werden. Jene bei Soldaten gefundenen hohen Ziffern beziehen sich in der übergroßen Mehrzahl auf eine „statische“ Skoliose ganz leichten Grades. Bei unseren Schulkindern handelt es sich aber doch um stärker ausgesprochene Verbiegungen, die auf der Grundlage von Schwächezuständen in der gesamten körperlichen Verfassung beruhen, wenn sie auch als sogenannte „habituelle“ oder „Schulskoliose“ angesprochen werden.

a) Statische Skoliose. Statische Skoliose ist eine Folge aller derjenigen Vorgänge und Erkrankungen, welche dauernd die Beckenstellung derart beeinflussen, daß die eine Beckenseite höher steht als die andere. Da hiermit auch das Kreuzbein schief nach einer Seite geneigt wird und dann folgend die Wirbelsäule, so muß letztere sich oberhalb wieder nach der entgegengesetzten Seite umbiegen, um den Kopf senkrecht über die Beckenmitte zu bringen. Der Krümmung in der Lendenwirbelsäule folgt gewöhnlich also noch eine Gegenkrümmung im Brustteil der Wirbelsäule (s. Fig. 101). Schiefstellung des Beckens entsteht vor allem in den zahlreichen Fällen, in denen ein



Bein kürzer als das andere und im Wachstum zurückgeblieben ist. Ebenso entsteht ungleiche Beinlänge durch frühere Gelenk- oder Muskelkrankung an einem Bein, durch einseitige Plattfußbildung, einseitige Hüftgelenkentzündung usw.

Die ungleiche Beinlänge braucht durchaus nicht etwa so groß zu sein, um einen hinkenden Gang zu veranlassen. Da in diesen Fällen eine gymnastische Behandlung der Skoliose aber ein durchaus wert- und zweckloses Unternehmen ist, so ist es von großer Wichtigkeit, eine genaue Messung der Beinlängen vorzunehmen. Man wird an die Möglichkeit, daß es sich um statische Skoliose handelt, stets denken müssen, wenn die Verkrümmung bei Skoliose vorwiegend im Lendenteil vorhanden ist. Für die direkte Messung dienen als gut durch die Haut durchfühlbare Knochenpunkte: der vordere obere Darmbeinstachel; der große Rollhügel; das Köpfschen des Wadenbeins am Knie; der äußere Fußknöchel. Bei Schiefstand des Beckens befinden sich die an jedem Körper gut sicht- und durchfühlbaren Darmbeinstachel niemals in einer horizontalen Linie, wenn der Körper in Grundstellung gerade gestellt ist. Schiebt man unter den Fuß des kürzeren Beins dünne Brettchen oder Scheiben von Pappe, so gelingt es, den Höhenunterschied auszugleichen und die Skoliose, wenn sie noch nicht so lange bestand, daß die Wirbelskörper ihre Form geändert haben, für diesen Augenblick verschwinden zu machen. Man läßt dann später das Kind Schuhe tragen, von denen der eine um so viel höheren Absatz und Sohle hat, als der Längenunterschied der Beine beträgt.

Um bei schulärztlichen Untersuchungen die Senkung der einen Beckenseite bezw. den Längenunterschied der Beine schnell und sicher festzustellen, habe ich (von der bekannten Fabrik für Schuleinrichtungen J. P. Müller in Charlottenburg) einen Hüftmeßapparat herstellen lassen (s. Fig. 102 bis 105). Übrigens habe ich in einer Reihe von Fällen feststellen können, daß bei dem starken Wachstum

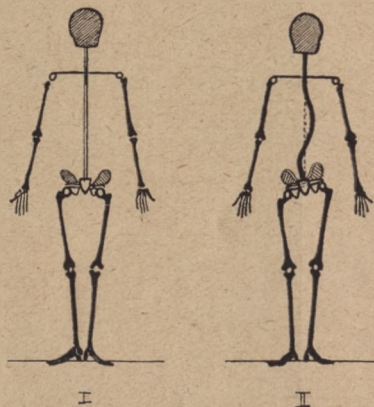


Fig. 100 u. 101. Entstehung von Rückgratsverkrümmung bei ungleicher Beinlänge (Statische Skoliose). In I gerade Wirbelsäule bei gleicher Beinlänge. In II ist das rechte Bein länger, die durch die Hüftgelenke gelegte Achse steht schief, und die Wirbelsäule zeigt entsprechende Biegungen.

der Mädchen in der Entwicklungszeit die Unterschiede in den Beinlängen wieder verschwanden und damit auch die Skoliose.

b) Die habituelle Skoliose. Von allen nicht angeborenen Verbildungen am Körper ist — mit Ausnahme der Verunstaltung der Füße durch die Fußbekleidung sowie der Verunstaltung durch das Korsett — diese wohl die häufigste. Genaue schulärztliche Untersuchungen haben ergeben, daß durchschnittlich gegen 10 %, auch noch mehr der in die Schule eintretenden Kinder bereits seitliche Rückgratsverkrümmungen aufweisen. Es hat sich ferner herausgestellt, daß während der Schulzeit diese Anfangsziffer um das Zwei- bis Dreifache anwächst.

So fanden Schölder, Weith und Combe in Lausanne bei 2314 Kindern 24,6 %, mit Skoliose, wozu noch 5,8 % kommen mit Kyphose (runder Rücken) und Lordose. Von den 8 jährigen Schülern waren es 7,8 % Knaben und 9,7 % Mädchen, bei den 16 jährigen 33,6 % Knaben und 26,8 % Mädchen. — Auch Krug in Dresden fand Skoliose bei einer höheren Zahl von Knaben, nämlich 26 %, während 22,5 % Mädchen skoliotisch waren (Zahl der untersuchten Kinder 1418). Sonst findet man allgemein häufiger Skoliose bei Mädchen. W. Meyer in Fürth fand unter 336 Mädchen nur 147 fehlerfrei (43,65 % im 7. Lebensjahre, 70,9 % im 13. Lebensjahre).

Jch selbst stellte bei den — allerdings stark kränklichen — Kindern der Bonner Hilfs-

Habituelle Skoliose.

schule als Gesamtziffer von 6 Jahren Skoliose bei 34,5 % Knaben und 43,4 % Mädchen fest. Im Jahre 1912 waren es im ganzen 44,3 %, darunter 6,5 % Skoliofen zweiten und dritten Grades.

An der nur aus Förderklassen bestehenden Wilhelmschule in Bonn, die gleichfalls sehr viele fränkliche Kinder zählt, waren 1912 39 % der Kinder skoliotisch, darunter allerdings nur 2 % Skoliofen zweiten und dritten Grades.

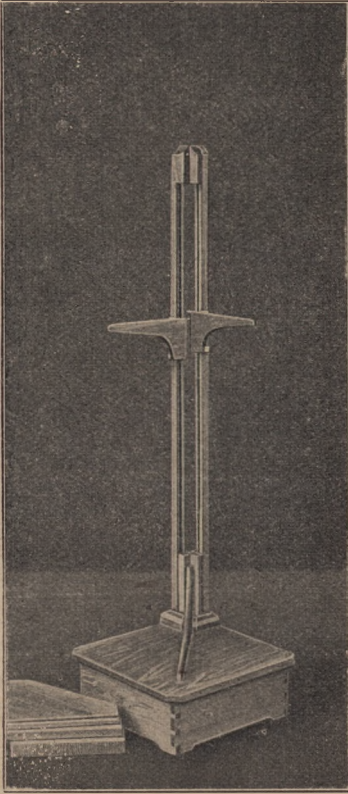


Fig. 102.  
Hüftmeßapparat von Dr. S. A. Schmidt.

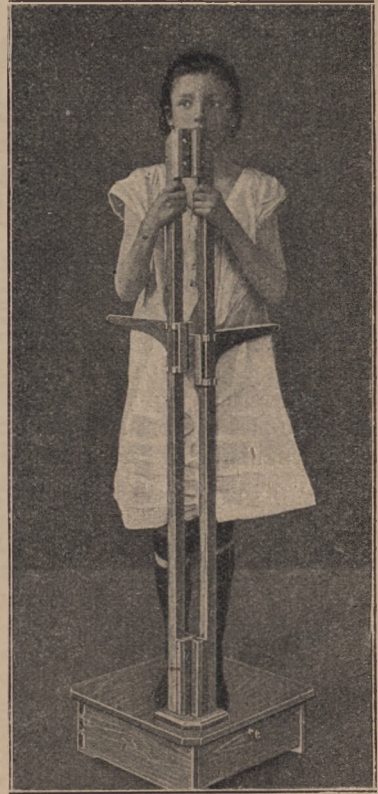


Fig. 103. Messung mit dem Apparat.

Dagegen war die Zahl der Skoliofen, einschließlich bloß asymmetrischer Haltung des Rückens, an der städtischen Realschule, deren Schüler mehr wohlhabenden Eltern entstammen, 1912 nur 13,5 %.

Wir werden noch sehen, welche Rolle schwächliche Körperbeschaffenheit und geringe Widerstandskraft des Skeletts bei der Entstehung von Skoliose spielen. —

Der Schularzt Dr. Poelchau in Charlottenburg fand bei den Schulneulingen in den Jahren 1902 bis 1905 52,1 % Knaben und 59,3 % Mädchen, die er als „Rückenschwächlinge“ bezeichnete, d. h. Kinder mit „Schlaffheit der Muskulatur des Rückens, Abstehen und Tiefstand der Schulterblätter und geringer Verbiegung der Wirbelsäule“.

Aus alledem geht hervor, daß kaum ein Gebiet der Körpermuskulatur in der turnerischen Erziehung einer so eingehenden Fürsorge bedarf als die Muskeln des Rückens,

und daß diejenigen Übungen, welche die Körperhaltung dauernd zu bessern und zu sichern imstande sind, grundsätzlich der eingehendsten Pflege im geregelten Schulturnen bedürfen. —

Die Angaben darüber, ob die Verkrümmung im Brustteil der Wirbelsäule häufiger nach links oder nach rechts besteht, sind widersprechend.

Daß die Haltungstypen des flachen Rückens sowie des runden Rückens der Jugend,

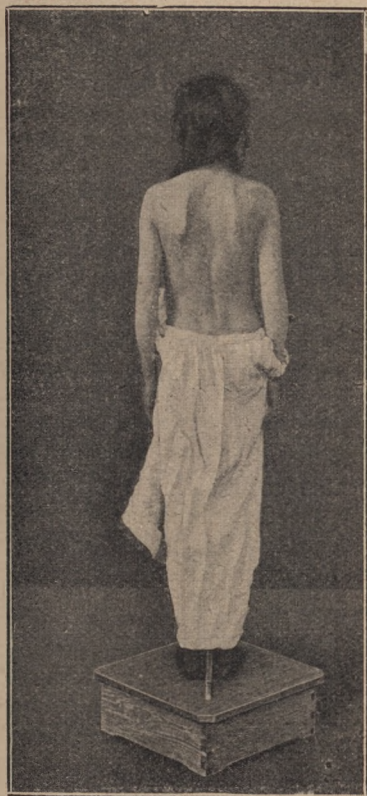


Fig. 104. Rücken des Kindes: Statische Totalskoliose nach links.



Fig. 105. Ausgleich durch Unterlegen von Brettchen unter das verkürzte linke Bein.

weil meist mit Muskel- sowie Willensschwäche verbunden, besonders leicht zu seitlichen Rückgratsverkrümmungen führen, ist oben bereits angeführt.

Die Ursachen der „habituellen oder Schulscholiose“ beruhen einerseits auf Körper-<sup>Ursachen der</sup>schwäche und geringer Widerstandskraft des Skeletts — so daß man mit Recht <sup>Skoliose in</sup>geradezu auch von einer „konstitutionellen“ Skoliose sprechen könnte, andererseits auf <sup>der Schule.</sup>gewohnheitsmäßiger fehlerhafter Körperhaltung.

Was das erstere betrifft, so kann ich seit einer Reihe von Jahren aus den Listen der Kinder mit Rückgratsverkrümmungen feststellen, daß deren gesamtter Gesundheitszustand in der weit überwiegenden Mehrzahl ein schlechter ist und es sich in der Hauptsache um blutarme, skrofulöse und vor allem rachitische Kinder handelt. Ich führe dafür nur die folgende Erhebung aus dem Winter 1911/12 an.

Don 98 Schulkindern (27 Knaben und 71 Mädchen), von denen bei

3	Stoliose dritten Grades,
14	„ zweiten Grades (meist mit Rippenbuckel),
71	„ ersten Grades und nur
10	Asymmetrie des Rückens

vorhanden war, zeigten:

Frühere Rachitis . . . . .	31
Verbildung und Asymmetrie des Brustkorbs . . . . .	11
Störung des Wachstums . . . . .	5
Unterernährung und sehr schwächliche Entwicklung . . . . .	16
Erkrankung der Lungen Spitzen . . . . .	4
Runden Rücken . . . . .	10
Lordose . . . . .	4
Blutarmut . . . . .	53
Mandel- und Drüenschwellung . . . . .	46
Chronischen Katarrh der Schleimhaut und adenoide Wucherung im Nasenrachenraum . . . . .	9
usw.	

Körperliche Minderwertigkeit, Muskelschwäche und geringe Widerstandskraft des Skeletts sind also der Urboden für die Entwicklung von Haltungsfehlern und Verbiegungen des Rückrats.

Dazu kommt nun noch, gewissermaßen als auslösende Ursache für Rückratsverkrümmungen, gewohnheitsmäßig schlechte Körperhaltung im Schulleben sowohl wie bei den häuslichen Arbeiten. Hier ist folgendes aufzuzählen:

Sehlerhafte Haltung

1. Fehlerhafte Schreibhaltung mit Drehung und Seitenbeugung des Kopfes bei überschräger Mittellage oder bei starker Rechtslage des Schreibfestes bewirkt leicht eine Drehung des Oberkörpers, d. h. der Brustwirbelsäule gegen das Becken. Gleichzeitig entsteht dabei leichte Krümmung der Hals- und Gegenkrümmung der Brustwirbelsäule.

2. Noch leichter stellt sich beim Schreiben nicht nur Drehung, sondern auch Verkrümmung der Wirbelsäule ein, wenn beim Schreiben der eine Arm (gewöhnlich der schreibende rechte) höher liegt als der andere. Dabei wird auch noch meist die Rumpflast nur auf das linke Gesäß übertragen, um den rechten Arm freier zu haben.

3. Bei Mädchen wird solche Haltung in ihren Folgen noch dadurch verstärkt, daß beim Sitzen die Röcke nach einer Seite unter Gesäß und Schenkel zusammengeschoben werden (Schießstand des Beckens durch Sitz auf geneigter Sitzfläche).

4. Zu alledem kommt noch als erschwerender Umstand hinzu, daß bei anhaltendem Sitzen die Rückenmuskulatur ermüdet und die Wirbelsäule dadurch nur um so leichter zusammensinkt.

Kurz: schlechtes überlanges Sitzen auf schlechter Schulbank erzeugt — zunächst vorübergehend, schließlich dauernd — bei schwächlichen und fränklichen Kindern die typische Form der seitlichen Rückratsverkrümmung, selbst wenn für die oberflächliche Betrachtung das Kind noch leidlich gerade zu sitzen scheint.

Wird eine solche falsche Schreibhaltung täglich eine Anzahl von Stunden eingenommen, so stellen sich allmählich bestimmte Veränderungen in den Wirbelkörpern und deren Bändern ein. Eine gewisse Weichheit der Knochen, wie sie bei schnellwachsenden und schwächlichen Kindern die Regel ist, begünstigt diese Änderung. Auch die Muskeln längs der Wirbelsäule werden mitbeteiligt. An der konvexen Seite der zunächst nur zeitweiligen Ausbiegung werden sie gedehnt und nehmen, wie

klinische Beobachtungen zeigen, oft an Umfang zu, während sie an der konvaven Seite entspannt bleiben und infolge Nichtgebrauchs zu schrumpfen beginnen. Man hat allerdings auch das Gegenteil beobachtet: nämlich, daß die Muskeln der konvaven Seite sich verkürzen und stark gespannt bleiben, so die Verbiegung unterhaltend.

Jedenfalls ist das Gleichgewicht zwischen den Rückenmuskeln gestört. Da diese Muskeln — um schwächliche Kinder handelt es sich ja in der Regel — ohnehin schlaff sind, so vermögen sie nur im Beginn der entstehenden Verbildung durch ihre Zusammenziehung die Krümmung selbsttätig wieder auszugleichen und die Geradestreckung der Wirbelsäule wiederzugewinnen. Später ermüden sie bald bei dem Versuche; immer wieder sinken die Kinder in die fehlerhafte Haltung zurück und sind sich schließlich deren gar nicht mehr bewußt. Die Verkrümmung ist so eine dauernde geworden.

Neben der geringen Widerstandskraft infolge allgemeiner Kränklichkeit und Hinfälligkeit werden also als verbildende Ursachen gleichzeitig noch wirksam: 1. die einseitige Belastung der Wirbelsäule und 2. die Ermüdung der Rückenmuskeln.

### § 45. Erkennung der seitlichen Rückgratsverkrümmung.

Die Bekämpfung der seitlichen Rückgratsverkrümmung ist um so leichter und aussichtsvoller, in je früherem Zeitpunkte der Erkrankung eingegriffen wird. Dazu ist es nötig, daß die Verbildung möglichst in ihrem ersten Beginn erkannt wird. Lehrer und Turnlehrer oder Lehrerinnen sollten hierfür ein geschärftes und geschultes Auge haben, um imstande zu sein, die Eltern des betreffenden Kindes frühzeitig auf die entstehende Verkrümmung aufmerksam zu machen (Fig. 106, vgl. dazu Fig. 75).

Nachdem der Rücken des Kindes entkleidet ist, muß das Kind eine möglichst genaue Grundhaltung einnehmen, wobei die gestreckten Arme zwanglos, aber symmetrisch herabhängen. Da bei leichter Skoliose das Kind, indem es sich Mühe gibt, möglichst gerade zu stehen, kleine Ungleichheiten durch die Tätigkeit seiner Streckmuskeln verschwinden macht, so soll die Untersuchung langsam erfolgen. Erst nach 1—1½ Minuten wird die erste straffe Spannung der Rumpfmuskeln so weit nachgelassen haben, daß nunmehr die wirklichen Verhältnisse im Gleichgewicht der haltenden und tragenden Kräfte der Wirbelsäule zur Geltung kommen und es sich beurteilen läßt, ob die Symmetrie im Rumpfskelett noch vorhanden oder bereits gestört ist.

Das erste auffällige Zeichen bei Betrachtung des entkleideten Rückens ist gewöhnlich die „hohe Schulter“. Das Schulterblatt derjenigen Seite, nach welcher hin sich die Verbiegung im Brustteil der Wirbelsäule richtet, tritt stärker nach hinten vor. Namentlich stark markieren sich der innere Rand und die Spitze des betreffenden Schulterblattes. Es steht außerdem von der durch die Reihe der Dornfortsätze der Wirbelsäule gehenden Linie (bei sehr mageren Kindern ist diese ohne weiteres sichtbar, andernfalls ist sie durch Überfahren mit der Fingerspitze, welches für einige Minuten eine gerötete Linie auf der Haut zurückläßt, leicht kenntlich zu machen) etwas weiter entfernt als das Schulterblatt der anderen Seite.

Weiterhin treten Ungleichheiten in den Seitenkonturen des Rumpfes auf. Zunächst schon im Kontur der seitlichen Nacken-Schulterlinie. Vor allem aber in der Einbiegung oberhalb der Hüften. Handelt es sich z. B. um eine beginnende Verkrümmung im Brustteil nach rechts (der sich dann später Gegenkrümmung im Lendenteil nach links an-

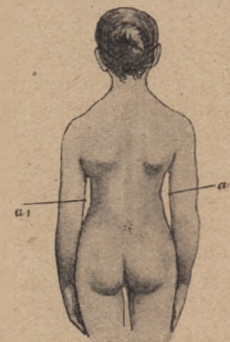


Fig. 106. Beginnende Rückgratsverkrümmung n. rechts. a a<sub>1</sub>, die beiden (ungleichen) Taillendreiecke.

Erste Anzeichen beginnender Rückgratsverkrümmung.

schließt), so vertieft sich die Einbiegung der Flanke oder der Taille auf der rechten Seite, und die rechte Hüfte tritt mehr vor. Am besten lassen sich diese Ungleichheiten erkennen durch genauen Vergleich der beiderseitigen „Taillendreiecke“, d. h. der langen und schmalen freien Räume, die beiderseitig von dem inneren Rand der genau gleichmäßig herabhängenden Arme und dem Seitenrand



Fig. 107 u. 108. Mehr fortgeschrittene Skoliose.

des Rumpfes begrenzt werden. Im gedachten Falle wird das linke Taillendreieck kleiner, flacher und weniger in die Länge gezogen erscheinen als das rechte, bei welchem die angeführte Einbiegung der Taille sich bemerkbar macht.

Geht die Verkrümmung weiter, so verschiebt sich fernerhin der ganze Rumpf gegenüber dem Becken nach rechts, so daß dann der zwanglos herabhängende rechte Arm nicht mehr den Oberschenkel berührt, sondern frei in der Luft pendelt. Das rechte Taillendreieck ist nun nicht mehr geschlossen, sondern nach unten offen; es ist dann aber auch

nicht mehr die rechte, sondern die linke Hüfte, welche vortritt (Fig. 107 u. 108). In diesem Falle ist auch schon eine Ungleichheit der beiden Brusthälften vorhanden, so daß die eine Brustseite schmaler oder anderswie geformt ist als die andere.

Bevor aber die Verbiegung diesen Grad erreichte, war sie auch schon direkt erkennbar, sei es durch bloßen Anblick, sei es durch Abtasten der Reihe der Dornfortsätze. Im ersten Beginn, wo die hohe Schulter und die Ungleichheit der Taillendreiecke die ersten sicheren Zeichen boten, brauchte das noch nicht der Fall zu sein: die Wirbelsäule schien für das Auge oder den tastenden Finger noch gerade zu verlaufen.

#### § 46. Vorbeugende Maßnahmen gegen Haltungsfehler im Schulunterricht.

Zu den vorbeugenden Maßnahmen gegen Haltungsfehler der Schuljugend gehört in allererster Linie die Gesamtkräftigung des Körpers durch richtige Ernährung, geregelte Hautpflege, gute Wohnungsverhältnisse und besonders auch reichliche Bewegung in frischer Luft. Alles, was zur Verbesserung der Wohnungsverhältnisse sowie überhaupt zur sozialen Hebung der Lebensbedingungen in den unteren Volksschichten geschehen kann, kommt der allgemeinen Volksgesundheit zugute und trägt damit auch zur Verminderung der Haltungsfehler und Rückgratsverkrümmungen bei. Hier ist zunächst eine rechte Säuglingspflege wichtig zur Verhütung von Rachitis. Neben der Tuberkulose ist keine Volkskrankheit so unheilvoll wie die Rachitis. Sie schafft uns beim heranwachsenden Geschlecht zahllose Verbildungen des Skeletts — wozu ja auch ein großer Teil der Skoliose zählt — bis hin zu schwerer Verkrüppelung. Wir dürfen da aber nicht vergessen, daß nach einer Zählung vom Oktober 1906 im Deutschen Reich — ohne Baden, Bayern und Hessen — nicht weniger als 75 183 schwerer Verkrüppelte im Schulalter vorhanden waren, was einer Gesamtzahl von etwa 260 000 Krüppeln in Deutsch-

land entspricht. Es muß auf Rachitis ferner zurückgeführt werden mannigfache Ver- bildung des Brustkorbs und damit die Anlage zur leichteren Einnistung von Tuberkulose; es steht Rachitis in ursächlichem Zusammenhang zu bestimmten Formen geistiger Minderwertigkeit usw. Leider sind wir zwar bis aufs kleinste über die Gewebs- veränderungen bei rachitischen Gelenkenden der Knochen unterrichtet, sind aber noch mangelhaft unterrichtet über die Grundursachen dieser Krankheit. Das wissen wir aber, daß natürliche Ernährung der Säuglinge an der Mutterbrust, daß helle luftige und trockene Wohnung, geregelte Hautpflege, möglichst ausgedehnter Aufenthalt in freier Luft zu allen Jahreszeiten und reichlichste Bewegung im Freien für die heranwachsenden Kinder zumeist geeignet sind, um die Zahl der Rachitischen einzuschränken.

Bei den Kindern unserer Hilfsschule, die meist aus traurigen sozialen Verhält- nissen, zum Teil aus verkommenen Familien stammen und oft in Verwahrlosung und Schmutz aufgewachsen sind, konnte ich 1912 nicht weniger als bei 50,2 % der Schüler deutliche Spuren früherer Rachitis feststellen, in einer Volksschule, die sich aus dem ärmsten Viertel der Altstadt rekrutiert, bei 35 %, in der städtischen Realschule 1912 nur 8,1 %, in der Vorschule des städtischen Gymnasiums 8,8 %.

Eben darum bleibt nach Ablauf der Säuglingszeit die Fürsorge für die Jugend vom 2.—6. Lebensjahre noch so ungemein wichtig und bedarf der öffentlichen Förderung. Im Vaterlande Friedrich Froebels sind wir noch weit zurück in der Ein- richtung von Kindergärten, die nach Froebels Erziehungsgrundsätzen geleitet sind und allen hygienischen Anforderungen bezüglich des Aufenthalts der Kinder in frischer Luft und Sonne entsprechen. Wenigstens hat man in recht vielen Städten Kleinkinder- spielfläche für die noch nicht schulpflichtige Jugend eingerichtet, wie denn auch heute kein Plan für Stadterweiterungen und Siedelungen denkbar ist, der nicht auf die Aus- sparung von Flächen für das Bewegungsbedürfnis der spielenden Jugend Bedacht nähme. Der Umstand, daß von der schulpflichtig gewordenen Jugend im Alter von 5½—6½ Jahren allenthalben ein Zehntel etwa als zu schwach sich erweist, um ohne Schädigung der Gesundheit schon auf die Schulbank gesetzt zu werden, führte im Jahre 1906 die Stadt Charlottenburg dazu, die zwar schulpflichtigen, aber noch nicht schulreifen Schwächlinge in besonderen Schulkindergärten zu vereinigen, um sie durch „Luft, Licht und Nahrung zu kräftigen“ und ihnen dort besondere körperliche und geistige Pflege zuteil werden zu lassen. Bei dem gleich darauf auch in Bonn ein- gerichteten Schulkindergarten für schulpflichtige, aber noch nicht schulreife Kinder stellte ich 1911/12 fest, daß die dort vereinigten Kinder hinter den gleichaltrigen eingeschul- ten Volksschülern an durchschnittlicher Körperlänge zurückstanden um 11,5 cm, an Gewicht um etwa 3 kg. 69% der Kinder waren rachitisch, an 50% blutarm. Die Körperpflege, welche ihnen während dieses Kindergartenjahres durch Verabreichung von Milch und Brot, möglichst stetem Aufenthalt in freier Luft, Kinderspiele usw. zuteil wurde, hatte bei der Mehrzahl eine erfreuliche Hebung der allgemeinen Gesundheit und körperlichen Entwicklung zur Folge, was sich namentlich in der durchschnittlichen Gewichtszunahme (um 1,9 kg; die größte beobachtete Gewichtszunahme betrug 5 kg) sowie einer durch- schnittlichen Längenzunahme von 6,3 cm (die größte festgestellte war 16 cm) ausdrückte.

Zu diesen vorbeugenden Maßnahmen, deren Wichtigkeit nicht genug betont werden kann, kommen nun im Schulleben hinzu a) die Verhütung der Ermüdung der Rücken- muskeln durch die Sitzhaltung und Fürsorge für gute Haltung beim Lesen und Schreiben und b) aktive Maßnahmen, d. h. geeignete körperliche Erziehung und Übung. Letztere sollen in einem besonderen Kapitel erörtert werden.

Zur Wahrung einer guten Haltung beim Lesen und Schreiben ist zunächst eine zweckmäßige Gestaltung der Schulbank notwendig.

Die wichtigsten Anforderungen an eine richtig gebaute Schulbank sind:

Kinder-  
gärten.

Schulbank.

1. Der Sitz, d. h. der Abstand des Sitzbrettes vom Boden soll so hoch sein, daß bei senkrecht herabhängendem Unterschenkel der Fuß mit seiner ganzen Sohle auf dem Boden aufruht. Das Sitzbrett soll die Breite von etwa  $\frac{3}{4}$  der Oberschenkellänge haben, ein wenig geneigt und, der natürlichen Wölbung des Gefäßes entsprechend, leicht ausgehöhlt sein.

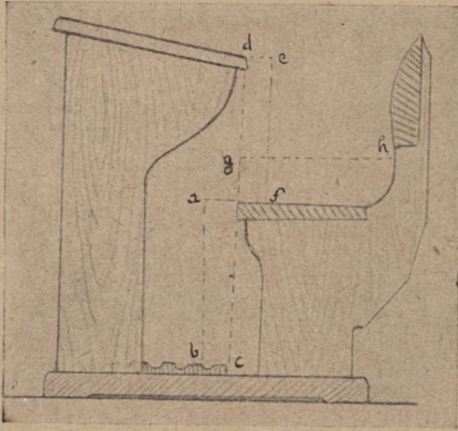
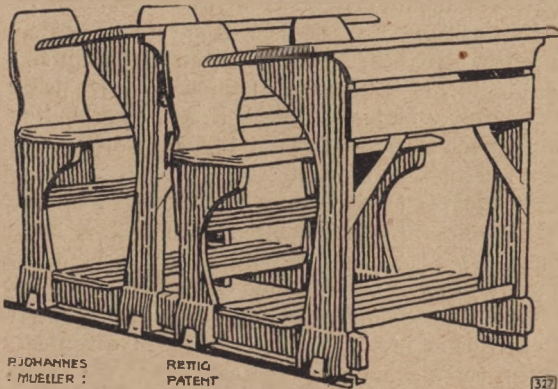


Fig. 109. Maße der Schulbank. ab = Sitzhöhe. ef = Sitzraumhöhe oder Differenz. gh = Sitzraumtiefe. d e c = Distanz.

Fig. 109). Fallen diese, wie in Fig. 109, in wir von einer Null-Distanz. Übertagt haben wir eine Minus-Distanz; besteht zwischen beiden Senkrechten ein Abstand, so bezeichnen wir dies als Plus-Distanz. Die Null- oder selbst eine geringe Plus-Distanz ist am geeignetsten zur Haltung beim Lesen, die Minus-Distanz beim Schreiben. Bänke mit beweglicher Tisch- oder Sitzplatte gestatten eine Umstellung für Lesen und Schreiben, also für Plus- oder Null- oder für Minus-Distanz. Besser als alle solche



P. JOHANNES  
MUELLER :

RETTIG  
PATENT

1327

Fig. 110. Schulbank nach Rettig.

2. Die Sitzlehne soll sowohl der Lendengegend beim Schreiben wie auch der Rückengegend beim Lesen oder einfachen Zuhören Anlehnung gestatten und dementsprechend geformt sein mit Lendenbausch und einer um  $10-15^\circ$  rückwärts geneigten Rückenlehne.

3. Die Tischplatte soll ein wenig geneigt und so breit sein, daß sie beim Schreiben auf den untersten Zeilen einer Heftseite noch die Hand stützt.

4. Bezüglich der gegenseitigen Stellung von Tisch und Sitz unterscheiden wir:

a) die Distanz, d. h. den Abstand, zwischen den Senkrechten der inneren Tisch- und der vorderen Sitzkante (dc eine einzige Linie zusammen, so sprechen die vordere Tischkante die Sitzkante, so zwischen beiden Senkrechten ein Abstand, so bezeichnen wir dies als Plus-Distanz. Die Null- oder selbst eine geringe Plus-Distanz ist am geeignetsten zur Haltung beim Lesen, die Minus-Distanz beim Schreiben. Bänke mit beweglicher Tisch- oder Sitzplatte gestatten eine Umstellung für Lesen und Schreiben, also für Plus- oder Null- oder für Minus-Distanz. Besser als alle solche umstellbaren Bänke bewähren sich jedoch im Schulgebrauch solche mit unbeweglicher, und zwar mit Null-Distanz. Eine solche hat z. B. die vielverbreitete Schulbank nach Rettig (Fig. 110);

b) die Höhe der Tischplatte über dem Sitzbrett: Sitzraumhöhe (ef Fig. 109) oder „Differenz“. Sie soll so beschaffen sein, daß der Schreibende weder die Schultern beim Schreiben zu heben noch den Kopf oder die Arme zu senken braucht. Das ist der Fall, wenn die Höhe der Sitzplatte über dem Sitz der Entfernung des Sitz-

knochens von der Ellbogenspitze bei senkrecht herabhängendem Oberarm entspricht, d. i.  $17\%$  der durchschnittlichen Körperhöhe.

5. Der Lehnenabstand oder die Sitzraumtiefe (gh Fig. 109). Sie soll  $19\%$  der Körperhöhe betragen, d. h. so groß sein, daß beim Schreiben die Kreuzgegend des Schülers noch Stütz findet. —



Für eine gute Schreibhaltung sind nicht minder wichtig als die Gestaltung von Sitzbank und Tisch die Lage des Schreibheftes und vielleicht auch die Richtung der Schrift.

Was die Heflage betrifft, so soll das Schreibheft jedenfalls vor der Körpermitte und nicht rechts seitlich liegen. Bei schräger Schriftrichtung soll auch das Heft entsprechend schräg gerichtet sein, bei Steilschrift dagegen gerade.

Die Steilschrift, bis zum Beginn des 18. Jahrhunderts die allgemeine Schriftart und auch heute noch vereinzelt in Anwendung, hat neuerdings sowohl im Interesse einer guten geraden Schreibhaltung wie namentlich zur Schonung der Augen wieder eifrige Befürworter gefunden. Sie ist demgemäß auch in einer Anzahl von Schulen probeweise zur Einführung gelangt, während z. B. in Nordamerika Steilschrift ausschließlich an den Schulen in Gebrauch ist. — Mir scheinen die Vorzüge der Steilschrift nicht nur hinsichtlich der Klarheit der Schrift, sondern vor allem in bezug auf die Schreibhaltung ganz unbestreitbar, nur das steht ihr entgegen, daß sie wohl nicht so schnell zu schreiben gestattet wie die liegende Schrift, und das fällt in unserem „tintentleckenden Säkulum“ schwer ins Gewicht! —

Steilschrift.

Selbsterständlich ist es Aufgabe des Lehrers und der Lehrerin, auf gute Haltung der Kinder beim Lesen und Schreiben unausgesetzt zu achten, nur muß man sich dessen bewußt sein, daß gegenüber ermüdeten Rückenmuskeln bei schwächlichen Kindern die ewige Ermahnung zum Geradesitzen nichts helfen kann.

Denn auch die allerbeste Schulbank taugt nichts, wenn die Kinder zu lange hintereinander darin sitzen müssen.

Wo der Franzose das Wort „leçon“, der Engländer „lesson“ gebraucht — haben wir leider nur unser Wort „Stunde“, und die Stunde hat nun einmal 60 Minuten. Die geistige und körperliche Abspannung nicht nur der Schwächlinge unter unseren Schülern, sondern auch der Mittelkräftigen hat ganz unabwendbar dazu geführt, die Schulstunde abzukürzen zur „Kurzstunde“ von 50 oder 45 Minuten und jeder Schulstunde eine Pause von 10–15 Minuten folgen zu lassen, die zum Tummeln auf dem Spielhof und damit zur Entspannung der Rückenmuskeln auszunutzen ist. Auf die Vorzüge, welche das für die Atmungs- und Kreislauforgane bei jedem Kinde — und für die Auslüftung der Schulzimmer hat, will ich hier nicht weiter eingehen.

Kurzstunde.

Ebenso wichtig ist es für die Schonung und Entspannung wie auch geeignete Übung der beim Lesen und Schreiben anhaltend zur Aufrechterhaltung des Körpers angespannten Rückenmuskeln, wenn zeitweilig die Sitzhaltung unterbrochen wird durch gerades Aufrichten und Anstellung einiger Freiübungen — Arm- und Rumpfbewegungen. Es ist dabei für Zufuhr frischer Luft zu sorgen. Dagegen ist die Übernahme eigentlicher Atemübungen in verdorbener Schulluft zu verwerfen. Solche gehören ins Freie und bei schlechter Witterung allenfalls in einen gut durchlüfteten Vorflur.

Übungen in und zwischen den Schulstunden.

Unter die vorbeugenden Maßregeln gehört endlich auch die Verhinderung einseitiger Belastung auf dem Schulwege durch das Tragen schwerer Schultaschen — ganz unglaublich schwere Schulmappen schleppen oft die Mädchen höherer Mädchenschulen, namentlich wenn den Schulstunden auch noch Musikstunden unmittelbar folgen — und in Riemen geschnallter Stöße von Büchern. Hier ist unbedingt der Gebrauch von Rückentornistern zu fordern.

Belastung durch Schultasche.

## § 47. Vorbeugende Maßnahmen gegen Haltungsfehler durch die körperliche Erziehung auf der Schule.

Ebenso wichtig als die Verhütung direkter Schädigung durch das Schulleben ist alles das, was zur Erhöhung der Widerstandskraft des Körpers gegen jene schädigenden Einflüsse und zur Erlangung einer schönen Körperhaltung zu geschehen hat.

Allgemeine  
Kräftigung  
des Körpers.

Grundlegend ist zunächst alles das, was den Körper im ganzen und in allen seinen Tätigkeiten zu kräftigen geeignet ist: also vor allem eine ausreichende Ernährung. Die Zugahme der sozialen Einrichtungen, welche von der Schule aus für ärmere und besonders für schwächliche Kinder getroffen werden, wie: Verabreichung von Milch und Frühstück in der Schule; Ferienkolonien und Spielfelder; Wald- und Freiluftschulen; Solbäder und Seehospize usw., wird sicherlich, wie die Zahl der Kränklichen, so auch die der Kinder mit schwereren Haltungsfehlern vermindern.

Spiele.

Zur allgemeinen Kräftigung des Körpers und Erhöhung seiner Widerstandskraft gehört aber auch reichliche Bewegung in frischer Luft. Die geeignetste Form dafür sind die Jugendspiele, und zwar schon in den allerersten Schuljahren; denn gerade auf das zarte Alter vom 6.—9. Lebensjahre machen sich die schädigenden Einflüsse der Siharbeit in der Schulbank am allermeisten geltend. Die Wichtigkeit der Spiele neben dem eigentlichen Schulturnen macht deren Einfügung in den Schulplan in Form von verbindlichen Spielnachmittagen zu einer Erziehungsnotwendigkeit.

Eislauf und  
Schwimmen.

Die Spiele werden in bezug auf die Kräftigung namentlich auch der Rückenmuskulatur auf das wirksamste ergänzt durch den Eislauf, welcher eine der vorzüglichsten Gleichgewichtsübungen darstellt, wie bereits erwähnt ward, sowie insbesondere durch das Schwimmen. Die Streckhaltung des Rumpfes und das Zurückbiegen des Kopfes beim Brustschwimmen gestattet dieses Schwimmen zu einer der wirksamsten Übungen für die Erstarfung der Streckmuskeln des Rückens und damit für die Erzielung schöner Körperhaltung. Es ist darum besonders wertvoll, daß sich der Schwimmunterricht an unseren Knaben- wie Mädchenschulen immer mehr einbürgert.

Turnen.

Was nun die Pflege der Haltungsgymnastik im Schulturnen anlangt, so ist zunächst eine moralische Einwirkung auf die Turnenden notwendig. Es muß dem Kinde eine Freude an straffem Wesen eingepflanzt werden; es muß ihm in Fleisch und Blut übergehen, daß nur eine gerade aufrechte Haltung, mit erhobenem Haupte, so daß man frei in die Welt und getrost einem jeden Mitmenschen ins Auge blicken kann, schicklich und schön ist. Der Schüler muß lernen, nach dieser Richtung hin stets auf sich zu achten, sich immerfort zusammenzunehmen und stolz dazustehen als ein echter rechter Junge oder ein tüchtiges, sich seiner Ehre bewußtes Mädchen.

Gang-  
erziehung.

Im einzelnen ist zunächst wichtig eine sorgfältige und schöne Haltung im Stehen wie im Gehen. Hier kommt es vor allem darauf an, das natürliche Gehen turnerisch zu vervollkommen und so veredelnd auf den Alltagsgang einzuwirken. Die Pflege der Kunstschritarten hat daneben nur insoweit einen größeren Wert, als dadurch der natürliche Gang wirksam beeinflusst wird. Dies ist z. B. der Fall beim sogenannten militärischen Straffgang, mit leichtem Aufsetzen — nicht Aufschlagen, wie man so häufig sieht! — der ganzen Fußsohle gleichzeitig. Ferner bei dem vorbereitenden sogenannten langsamen Schritt, den wir bereits als treffliche Gleichgewichtsübung kennen lernten, und endlich auch beim Gang auf den Fußspitzen, dem sogenannten Zehengang. Diese Gangübungen sind weiterhin zu verbinden mit geeigneten Armbewegungen und Stabgriffen. Sie lassen sich ferner noch verbinden mit tiefem Aus- und Einatmen, so daß z. B. auf je vier Schritte eine tiefe Einatmung erfolgt mit gleichzeitigem Armheben, dann auf weitere vier Schritte eine Ausatmung mit Armsenken usw. Die Zahl der auf jeden Akt der Atmung entfallenden Schritte kann später auf sechs, ja auf acht gesteigert werden. Natürlich gehört eine solche Übung nur ins Freie!

Übungen der  
Rückenmus-  
keln.

Der Anführung derjenigen Übungsarten, welche grundlegende Bedeutung haben für die Kräftigung der Rückenmuskulatur und damit die Erlangung einer stetig bewahrten schönen Körperhaltung, seien einige Andeutungen über die hauptsächlich hier in Betracht kommenden Muskelgruppen vorausgeschickt.

Die Muskeln der Wirbelsäule, welche die Wirbelsäule gerade strecken und bei stärkerer Zusammenziehung den Kopf und den Rumpf nach rückwärts beugen, laufen die ganze Wirbelsäule entlang vom Kreuzbein bis hinauf zum Hinterhaupt.

In senkrechter Richtung zu diesen Rückenstreckern sind wirksam eine Reihe von Rückenmuskeln — sie seien hier kurz als die queren bezeichnet —, welche die Schultern und damit die an ihnen hängenden Arme nach hinten ziehen, so daß die Brust freigewölbt vortritt (Fig. 111 u. 112).

Diese beiden großen Gruppen müssen also zusammenwirken, wenn schöne Körperhaltung erreicht werden soll.

Im entgegengesetzten Sinne zu den Rückenstreckern sind tätig die Beugemuskeln des Kopfes und des Rumpfes, von welcher letzteren insbesondere die Bauchmuskeln genannt seien; im entgegengesetzten Sinne zu den queren Rückenmuskeln sind wirksam die an der Vorderseite der Brust belegenen Brustmuskeln, welche die Schultern nach vorn ziehen.

Hierzu kommt nun noch der Umstand, daß alle mit den Armen im Alltagsleben geleistete Arbeit, daß speziell bei der Schuljugend die Schreibhaltung usw. in der Hauptsache immer die Richtung nach vorn hat, die Schultern nach vorwärts zieht, Kopf und oberen Teil der Wirbelsäule vornüber beugt. Verstärkt wird diese Haltungsrichtung noch durch das Schwerkraft der nach vorn pendelnden Arme.

Aus alledem geht hervor, daß diejenigen Zugkräfte, welche eine schlechte Körperhaltung begünstigen, an sich stärker sind als die, welche die Wirbelsäule gerade strecken und die Schultern zurück führen. Um das Gleichgewicht zwischen diesen entgegengesetzt wirkenden Muskeln und Zugkräften herzustellen, macht es sich daher notwendig, die Gruppen der langen und queren Rückenmuskeln vor allem von der ersten Jugend an zu kräftigen. Ihre besondere Übung macht einen wesentlichen Teil jeder Haltungsgymnastik aus.

Sollen diese Übungen recht wirksam sein, so ist der physiologischen Aufgabe der Muskeln des Rumpfes gegenüber der der Muskeln der Gliedmaßen Rechnung zu tragen. Erstere dienen der dauernden Gleichgewichtserhaltung, letztere mehr der kurzen schnellkräftigen Fortbewegung. Daher sind die Übungen des Rumpfes langsam und zügig auszuführen, mit längerer oder kürzerer Halte auf dem Höhepunkt der Bewegung. Die Bewegungen sollen ferner, wo es möglich ist, aus dem Zustand der größten Dehnung der zu übenden Muskeln zu dem der stärksten Zusammenziehung führen. Für die Bewegung im oberen Teil der Wirbelsäule ist endlich die richtige Zugfesselung tiefer Ein- und Ausatmung zu den Bewegungen durchaus wesentlich. Ein gleiches gilt bezüglich der mit in Tätigkeit tretenden Bauchmuskeln. Hier ist die Regel aufzustellen: daß Aufrichten und Rückwärtsstrecken des Rumpfes stets mit einer Einatmungsbewegung, Beugen und Abwärtslenken des Rumpfes mit einer Ausatmungsbewegung zu verbinden ist. Ruhige und tiefe Atembewegung gibt auch das Zeitmaß der Übung, indem wir am besten 4—5 Sekunden für je eine Ein- oder eine Ausatmung rechnen.

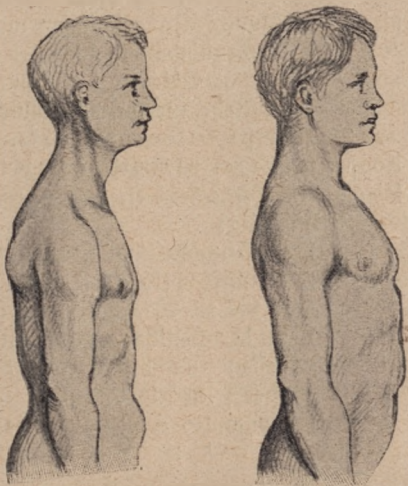


Fig. 111 und 112. Vorhängen der Schultern bei Muskelschwäche und flacher Brust (Fig. 111); Zurücknehmen der Schultern und Vorwölben der Brust (Fig. 112).

Es seien folgende Hauptübungen hier angeführt:

1. Aufrichten und Strecken des Rumpfes nach tiefem Rückenbeugen.

Verlauf:

- kurze tiefe Einatmung in aufrechtem Stand (Grundstellung);
- langames tiefes Rumpfbeugen (in den Gelenken der Wirbelsäule wie im Hüftgelenk); bei abwärts gestreckten Armen so, daß die Fingerspitzen wenn möglich die Erde berühren. Dazu beständiges langames Ausatmen (5 Sekunden);
- langames Strecken der Wirbelsäule, vom Kopfe beginnend, unter gleichzeitigem tiefen Einatmen (5 Sekunden) (s. o. Fig. 55).

Soll an diese Übung noch — was zweckmäßig ist — Rückwärts- oder auch Spannbeugen des Rumpfes angeschlossen werden, so folgt:

- in Grundstellung schnelles tiefes Ausatmen;
- Rückwärtsbiegen des Rumpfes mit tiefer Einatmung (5 Sekunden), dann Rückkehr zur Grundstellung.

2. Rumpfsenken vorwärts. Die Wirbelsäule bleibt dabei schön gestreckt, der Kopf etwas nach rückwärts gebogen. Der gestreckte Rumpf bewegt sich als Ganzes lediglich im Hüftgelenk (s. o. Fig. 56 u. 57).

Ausführung:

- in Grundstellung kurze tiefe Einatmung;
- Rumpf vorwärts beugen bis zum Winkel von  $45-50^{\circ}$  zur Senkrechten, ja bis zu  $90^{\circ}$ , unter langsamem Ausatmen (3-4 Sekunden);
- in der Senkhalte des Rumpfes verharren, etwa 3-4 Sekunden; währenddessen Ausführung einer Armbewegung, wie: Armbeugen und -stoßen vor- oder seitwärts u. dgl.;
- langames Wiederaufrichten mit tiefer Einatmung (3-4 Sekunden).

Dem kann folgen, entweder im gleichen Zuge mit Vollendung der tiefen Einatmungsbewegung oder nach Unterbrechung in der Grundstellung mit schnellem Ausatmen:

- Rückwärtsbeugen des Rumpfes mit Einatmung,
- Wiederaufrichten zur Grundstellung mit Ausatmen.

Es ist genau darauf zu achten, daß bei dieser Übung der Rücken stetig eine gerade, nur in der Gegend der unteren Brust- und oberen Lendenwirbelsäule leicht ausgehöhlte Linie bildet.

3. Rückwärtsbiegen des Rumpfes in der Form der Spannbeuge (Fig. 113). Bei dieser wichtigen Übung steht der Übende im Abstand von einer Fußlänge (bei Anfängern, später wird der Abstand auf 2-3 und selbst mehr Fußlängen gesteigert) vor der Wand oder einem Gerät, wie Sprossenwand (Ribbistol) oder senkrechter Leiter und beugt unter tiefer Einatmung den oberen Teil der Wirbelsäule langsam nach rückwärts, welcher Bewegung die Arme, den Kopf in der Ohr-



Fig. 113. Spannbeugen mit Heben in den Senkenstand.

Aufrichten  
und Strecken  
des Rumpfes  
nach tiefem  
Rücken-  
beugen.

Rumpfsenken  
vorwärts.

Spann-  
beugen.

gegend zwischen sich fassend, unverrückt folgen. Das Rückwärtsbiegen wird so lange fortgesetzt, bis die Hände Stütz an der Wand oder am Gerät finden, im letzteren Falle die Sprosse des Ribbstols z. B. umfassend. Dies ist notwendig, weil bei richtiger Ausführung der Spannbeuge die Schwerlinie des Körpers nach hinten und schließlich hinter die Ferse geht, so daß der Körper ohne diese Stützung der Arme nach hinten fallen würde. Die Beine müssen gestreckt und vollkommen senkrecht stehen; das Becken darf nicht vorgeschoben sein; die Bauchmuskeln müssen straff gespannt sein, um jede lordotische Einbiegung der Lendenwirbelsäule zu verhindern. Hierdurch unterscheidet sich die Spannbeuge wesentlich von dem einfachen Rückbiegen des Rumpfes ohne Stütz der Hände: denn hier muß zur Wahrung des festen Standes, damit die Schwerlinie in die Fußmitte fällt, das Becken vorgeschoben werden, wobei die Richtung der Beine eine schräge, nach rückwärts gehende wird. Zugleich wird so die Einhöhlung der Lendengegend gesteigert und die Lendenwirbelsäule stärker lordotisch gekrümmt. Man nennt daher diese Übung des einfachen Rückbiegens des Rumpfes „bogenstehende“ Stellung. Sie wird von der spannbeugenden Stellung oder Spannbeuge scharf unterschieden. Sie besitzt nicht den weitreichenden Einfluß auf die haltenden Muskeln der Wirbelsäule, auf die schöne Entfaltung des Brustkorbes und die Kräftigung der Bauchmuskeln, welche die Spannbeuge zu einer der wirksamsten aller Haltungsübungen gestalten. Mit Recht kehrt im schwedischen Schulturnen bei jeder Turnstunde die Spannbeuge als Kapitalübung in dieser oder jener Form wieder. — Daß je nach der Turnfertigkeit bei Ausführung der Spannbeuge der Abstand von der Wand oder vom Gerät verschieden groß genommen werden kann, ist bereits erwähnt. Es können der Übung in der erreichten Haltung noch andere Bewegungen zugefügt werden: so besonders Erheben in den Zehenstand, Kopfdrehen, Knieheben rechts und links usw. —

In schwedischen Übungsvorschriften finden wir Spannbeugen bis zu solchem Grade, daß der zurückgebogene Rumpf fast die horizontale erreicht und mit den Beinen einen nach hinten offenen rechten Winkel bildet. Das geht entschieden zu weit, ja die so bewirkte, über das gesunde Maß hinausgehende Dehnung der Bauchmuskeln kann eher als schädlich angesehen werden. Im allgemeinen soll man den Rumpf nicht weiter rückwärts senken als bis zu einem halben rechten Winkel von der Senkrechten ab. Bei jungen Mädchen, deren Wirbelsäule biegsamer ist als die gleichalteriger Jünglinge, kann man allenfalls bis zu 60° gehen.

4. Aus dem aufrechten Sitz auf einer Turnbank mit nach vorwärts gestreckten Beinen — die entweder in der Knöchelgegend von einem zweiten Übenden festzuhalten oder unter die unterste Sprosse eines Ribbstols zu schieben sind, um Rückwärtsfallen zu vermeiden —:

- a) langsame Rumpfsenken nach rückwärts, bis der Körper, d. h. Rumpf und Beine, eine gestreckte Linie bildet (mit Ausatmung, 3–4 Sekunden),
- b) Verharren in der gestreckten Lage mit gleichzeitigen Arm- oder Kopfbewegungen,
- c) langsames Wiederaufrichten (2–3 Sekunden) unter tiefer Einatmung (Fig. 114).



Fig. 114. Senken des Rumpfes rückwärts aus dem Sitz.

5. Aufbiegen des Rumpfes (Fig. 115). Aufbiegen des Rumpfes aus dem Liegen kann, wenn eine Anzahl von Kindern gleichzeitig üben soll, aus dem Liegen quer über eine Bank, oder einfach auf dem Boden (Matte), oder auch am Kopfende einer Bank, so daß der Übende mit den Beinen (die unten festgehalten werden) in der Längsrichtung der Bank liegt, ausgeführt werden. Die Arme können im Hüftstütz sich befinden oder vorgestreckt sein unter Halten eines Stabes, eines Hantels usw.

Aufbiegen des Rumpfes aus dem Liegen.

- a) Aufrichten oder Aufbiegen des Rumpfes bis zur Geradstreckung des Körpers, mit Einatmung (4 Sekunden);
- b) Verharren in der erlangten Streckhaltung, verbunden mit Arm- oder Kopfbewegungen (2—3 Sekunden); dazu Ausatmen, wenn
- c) das Aufbiegen des Rumpfes noch weiter unter Einwirkung der Lendenwirbelsäule mit Einatmung fortgesetzt werden soll (Fig. 115);



Fig. 115. Aufbiegen des Rumpfes aus dem Liegen quer über einer Bank.

- d) langsames Wiedersinken hinab bis zum Auflegen der Hände auf den Boden unter Ausatmung (3—4 Sekunden).

Auch bei dieser Übung sind die Füße des Übenden von einem zweiten Übenden oder durch Unterschieben mit den Fersen unter ein geeignetes festes Gerät (unterste Ribbstolspresse) festzuhalten. Die Übung eignet sich nicht bei schon vorhandener Anlage zu lordotischer Einbiegung im Kreuz. Ein gleiches ist der Fall, wenn das Aufbiegen



Aufbiegen  
des  
Rumpfes  
aus dem  
Sitzen.

Fig. 116. Aufbiegen des Rumpfes aus dem Kniestand (nach Klapp).

- a) langsames Aufrichten oder Aufbiegen des Rumpfes (unter Einatmung natürlich) bis zur horizontalen Stellung des Rumpfes der also mit dem Oberschenkel einen rechten Winkel bildet;
- b) Verharren in dieser Stellung: der Rücken muß eine gerade, nur im unteren Brust- und oberen Lendenteil leicht ausgehöhlte Fläche bilden. — 2—4 Sekunden, je nach dem Grade der Übung, mit Ausatmen;
- c) unter erneuter tiefer Einatmung weiteres Aufrichten des Rumpfes über die Senkrechte hinaus bis zur letzten Rumpfbeugung nach rückwärts;
- d) mit Ausatmen: langsames Senken des Rumpfes zur Ausgangsstellung.

Diese Übung ist sehr schwierig namentlich dann, wenn (b) in der horizontalen Lage des Rumpfes einige Zeit verharren soll. Da die Strecker des Rückens

6. aus dem Knien heraus gemacht werden soll (Fig. 116). Der Kniende hat den Rumpf so weit vornabgebogen, daß die Hände dem Fußboden aufliegen. Es folgt:

in der Hauptsache das ganze Gewicht des Rumpfes zu tragen haben, so ist die Ausführung der Übung erst möglich, wenn die Rückenmuskeln ausreichend kräftig geworden sind. Die Übung ist dann aber hervorragend wirksam.

7. Die Liegestützübungen: vorlings (Fig. 117), rücklings, seitlings. — Bezüglich einer genaueren Beschreibung des Liegestützes ist auf die Turnbücher zu verweisen. Nur das sei nachdrücklich hervorgehoben, daß bei allen Liegestützübungen (ebenso wie beim Liegehang) der Körper ganz gerade gestreckt zu halten ist. Beim Liegestütz vorlings, wo der Körper auf den Handflächen wie den Fußspitzen aufruht, ist durch entsprechende Anspannung der Bauchmuskeln das EinSinken des Rückens, d. h. die lordotische Einbiegung der Lendengegend peinlichst genau zu vermeiden. —

Beim Liegestütz seitlings, wo der Körper nur auf der rechten oder linken Handfläche sowie dem Außenrand des gleichseitigen Fußes aufruht, muß eine durch die beiden Schultergelenke gedachte Achse genau senkrecht zur Wirbelsäule stehen, und letztere muß eine gerade Linie bilden, darf also nicht etwa bogenförmig einSinken.

Die Liegestützübungen, richtig ausgeführt, beanspruchen also äußerste Anspannung der geraden wie der schrägen Bauchmuskeln und kräftigen diese Muskeln in unvergleichlicher Weise. — Ähnlich wirksam, aber meist leichter ausführbar sind

8. die Übungen im Liegehang an den Reckstangen, an den Schaukelringen oder Barrenholmen, vorlings oder rücklings.

9. Die langen Strecker des Rückens werden auch durch das Rumpfbiegen seitwärts in wirksamer Weise geübt und gekräftigt, und zwar sind es die Strecker auf der rechten Seite der Wirbelsäule, welche beim Rumpfbiegen nach links der Schwere des Rumpfes das Gleichgewicht halten, und umgekehrt (Fig. 118). Bei muskelkräftigen Knaben sieht man bei dieser Übung deutlich die Muskelbäuche der großen Wirbelsäulestrecker auf der der Biegungrichtung entgegengesetzten Seite vorspringen, während sie auf der der Biegung gleichseitigen Seite sichtbar ganz schlaff sind. Diese Übung ist daher sehr gut zur einseitigen Kräftigung der Streckmuskeln zu verwenden. Namentlich auch, wenn der Arm der Seite, nach



Fig. 117. Liegestütz.

Liegestütz.



Fig. 118. Rumpfbiegen nach links. Die Streckmuskeln rechts an der Wirbelsäule treten in der Lendengegend deutlich hervor; links sind sie entspannt (man sieht das sehr deutlich, wenn auch die Übung im übrigen durchaus nicht korrekt ausgeführt ist).

Liegehang.

Rumpfbiegen  
seitwärts.

welcher hin das Rumpfbiegen erfolgt, gegen die seitliche Brustwand angedrückt und die Übung mit starkem Tiefatmen ausgeführt wird.

10. Neben den genannten Hauptübungen, die sich vielfach erweitern lassen, kommen zur Kräftigung der Rumpfmuskulatur noch eine Reihe von Übungen an den Geräten (Ribbonstol, Reck, Schaukelringe usw.) in Betracht. Hervorzuheben sind davon in erster Linie die Übungen im Streckhang, da sie durch den Zug des Körpergewichts in wirksamer Weise die Wirbelsäule gerade richten. —

Der Wert der Gleichgewichtsübungen ist schon oben betont.

## § 48. Bekämpfung des runden Rückens und der Skoliose.

Beim Eintritt in die Schule erweisen sich nicht nur sehr viele unserer Schüler und Schülerinnen als Rückenschwächlinge, sondern es ist auch bei einem nicht geringen Bruchteil die Anlage zur Entwicklung von ausgeprägten Haltungsfehlern und Verbiegungen der Wirbelsäule vorhanden, zu deren Verhütung vorbeugende Maßnahmen notwendig sind. Es ist eine überaus irrige Annahme, als ob mit dem fortschreitenden Wachstum eine im Beginn begriffene Rückgratsverkrümmung oft von selbst wieder verschwände. Im Gegenteil: sie kann nur schlimmer werden. Eben darum ist neben allgemeiner Kräftigung des Körpers die sorgfältige Erziehung zu guter Körperhaltung mit die vornehmste Aufgabe des Schulturnens. Auf die Körperhaltung eingreifend einzuwirken ist aber nur möglich, wenn die wichtigsten dahinzielenden Übungen so häufig vorgenommen werden, daß tatsächlich eine Gewöhnung an richtige schöne Haltung eintritt. Das wird aber allein durch tagtägliche, wenn auch nur kurz dauernde Übung erreicht. Die Einführung des Zehnminuten-Turnens an den Tagen, wo keine volle Turnstunde stattfindet, sollte dieser Forderung genügen. Leider fehlt bei dem Durchschnitt unserer Lehrer und Lehrerinnen das hinreichende Verständnis gerade für solche Übungen. Auch wäre zu wünschen, daß manche unserer Schulärzte sich hiermit wie mit der ganzen Art neuzeitlichen Schulturnens mehr vertraut zeigten.

Wir sahen, daß bei einem nicht geringen Bruchteil unserer Schüler bereits mehr oder weniger erhebliche Verbildung der Wirbelsäule vorhanden ist. Selbst wenn es sich dabei nur um wenig merkliche Asymmetrien handelt, so ist doch niemals vorauszu sehen, ob diese ganz leichten Verbiegungen, wenn man sie ruhig bestehen und den schädlichen Einwirkungen der Sitzarbeit in der Schule, einseitiger Belastung usw. von Tag zu Tag ihren Spielraum läßt, nicht noch zunehmen und sich zu schwereren Rückgratsverkrümmungen entwickeln. Um so dringlicher und notwendiger ist aber die Bekämpfung der Skoliofen im Schulalter, als sie meist auf krankhafter Körperanlage oder doch Körperschwäche beruhen. Das macht einerseits die Zunahme der Verbildung bei Vernachlässigung um so wahrscheinlicher, während andererseits alles, was zur Behebung der Verkrümmung geschieht — und dazu gehört neben den besonderen turnerischen Übungen auch bessere Ernährung und reichliche Bewegung im Freien —, geeignet ist, die bestehenden Schwachzustände bei den Kindern zu heben. Die Bekämpfung der Rückenschwäche sowie der leichten Formen von Rückgratsverbiegung in der Schule stellt mithin unter allen Umständen eine große Wohltat für diese Kinder dar. Die Behandlung der Skoliofen zweiten und dritten Grades gehört allerdings in die Hände des orthopädisch geschulten Arztes, und diese Kinder schiebt man am besten in eine orthopädische Heilanstalt. Für die große Zahl der Kinder mit Skoliose ersten Grades wäre das aber unmöglich und unnötig. Unmöglich schon darum, weil man nicht ein Drittel aller Schulkinder — oft sind es noch mehr! — auf Monate hinaus aus der Schule nehmen und in orthopädische Kliniken schicken kann. Das verträgt die Schule nicht, auch wenn, was nicht der Fall ist, genug Heilanstalten vorhanden wären — und

Bekämpfung  
des runden  
Rückens und  
der Skoliose.



die Kosten sind nicht erschwinglich. Es ist aber unnötig darum, weil tatsächlich die leichteren Skoliofen durch entsprechend geleitete orthopädische Sonderturnstunden in der Schule günstig beeinflusst, entweder gebessert oder doch zum Stillstand gebracht werden. Daß dem so ist, davon habe ich mich durch die Ergebnisse der orthopädischen Turnstunden an den hiesigen Volksschulen nach regelmäßiger Untersuchung der Kinder in den letzten Jahren überzeugen können. Auch andernorts hat man gleich günstige Erfahrungen gemacht. So wird es also für die leichteren Grade von sogenannter Schulskoliose (wie auch von rundem Rücken der Jugend) genügen, besondere orthopädische Turnstunden in der Schule einzurichten. Diese Einrichtung bedarf sowohl zur Auswahl der Kinder, die hier in Betracht kommen, als auch zur Überwachung der Übungen und der Erfolge der Mitwirkung geeigneter Ärzte.

Was zunächst die Bekämpfung des runden Rückens angeht, so reichen hier alle die oben beschriebenen Maßnahmen der Haltungsgymnastik aus, vorausgesetzt daß die einschlägigen Übungen genügend oft und unter steter Wiederholung mit unbedingter Sorgfalt und Genauigkeit gemacht werden. Nur so kann tatsächlich Gewöhnung an gute Haltung erreicht werden.

Runder Rücken.

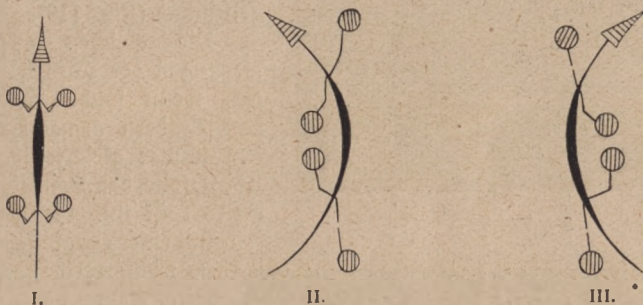


Fig. 119. Schema der seitlichen Biegungen der Wirbelsäule bei einem kriechenden Tiere.

Hervorragenden Wert besitzt hier vor allem die Spannbeuge in den verschiedenen Graden ihrer Ausführung, ferner die Übungen des Aufbiegens des Rumpfes aus der Lage vorlings auf dem Boden, der Bank oder dem Schwebebalken. Ein Gleiches ist der Fall hinsichtlich des Liegehanges vorlings, des Schwimmhanges, des Bogenstands am Ribbstoß, des Bogenhanges an der Leiter. Auch der Marsch wie der langsame Schritt mit Durchstecken eines Stabs durch die Arme, hinter dem Rücken oder mit Halten des Stabs hinter den Schulterblättern ist hier angebracht. Weiterhin sei hier des Brustschwimmens gedacht, welches durch das Rückbiegen des Kopfes gerade der schlechten Haltung bei rundem Rücken wirksam entgegenarbeitet. — Zu vermeiden sind aber hier Übungen, welche der Auswölbung der Schultern nach hinten womöglich gar Vorschub leisten. Das ist z. B. der Fall bei allzufrüh begonnenem Barrenturnen im freien Stütz. Der Streckstütz im Barren bedarf zur guten Ausführung eines hohen Grades von Widerstandskraft der queren Rückenmuskeln und sollte vor dem 14.—15. Lebensjahr nur flüchtig einmal eingenommen werden.

Die leichteren Grade der Skoliose werden durch sorgfältigste Haltungsgymnastik derart beeinflusst, d. h. die Streckmuskeln der Wirbelsäule können durch die oben beschriebenen Übungen so geträgt werden, daß tatsächlich die Verbildung keine Fortschritte mehr macht, sondern im Gegenteil oft genug zum Verschwinden gebracht werden kann. Aber es sei nochmals wiederholt: nur peinlich genaue Ausführung und tägliche Vornahme der Übungen sichert solchen Erfolg.

Skoliose.

Kriech-  
übungen.

Um die sich versteifende Wirbelsäule zunächst beweglich zu machen, haben die Orthopäden Prof. Klapp (früher in Bonn, jetzt in Berlin) und Prof. Spitz-Wien besondere Übungen angegeben: nämlich Kriechübungen auf dem Boden auf Händen und Knien. Beobachtet man eine laufende Eidechse (oder eine schleichende Katze), so gewahrt man, daß abwechselnd bei jedem Schritt auf der einen Körperseite die Pfoten weit auseinander, auf der andern nahe beieinander stehen. Dabei macht jedesmal die Wirbelsäule einen starken Bogen mit seiner Konvexität den auseinanderstehenden Pfoten zu. So wird also fortwährend beim Schreiten und Laufen die Wirbelsäule abwechselnd stark nach rechts und dann wieder nach links getrümmt (Fig. 119).



Fig. 120.

Die gleichen ausgiebigen Bewegungen der Wirbelsäule treten auch ein, wenn solche Kriechbewegungen von Kindern gemacht werden derart, daß immer gleichzeitig auf der einen Körperseite das Bein stark nach hinten gestreckt ist und der gleichzeitige Arm mit einer ausgreifenden Bewegung möglichst weit nach vorn gesetzt wird, während auf der Gegenseite das Knie des stark gebeugten Beines fast bis zur Brust herangezogen ist und gleichzeitig die Hand des im Ellbogengelenk gebeugten Armes kurz vor dem Knie aufgesetzt wird (Fig. 120 u. 121).



Fig. 121.

Kriechübungen nach Klapp. — Nach Photographien von Srl. G. Schulz, orthopäd. Turnlehrerin.

Die Kinder lernen diese Kriechbewegungen um so schneller, je jünger sie sind: das Kriechen am Boden ist ihnen noch eine, man möchte fast sagen, natürliche Bewegung; denn sie ging als Fortbewegungsart der Erlernung des aufrechten Ganges voraus. Beim mehr Erwachsenen will die Übung des Kriechens dagegen erst mühsam erlernt sein. Bei der Ausführung im Turnsaal kriechen die Übenden in einer Reihe hinter-

einander im Umkreis des Raums (selbstverständlich ist der Fußboden vorher sorgfältigst zu reinigen). Nach einer gewissen Dauer der Bewegung folgt ein Ausruhen im Liegen, wobei der Oberkörper mit den unter der Brust verstränkten Armen aufgestützt ist. Bei

diesem Liegen sieht man die Verbiegung der Wirbelsäule so gut wie vollständig verstreichen — wenigstens in leichteren Graden der Stoliose.

Nun lassen sich die Kriechübungen aber auch so gestalten, daß die Bewegung in ausgiebiger Weise immer nur nach einer Seite hin erfolgt (Fig. 121). Es wird so möglich, die nach einer Seite hin verbogene Wirbelsäule jedesmal stark nach der entgegengesetzten Richtung hin umzukrümmen. Klapp hat so die Kriechübungen, je nachdem dieser oder jener Abschnitt der Wirbelsäule seitlich oder auch mehr kyphotisch oder lordotisch beim Üben umgetrümmt werden soll, in mannigfacher Art ausgestaltet. Die Anwendung des Kriechverfahrens mit derart genauer Rücksichtnahme auf die besondere Art der Verbiegung in jedem einzelnen Falle kann aber nur in der Hand des orthopädisch geschulten Arztes liegen, der die passenden Übungen genau vorschreibt. In die Schule gehört eine derart spezialisierte Gymnastik nicht mehr.

Es ist ein großes Verdienst von Klapp, die aktive Übung der Rückenmuskeln, die er zu einer besonderen Methode ausbildete, wieder voll zu Ehren gebracht zu haben. Dies namentlich gegenüber den vielfachen Stützapparaten und Korsetts, die er mit Recht verwirft. Denn wenn auch das Anlegen eines Korsetts sofort den Fehler beseitigt zu haben schien und die Figur wieder gerade machte: sobald die Stütze abgelegt wurde, war die Verbildung in alter Stärke wieder da. Nicht nur das: durch die Unfähigkeit unter der stützenden Hülle des Korsetts oder des komplizierter gebauten Stützapparates, welcher ja jede Muskelarbeit zur Geradhaltung des Rückens ersetzte und überflüssig machte, schrumpften die Rückenmuskeln und wurden ganz kraftlos. Die Grundursache des Übels wurde also nur noch verschlimmert.

Auf Übungen, welche einseitig nur den rechten oder linken Wirbelsäulestrecker kräftigen sollen, auf die Widerstandsübungen der schwedischen Heilgymnastik u. dgl. einzugehen, ist hier nicht der Ort. Diese besonderen Maßnahmen vorzuschreiben, ist meines Erachtens nicht mehr Sache des Turnlehrers oder der Turnlehrerin, auch wenn die Leiter oder Leiterinnen dieser sogenannten orthopädischen Turnstunden durch besondere Kurse eigens ausgebildet sind. Vielmehr sei ganz allgemein den Turnlehrern und Turnlehrerinnen der Rat erteilt, bei erkannter Rückgratsverkrümmung nicht selbständig deren Verbesserung unter Anwendung der bekannten Übungsvorschriften zu übernehmen, sondern jedenfalls auf vorherige ärztliche Untersuchung und Anweisung zu dringen. Einige glücklich gelungene Heilungen dürfen da nicht täuschen; denn nicht immer sind die Ursachen klar zutage tretend: bisweilen ist die Verkrümmung nur ein Anzeichen schwerer Erkrankung; oft genug bleibt auch bei anscheinend ganz leichten Fällen die turnerische Einwirkung ohne Erfolg. Da gebietet schon die Klugheit, daß man die Verantwortung unter allen Umständen dem Sachmann überläßt.

## Der Brustkorb.

### § 49. Brustbein und Rippen (Fig. 122).

Der Brustkorb wird gebildet aus dem Brustteil der Wirbelsäule, den Rippen und dem Brustbein.

Das Brustbein (sternum) ist ein langer platter Knochen mit sehr dünner Rinde, daher sehr elastisch. Es besteht beim Erwachsenen aus drei miteinander verwachsenen Stücken, die gemäß der Ähnlichkeit des Ganzen mit der Form eines antiken kurzen Schwertes als Handgriff (manubrium), Körper (corpus) oder Klinge und Schwertfortsatz (proc. ensiformis) bezeichnet werden.

Der Handgriff ist am oberen Rand halbmondförmig ausgeschnitten und bildet die untere Begrenzung der Kehlgube; seitlich befinden sich die sattelförmigen Gelenk-

Der Brust-  
korb.

Brustbein.

flächen für die Verbindung mit den Schlüsselbeinen. Am Übergang vom Handgriff zum Körper des Brustbeins befindet sich eine Aufreibung (Winkel des Brustbeins), welche auch beim Lebenden meist deutlich erkennbar ist. Mit den sieben oberen oder wahren Rippen ist das Brustbein durch Knorpel unmittelbar verbunden.

Rippen.

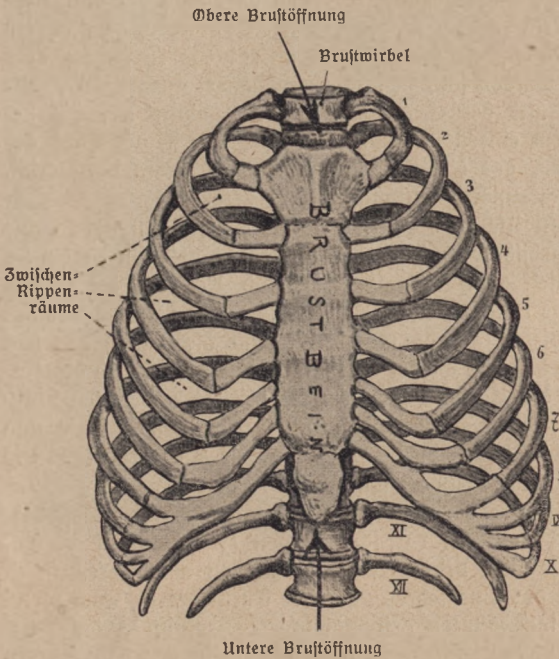


Fig. 122. Der Brustkorb.

Die Rippen (costae) sind zwölf Paar reifenartige Knochen, bogenförmig gekrümmt und sehr elastisch (federnd). Eine einzelne Rippe liegt auf horizontaler Unterlage nicht ganz auf: die Rippen sind keine Kreisabschnitte, sondern Teilstücke einer Spirale; sie zeigen sowohl eine Flächenkrümmung wie ein Sägeisen als auch eine Drehung um ihre eigene Achse (nach der Kante).

Die sieben oberen Rippenpaare heißen wahre Rippen (c. verae) und gehen mit ihren Knorpeln unmittelbar an das Brustbein; von den fünf unteren Paaren oder falschen Rippen (c. spuriae) stehen die drei oberen jede mit dem darüberliegenden Knorpel in Verbindung, während die erste und zwölfte Rippe freienten (freie Rippen, c. fluctantes).

Die Rippen sind ungleich lang. Am längsten sind sie vom sechsten bis neunten Rippenpaar; von da ab nehmen sie nach unten wie oben stetig an Länge ab. Die Krümmung nach der Kante ist bei der ersten Rippe am meisten ausgesprochen.

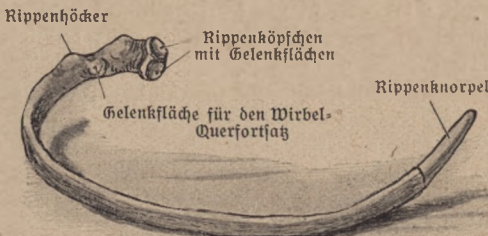


Fig. 123. Eine Rippe.

An jeder Rippe unterscheiden wir: 1. als hinteres Ende das Köpfchen (capitulum) zur Verbindung mit dem Wirbelkörper; das Köpfchen sitzt gegen einem dünneren Teil des Knochens, dem Rippenhals (collum costae); an der Stelle, wo die Rippe sich gegen den Querfortsatz des Wirbels anstößt und durch Bänder an ihm befestigt wird,

befindet sich das Rippenhöckerchen (tuberculum), 2. die Rippenspange (corpus), deren Umbiegungsteil als Winkel (angulus c.) bezeichnet wird; 3. das Knorpelstück (cartilago costalis, Fig. 123).

### § 50. Gelenke des Brustkorbes.

Jede Rippe ist — mit Ausnahme der untersten freien Rippen, nämlich der ersten und zwölften, welche nur an die zugehörigen Brustwirbelkörper anstoßen — mit zwei

wenig beweglichen Gelenken an die Wirbelsäule angeheftet: 1. dem Gelenk zwischen Rippenköpfchen und Wirbelkörper; 2. dem Gelenk zwischen Rippenhöcker und Querfortsatz (s. o. Fig. 53).

Was die Verbindung mit dem Brustbein betrifft, so ist das Knorpelstück der ersten Rippe gewöhnlich mit dem Handgriff des Brustbeins direkt verwachsen; die Knorpelstücke der zweiten bis siebenten Rippe sind durch straffe Gelenke mit dem Brustbein verbunden. Dabei reicht die fünfte Rippe schon an das Ende des Brustbeins, und die direkte Verbindung mit dem Brustbein wird für die fünfte, sechste und siebente Rippe nur dadurch möglich, daß ihre Knorpelstücke sich winklig nach oben umbiegen.

An den Knorpel der siebenten Rippe und weiterhin jedesmal an den Knorpel der darüberliegenden Rippe schließen sich dann die Knorpelstücke der achten bis zehnten Rippe und bilden so verschmolzen die Rippenbögen (apertura thoracis inf.), welche, nach der Körpermitte zu winklig zusammentreten. Die Rippenbögen sind am Kumpf gut fühlbar, bei mageren Körpern auch deutlich sichtbar. Durch das Einsinken der Bauchwand in dem Winkel der Rippenbögen entsteht hier die sogenannte Herz- oder (richtiger) Magenrube (angulus infrasternalis), in deren Tiefe der zungenförmige bewegliche Knorpel des Schwertfortsatzes fühlbar ist.

### § 51. Der Brustkorb als Ganzes.

Der knöcherne Brustkorb stellt sich als ein saß- oder korbartiges Gerüst dar. Die Zwischenräume zwischen den knöchernen Sparen dieses Gerüsts sind durch Muskeln und Häute ausgefüllt, so daß das Ganze als rundum geschlossener „Brustkasten“ die Brusthöhle umschließt. Wir unterscheiden vordere, hintere und seitliche Brustwand. Die hintere Brustwand — im übrigen breit gestaltet, so daß der Mensch, im Gegensatz zu allen Tieren, auf dem Rücken liegend schlafen kann — ist durch die Wirbelkörper scharf eingebogen. Auf dem horizontalen Durchschnitt ist daher die Gestalt der Brusthöhle eine bohnenförmige (Fig. 124).

Wird eine senkrechte Ebene durch die Seitenwände des Brustkorbs, d. h. durch den queren Brustdurchmesser, gelegt, so hat diese die Gestalt eines Trapezes mit konvergen Seitenlinien.

Die Brusthöhle ist oben und unten offen und am Skelett durch die Zwischenrippenräume von außen zugänglich (apertura thoracis sup. und inf.). Legt man durch die obere und die untere Öffnung eine Ebene, so konvergieren sie miteinander. Der Grad der Neigung, namentlich der oberen Öffnung, ist indes je nach Gestalt und Entwicklung der Brust verschieden und hängt vor allem von der Stärke der den Brustkorb haltenden und hebenden Muskeln ab.

Die obere, kleinere Brustöffnung wird umgrenzt vom ersten Brustwirbel, ersten Rippenpaar, Handgriff des Brustbeins.

Die untere, weitere Brustöffnung wird umgrenzt vom letzten Brustwirbel, letzten Rippenpaar, den Knorpeln aller falschen Rippen, dem Knorpelstück der siebenten Rippe und dem Schwertfortsatz des Brustbeins.

Der Brustkorb besitzt eine außerordentliche Elastizität. Eingedrückt, schnell er bei Aufhören des Druckes sofort in seine Lage zurück: eine Eigenschaft, welche mit Erfolg zur künstlichen Atmung (s. d.) benutzt wird. Diese Elastizität ist mit großer Widerstandsfähigkeit verbunden: die Räder eines nicht zu schweren Wagens

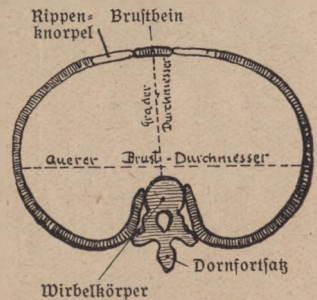


Fig. 124. Schematischer Durchschnitt des Brustkorbs.

Brustkorb  
als Ganzes.

sah man schon über einen kräftigen Brustkasten hinweggehen, ohne daß dieser einbrach. Daher ist auch Athleten möglich, hochgeworfene Kanonentugeln mit dem Brustkorb aufzufangen oder auf einem der Brust aufgesetzten Amboß schmieden zu lassen.

## § 52. Verschiedene Gestaltung der Brust.

Die Form der Brust ist durch die abwechselnde Erweiterung und Verengerung des Brustkorbs bei der Ein- und Ausatmung verschieden, so daß man eine Einatmungs- und eine Ausatmungsstellung unterscheidet.

Bei starker Einatmung werden die Rippen erhoben und der horizontalen Stellung genähert. Diese Stellung bewirkt:

1. eine Vergrößerung des queren Durchmessers der Brusthöhle (Fig. 125);

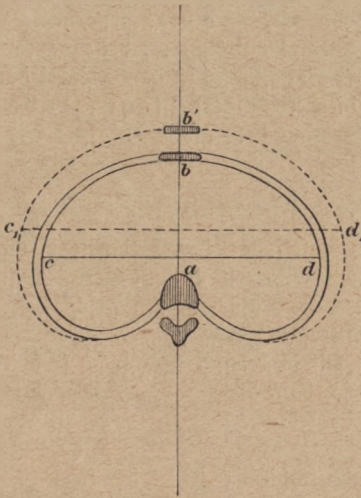


Fig. 125. Erweiterung des Brustkorbs im Querschnitt bei der Atmung. a Wirbelkörper; b Brustbein bei der Aus-, b<sub>1</sub> bei der Einatmung; c d größter Querdurchmesser bei der Aus-, c<sub>1</sub> d<sub>1</sub> bei der Einatmung.



Fig. 126. Brust des Zeus vom pergamenischen Altar.

2. eine Vergrößerung des geraden Durchmessers (Richtung von vorn nach hinten), und zwar deshalb, weil die vorderen am Brustbein befestigten Enden der Rippen tiefer stehen als die hinteren Enden. Es wird also das Brustbein bei der Einatmung gehoben und von der Wirbelsäule entfernt;

3. der senkrechte Durchmesser des Brustraums (Richtung von oben nach unten) wird durch die Bewegung des Zwerchfells vergrößert, wovon noch die Rede sein wird.

Die Vergrößerung des geraden Durchmessers und damit die Erweiterung des Brustraums in der Richtung von vorn nach hinten überwiegt im oberen Teil der Brust (Brustatmen); die Vergrößerung des queren Durchmessers überwiegt im unteren Teil der Brust (Flankenatmen).

Die stärkstmögliche Erhebung der Rippen mit ihren Folgen nennt man also Einatmungsstellung; umgekehrt ist Ausatmungsstellung diejenige, wobei die Rippen wieder gänzlich in ihre Ausgangs- oder Ruhelage zurückgekehrt sind.

Der Form der Einatmungsstellung steht näher die breite, der der Ausatmungsstellung die schmale Brust.

A. Die breite Brust. Eine stark vorspringende, volle und hochgewölbte Brust gilt als Zeichen vollendeter Kraft. Die antiken Bildwerke von Göttern und Heroen

Verschiedene Gestaltung der Brust.

Breite Brust.

zeigen herrliche Bildung des Brustkorbes: die machtvolle Brust des Zeus in dem Fries des pergamenischen Altars macht den Donnerer, der Götter und der Menschen Vater, kennlich, obgleich der Kopf der Figur nicht mehr vorhanden ist (Fig. 126).

Bei solch kraftvoller Brust ist die Breite, im Verhältnis zur Länge besonders ausgesprochen; das Brustbein ist erhaben; die obere Brustöffnung und überhaupt die Rippen sind wenig geneigt, mehr der horizontalen Richtung angenähert; die Rippenbögen gehen in großem stumpfem Winkel auseinander.

B. Die schmale Brust, bei zarten, schwächlichen Gestalten häufiger, ist das Gegenteil der vorigen Form. Die Brust ist länger, aber schmaler; unter den Schlüsselbeinen ist sie abgeplattet; die Seitenwände sind flach und steil; die Brustbeinfläche ist schmal, oft etwas eingesunken; die obere Brustöffnung sowie auch die Rippen sind stark geneigt, herabhängend; die Rippenbögen vereinen sich zu einem rechten, selbst spitzen Winkel. Die Atemfähigkeit braucht dabei nicht vermindert zu sein, im Gegenteil ist die Ausdehnungsmöglichkeit oft recht groß.

C. Die faßförmige Brust. Nicht immer ist die unter A beschriebene breite Brust auch der Ausdruck vollendeter Atemkraft. Im Gegenteil: wenn die Brust immer mehr die Form der Einatmungsstellung einnimmt und dauernd behält, so wird der Unterschied zwischen Ein- und Ausatmung und damit die Atemgröße überhaupt für die Brustatmung (die Zwerchfellatmung oder Bauchatmung bleibt hier außer Betracht) immer geringer. Wer die breite und mächtige Brust eines Athleten, welcher mit zentnerschweren Hanteln nur so spielt, genauer bei Ein- und Ausatmung betrachtet, wird oft gewahren, daß diese weiten Brustwände und

massigen Brustmuskeln vom Atemgang kaum bewegt werden. In der Tat hat uns die Messung mit dem Bandmaß wiederholt gezeigt, daß die Ausdehnungsfähigkeit der Brust bei solchen Kraftmenschen eine recht geringe sein kann. So maß Dr. Engel Reimers in Hamburg bei dem Athleten Luß eine Umfangszunahme der Brust bei tiefster Einatmung von nur 1,75 cm, bei dem verstorbenen Athleten Abs von 2,5 cm, beides weit unter dem Mittelmaß liegende Werte. — Dies starre Stehenbleiben des Brustkorbes auf der Einatmungsstellung, so daß die Atemfähigkeit schwere Beeinträchtigung erfährt, beruht in den meisten Fällen auf einer Erkrankung des Lungengewebes, der Lungenblähung (Emphysem der Lunge). Wir werden später darauf zurückkommen, namentlich auch auf den Zusammenhang, in welchem der physiologische Akt der Anstrengung oder der Pressung, wenn oft wiederholt, mit der Lungenblähung steht.

D. Ist die faßförmige Brust gewissermaßen ein Erstarren des Brustkastens in angestrenzter Einatmungsstellung, so ist umgekehrt der lahme Brustkorb ein Verharren in tiefster Ausatmungsstellung, wobei die Muskulatur der Brust zu schwach ist, um die Rippen zu heben. Während bei der faßförmigen Brust die Einatmung behindert ist, weil die Brust nicht zur Ausatmungsstellung zurückkehrt, sondern in Einatmungsstellung stehenbleibt, ist hier die Atemfähigkeit behindert, weil die Muskelkräfte versagen, um die Brust aus der tiefen Ausatmungsstellung, in der sie sich befindet, zur Einatmungsstellung zu erheben. Beim sogenannten lahmen Brustkorb

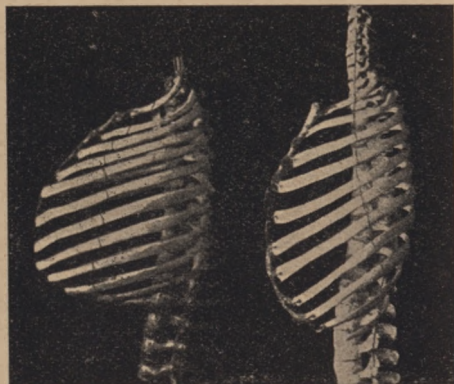


Fig. 127 und 128. Rechts lahmer schmaler und langer Brustkorb; links normaler frei entfalteter Brustkorb. Der la me Brustkorb rechts zeigt breite Zwischenrippenräume. (Aus H. Bluntschli: Die Bedeutung der Leibesübungen für die gesunde Entwicklung der Körper. München 1909.)

Schmale  
Brust.

Faßförmige  
Brust.

Lahmer  
Brustkorb.

(Fig. 128) ist die Brust sehr schmal, flach und platt, auf dem Rücken stehen die Schulterblätter flügelartig ab. Deutlich ausgesprochen und tief sind am Hals die Gruben über dem Schlüsselbein und an der oberen Brust die Gruben unter dem Schlüsselbein. Die Entfernungen zwischen den einzelnen, wie lahm abwärtsabhängenden Rippen sind groß, die Zwischenrippenräume breit; deutlich sind am Brustkorb — da es sich fast durchgängig auch um magere, in der Ernährung zurückgebliebene Personen handelt — die Rippen unter den dünnen verkümmerten Brustmuskeln zu sehen („zu zählen“); die obere Brustöffnung, in welcher die Lungenspitzen liegen, ist durch das Herabhängen der ersten Rippe außergewöhnlich enge.

Es kann auch durch Verbildung des knöchernen Rings der oberen Brustöffnung infolge von Rachitis die Entwicklung der Spitze des einen oder anderen Lungenflügels stark gehemmt und damit der Einnistung von Tuberkulose Voranschub geleistet werden (Fig. 129 u. 130).

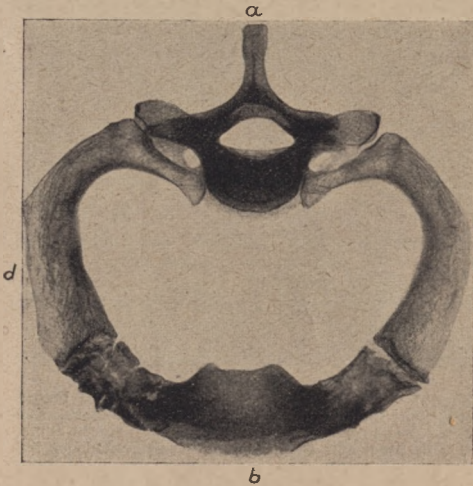


Fig. 129. Orthodiagraphische Aufnahme der oberen Brustöffnung: a erster Brustwirbel; b Brustbein; c und d rechte und linke erste Rippe. — Nach Tafel VI aus Hart und Harras: „Der Thorax phthisicus“.

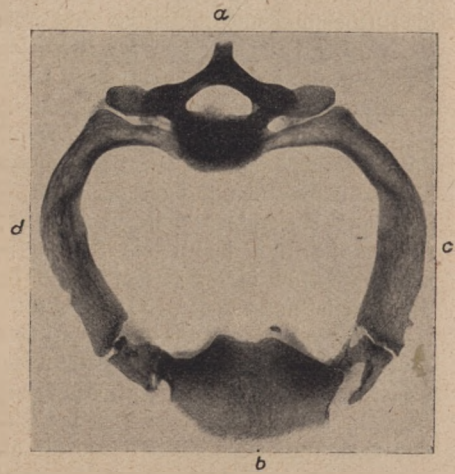


Fig. 130. Rachitische Verschiebung der oberen Brustöffnung (Bezeichnungen wie in Fig. 129), wodurch der Raum für die Entwicklung der rechten Lungenspitze verengt und der Einnistung von Tuberkulose Voranschub geleistet wird. — Hart u. Harras Tafel VIII.

Diese Brustform, besonders häufig bei Leuten, die an Lungenschwindsucht leiden, ist vielfach vergeschwistert mit der schlechten Haltung, welche oben als hoher oder runder Rücken der Jugend beschrieben ist.

Es ist dort auch schon darauf hingewiesen, daß gerade hier ein richtig geleitetes Turnen von besonderem Werte ist, um die Muskelkraft und Energie des Willens zu heben. Weil bei lahmem Brustkorb der Einnistung von Tuberkeln in den Lungenspitzen in besonderem Maße Voranschub geleistet wird, ist dabei eine richtig geleitete Gymnastik der Brust-, Schulter- und Rückenmuskeln, wodurch allein der Brustkorb gehoben und atemtüchtig gemacht werden kann, eines der wirksamsten Hilfsmittel zur Erhaltung von Gesundheit und Leben (s. u. „Atemgymnastik“). —

Anhangsweise seien hier noch zwei besondere Formen von Verbildung des Brustkorbes erwähnt. Diese sind:

E. Die Hühnerbrust. Die Entstehungsursache ist rachitische Knochenkrankung in der Jugend. Bei der Hühnerbrust springt das Brustbein keilförmig vor, während rechts und links davon die ganzen Brustseiten muldenförmig vertieft erscheinen.



F. Die Trichterbrust. Bei dieser ist in der Mitte der vorderen Brustwand bis zur Magenrube hinab eine trichterförmige Einsenkung. Als Ursachen seien rachitische Knochenkrankung und Vererbung genannt.

Trichterbrust.

Während bei der eigentlichen Trichterbrust das Brustbein von der Kehlrube ab bereits eingesenkt erscheint, bewirken Handwerksgewöhnheiten, so z. B. beim Schusterlehrling das Gegenstützen des zu bearbeitenden Stiefels gegen die untere Brustmitte, eine ebenfalls trichterförmige, indes weniger umfangreiche Vertiefung, und zwar durch Umknüpfung oder Einwärtsknüpfung des schwertförmigen Fortsatzes: Schusterbrust oder Töpferbrust.

Schusterbrust.

### § 53. Der Einfluß der Schnürbrust.

Der Gebrauch der Schnürbrust ist zwar ein alter und allgemein eingebürgerter, zeugt aber nichtsdestoweniger nicht nur von einem gänzlich verdorbenen Geschmack, sondern ist auch wegen der Verunstaltung des weiblichen Körpers und wegen der vererblichen Folgen für die Gesundheit geradezu ein Vergehen wider die Natur.

Einfluß der Schnürbrust oder des Korsetts.

In verschiedenen Perioden der menschlichen Kulturentwicklung, namentlich in solcher ungesunden Verfeinerung und Überkünstelung, tritt das Bestreben hervor, zugunsten falscher Schönheitsideale die natürliche Form und das Ebenmaß des wohlentwickelten Körpers in diesem oder jenem Betracht künstlich zu entstellen und zu verunstalten. Schon im Ausgange des Mittelalters — wenn wir absehen von den raffinierten Toilettekünsten des sinkenden Altertums — wurde in der höfischen Gesellschaft, um die Gestalt zierlich und schlank bei breiter Brust erscheinen zu lassen, eine möglichste Einengung der Lendengegend für schön gefunden. Es waren hier nicht nur die Weiber, sondern ebenso die vornehme Männerwelt, Ritter und Höflinge, welche zur Erzeugung einer dünnen Wespentaille die Weichen zwischen Brust und Becken möglichst durch Gürtel und Schnürleib zusammenschürten. Miniaturen und Stiche des 15. Jahrhunderts (Israel van Meckenem, Zasinger u. a.) geben davon genügsam Kunde. Bemerkenswert ist, daß mit dieser Verunstaltung des Oberkörpers die Verunstaltung der Füße durch naturwidriges Schuhwerk Hand in Hand ging: denn dies ist auch das Zeitalter der unmöglich schmalen und langen spitzen Schnabelschuhe.

Surgeschichtlichen Entwicklung der heutigen Frauenbrust.

War diese Mode einer frivolen Gesellschaft dazu angetan, die Brüste hoch und vorzuheben und ebenso in unnatürlicher Weise den Unterleib vorzudrängen und so jene entstellten Frauenleiber zu schaffen, wie wir sie auch noch aus den Bildern von Dürer, Holbein und Lukas Kranach kennen, so erfüllte später das Korsett den entgegengesetzten Zweck: nämlich den Geschlechtscharakter des weiblichen Körpers möglichst und in scheinheiliger Weise dadurch zu verdecken, daß das Wachstum der Brüste verhindert wurde. Diesem Streben verdankten die bretharten geraden Mieder ihr Dasein, die zur Zeit Philipps II. und seiner Nachfolger im Gebrauch waren. Sie treten uns auf den Frauenbildnissen jenes Zeitalters, so z. B. des großen Velasquez, in abscheulicher Weise entgegen. In den Volkstrachten einiger Gegenden am Nordrande der Alpen, in Oberbayern und Tirol, nach Straß auch in Nordfriesland, haben sich diese starren Mieder noch bis heute erhalten: tatsächlich mit dem Erfolg, die Brüste zu verkümmern und die Mütter unfähig zu machen, ihre Kinder selbst zu säugen. Daher ist gerade hier in den bayrischen Alpen die künstliche Ernährung der Säuglinge statt der natürlichen an der Mutterbrust vielfach die Regel — und dadurch herrscht hier auch die größte Kindersterblichkeit von ganz Westeuropa.

Umgekehrt suchte das Korsett des 18. Jahrhunderts, welches in der Blütezeit des Rokoko in unglaublicher Weise den Rumpf einschnürte und verunstaltete, den

vermeintlichen Geschlechtscharakter des weiblichen Rumpfes wieder besonders zu betonen. Es sei nur an die Bilder aus der Glanzzeit Marie Antoinettens erinnert. Zwar räumte das Zeitalter der französischen Revolution auch hiermit auf und gelangte in Nachahmung der antiken Frauentracht schließlich zu der die Schnürbrust gänzlich entbehrenden, lang herabwallenden und dicht unter der Brust gegürteten Gewandung, die zumeist als Empiretracht bezeichnet wird. In Deutschland kennen wir diese vornehmlich aus den Bildnissen der Königin Luise. Wie sehr diese den Frauenkörper weder beengende noch entstellende Tracht bei gutem schlanken Wuchs den Anforderungen der Schönheit entsprach, mag man namentlich an dem bekannten Bild der Mme. Recamier von David bewundern. Weniger vorteilhaft wirkte dieser Kleiderschnitt bei klein gewachsenen und stärker beleibten Frauen. Es sei dies alles deshalb hier angeführt, weil unter den Vorschlägen zur Verbesserung unserer Frauenkleidung auch die Rückkehr zur Frauentracht des napoleonischen Zeitalters vielfach empfohlen worden ist.

Leider kehrte mit der Zeit der Reaktion nach dem Wiener Kongreß auch der unselige Schnürleib zurück. Vergeblich wurde ein solcher bei der bekannten Wartburgfeier am 18. Oktober 1818 zugleich mit einem Korporalstoß verbrannt — er behauptete sich siegreich das ganze 19. Jahrhundert hindurch bis auf unsere Tage.

Da wir für gewöhnlich Mädchen und Frauen nicht anders sehen und kennen als mit zusammengepreschter Rumpfmittle, so daß der Oberleib einen auf die Spitze gestellten Kegel, oben breit, unten schmal zulaufend bildet, und unterhalb der so gebildeten Einziehung die Darmschaufeln oder Hüften stark vorspringen, so haben wir ganz das Augenmaß dafür verloren, welche abscheuliche Entstellung der Frauenleib durch die übliche Tracht erduldet. Durch den Schnürleib wird die obere Brustgegend mit den Brüsten hoch- und vorgezwängt, mit Emporhebung der Schultern und Schlüsselbeine. Die pralle Rundung der Brustgegend durch das Korsett entspricht selbst bei jungen Mädchen einer Größe der Brüste — wie sie nur stillenden Frauen zukommt. Die untere Brustgegend und damit also der untere nachgiebige Teil des Brustkorbs wird zusammengedrückt, der Unterleib in häßlicher Weise stärker hervorgewölbt. Die Umrißlinie des Frauenrumpfes, im Profil gesehen, erhält damit eine nicht nur übermäßige, sondern geradezu naturwidrige Betonung in den Hebungen und Senkungen ihres Verlaufs und wird selbst bei ganz alltäglicher, durchaus nicht auffallender Bekleidungsart zum Zerrbild des Profils, wie es ein ebenmäßig entwickelter schöner Frauenleib zeigt (Fig. 131). Dasselbe ist der Fall hinsichtlich der Seitenlinien des Rumpfes — denn am gesunden, noch unverdorbenen Leibe besteht keine „Taille“, besteht nicht dies starke Ausladen der Hüftknochen, ja in den Weichen zwischen unterer Rippenwand und den Darmschaufeln ist unmittelbar oberhalb der letzteren der Rumpf sogar etwas breiter. Man braucht nur die Korsettform zu vergleichen mit einem unverdorbenen Frauenrumpf, um den Ausruf des Malers Paul Schulze-Naumburg zu begreifen: „Wenn die Betreffende in dieser Kleidung sich plötzlich bewußt würde, was sie mit einer solchen Form ausdrückt, sie müßte doch nicht wissen, in welches Mauselloch sie sich vor Scham verkriechen sollte!“ —

Zählen wir die nachteiligen Folgen der durch das Korsett verursachten Einschnürung auf, so sind die wesentlichsten folgende:

1. Der Brustkorb, der auf dem durch seine Seitenwände gelegten senkrechten Durchschnitt trapezförmig, d. h. nach unten am breitesten ist, wird durch den Druck der Schnürbrust in seinem unteren Teil derart zusammengeschnürt, daß seine breiteste Stelle in die Mitte zu liegen kommt. Die Folge ist, daß die Rippenbögen, statt in rechtem, in sehr spitzem Winkel zusammenlaufen und sich in der Mittellinie fast berühren. Der Brustkorb als Ganzes verlängert sich (Fig. 132).

Entstellung  
der Formen  
des  
Rumpfes.

Verbildung  
des Brust-  
korbs.

2. Dadurch, daß die unteren Brustpartien zusammengepreßt und durch den festen Ring der Schnürbrust unbeweglich gemacht sind, wird das hier ausgespannte Zwerchfell, unser wichtigster Atemmuskel, entspannt und außer Tätigkeit gesetzt. Somit bleiben nur die oberen Lungenpartien noch voll atmefähig: die Atmung, für gewöhnlich in den breiteren unteren Lungenabschnitten vor sich gehend (Bauchatmen), wird infolge des Korsetttragens auf die oberen Lungengegenden beschränkt: wird zum Brustatmen.

Dormiegend  
Brustatmen.

Man hat die vorwiegende Brustatmung der von früh an das Korsett oder den einschnürenden Rockbund gewöhnten Europäerin als etwas dem Weibe von Natur Eigentümliches angesprochen und seine physiologische Notwendigkeit als in der Schwangerschaft, welche durch die Umfangszunahme des Bauchinhalts die Bewegungen des Zwerchfells beeinträchtigte, begründet sehen wollen. Gregor zeigte demgegenüber, daß im Alter von 7—14 Jahren bei verstärkter Atmung umgekehrt die Knaben mehr die Schulter-, die Mädchen mehr die Zwerchfellatmung zur Hilfe heranziehen.

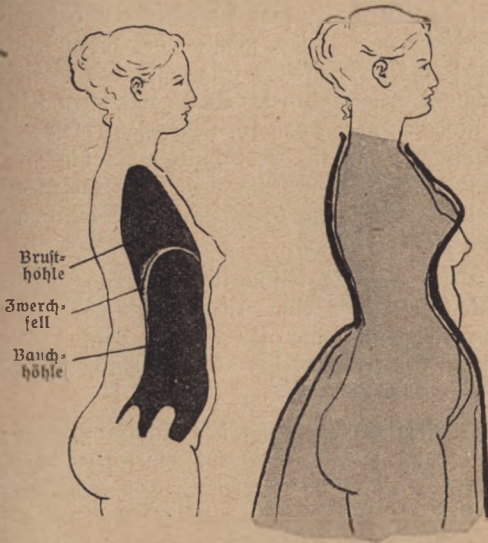


Fig. 131. 1. Weiblicher Körper ohne Korsett. 11. Formveränderung durch das Korsett. Die ursprüngliche Form im Umriss mit eingetragen (nach Dickinson).

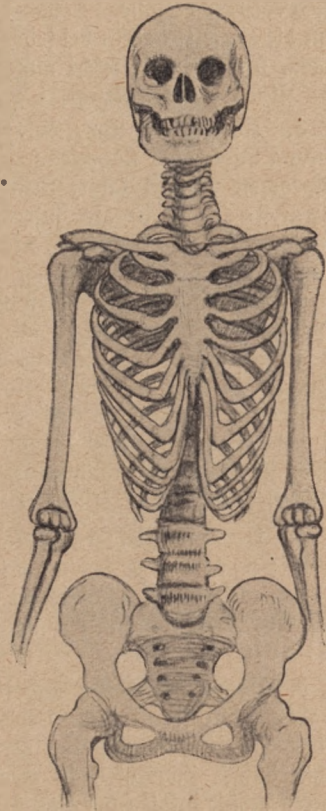


Fig. 132. Durch Schnüren verbildeter Brustkorb eines 20jährigen Mädchens nach einem Präparat von Rübinger (zu vergl. mit Fig. 13).

Prüft man indes die Art der Atmung bei Weibern, welche nie ein Korsett noch einschnürenden Rockbund in der Körpermitte getragen haben, also eine freie, naturgemäße Entwicklung des Rumpfes aufweisen, so stellt sich stets heraus, daß auch solche vorwiegend Bauchatmung zeigen wie beim Manne. Umgekehrt: schnürt man einen Mann in ein Korsett, so stellt sich auch bei ihm vorwiegend Brustatmen ein. Hindert doch schon bei der gewöhnlichen Männerkleidung der feste Hosensack die Atmung, so daß im Laufe eines Tages die Atemmuskeln eine unnütze Mehrarbeit von 177 kgm leisten müssen (A. Sied). Um wieviel mehr wird das beim Tragen eines festen Leibriemens der Fall sein.

Daraus geht also hervor, daß die vorwiegende Brustatmung beim Weibe nur ein Ergebnis der unnatürlichen Einschnürung der Rumpfmittle ist und keine Geschlechtseigentümlichkeit darstellt.

Für gewöhnlich, d. h. bei ruhigem Verhalten, wird beim Manne wie beim ungeschnürten Weibe die Atmung in den unteren Lungenabschnitten erwirkt durch die Zwerchfellatmung, die sich eben in der Atembewegung des Bauches ausdrückt. Sobald aber stärkere Ansprüche an die Lungenatmung gestellt werden und der Atemumfang bis zum Mehrfachen gesteigert werden muß, dann wird auch hier die Brustatmung mit herangezogen. Letztere dient also gewissermaßen zur Reserve für außerordentliche Fälle. Solche Reserve fehlt aber beim festgeschnürten Weibe: daher denn die Korsettträgerin bei jeder größeren Anstrengung, bei schnellem Laufen, Treppensteigen, Tanzen usw. leicht außer Atem gerät und nicht so schnell ein ruhiges, müheloses Atmen wiedererlangt.

3. Aber nicht nur, daß stärkeren außergewöhnlichen Anforderungen an die Atmung infolge der Lahmlegung der unteren Lungenpartien durch das Korsett schwerer entsprochen werden kann: nein, auch die gewöhnliche Atmung bleibt eine ungenügende, da die Zusammenpressung der unteren Hälfte des Brustkorbes das Lungenvolum und damit die Atemfläche verkleinert. Die Folge davon ist: verminderter Gasaustausch bei der Atmung, unzureichende Sauerstoffzufuhr zum Blute und damit Verkümmern der wichtigsten Formbestandteile des Blutes, nämlich der roten Blutkörperchen; mit anderen Worten: Bleichsucht. Zweifellos trägt also das Korsett zur Entstehung von Blutarmut und Bleichsucht wesentlich bei. Nach zahlreichen Feststellungen ist aber fast die Hälfte unserer Mädchen gegen das 16. Lebensjahr blaß und bleichsüchtig. Hat man doch auch die Tatsache, daß in der Schulzeit bis hin zum 20. Lebensjahr die Zahl der an Tuberkulose Gestorbenen beim weiblichen Geschlecht größer ist als beim männlichen, auf die Beeinträchtigung der Atemorgane durch die Frauenkleidung zurückgeführt (Heinrich und Anna Jäger).

4. Der unmittelbare Druck des Korsetts auf die seitlichen Brustwände drückt die Rippenbögen fest gegen die Unterleibsorgane ein. Hier ist es vorab die Leber, welche solch schädlichem Drucke unterliegt und eine oft recht tiefe Einschnürung ihrer Oberfläche, die sogenannte, dem Verlauf des rechten Rippenbogens entsprechende Schnürfurche zeigt.

5. Noch unheilvoller äußert sich aber diese Einschnürung der Rumpfmittle auf die Lage des Magens. Brust- und Bauchraum bilden im Rumpfe einen länglichen, in der Querrichtung ziemlich gleich weiten Hohlraum, der nur durch das verhältnismäßig dünne Zwerchfell in zwei Abschnitte geschieden wird. Dieser Hohlraum als Ganzes erhält infolge der Schnürung in der Mitte eine starke Verengung und damit eine an die Form einer Sanduhr erinnernde Gestalt. Nun liegt aber gerade an der Stelle der Verengung der Magen, und dieser wird, da er nicht genügend Platz in dem engen Ring findet, nach abwärts gedrückt. Normalerweise ist der Schlauch des Magens quer gelagert. Der Einfluß des zusammenschnürenden Korsetts oder fest angezogenen Gürtels zwingt ihn aber immer mehr zu einer senkrecht nach unten gerichteten Stellung, indem der Magenausgang, der Pförtner, nach abwärts sinkt, bis ins Becken hinunter. — Diese Verlagerung des Magens hat sich in zahllosen Fällen feststellen — und bei noch jungen Mädchen durch dauerndes Ablegen des Korsetts auch wieder heilen lassen. Ein Heer von Magenbeschwerden und nervösen Krankheitserscheinungen, träge Verdauung, Frauenkrankheiten u. dgl. sind die Folge dieser Verlagerung der Baueingeweide (Sig. 133 und 134). Es sei übrigens bemerkt, daß auch ohne Korsett die Befestigung der oft zahlreichen und schweren Unterröcke

Verkleinerung der Atemfläche überhaupt.

Bleichsucht.

Schnürfurche der Leber.

Verchiebung des Magens.

an einem die Weichen einschnürenden festen Rockbund (ebenso wie das Tragen eines fest angezogenen Riemens oder Gürtels beim Manne) ähnliche Wirkungen hervorruft.

Gesteigert wird diese Zusammenpressung der Rumpfhöhle in ihrer Mitte bei vornübergebeugtem Sitzen (Fig. 135 u. 136), so bei der Arbeiterin, die feinere Handarbeit fertigt; so bei der armen Näherin, die tagelang an der Nähmaschine sitzt; so

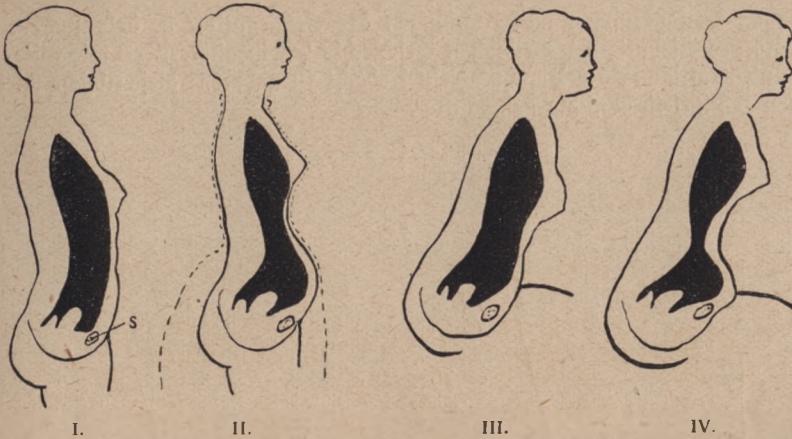


Fig. 135—136. Gestaltung der Leibeshöhle I. im Stehen ohne, II. mit Korsett; III. im Sitzen ohne, IV. mit Korsett. Man sieht bei II. und IV. die Einschnürung der Leibeshöhle in der Magengegend. S = Schambein (nach Dickinson).

bei dem wohlhabenderen Fräulein, das in schlechter Haltung regelmäßig auf dem Rad spazieren fährt. Bei zahlreichen Bewegungen wird die Einschnürung der Weichen ihre unheilvollen Einwirkungen nur noch in stark gesteigertem Maße ausüben: daher auch beim Turnen, Spielen, Rudern, Radfahren usw. das Tragen zusammenpressender Gürtel (schon Jahn eiferte gegen den Gebrauch des „Schmachtriemens“) ebenso zu verbieten ist wie das Korsett für Mädchen.

## § 54. Zur Reform der Frauenkleidung, insbesondere für den Betrieb von Leibesübungen. Reform der Frauenkleidung.

Nun ist es aber mit dem bloßen Verbot des Korsetts nicht getan, insbesondere auch nicht beim Betrieb von Leibesübungen. Junge Mädchen, welche bis dahin stets ein Korsett trugen und dies zum Betrieb von turnerischen Übungen, von Spielen, Radfahren u. dgl. plötzlich ablegen, haben schon nach den ersten Übungsstunden heftige Kreuzschmerzen, oft in solchem Grade, daß ihnen entweder der weitere Betrieb solcher Übung vergrößt wird oder sie schleunigst zur altgewohnten Einschnürung des Körpers zurückkehren.

Fragen wir nach den Ursachen dieser Schmerzen, so kommen wir auf eine weitere Folge des Korsetttragens, die oben noch nicht hinreichend beleuchtet war: nämlich auf die Lahmlegung der Bauch- und Rückenmuskeln durch die Schnürbrust.

Die Bauchmuskeln, deren Fasern sich in verschiedenen Richtungen kreuzen (s. u. § 107), sind stetig belastet durch den Druck der Eingeweide, sind aber ihrerseits bei gesunder Entwicklung imstande, nicht nur diesem Druck entgegenzuwirken, sondern auch umgekehrt unter Umständen einen starken Druck auf den Inhalt der Bauchhöhle auszuüben. Für gewöhnlich gibt eine gesunde Bauchmuskulatur dem Druck der Eingeweide nur so weit nach, daß der Unterleib ganz leise nach vorn vorgewölbt ist. Die Profillinie des Unterleibs bildet daher einen Maßstab für die straffe Entwicklung dieser Muskeln. Es ist namentlich der vom Brustbeinende zur Schamfuge ziehende gerade Lahmlegung der Bauch- und Rückenmuskeln durch das Korsett.

Bauchmuskel (m. rectus abdominis, Fig. 137 gr), welcher durch die Druckwirkung des Korsetts eine Knickung erfährt derart, daß er seiner Wirksamkeit beraubt wird (s. Fig. 138). So leistet denn der lahmegelegte Muskel auch der häßlichen Vorwölbung des Unterleibs, wie wir sie oben als Folge des Korsetttragens kennen gelernt haben, keinen Widerstand mehr. Gerade in dieser Lahmlegung der Bauchmuskulatur müssen wir die Ursache vieler Frauenkrankheiten, wie träge Verdauung, Hängebauch, Verlagerungen und Knickungen der Gebärmutter u. dgl., suchen. Eine richtige Körpererziehung des weiblichen Geschlechts hat in allererster Linie mit auf die Übung und Kräftigung der Bauchmuskeln Bedacht zu nehmen: diese Absicht wird aber durch den Schnürleib zurückgeleitet gemacht.

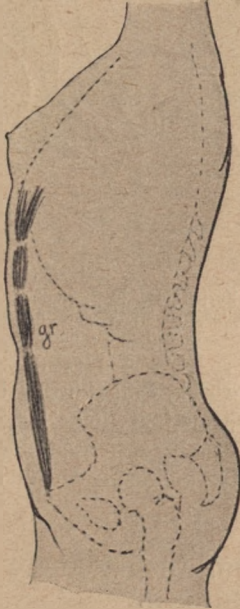


Fig. 137. Normaler Frauenleib.  
gr: gerader Bauchmuskel.

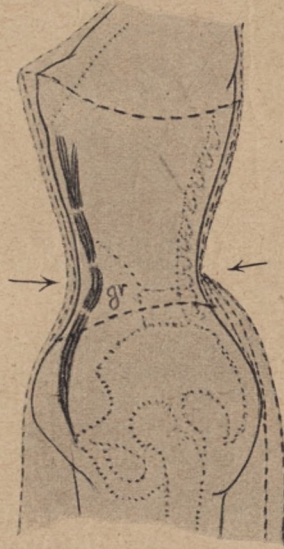


Fig. 138. Einwirkung des Korsetts auf den geraden Bauchmuskel (gr) und die Rückenmuskeln (nach Schulze-Naumburg).

Ähnlich verhält es sich mit den langen Rückenmuskeln, deren Tätigkeit die schöne aufrechte Haltung des Körpers verdankt wird. In zwei Wülsten springen sie in der Lendengegend rechts und links von der Reihe der Dornfortsätze der Lendenwirbelsäule, diese überragend, vor — aber systematisch werden sie geschwächt einerseits durch die unmittelbare Druckwirkung des Korsetts auf die Kreuzgegend, andererseits dadurch, daß ihre haltende Tätigkeit ersetzt wird durch die Stahl- oder Fischbeinlagen des Korsettpanzers. Kein Wunder, daß diese Muskeln schwächlich werden und entarten; daß der Rücken von stark sich schnürenden Frauen durch diese Verkümmern der Muskulatur sein schönes Relief verliert und platt wird; kein Wunder auch, daß der Versuch, den gewohnten Stützapparat der Schnürbrust bei Leibesübungen abzulegen, mit heftigen Schmerzen der schwachen und nun plötzlich im Übermaß angestregten Muskeln bezahlt wird. Daraus geht hervor, daß ein jüngeres Mädchen, welches schon längere Zeit an das Korsett gewöhnt war, beim regelmäßigen Betrieb von Leibesübungen anfänglich nur stundenweise das Korsett

ablegen und durch geeignete Übungen (Rumpfübungen) die Bauch- und namentlich die Rückenmuskeln wieder allmählich kräftigen soll, bevor es endgültig eine naturgemäße Kleidung ohne Schnürbrust trägt.

Wie aber soll eine naturgemäße, den Körper nicht entstellende Kleidung für Frauen und Mädchen beschaffen sein? Die Lösung dieser Frage beschäftigt den einsichtigen Teil unserer Frauenwelt unausgesetzt seit einer Reihe von Jahren. Die Angriffe, welche von hygienischer Seite sowohl wie von künstlerischer — und hier ist vor allem die Schrift von Schulze-Naumburg als eine große erfolgreiche Tat zu nennen! — auf die Sklaverei der Mode erfolgten, die unsere Frauen und Mädchen gedankenlos über sich ergehen ließen, sind nicht ungehört verhallt. In mehr oder weniger radikaler Weise hat man eine Reform der Frauentracht versucht, und wenn auch der Schnürleib noch lange nicht allgemein beseitigt ist und erst eine Minderheit von Frauen und Mädchen es wagt, allein den gesundheitlichen Anforderungen entsprechend sich zu kleiden, so hat doch selbst die bisherige Alleinherrscherin Mode sich schon in manchem Punkte der neuen starken Strömung anbequemen müssen.

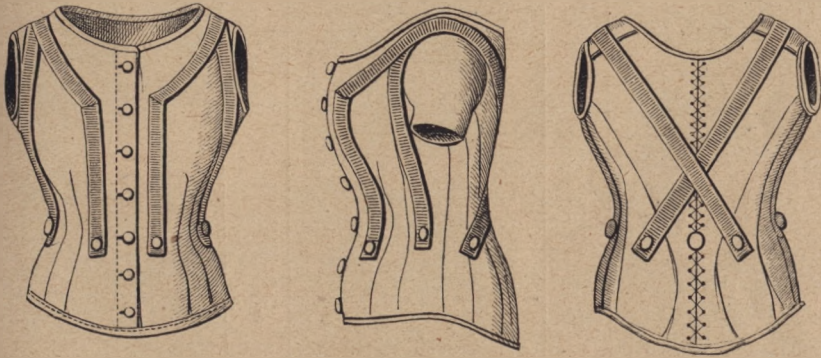


Fig. 139—141. Leibchen als Ersatz für das Korsett nach Meynert.

Es ist hier nicht der Ort, eingehender auf die verschiedenen Vorschläge und die Versuche zu ihrer Verwirklichung einzugehen. Einig ist man darin, daß eine zweckmäßige Frauenkleidung jeden Druck auf irgendeine Körperstelle zu meiden hat. Einig ist man auch darin, das Gewicht der Kleidung und insbesondere das der vielen Unterröcke möglichst zu verringern. Man hat das Korsett zu ersetzen versucht durch ein weiches Nieder oder Leibchen, an welches das Rockbeinkleid angeknüpft wird. So hat Meynert ein Leibchen mit stärkeren angehefteten Bändern angegeben, an welche die Rockhose oder die Röcke angeknüpft werden. Dieses Leibchen scheint mir namentlich für Mädchen im Schulalter sehr geeignet. Die Bänder daran sind so angebracht, daß die Last der Röcke und Beinkleider sich möglichst auf Schultern und Rücken verteilt. Die Frage, ob die Last der Kleidung vorzugsweise auf den Schultergürtel zu übertragen sei oder auch zum Teil — wenn nicht in der Hauptsache — auf die Hüftkämme, ist eine noch viel erörterte. Man hat die stärksten Einwendungen dagegen erhoben, daß wie beim Manne, so auch bei der Frau vorzugsweise der Schultergürtel mit dem Gewicht der Kleidung zu belastet sei, und darin eine bedenkliche Beeinträchtigung der Atmung in den oberen Lungenabschnitten erblicken wollen. Dabei ist denn doch übersehen worden, daß eine zweckmäßige Reformkleidung anstrebt, das Gewicht der Kleidung möglichst zu verringern ohne Beeinträchtigung des Wärmebedürfnisses. Zudem wird bei gesunden Mädchen und Frauen der Schultergürtel von einer kräftigen Muskulatur getragen, der doch auch

fortsetztragende Frauen in der kälteren Jahreszeit oft außerordentlich schwere, wattierte und bestickte Mäntel aufbürden — wenn solche gerade in Mode sind.

Aber schließlich kann ja auch die Rockhose einem breiten runden Bund angeknüpft werden, der auf den Hüften ruht — nur darf er in keiner Weise in der Taille einschneiden. Für die Verringerung der Kleiderlast ist schon viel geschehen durch die Einführung genügend warmhaltender Tuchbeinkleider an Stelle der Unterröcke.

Darüber ist dann ein leichtes Obergewand zu tragen. Hat dieses Beinleid die Form einer kurz unter dem Knie das Bein umschließenden Rumpfhose, wozu eine entsprechende lose Bluse getragen wird, so haben wir damit einen praktischen Turnanzug für Mädchen. Es braucht dann nur außerhalb des Turnplatzes über die Hose ein Rock rundum angeknöpft zu werden. — Die Fig. 142—144 zeigen ein solches Turnkleid für Mädchen, welches von Frau Dr. med. Gallus in Bonn gefertigt ist und wegen seiner Einfachheit



Fig. 142—144. Turnkleid für Mädchen.

und Billigkeit nicht nur, sondern auch darum, weil es nirgendwo einen Druck ausübt und dem jugendlichen Körper freieste Bewegung gestattet, die beste Empfehlung verdient.

Für eine gedeihliche körperliche Erziehung und Entwicklung unserer weiblichen Jugend zur Schönheit, Anmut und Gesundheit ist eine gründliche allgemeine Verbesserung der Frauenkleidung, eine Abkehr von der entstellenden, den Körper verformenden und schwer schädigenden Tracht unseres Zeitalters die wichtigste Vorbedingung. Daher mußte auch dieser Frage hier etwas eingehender gedacht werden.

## Die Knochen und Gelenke der Gliedmaßen.

Die oberen Gliedmaßen zergliedern sich in Schultergerüst, Oberarm, Vorder- oder Unterarm und Hand.

### § 55. Das Schultergerüst (Fig. 145).

Das Schultergerüst oder der Schultergürtel besteht aus dem rechten und linken Schlüsselbein sowie dem rechten und linken Schulterblatt. Der Gürtel ist nach

Knochen und  
Gelenke der  
Gliedmaßen.

Schulter-  
gerüst.



vorn, wo die Schlüsselbeine mit der Handhabe des Brustbeins verbunden sind, geschlossen, nach hinten aber offen, da sich die Schulterblätter nicht berühren. Den oberen Gliedmaßen ist hierdurch eine besondere Beweglichkeit gegenüber den unteren Gliedmaßen eigen; denn der Beckengürtel ist ringsum geschlossen. Insbesondere ist das Schulterblatt einer großen Beweglichkeit fähig, indem es sowohl nach verschiedenen Richtungen verschoben als auch um seine Winkel gedreht zu werden vermag.

Das Schlüsselbein (clavicula), die Grenze zwischen Hals und Brust, bildet die Verbindung der oberen Gliedmaßen mit den Knochen des Rumpfes oder Stammes; es ist der Strebepfeiler des Schultergelenks. Das Schlüsselbein ist ein mäßig S-förmig gekrümmter Röhrenknochen. Das innere dicke oder Brustende stützt sich auf das Brustbein und ist mit diesem, d. h. dem halbmondförmigen Ausschnitt der Handhabe, beiderseits durch eine Art von Sattelgelenk verbunden. Wenigstens entsprechen die

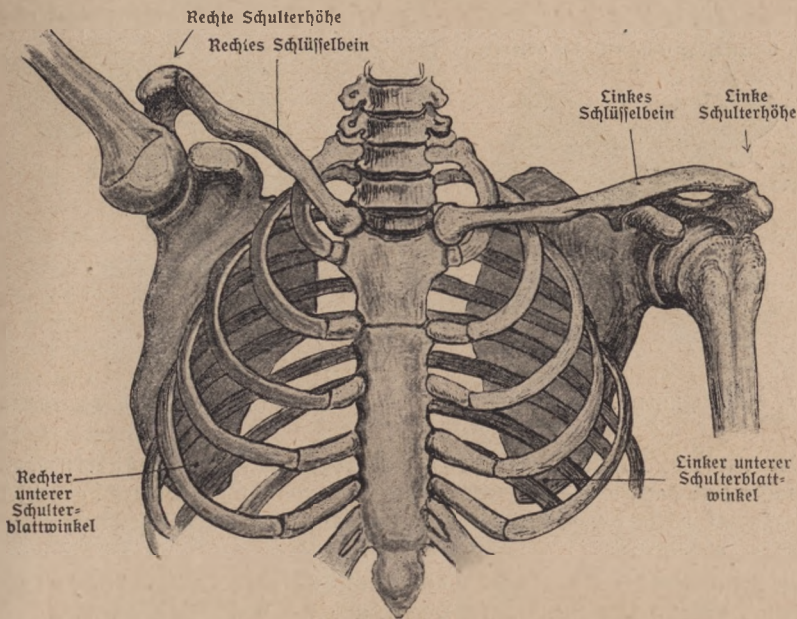
Schlüssel-  
bein.

Fig. 145. Schultergürtel (bei hochgehobenem rechten Arm).

Flächenkrümmungen einem Sattelgelenk. Die Einschubung von Zwischentnorpeln vermehrt aber die Beweglichkeit dieses Gelenks derart, daß das Schlüsselbein in diesem Gelenk eine vollkommene Kegelbewegung ausführen kann. Das äußere oder Schulterende des Schlüsselbeins ist breiter und dünner und verbindet sich mittels eines straffen Gelenks mit der Grätenacke des Schulterblatts zur Schulterhöhe (acromion), welche das Schultergelenk zwischen Oberarm und Schulterblatt überdacht.

Bei Menschen, die viele und starke Muskelarbeit mit den Armen verrichten, verdrückt sich das Brustbeinende sehr und tritt, die Krümmung des Knochens vermehrend, stark vor. Bei zarteren Frauen ist die Biegung weniger ausgesprochen und dadurch der Übergang vom Hals zur Brust sanfter.

Als alleiniger Vermittler der Verbindung zwischen den Knochen des Stammes und denen der oberen Gliedmaßen ist das Schlüsselbein sehr beweglich, weshalb Brüche des Schlüsselbeins nicht so leicht in tadellos genauer Richtung heilen.

Schulter-  
blatt.

Das Schulterblatt (scapula) ist ein flacher, stellenweise sehr dünner dreieckiger Knochen, der wie ein Schild auf dem Brustkorb liegt. Es reicht von der zweiten bis zur achten Rippe. Man unterscheidet am Schulterblatt eine vordere und eine hintere Fläche, drei Ränder, drei Winkel und zwei Fortsätze (Fig. 146 und 147).

Die vordere, dem Brustkorb aufliegende Fläche ist leicht ausgehöhlt zur Unter-  
schulterblattgrube (fossa subscapularis). Die hintere Fläche wird durch ein vorragendes Knochenriff, die Schultergräte (spina scapulae), in zwei Gruben geteilt: die obere, kleinere oder Obergrätengrube und die untere, größere oder Untergrätengrube (fossa supraspinata und infraspinata). Von den drei Rändern ist der innere Rand der längste und scharf, der äußere kürzer und dicker; der obere ist konkav gekrümmt und zeigt am äußeren Ende einen tiefen Einschnitt.

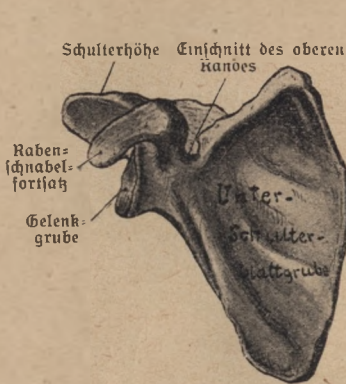


Fig. 146. Schulterblatt. Dorferansicht.

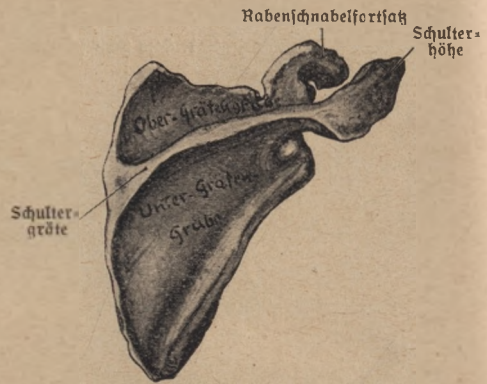


Fig. 147. Schulterblatt. Hinteransicht.

Der untere Schulterblattwinkel ist abgerundet, der obere innere spitzig ausgezogen und der obere äußere aufgetrieben, massiv, mit senkrecht gestellter ovaler Gelenkgrube für das Schultergelenk. Dieser Gelenkteil ist durch eine Furche, den Hals, abgegrenzt.

Die Schultergräte verlängert sich zur Grätenecke oder Schulterhöhe (acromion) mit kleiner Gelenkfläche zur straffen Verbindung mit dem Schlüsselbein.

Zwischen der Gelenkfläche für das Schultergelenk und dem Einschnitt des oberen Randes entspringt ein dicker Fortsatz, der Rabenschnabelfortsatz (processus coracoideus). Er überwölbt das Schultergelenk, kreuzt sich mit dem Schlüsselbein, nach vorn und außen sich gleich einem halbgebogenen Finger krümmend, und ist unter dem Schulterblattende des Schlüsselbeins als harter Knopf fühlbar. Der Rabenschnabelfortsatz ist Ursprungspunkt für wichtige Oberarmmuskeln (kurzer Kopf des zweiköpfigen Arm-muskels und Rabenarmmuskels).

## § 56. Der Oberarm.

Oberarm-  
bein.

Das Oberarmbein (humerus) besteht aus Mittelstück und zwei Endstücken. Das obere Ende der kugelige überknorpelte Gelenkkopf für das Schultergelenk, in seiner Form ein Drittel etwa einer Halbkugel darstellend, heißt der Kopf des Oberarms (caput humeri), einer leichten Einschnürung, dem Hals, aufsitzend (Fig. 148 und 149).

Nach vorn und außen befinden sich unterhalb des Kopfes zwei Höcker: der kleinere nach vorn, der größere nach außen stehend (tuberculum majus und minus); sie setzen sich in zwei rauhe Leisten fort, welche zum Muskelansatz dienen. Zwischen beiden Höckern ist eine Furche (sulcus intertubercularis) für die lange Ursprungssehne des zweiköpfigen Armmuskels (m. biceps brachii).

Das untere Ellbogenende ist flacher und endet in den walzenförmigen Gelenkkopf, welcher in zwei Teile zerfällt:

a) Die Rolle (trochlea humeri), ein querer, tief gefurchter Zylinder, der von dem großen Halbmondausschnitt der Elle im Ellbogengelenk umfaßt wird; darüber eine vordere flache und hintere tiefe Grube: in erstere (fossa coronoidea) greift bei stärkster Neigung im Ellbogengelenk der Kronenfortsatz der Elle ein, in letztere (fossa olecrani) bei stärkster Streckung der Hakenfortsatz der Elle (s. Fig. 22).

b) Das kugelige Köpfchen (capitulum humeri) zur Verbindung mit der Speiche.

Seitlich befinden sich zwei Knorren: ein äußerer kleiner (epicondylus lateralis), die Ursprungsstelle für die Streckmuskeln, ein innerer größerer (epicondylus medialis), die Ursprungsstelle der Beugemuskeln des Unterarms.

Zwischen dem inneren Knorren und der Rolle ist eine Furche (sulcus ulnaris) zur Aufnahme des Ellbogenerven, der also hier sehr oberflächlich liegt und unsanfter, schmerzhafter Berührung durch Stoß u. dgl. leicht zugänglich ist (im Volksmund: „Musikantenknochen“).

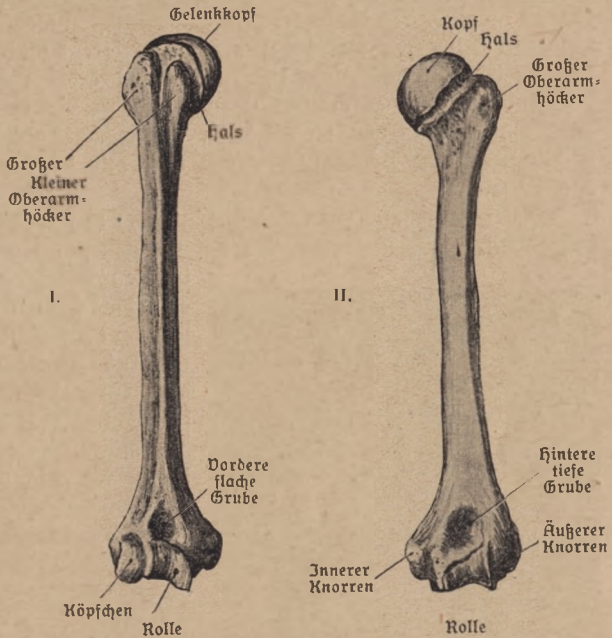


Fig. 148 u. 149. Oberarmknochen. I. Vorder-, II. Hinteransicht.

## § 57. Das Schultergelenk.

Das Schultergelenk ist das beweglichste Gelenk des Körpers, da dem großen runden Oberarmkopf nur eine flache Gelenkgrube am Schulterblatt entspricht und die Gelenkkapsel weit und schlaff ist. Durchbohrt wird letztere von der Sehne des langen Kopfes des zweiköpfigen Armmuskels, welche in der Gelenkhöhle selbst vom oberen Rand der Schultergelenkfläche des Schulterblatts entspringt.

Der Oberarm ist allseitig im Schultergelenk beweglich, nur die Bewegung nach aufwärts ist eine beschränkte, da sie sowohl beim Seitwärts- wie beim Vorwärtshochheben des Arms eine Weiterführung des Arms im Gelenk nicht weiter gestattet als ein wenig über die wagerechte Haltung hinaus (Erhebung von 112° aus dem senkrechten Abwärtshängen). In dieser Stellung stößt der äußere und größere Oberarmhöcker an das Gewölbe der Schulterhöhe an, welches von der Grätenede des

Schultergelenk.

Mechanismus des Hochhebens der Arme.

Schulterblatts und dem Schulterende des Schlüsselbeins gebildet wird. Von da ab vollzieht sich die weitere Hebung des Arms aus der Seithebbalte zur Hochhebbalte nicht mehr im Schultergelenk, sondern im Gelenk zwischen Brustbein und Schlüsselbein, so daß die ganze Schulter sich mithebt. Diese Hebung der Schulter, d. h. der Schulterhöhe, ist so weit möglich, daß die letztere, für gewöhnlich in gleicher Höhe etwa mit dem zweiten Brustwirbel liegend, fast höher als der untere Kinnrand steht. Das entspricht einer Hebung der Schultern um 10 cm. Dabei dreht sich das Schlüsselbein aus seiner gewöhnlichen Lage aufwärts und zugleich rückwärts (s. Fig. 145 links). Das Schulterende markiert sich deutlich bei dieser Bewegung durch eine Einsenkung am Schlüsselbeinursprung des Deltamuskels, der hier mit seinem Muskelfleisch in einem starken Wulst beginnt.

Dieser Bewegung des Schlüsselbeins oder vielmehr der Schulterhöhe folgt nun auch das Schulterblatt, und zwar dreht sich dieses um eine senkrecht durch seinen oberen inneren Winkel gehende Achse in der Weise, daß die Grätenecke nach oben geht und der untere Winkel sich von der Wirbelsäule weit entfernt und nach außen in die Achselhöhle begibt (Fig. 150). Bei Figuren mit möglichst senkrecht hochgehobenem Arm springt deshalb der untere Winkel des Schulterblatts im Seitenkontur des von vorn gesehenen Rumpfes unterhalb der Achselhöhle stark vor — so bei Darstellungen des Gekreuzigten mit parallel nach oben angehefteten Armen. — Der Muskel, welcher die Hebung der Schulter als Ganzes sowie zum Teil auch die Drehung des Schulterblatts bewirkt, ist der Trapez- oder Kappenmuskel (m. trapezius; s. u.).



Fig. 150. Verlagerung des Schulterblatts bei hochgehobenem rechten Arm. — Photographie von A. Londe in Paris. Richter: Physiologie artistique.

Der Umfang dieser Bewegung beträgt etwa 30—35°, die zu den lediglich im Schultergelenk bewirkten 112° hinzukommen. Wird der Arm einer Seite noch weiter in der Richtung nach aufwärts zu bringen gesucht, so ist dies nur möglich durch eine gleichsinnige Verbiegung in der Wirbelsäule und Bewegung in den Hüftgelenken, wie auch Fig. 150 zeigt. —

Die Beweglichkeit und Drehbarkeit des Schulterblatts ermöglicht aber auch sonst eine große Freiheit der Armbewegungen, wie

sie im Schultergelenk allein nicht möglich wäre. So können die Arme weit mehr nach vorn gebracht werden dadurch, daß die Schulterblätter an die Seiten des Brustkorbes rücken. Dagegen nähern sich die Schulterblätter mit ihrem inneren Rand einander und der Wirbelsäule, wenn beide Arme nach hinten geführt werden. Das seitliche Auseinanderweichen der Schulterblätter tritt z. B. ein, wenn die Arme auf der Brust gekreuzt werden. Dagegen gehen die Schulterblätter mit ihrem inneren Rand dicht neben die Wirbelsäule, wenn die Arme auf dem Rücken gekreuzt werden. Ein gleiches ist der Fall, wenn bei strammer militärischer Haltung die Schultern stark zurückgenommen werden.

In ähnlicher Weise ändert sich die Stellung der Schulterblätter bei jeder Hebung und Senkung der Schultern überhaupt.

Freiheit  
der Arm-  
bewegungen.

Seitliche  
Verschiebung  
der Schulter-  
blätter.

Heben und  
Senken der  
Schulter.

Sind die Schultern gesenkt, so steht der innere Rand der Schulterblätter senkrecht abwärts, parallel der Wirbelsäule; sind die Schultern gehoben, so steht der äußere Schulterblattrand senkrecht, und der innere hat die Richtung von oben innen nach unten außen.

Die gewohnheitsmäßige Mittellage der Schultern ist individuell sehr verschieden. Bei zarten, muskelschwachen und energielosen Individuen läßt die geringe Spannung und Schwäche der die Schultern haltenden und hebenden Muskeln die Schultern herabhängen: „niedere“ Schultern. Umgekehrt bei kräftigen Menschen, mit starker Spannung der Nackenmuskeln, sind die Schultern hochgezogen: „hohe“ Schultern. Ist dies besonders stark der Fall, so braucht man schon die Bezeichnung: „der Kopf steckt zwischen den Schultern“.

Im ersteren Falle — bei herabhängenden Schultern — erscheint der Hals lang, im letzteren kurz, wenn auch die Halswirbelsäule selbst in beiden Fällen gleich lang ist. Die großen Unterschiede, welche bei kurz- und langhalsigen Personen hinsichtlich der Form des Halses bestehen, sind also nicht bedingt durch Verschiedenheiten in der absoluten Länge der Halswirbelsäule, sondern durch die Art, wie die Schultern getragen werden.

Ein kurzer gedrungener Hals besteht demnach bei kräftiger Hals- und Schultermuskulatur sowie bei Hochstand des Brustkastens. Bei sackförmiger Brust (s. o.) ist dann gedrungener Hals oft mit Kurzatmigkeit verbunden. Bei langem Hals — Schwanenhals — ist die Hals- und Schultermuskulatur stets schwächlich und schlaff, und der Brustkorb hängt herab.

Da das Schultergelenk seinen Drehpunkt nicht unmittelbar an der Schulterhöhe hat, sondern unterhalb davon, so scheint der wagerecht erhobene Oberarm um ein Achtel seiner Länge kürzer zu sein als der herabhängende Oberarm. Es ist bereits oben im § 4 darauf aufmerksam gemacht (s. dort auch Fig. 5).

Verschiedene Länge des Oberarms beim Heben u. Senken.

### § 58. Der Vorderarm.

Zwei Knochen bilden die feste Unterlage des Vorder- oder Unterarms: die Elle und die Speiche, erstere an der Kleinfingerseite gelegen, die Speiche an der Daumen- (Fig. 151).

A. Die Elle (ulna). Das obere Ende der Elle ist dicker als das untere und hat einen tiefen, halbmondförmigen Ausschnitt (incisura semilunaris) zur Umfassung der Rolle des Oberarms. Die obere dicke und rauhe Ecke des Ausschnittes ist der Hakenfortsatz (olecranon), welcher in die hintere Grube über die Rolle eingreift und die Spitze des Ellbogens bildet; die untere, stumpf zugespitzte Ecke ist der Kronenfortsatz (processus coronoideus), welcher in die vordere Grube über der Rolle eingreift. Seitlich am Kronenfortsatz ist eine halbmondförmige Vertiefung für das Köpfchen der Speiche (incisura radialis). Unter dem Kronenfortsatz bezeichnet eine rauhe Stelle (tuberositas ulnae) den Ansatz des inneren Oberarmbeugers. —

Das Mittelstück ist dreikantig: die schärfste Kante ist der Speiche zugewendet. Das untere dünne Ende bildet das Köpfchen (capitulum ulnae) mit einer

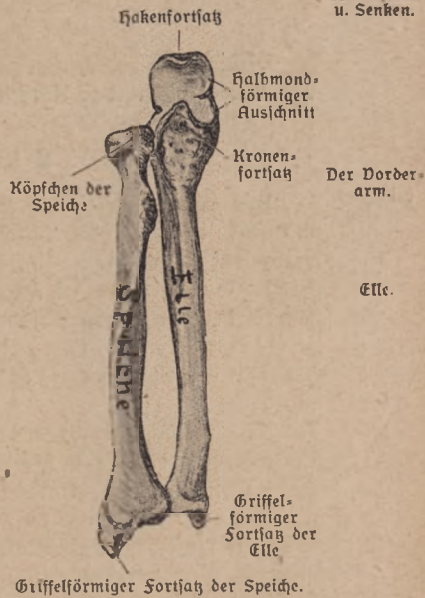


Fig. 151.

Gelenkfläche zur Verbindung mit der Handwurzel; am hinteren Umfang des Köpfcchens befindet sich der griffelförmige Fortsatz der Elle (proc. styloideus ulnae).

**Speiche.** B. Die Speiche (radius). Die Speiche ist oben dünn und unten breit: also umgekehrt wie die Elle.

Das obere Ende zeigt das runde Köpfcchen (capitulum radii) mit flach ausgehöhlter Gelenkgrube; darunter einen rauhen Höcker (tuberositas radii), Ansatzstelle des zweiköpfigen Armbeugers.

Das dreieckige Mittelstück wendet seine schärfste Kante der Elle zu.

Am unteren dickeren Ende ist eine größere Gelenkfläche (facies articularis carpea) zur Verbindung des Vorderarms mit der Handwurzel und ein seitlicher Ausschnitt, in welchen sich das Köpfcchen der Elle legt. An der vorderen Seite der kurzen griffelförmigen Fortsatz der Speiche (proc. styloideus radii).

Unterschiede  
von Elle und  
Speiche.

Unterschiede von

Elle:

Speiche:

oben dick;  
Köpfcchen am unteren Ende,  
liegt im halbmondförmigen  
Ausschnitt der Speiche;  
ragt um die Höhe des Hafens-  
fortsatzes weiter nach oben  
als die Speiche;  
vermittelt die feste Verbindung  
mit dem Oberarm.

unten dick;  
Köpfcchen am oberen Ende,  
liegt im halbmondförmigen  
Ausschnitt der Elle; —  
ragt mit ihrem unteren Ende  
weiter nach unten als  
die Elle;  
geht die Hauptverbindung mit  
den größten Knochen der  
ersten Handwurzelreihe  
und damit der Hand ein.

Diese Verschiedenheiten ermöglichen, wie wir noch sehen werden, die außerordentliche Beweglichkeit des Unterarms und der Hand.

## § 59. Das Ellbogengelenk.

Das Ellbogengelenk vereinigt in sich drei Knochen: Oberarm, Elle und Speiche, und setzt sich aus drei verschiedenen, gelenkigen Verbindungen (im Gegensatz zum Kniegelenk) zusammen (Fig. 152).

1. Gelenk zwischen Elle und Oberarm, das eigentliche Ellbogengelenk, nach Art eines quergestellten Scharniers gebaut, mit einer Gelenkkapsel und zwei seitlichen Verstärkungsbändern, die jede seitliche Verbiegung nach der Ellen- wie nach der Speichenseite hindern. Die einzig mögliche Bewegung ist mithin Beugung und Streckung.

Der Umfang der Beugung findet seine Begrenzung durch das Eingreifen des Kronenfortsatzes in die vordere Oberarmgrube; sie ist möglich bis zu einem spitzen Winkel. Der Umfang der Streckung wird bestimmt durch das Eingreifen des Hafensfortsatzes in die hintere Oberarmgrube: die Streckung ist dadurch meist nur bis zu dem Punkte möglich, wo Oberarm und Elle eine einzige gerade Linie bilden. Der Gesamtspielraum der Beugung und Streckung beträgt etwa 150° (s. Fig. 22). — Bei Kindern ist eine geringe Überstreckung im Ellbogengelenk möglich. Wo sie noch bei erwachsenen Mädchen und Frauen vorkommt (bis zu 25° beobachtet), wirkt sie unschön, ja bizarr und bedeutet ein Stehenbleiben der Gelenkbildung auf einer kindlichen Entwicklungsstufe. — Über den „Knickarm“ (seitlich schiefer Ansatz des Unterarms im Ellbogengelenk) s. o. § 10. —

Ellbogen-  
gelenk.

2. Gelenk zwischen Speiche und Oberarm. Die Speiche steht mit dem vorigen Gelenk nur in sehr loserer Verbindung, so daß sie zwar der Beuge- und Streckbewegung folgt, aber ganz ungehindert in ihrer Sonderbewegung ist.

3. Gelenk zwischen Elle und Speiche. Durch ein besonderes Ringband (ligam. annulare) ist das Köpfchen der Speiche an die halbmondförmige Grube der Elle festgehalten und dreht sich darin um eine Achse, welche zwischen den beiden Unterarmknochen hindurch durch die Handmitte geht. Da die Speiche kein gerader Knochen ist, sondern gekrümmt, und zwar so, daß ihr unteres Ende nach außen vor der Elle liegt, so bewirkt die Drehung des Knochens um seine Achse, daß das untere Ende einen Kreisbogen beschreibt. Das untere Ende der Speiche begibt sich also, die in ihrer Lage verbleibende Elle kreuzend und sich über diese lagernd, nach innen von der Elle (Fig. 153). Da die Hand vorzugsweise mit der Speiche verbunden ist, so folgt sie dieser Bewegung derart, daß der Daumen, welcher bei paralleler Lage von Speiche und Elle nach außen liegt, nunmehr nach innen zu kommt. Sah vorher

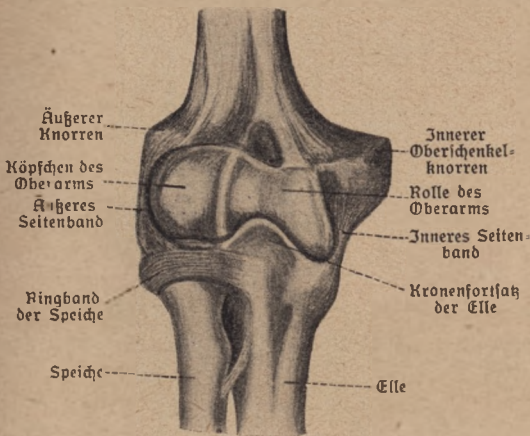
Drehung  
der Speiche.

Fig. 152. Rechtes Ellenbogengelenk (nach Entfernung der Gelenkkapsel).



Fig. 153. Drehung der Speiche um die Elle.

die Handfläche nach vorn oder oben, so sieht nunmehr der Handrücken nach vorn oder oben. Diese Bewegung heißt Einwärtswendung des Daumens oder der Hand (Pronation oder Risthaltung), die Rückführung des einwärts gewendeten Daumens: Auswärtswendung des Daumens oder der Hand (Supination oder Kammhaltung).

Die Bewegung der Aus- und Einwärtswendung der Hand vollzieht sich unabhängig von Beugung oder Streckung des Unterarms zum Oberarm in jeder hier möglichen Stellung. — Der Spielraum des Daumens beträgt  $180^\circ$  bei feststehendem Oberarm.

Kommt dazu die im Schultergelenk mögliche Drehung des Oberarms — welche ebenfalls annähernd  $180^\circ$  betragen kann —, so nähert sich der Drehwinkel der Hand  $360^\circ$ , also vier rechten Winkeln: d. h. wir können die herabhängende Hand beinahe um sich selbst drehen, den Handteller sowohl auf dem Wege der Auswärtswendung wie auf dem der Einwärtswendung nach außen kehren.

Diese Vereinigung der Drehungsachse des Oberarms mit der Drehungsachse der Speiche nennt man auch die Längs- oder Konstruktionsachse des Arms.

### § 60. Das Knochengeriüst der Hand.

Knochen der Hand.

Die Knochen der Hand zerfallen in: 1. die der Handwurzel (carpus), 2. der Mittelhand (metacarpus) und 3. der Finger.

Handwurzel.

1. Die Handwurzel besteht aus acht Knochen, die in zwei Viererreihen geordnet sind. Ihre Namen sind vom Daumen an gezählt:

1. Reihe: Kahnbein (os naviculare), Mondbein (os lunatum), dreieckiges Bein (os triquetrum), Erbsenbein (os pisiforme);

2. Reihe: Großes und kleines vielseitiges Bein (os multangulum majus u. minus), Kopfbein (os capitatum), Hakenbein (os hamatum) (Fig. 155); zu merken in dem Derschen:

Es fährt der Kahn im Mondenschein  
Ums Dreieck mit dem Erbsenbein;  
Vielseitig groß, vielseitig klein,  
Der Kopf muß bei dem Haken sein.



Fig. 154. Schulterblatt, Arm- und Handknochen.

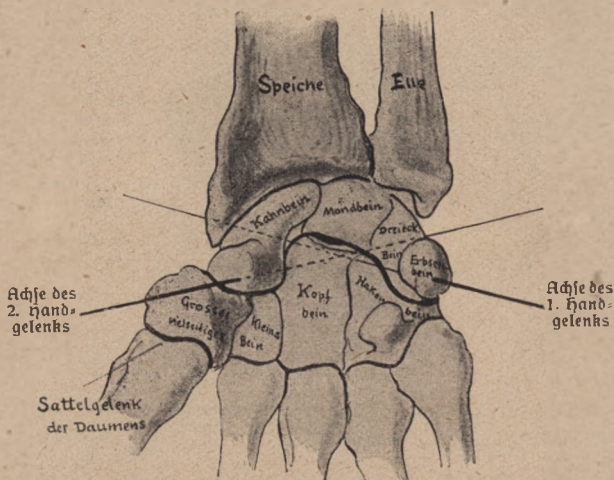


Fig. 155. Die Handwurzel nach der Handfläche zu gerichtet. Die Eiten der beiden Handgelenke sind etwas verstärkt angegeben.

Neuerdings werden auch folgende Bezeichnungen gebraucht:

1. Reihe: 1. Speichenbein, 2. Zwischenbein und 3. Ellenbein; auf der Hohlhandfläche das Erbsenbein;

2. Reihe: 1., 2., 3. und 4. Handwurzelbein oder: Trapezbein; Trapezoidbein; Kopfbein; Hakenbein.

Von den vier Knochen der ersten Reihe helfen nur die drei ersten das Gelenk mit dem Vorderarm (Speiche) bilden. Von den Knochen der zweiten Reihe ist mit dem ersten, dem großen vielseitigen Bein der Daumen, d. h. dessen Mittelhandknochen, durch ein Sattelgelenk verbunden.

Die Eckknochen beider Reihen springen an der inneren oder Hohlhandfläche als die vier Handwurzelhöcker (eminentiae carpi) sichtbar vor, also Kahn- und großes vielseitiges Bein an der Daumenseite, Erbsen- und Hakenbein an der Kleinfingerseite (Fig. 156).



Das Ganze der Handwurzel ist nicht platt, sondern gebogen wie ein Halbring, dessen konvexe Seite nach dem Handrücken, dessen konkave Seite nach dem Handteller gerichtet ist.

Zwischen den Carpalien oder Handwurzelhöckern ist ein starkes Band ausgespannt, das quere Handwurzelband (lig. carpi volare). Es hält:

1. die beiden Knochenreihen der Handwurzel in ihrer bogenförmigen Wölbung fest und ist
2. eine schützende Brücke für die vom Vorderarm zu den Fingern verlaufenden Sehnen (Fig. 157).

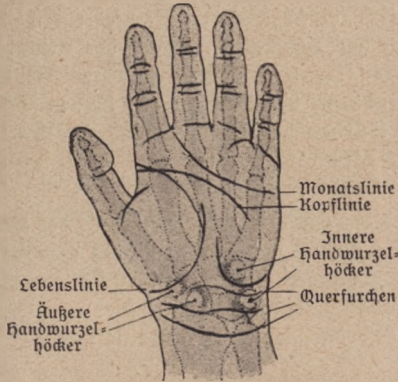


Fig. 156. Handteller mit seinen Furchen.



Fig. 157.

2. Die Mittelhand. Mittelhandknochen gibt es fünf: der des Daumens, Mittelhand. kürzer als die anderen, ist für sich mit der Handwurzel durch ein Sattelgelenk stark beweglich verbunden; die vier anderen, in einer Ebene nebeneinander liegend, bilden den breitesten und unbeweglichsten Teil der Hand. Man unterscheidet an jedem Mittelhandknochen das obere, an die Handwurzel anstoßende Ende, das prismatische Mittelstück und das untere Ende oder Köpfschen. --

3. Die Fingerglieder. Wir zählen fünf erste, fünf zweite und vier dritte Fingerglieder. (der Daumen hat nur zwei) Fingerglieder. An den äußeren Fingergliedern befindet sich je ein Nagelwulst. Finger.

## § 61. Die Gelenke der Hand.

Handwurzelknochen und Mittelhand sind durch feste Bänder zu einem äußerst Gelenke der Hand. starken und widerstandsfähigen Ganzen verbunden (durch Aufschlagen mit der Handwurzel Steine zu zertrümmern, ist ein altes Kunststückchen von Jahrmarktsathleten), dem gleichwohl nicht eine außerordentlich vielseitige Beweglichkeit fehlt.

Man gruppiert zweckmäßig diese Knochenverbindungen in zwei Handgelenke.

Das erste Handgelenk wird gebildet von der Speiche und der ersten Reihe der Handwurzelknochen. Die Elle reicht nicht so weit herab, um das dreieckige oder Ellenbein, den dritten Knochen der ersten Handwurzelreihe, direkt zu berühren. Das Erbsebein, der vierte Knochen der ersten Reihe, ist nichts als ein Anhängsel des dritten. Beim ersten Handgelenk stellt die Speiche gewissermaßen die Pfanne, die Handwurzelknochen der ersten Reihe stellen den Gelenkkopf dar. Die Fläche des Gelenkes ist von einem Rand zum andern gekrümmt.

Das zweite Handgelenk, zwischen erster und zweiter Reihe der Handwurzelknochen, zeichnet sich durch eine gebrochene Gelenkfläche aus derart, daß nach dem Daumen zu die erste Handwurzelreihe den Kopf, die zweite die Pfanne bildet, während nach dem Kleinfinger hin dies Verhältnis umgekehrt ist (s. Fig. 155).

Man hat früher diese beiden Gelenke als eine Art von Scharnieren gedeutet, deren Achsen schräg laufen und sich so kreuzen, daß im ersten Gelenk bei Beugung (nach der Handfläche zu) die Hand zugleich der Speiche, bei Streckung (Biegung nach dem Handrücken) zugleich der Elle zugekehrt wird. Umgekehrt sollte im zweiten Gelenk bei Beugung die Hand zugleich nach der Elle, bei Streckung zugleich nach der Speiche hin gewendet werden. Bei den vier Hauptbiegungsrichtungen der Hand, wobei stets beide Gelenke beteiligt sind, heben sich dann die entgegengesetzten Neigungen gegenseitig auf. Z. B. bei Biegung nach der Hohlhand würden die entgegengesetzten Bewegungen nach der Speiche im ersten, nach der Elle im zweiten Handgelenk einander aufheben und nur die Hauptrichtung der Beugung in beiden Gelenken sich verstärkend wirksam werden. — Ähnlich würden bei Biegung nach der Speichseite die Begleitbewegungen: Beugung im ersten, Streckung im zweiten Gelenk, sich gegenseitig aufheben.

Diese Anschauung ist heute auf Grund der Einsicht in die Mechanik der Bewegungen im Handgelenk, wie wir sie namentlich auf Grund der Röntgenbilder gewonnen haben, verlassen. Wie im einzelnen bei den Bewegungen in den beiden Handwurzelgelenken sich die verschiedenen Handwurzelknochen beteiligen, kann hier um so weniger kurz dargestellt werden, als die Ansichten darüber noch auseinandergehen (A. Sitt, Straßer).

Der Bewegungsumfang im Handgelenk ist, das muß hier vorausgeschickt werden, bei den einzelnen sehr verschieden. Er ist besonders groß beim weiblichen Geschlecht sowie bei allen zart gebauten Menschen mit schlaffen Bändern. Die vier hauptsächlichsten Biegungrichtungen sind:

1. Biegung nach der Hohlhand (Beugung der Hand). Sie ist möglich bis zu einem Winkel von etwa 70—80°.

2. Biegung nach dem Handrücken (Streckung der Hand). Sie ist durch reinen Muskelzug möglich bis 45—60°, kann aber passiv durch Aufstemmen oder Zurückbiegen der Hand bis annähernd zu einem rechten Winkel (85°) — namentlich bei Mädchen — vergrößert werden.

3. Biegung nach der Speich- oder Daumenseite ist nur möglich bis zu einem Winkel von 15—20°, da durch Anstemmen des Griffelfortsatzes der Speiche an das Trapezbein eine weitere Bewegung in dieser Richtung nicht möglich ist.

4. Biegung nach der Elle oder Kleinfingerseite: möglich bis zu einem Winkel von 30°, passiv durch Seitbiegen der Hand bis zu 40°. Im letzteren Falle kann es zu einer Berührung des fünften Mittelhandknochens mit dem Dreieckbein kommen. —

Gehen diese vier Bewegungen ineinander über, so macht die Hand eine kreisende Bewegung. Zur Ausführung dieser Bewegungen dienen besondere, zu den vier Ecken der Handwurzel gehende Muskeln.

Dadurch, daß die beiden Handgelenke stets zusammen bewegt werden, bildet trotz der mannigfaltigen Bewegungen der Übergang vom Arm zur Hand niemals eine scharfe Knickung wie bei anderen Gelenken, sondern stets eine runde Biegung, was der Bewegung der Hand besondere gefällige Anmut verleiht. —

## § 62. Die Fingergelenke.

1. Gelenke des zweiten bis fünften Fingers. Die vier Mittelhandknochen, welche mit ihren oberen Enden an der zweiten Handwurzelreihe festliegen, tragen auf ihren Köpfen die vier dreigliedrigen Finger: Zeige-, Mittel-, Ring- und Kleinfinger (Fig. 158).

Die Gelenke zwischen Mittelhandknochen und erstem Fingerglied nennt man Grundgelenke der Finger. Es sind freie Gelenke mit großer Beweglichkeit nach der Hohlhand hin (Beugung) und mit geringerer nach den Seiten (Auseinanderspreizen oder Abziehen und Wiederaneinanderlegen der Finger oder Anziehen). Die Streckung im Grundgelenk kann aktiv kaum über die geradlinige Stellung nach dem Handrücken zu hinausgeführt werden, wohl aber passiv durch Rückbiegung der Finger — doch sind, je nach Übung und Straffheit der Bänder, die individuellen Unterschiede hier nicht unbeträchtlich. Im Mittel beträgt der Gesamtspielraum der Beugung und Streckung in den Grundgelenken über 90°. Durch Verbindung der Beuge- und Streckbewegung mit der Bewegung des An- und Abziehens kann jeder Finger im Grundgelenk eine freischiebende Bewegung machen.

Die Fingergelenke zwischen jedem ersten und zweiten und jedem zweiten und dritten Fingerglied sind reine Scharniergelenke, gestatten nur Beugung bis zum rechten Winkel und Streckung bis zum Geraden. Starke Seitenbänder verhindern jede seitliche Ausbiegung. — Vereinzelt können Kinder, Klavierspieler und „Fingerkünstler“ aktiv auch die mittleren Fingerglieder überstrecken.

Die Fingerglieder sind — vom ersten zum dritten Glied abnehmend — ungleich lang und hierdurch zum Umfassen von Gegenständen von verschiedenster Größe und Gestalt, also zur Greiftätigkeit, besonders geeignet.

2. Gelenke des Daumens. Das Gelenk zwischen erstem und zweitem Daumenglied ist von demselben Bau wie die anderen Fingergelenke. Anders das Grundgelenk des Daumens — zwischen Mittelhandknochen des Daumens und erstem Daumenglied —, in welchem nur Beugung und Streckung, noch dazu in geringem Maße, möglich ist, indem die Beugung einen halben rechten Winkel eben erreicht, die Streckung bis zur Geraden geht. Nur bei einzelnen Personen vermag der Daumen in diesem Gelenk nach hinten zu eingeknickt zu werden — Überstreckung —, was dann als absonderliches Kunststückchen gilt.

Was dem Grundgelenk an Beweglichkeit abgeht, wird aber mehr als aufgewogen durch das Sattelgelenk zwischen Mittelhandknochen des Daumens und der Handwurzel. Dieses Gelenk gibt dem Bau der Hand das charakteristische Gepräge gegenüber dem Fuße.

Nicht nur, daß hier der Daumen sich zur Hohlhand, ja etwas zum Handrücken hin zu bewegen vermag, daß er ferner zur Reihe der anderen Finger hinan- und wieder abgezogen werden kann: die Befestigung des Mittelhandknochens des Daumens am großen vielseitigen Bein, welches seinerseits aus der Reihe der Handwurzelknochen stark hervorspringt, ermöglicht es dem Daumen, parallel dem Handteller nach dem Kleinfingerring sich zu bewegen, sich mit seiner Hohlhandfläche der Hohlhandfläche der anderen Finger beliebig gegenüberzusetzen und mit seiner Spitze die Spitzen aller anderen Finger zu berühren. Sind im letzteren Falle die Finger haftenartig ge-

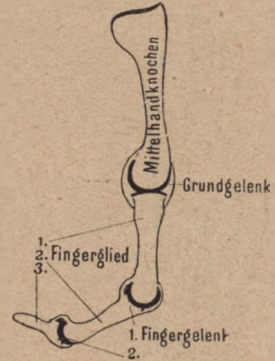


Fig. 158.  
Schema der Fingergelenke.

Finger-  
gelenke.  
Gelenke des  
2. bis 5.  
Fingers.

Gelenke des  
Daumens.

Sattelgelenk  
des Dau-  
mens.

krümmt, so kann der Daumen mit jedem dieser eine Art von Zange darstellen zum Erfassen der mannigfachsten Gegenstände. Diese Bewegungsmöglichkeit des Daumens (sie beträgt  $45 - 60^\circ$ ) wird Gegenstellung des Daumens genannt. Dem Großzeh des Fußes geht sie ab. Die Möglichkeit der Gegenstellung ist es, welche in Verbindung mit der besonderen Größe des Daumens die Menschenhand zu einem so vollkommeneren Werkzeuge gestaltet. Die Hand der Affen ist zwar ähnlich gebaut: indes ihr schmaler Bau und ihr kurzer

Die Hand als  
Werkzeug.



Fig. 159 u. 160. Hand des Gorilla.

Daumen geben der Affenhand vorzugsweise die Eigenschaft eines Kletter- und Greiforgans (Fig. 159 u. 160), welches bei weitem nicht an die Vollkommenheit der Menschenhand heranreicht. Eine sehr schmale und lange Menschenhand nähert sich also dem Affentypus und entspricht nicht dem Ideal einer Menschenhand, mag auch überfeinerer Geschmack schmale Hände, namentlich bei der Frau, für schön halten.

Dadurch, daß der Mittelhandknochen des fünften, des Kleinfingers, nach der Hohlhand zu etwas beweglich ist, kann in Verbindung mit der Gegenstellung des Daumens der Handteller zu einem kugelförmigen Hohlraum gewölbt werden. Die Hohlhand wird so zum Schöpfen von Flüssigkeit befähigt (Becher des Diogenes) und vermag in Verbindung mit den gebogenen Fingern eine Kugel von der Größe einer Billardkugel fast vollkommen zu umgreifen.

So ausgerüstet mit einer vielfältigen Beweglichkeit, in Bewegung gesetzt durch zahlreiche Muskeln (27 Knochen zählt das Handskelett, welche durch 40 Muskeln bewegt werden), versehen namentlich an den Fingerenden mit reichlichen Tastnerven, welche die denkbar feinste Abschätzung über Lage, Oberfläche, Gestalt, Beschaffenheit, Temperatur usw. der umgebenden Dinge der Außenwelt gestatten, versehen ferner mit Muskelnerven, welche das feinste Muskelgefühl und staunenswert genaue Kraft- wie Gewichtabschätzung vermitteln, ist die Menschenhand, zugleich Sinnesorgan wie Arbeitsinstrument, das vollkommenste aller Werkzeuge in der Natur.

Nichts naheliegender als der Gedanke, die Fertigkeit der Hand, welche einer so staunenswerten Ausbildung fähig ist, planmäßig bei der Jugend zu schulen und zu entwickeln. Indes ein Organ, welches im Leben in so unendlich mannigfacher Weise praktisch betätigt wird, widerstrebt einer jeden rein formalen Gymnastik. Darum laufen die mit langsamem Erfolg fortschreitenden Bemühungen, die Entwicklung der Handfertigkeit in die Erziehungsgegenstände der schulpflichtigen Jugend einzureihen, darauf hinaus, daß die Geschicklichkeit der Hand möglichst an bestimmten praktischen Handierungen zu entwickeln versucht wird. Schon die Philanthropisten — GutsMuths schrieb eine Anweisung zur Kunst des Drehens, Metallarbeitens und Schleifens als Ergänzung zu seiner grundlegenden Gymnastik für die Jugend — pflegten solch praktischen Handfertigkeitunterricht, der auch seitens eines Pestalozzi, Sichte und Gröbel Befürworter und Förderer fand. Die neuere Bewegung, von den skandinavischen Ländern ausgehend und als „Slöjd“ an den Schulen gepflegt, wobei der dänische Rittmeister Clauson von Kaas († 1906) besonders genannt sei, fand in Deutschland ihren Mittelpunkt in dem „Deutschen Verein für Knabenhandarbeit“ (1886) und ihren Hauptförderer in Emil von Schenckendorff († 1915).

Beim Turnen in Frei- und Gerätübungen kommt die Hand wenig zu ihrem Rechte. Das Gerätturnen in Stütz und Hang entwickelt zwar die Muskelkraft bestimmter

Handfertig-  
keitsunter-  
richt.

Muskeln der Hand, ist aber belanglos für deren feinere Bewegungsfähigkeit, ja vermag solche sogar zu beeinträchtigen. Die Gelenke der Handwurzel werden namentlich stark in Anspruch genommen beim Sechten, beim Keulenschwingen sowie vor allem beim Stabwinden — bei übertriebener Übung nicht immer zum Vorteil der Gebrauchsfähigkeit der Hand. Einen unverkennbaren Vorzug haben hier Ballspiele, wie der Schlagball, welche die Greiftätigkeit der Hand zu hoher Vollkommenheit ausbilden.

## Knochen und Gelenke der unteren Gliedmaßen.

Knochen und Gelenke der unteren Gliedmaßen

Die unteren Gliedmaßen gliedern sich in: Beckengürtel, Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß.

### § 63. Der Beckengürtel.

Der Knochenring des Beckens wird gebildet von den beiden Hüftbeinen und dem Kreuzbein (Fig. 161).

Becken-gürtel.

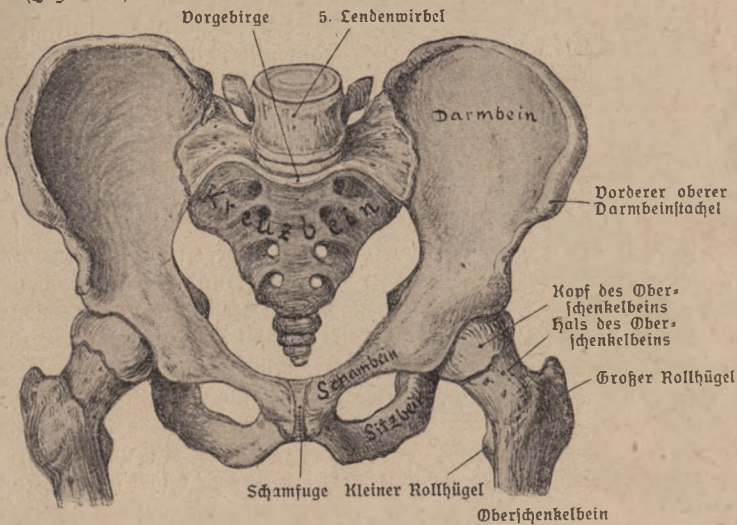


Fig. 161. Das Becken von vorn gesehen.

Das Becken trägt die auf das Kreuzbein aufgebaute Wirbelsäule und stützt sich seinerseits in den Hüftgelenken auf die Gelenkköpfe des Oberschenkels.

Becken.

Das Hüftbein zerfällt beim Kinde in drei Knochen:

- |                                 |                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Das Darmbein über . . . . .  | } der Gelenkpfanne des Hüftgelenkes. |
| 2. das Sitzbein unter . . . . . |                                      |
| 3. das Schambein nach innen von |                                      |

Beim Erwachsenen schmelzen die drei Teile des Beckens zu einem Knochen zusammen (Fig. 161).

a) Das Darmbein (os ilium). Der dickste Teil des Knochens, der Körper, nimmt an der Bildung der Pfanne für den Kopf des Oberschenkels teil und bildet den oberen Teil der Pfanne. Darüber erhebt sich die dünnere Platte oder Darmbeinschaukel (ala ossis ilium) mit einer äußeren und einer inneren Fläche. Die innere Fläche wird durch einen von hinten und oben schräg nach unten und vorn gehenden Vorsprung, der sich als innere Bogenlinie auf das Schambein hin fortsetzt, in eine

Darmbein.

kleine untere (Seitenwand des kleinen Beckens) und größere obere (Seitenwand des großen Beckens) Abteilung geteilt. Die größere obere Abteilung ist vorn am Schaufelstück konvav ausgehöhlt und glatt — Darmbeingrube —, nach hinten rauh mit einer ohrmuschelförmig (facies auricularis) gestalteten überknorpelten Fläche zur festen Verbindung mit der entsprechenden Fläche des Kreuzbeins.

Der Begrenzungsrand des Darmbeins zerfällt in folgende Abschnitte:

1. Der obere Rand oder Kamm (Hüftkamm = crista iliaca) des Beckens, in der seitlichen Bauchgegend als untere Grenze der Bauchweichen gut durchfühlsbar, manchmal auch sichtbar, breit, abgerundet, mit äußerer, mittlerer und innerer Lesze zum Ansatz für die drei breiten Bauchmuskeln.

2. Der vordere Rand } jeder von ihnen mit halbmondförmigem Aus-  
3. der hintere Rand } schnitt, dessen Ecken als oberer und unterer Stachel bezeichnet werden.

Der vordere obere Darmbeinstachel (spina iliaca anterior superior), gut durchfühlsbar und an nicht allzu fettreichen Leibern auch unter der Haut erkenntlich, ist als Meßpunkt für die Feststellung verschiedener Körperverhältnisse wichtig. Namentlich läßt die Lage der beiden oberen Darmbeinstacheln erkennen, ob das Becken waagrecht steht oder seitlich schief gerichtet ist. — Dem vorderen oberen Darmbeinstachel als Ansatzpunkt für Muskel und Bänder werden wir später noch begegnen.

4. Der untere Rand ist tief ausgeschweift und bildet den oberen Teil des hinteren am Becken gelegenen großen Hüftbeinausschnittes (incisura ischiadica major).

b) Das Sitzbein (os ischii). Das Sitzbein hat einen ab- und einen aufsteigenden Ast und einen Körper. Der Körper bildet die untere Wand der Hüftgelenkspfanne; der hintere Rand des Körpers bildet den unteren Teil des großen Hüftbeinausschnittes und endet im Sitzbeinstachel (spina ischiadica).

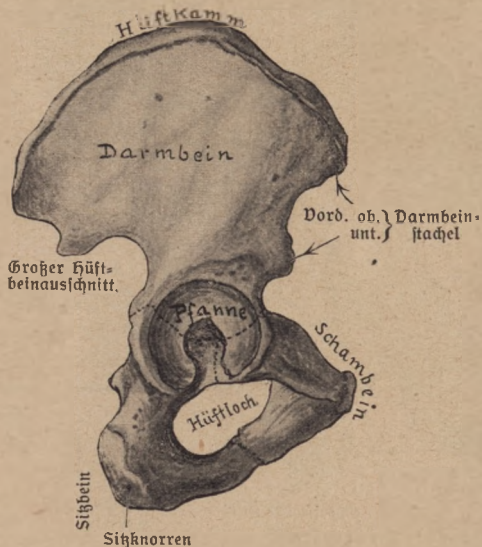


Fig. 162. Seitenansicht des Beckens.

Der absteigende Ast endet im dicken und rauhen Sitzknorren (tuber ischiadicum).

c) Das Schambein (os pubis). Der Körper des Schambeins bildet die innere Wand der Pfanne. Der horizontale Ast geht nach vorn und innen und ist mit einem scharfen, nach innen am Schambeinhöcker endenden Kamm (Schambeinkamm = pecten ossis pubis) versehen: Fortsetzung der inneren Bogenlinie des Darmbeins.

Der absteigende Ast vereinigt sich mit dem aufsteigenden Sitzbeinast nach hinten, nach innen aber mit dem Schambein der anderen Seite zur festen in der Mittellinie des Körpers gelegenen Schamfuge (symphysis).

Scham- und Sitzbein umgeben das unten und hinten von der Pfanne gelegene Hüftloch (foramen obturatum).

Die kugelig ausgehöhlte Hüftgelenkgrube oder Pfanne (acetabulum) wird also von den drei Stücken des Hüftbeins gemeinsam gebildet. Die rauhe Umgrenzung der

Pfanne ist kein vollkommener Kreis, sondern zeigt am unteren und inneren Umfang einen Ausschnitt, von welchem aus eine nicht überknorpelte vertiefte Stelle, die Pfannengrube (fossa acetabuli), bis zum Grund der Pfanne reicht. Die überknorpelte Gelenkfläche der Pfanne erhält dadurch eine halbmondförmige Gestalt (facies lunata).

### § 64. Gelenke, Fugen und Bänder am Becken.

Ein so gut wie unbewegliches Gelenk verbindet beiderseits das Kreuzbein fest mit dem Becken.

Vorn wird der Beckenring durch die Schamfuge geschlossen.

Feste Bänder verstärken den Zusammenhalt sowohl des Kreuzdarmbeingelenks wie der Schamfuge.

Fugen und Bänder des Beckens.

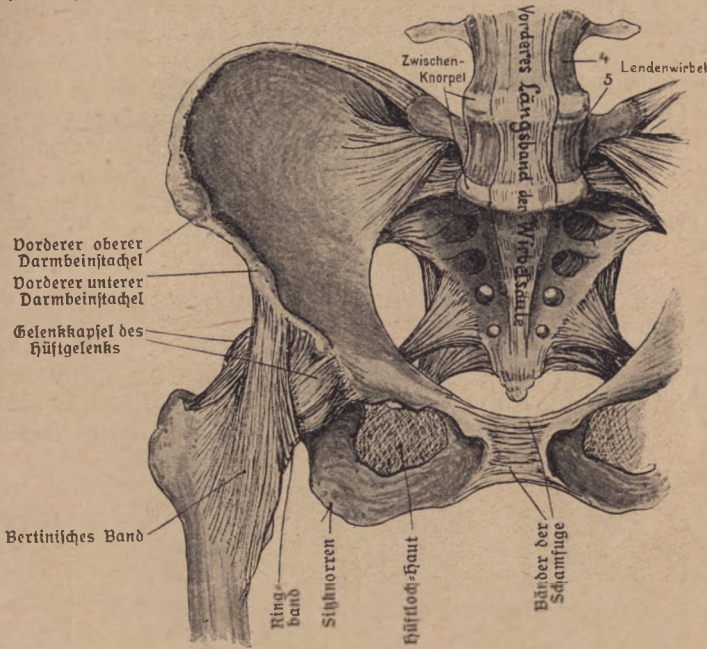


Fig. 163. Bänder des Beckens und des Hüftgelenks.

Bänder, welche vom Kreuzbein zum Sitznorren und zum Sitzbeinstachel ziehen, verwandeln die hinteren Hüftbeinausschnitte in Löcher. Diese starken Bänder helfen den Boden des kleinen Beckens bilden und sind zugleich Ansatzstellen für Muskeln (Fig. 163).

### § 65. Das Becken als Ganzes.

Setzt man ein ausgelöstes knöchernes Becken auf die drei Punkte: rechter und linker Sitznorren und Steißbeinspiße, so hat es in der That Ähnlichkeit mit einem Wasserbecken, dessen Wand vorn und hinten so ausgebrochen ist, daß nur zwei Seitenstücke — die Darmbeinschaukeln — stehengeblieben sind. Die vordere große Lücke wird von den Bauchdecken, die hintere kleinere von den letzten Lendenwirbeln geschlossen.

Das Becken als Ganzes.

Das Becken teilt man ein in das große und kleine Becken.

Das große Becken ist gewissermaßen nur die breite Umrandung des kleineren.

Kleines  
Becken.

Das kleine Becken bildet eine nach unten kegelförmig sich verengende Höhle. Der obere Eingang des kleinen Beckens oder schlechtweg Beckeneingang genannt, wird gebildet vom oberen Rand der Kreuzbeinbasis oder dem Vorgebirge (promontorium), der Bogenlinie der beiden Darmbeine (linea arcuata) und dem Schambeinkamm (pecten) der beiden Schambeine. Beim männlichen Becken, wo das Vorgebirge des Kreuzbeins mehr vorragt, ist diese Grenzlinie des Eingangs zum kleinen Becken etwas herzförmig gestaltet, beim weiblichen Becken oval. Die hintere Wand des kleinen Beckens bilden die vordere Kreuzbein- und Steißbeinfläche, die vordere Wand die Schamfuge, die Seitenwände die das rechte und linke Hüftloch umgebenden Scham- und Sitzbeinäste.

Die untere Öffnung oder der Beckenausgang wird gebildet von der Spitze des Steißbeins, den Kreuzbein-Sitzknorren-Bändern und Kreuzbein-Sitzachel-Bändern, den Sitzknorren, den aufsteigenden Sitzbein-, den absteigenden Schambeinästen. Die Gestalt des Beckenausgangs ist herzförmig, wobei das Steißbein den eingebogenen Rand des Herzens darstellt.

Die Verbindungslinie der Mitte des Vorgebirges mit dem oberen Rand der Schamfuge heißt der gerade Beckendurchmesser. Er wird rechtwinklig gekreuzt vom queren Durchmesser, welcher die entferntesten Punkte des Beckeneingangs miteinander verbindet.

Der Winkel, welchen der gerade Beckendurchmesser mit dem Horizont bildet, gibt die Beckenneigung an. Im Mittel beträgt er 60—65°.

## § 66. Geschlechtsunterschiede des Beckens.

Das Becken bildet in seinem Bau das beständigste und unanfechtbarste geschlechtliche Merkmal des menschlichen Skeletts und bedingt einen Unterschied, der kaum verborgen werden kann: Frauen in männlicher Tracht, z. B. auf der Bühne, werden am ehesten an der Breite des Beckens (Ausbiegung der Hüften) als solche erkannt.



Fig. 164. Seitenansicht des Beckens vom Menschen.



Fig. 165. Seitenansicht des Beckens vom Gorilla.



Fig. 166. Seitenansicht des Beckens vom Gibbon (nach Huxley).

Beim Tiere stehen die schmalen Darmbeine senkrecht. Auch das Becken der höheren Affen ist steil gerichtet (Fig. 164—166). Es ist eine Folge des aufrechten Ganges der Menschen, daß sich die Darmbeine nach außen richten und eine Stütze für die Baucheingeweide bilden. Dazu kommt beim Weibe noch die Notwendigkeit, der Leibesfrucht einen sicheren Halt zu bieten, was besondere Unterschiede im Bau des männlichen und weiblichen Beckens bedingt. Das männliche Becken ist mehr eng und hoch, das weibliche Becken weit und kurz; dadurch stehen beim Weibe die Pfannen

Geschlechts-  
unterschiede  
im Bau des  
Beckens.



der Hüftgelenke sowie die Sitzknorren weiter auseinander — letzteres für die richtige Form des Sattels beim Fahrrad für Mädchen wichtig —, und die Oberschenkel müssen, wenn die Unterschenkel parallel dicht nebeneinanderstehen sollen, mehr nach innen geneigt sein, konvergieren. Beim Mann ist der Eingang zum kleinen Becken mehr herzförmig, beim Weibe breitoval (Fig. 167 u. 168).

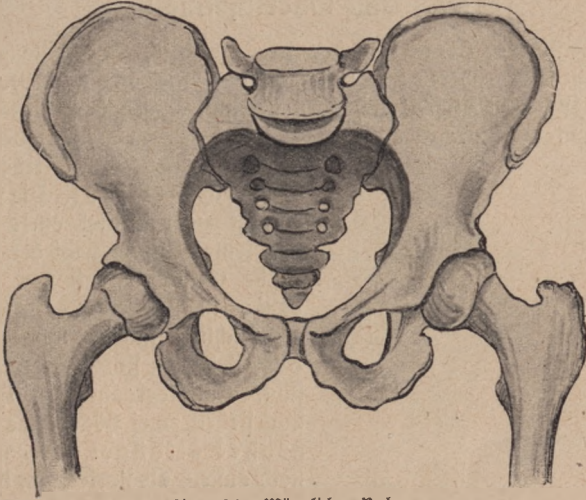


Fig. 167. Männliches Becken.

Nicht bei allen Menschenrassen sind die Geschlechtsunterschiede im Bau des Beckens gleich ausgeprägt. Am meisten ausgesprochen soll die rundliche Sülle der Hüften bei

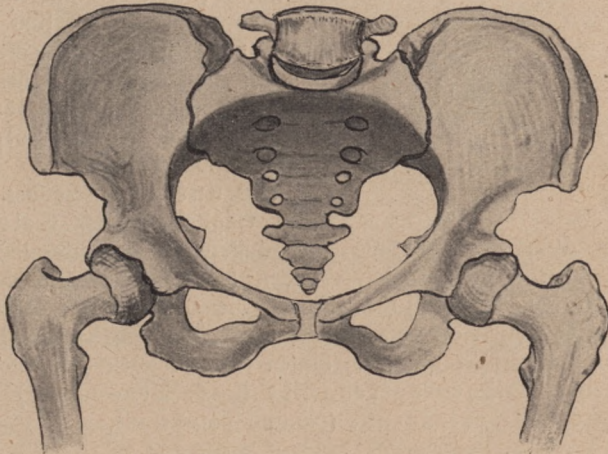


Fig. 168. Weibliches Becken.

der Europäerin sein. Übrigens wird die stärkste Ausladung der Hüften bestimmt durch die beiden großen Rollhügel der Oberschenkel.

Bemerkenswert ist, daß die weiblichen Figuren antiker Bildwerke meist ziemlich schlanke Hüften zeigen. Vergleicht man entsprechende antike und neuzeitliche Bild-  
Schmidt, Unser Körper. 5. Auflage.

werke miteinander, so fällt gleich auf, daß bei letzteren die Hüften der im Alter der Reife dargestellten Weiber häufig ausladender gebildet sind. Ob dies tatsächlich darauf hinweist, daß die Europäerin der Neuzeit breithüftiger ist, als die Griechinnen zur Zeit eines Phidias und Praxiteles waren, mag dahingestellt sein.

### § 67. Das Oberschenkelbein.

Das Oberschenkelbein (femur) ist der größte und schwerste Knochen des Körpers. Er zerfällt in Mittelstück, oberes und unteres Ende (Fig. 169 u. 170).

Das Mittelstück ist etwas nach vorn gekrümmt, auf dem Durchschnitt dreieckig gestaltet. Die hintere Kante ist als rauhe Linie (linea aspera) besonders deutlich.

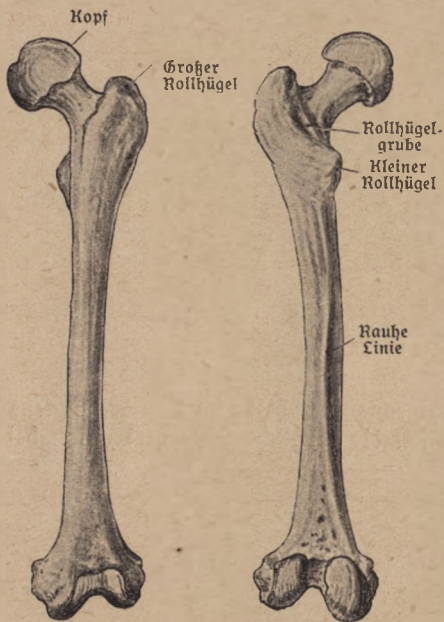


Fig. 169 u. 170. Oberschenkelknochen: Vorder- und Hinteransicht.

Das obere Ende trägt den rundlichen Oberschenkelkopf. Die Form des Kopfes beträgt zwei Drittel einer Kugeloberfläche. Auf seiner Kuppe zeigt der Kopf eine kleine rauhe Grube: Ansatze des runden Gelenkbandes im Innern des Hüftgelenks. An den Kopf schließt sich der lange Hals. Hals und Kopf stehen in stumpfem Winkel zum Mittelstück. Am Übergang vom Hals zum Mittelstück stehen zwei Höcker: die Rollhügel. Der große Rollhügel (trochanter major) liegt nach außen, als starker, am Körper gut durchfühlbare, auch im äußeren Umriß sich deutlich ausprechender Knochenvorsprung; nach innen und tiefer liegt der kleine Rollhügel (trochanter minor). Die Rollhügel sind die Hebelarme für die Drehmuskeln des Schenkels. Nach vorn und hinten sind die Rollhügel durch vorspringende Knochenleisten verbunden; namentlich stark hervortretend ist diese Leiste nach hinten, wodurch hier eine tiefe Grube, die Rollhügelgrube (fossa trochanterica) entsteht.

Das untere Ende des Oberschenkelbeins trägt die beiden Gelenkknorren: einen inneren (condylus medialis) und einen äußeren (cond. lateralis). Nach vorn sind sie durch eine überknorpelte Stelle verbunden: hier gleitet die Kniescheibe mit ihrer überknorpelten hinteren Fläche auf und nieder. Die untere Fläche der Gelenkknorren ist rollenförmig. Die Rollen divergieren nach hinten, so daß der Breitendurchmesser des Kniegelenks hinten größer ist. Nach hinten liegt zwischen den Knorren die tiefe (nicht überknorpelte) Zwischenknorrengrube (fossa intercondylea) und oberhalb von ihr die flachere Kniekehlegrube (planum popliteum).

### § 68. Das Hüftgelenk.

Das Hüftgelenk ist neben dem Kniegelenk das stärkste und festeste Gelenk des Körpers, von ähnlichem Bau wie die Aufgelenke der Mechanik. Der Kopf des Oberschenkels stellt zwei Drittel einer Kugeloberfläche dar, die Pfanne eine Halbkugel von entsprechender Größe (s. Fig. 21). Die knöcherne Pfanne wird aber dadurch ver-

tieft, daß rings an ihren Umkreis ein Ring von Faserknorpel (labrum glenoidale) angeheftet ist, so daß also der Kopf bis über seinen größten Umfang von der Pfanne umfaßt wird. Der Knorpelring überbrückt den Einschnitt am unteren und inneren Pfannenrand, wodurch hier ein Loch entsteht, welches den Durchtritt ernähernder Gefäße in die Pfannenhöhle gestattet.

Das Hüftgelenk ist umgeben von einer starken Gelenkkapsel. Sie wird durch ein ungemein festes und dickes Verstärkungsband, das Darmbeinschenkelband (ligam. ilio-femorale) oder das Bertinische Band, an ihrer vorderen Seite verstärkt (s. Fig. 163). Das Bertinische Band, beim Erwachsenen 6 cm lang und 0,7 bis 1,4 cm dick, mit einer Tragkraft von 500 kg, ist das dickste Band des Körpers, dicker als Achillessehne und Kniescheibenband. Es entspringt vom unteren vorderen Darmbeinstachel und geht in dreieckiger Form zu der die Rollhügel vorn verbindenden

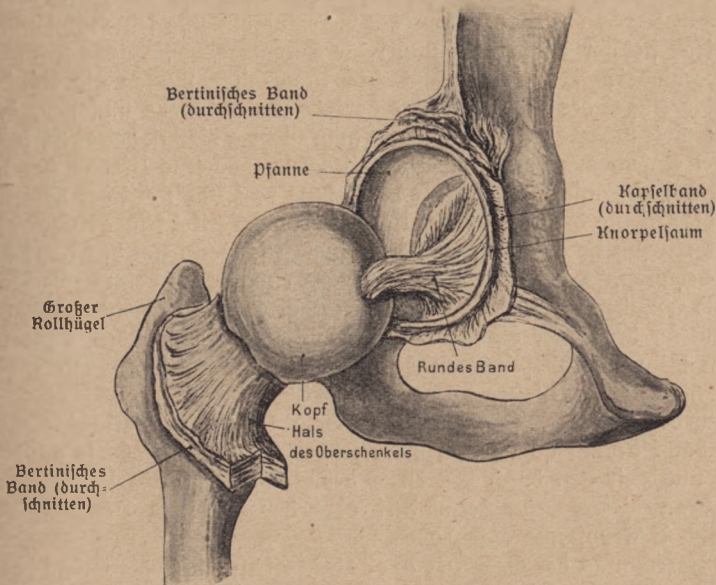
Bertinisch  
Band.

Fig. 171. Geöffnetes Hüftgelenk.

Knochenleiste. Ein Teil des Bandes umgreift in zwei sich hinten vereinenden Schenkeln den Hals des Oberschenkels wie eine umgelegte Schlinge (Webersches Ringband oder zona orbicularis).

Das Bertinische Band hat für die aufrechte Stellung und den aufrechten Gang des Menschen besondere Wichtigkeit. Ohne daß es Beugung und Drehung im Hüftgelenk hemmt, beschränkt es dessen Streckung und verhindert das Hintenüberkippen des Rumpfes.

Beim Rumpfbeugen vorwärts oder Rumpfsinken beugt sich tatsächlich der Rumpf als Ganzes im Hüftgelenk zu den feststehenden, im Knie stark gestreckten — „durchgedrückten“ — Beinen. Dazu kommt, wenn die Beugung so weit gehen soll, daß mit den Fingerspitzen die Füße berührt werden, noch Beugung des Kopfes sowie der Hals- und der Lendenwirbelsäule (s. Fig. 55). Beim Rumpfbeugen rückwärts sind es dagegen hauptsächlich nur Kopf und Wirbelsäule, die eine Biegung erfahren, während das Becken durch die gespannten Bertinischen Bänder gehindert wird, sich zwischen den Schenkelköpfen stärker als um  $30^\circ$  nach hinten zu drehen. Der

Rumpf hängt gewissermaßen an den Bertinischen oder Darmbeinschenkelbändern und wird durch sie gehindert, nach rückwärts umzutippen.

Bekanntlich gibt es Menschen, bei welchen die Gelenkbänder teils durch Naturanlage, teils durch unablässige entsprechende Übung in früher Kindheit außergewöhnlich dehnbar werden. Ein bekanntes Kunststück solcher „Schlangemenschen“ besteht darin, den Rumpf derart zurückzubringen, daß der Kopf von hinten her zwischen die Beine gebracht werden kann. Hier ist denn auch das Darmbeinschenkelband weit schlaffer und nachgiebiger als gewöhnlich.

Ein weiteres wichtiges Band des Hüftgelenks ist das früher bereits genannte, innerhalb des Gelenkes gelegene runde Band (ligam. teres), welches, vom Einschnitt des Pfannenrandes zur Grube des Gelenkkopfes gehend, letzteren an die Pfanne heftet.

Wie geht es nun zu, daß das Hüftgelenk, ohne frühzeitig abgenützt zu werden oder durch Herausstreten des Kopfes aus der Gelenkverbindung seinen Zusammenhalt zu verlieren, trotz stetiger Körperbelastung in so hervorragender Weise Festigkeit mit Gelenkigkeit verbindet? Beim Nußgelenk der Mechaniker müssen die Ränder des Gelenklagers die Kugel des Gelenkes über deren Äquator hinaus umfassen, d. h. die Vertiefung des Gelenklagers oder der Pfanne muß mehr als  $180^\circ$  betragen, sonst fällt die Gelenkkugel einfach aus der Pfanne heraus. Die knöcherne Pfanne des menschlichen Beckens hat aber nicht einmal eine Vertiefung von  $180^\circ$ ; erst der Fasernorpelring vertieft die Pfanne derart, daß der Kopf mit zwei Drittel seiner Kugeloberfläche umfaßt wird. An sich ist aber dieser Knorpelring zu schwach, um den Kopf dauernd im Gelenk zu behalten. Das Gewicht des Beins — etwa 10 kg beim Erwachsenen — würde ihn bald abnutzen. Auch der Bandapparat ist es nicht, der den Kopf festhält; denn man kann an der Leiche die Gelenkkapsel rundum durchschneiden, ohne daß der Kopf aus dem Gelenk herausfällt. Mithin ist noch eine andere zusammenhaltende Kraft vorhanden: und das ist der äußere Luftdruck.

„Das schwebende Bein“, so heißt es in dem klassischen Werke der Gebrüder Weber: „Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge“ (1836), „hängt also am Rumpfe, bloß gehalten und getragen durch den Druck der atmosphärischen Luft, und kann nur herabfallen, wenn dieser Druck vermindert oder der luftdichte Verschluss zwischen Schenkelkopf und Beckenpfanne aufgehoben wird.“

Nach der Berechnung der Gebrüder Weber übertrifft aber die Größe der Kraft, mit welcher der Luftdruck auf das Hüftgelenk wirkt, um ein geringes das Gewicht des Beins, hält mithin dem Gewicht des Schenkels im Pfannengelenk vollkommen das Gleichgewicht. Der Schenkel kann dadurch bei seinen Bewegungen wie ein Pendel ohne Reibung schwingen.

Auf die entsprechende Theorie des menschlichen Ganges, wonach die Bewegungen des Schenkels beim Gehen den Gesetzen der Pendelschwingungen folgen sollen, werden wir später zurückkommen.

## § 69. Bewegungen im Hüftgelenk.

Da das Hüftgelenk ein freies Gelenk ist wie das Schultergelenk, so ist auch seine Beweglichkeit eine allseitige.

Für die turnerische Betrachtung sind einzelne Hauptbewegungen hervorzuheben:

A. Beugen und Strecken um eine quere, für beide Gelenke übereinstimmende Achse, die Hüftachse. Es ist dies die wichtigste Bewegung, welche für das Stehen, Gehen, Steigen, Laufen, Springen usw. am meisten in Betracht kommt. Dabei ist zu unterscheiden:

Schlaffheit  
der Bänder.

Rundes  
Band.

Wirkung des  
äußeren  
Luftdrucks  
auf das Hüft-  
gelenk.

Bewegungen  
im Hüft-  
gelenk.

Beugen und  
Strecken im  
Hüftgelenk.

1. Der Rumpf behält seine Stellung, und die Schenkel werden gegen den Rumpf gebeugt (turnerisch: „Beinheben“) oder gestreckt („Beinsetzen“).
2. Die Beine stehen unbeweglich fest, und der Rumpf wird gegen den Schenkel gebeugt oder gestreckt („Rumpfbeugen vorwärts und rückwärts“).
3. Sowohl Rumpf wie Beine werden gegeneinander bewegt (z. B. beim Sprung) (Fig. 172—174).



Fig. 172—174. I Beugung des Schenkels gegen den Rumpf. II Beugung des Rumpfes gegen den Schenkel. III Beugung des Rumpfes und des Schenkels gleichzeitig.

Die Querachse, welche durch beide Hüftgelenke gelegt ist, tritt am oberen Rande des großen Rollhügels heraus und gibt zugleich die größte Hüftbreite an. Dieser Punkt — oberer Rand des großen Rollhügels — behält daher beim Strecken und Beugen seine Lage zum Becken unverändert bei. Er liegt in einer Linie, welche vom oberen vorderen Darmbeinstachel zum Sitzknorren gezogen wird.

Der Spielraum der Bewegung des Beugens und Streckens beträgt  $1\frac{1}{2} R = 135^\circ$  (Fig. 175).

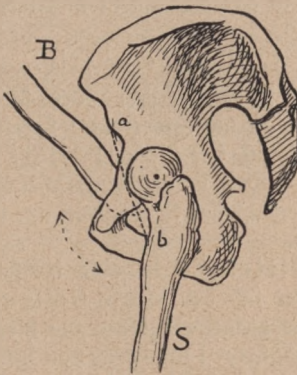


Fig. 175. B Beugung. S Streckung im Hüftgelenk; a b Richtung des Bertini'schen Bandes.



Fig. 176.

Gänzlich kann dieser Spielraum nur ausgenützt werden, wenn der Beugung in der Hüfte sich die Beugung im Knie zugesellt: das gestreckte Bein kann höchstens bis zu einem rechten Winkel, also zur Wagerecthaltung gehoben werden. Die an der Rückseite des Oberschenkels gelegenen, vom Sitzknorren zum Unterschenkel gehenden Beugemuskeln des Knies verhindern durch ihre Spannung ein weiteres Beugen oder Heben des Schenkels. Erst wenn durch Beugung im Knie diese Muskeln entspannt

sind, kann der Schenkel so weit gebeugt oder gehoben werden, daß die Fläche des Schenkels den Unterleib berührt.

Die Streckung des Schenkels (Rückwärtsführen des Beins) oder des Rumpfes (Rückwärtsbeugen des Rumpfes) wird begrenzt durch das sich spannende Bertinische Band. Deswegen kann auch bei aufgerichtetem Rumpfe das Bein rückwärts nur wenig gehoben werden — höchstens bis zu 30°. — Soll die Hebung weiter gehen, bis zur horizontalen etwa, so folgt der ganze Rumpf dem Zuge des Bertinischen Bandes und beugt sich nach vorwärts, so daß Rumpf und rückwärts gehobenes Bein gewissermaßen ein starres Ganze bilden, welches um eine in der Mitte, im Hüftgelenk, gelegene Achse sich dreht (s. o. Fig. 73).

B. An- und Abziehen des Schenkels (turnerisch: „Bein seitwärts heben und senken“ und „kreuzen“). Der Spielraum dieser Bewegung ist nahezu ein rechter Winkel = 90°. In der aufrechten gestreckten Stellung kann nur das Abziehen (Bein seitwärts heben) bis zum halben rechten Winkel ausgeführt werden. Nicht jedoch das Anziehen, wobei das bewegte Bein am Standbein zum Kreuzen der Beine vorüber bewegt wird. Im Stand kann so nur die eine Kniescheibe über die andere gebracht werden, so daß die Unterschenkel allein sich kreuzen (Fig. 176). Erst in der halbgebeugten Stellung des Sitzens können auch die Oberschenkel übereinander gebracht werden und sich kreuzen.

Bei feststehendem Bein kann auch umgekehrt das Becken und mit ihm der Rumpf gegen den Schenkel an- und abgezogen werden („seitwärts Rumpfbeugen“).

C. Die Rollbewegung des Beins („auswärts- und einwärtsdrehen“) um die vom Drehpunkt des Gelenks im Innern des Beins verlaufende Achse. Der Umfang auch dieser Bewegung — er beträgt nahezu einen rechten Winkel — kann ganz nur in Halbbeugung des Schenkels ausgenutzt werden.

## § 70. Knochen des Unterschenkels.

Die langen Knochen des Unterschenkels sind das Schienbein und das Wadenbein; dazu kommt noch die Kniescheibe.

### 1. Das Schienbein.

Das Schienbein (tibia oder Flötenbein, da der Knochen an die Form einer Schalmei erinnert, deren Mundstück der Knöchel ist) ist der weitaus stärkere der beiden langen Unterschenkelknochen, an Dicke und Gewicht das Wadenbein um das Vierfache übertreffend.

Das Mittelstück ist eine dreikantige Säule. Vorn befindet sich der scharfe Schienbeinkamm (crista tibiae anterior), durch die hier dünne und gespannte Haut, weil unbedeckt von Muskelfleisch — Verletzungen und Geschwüre heilen hier besonders schwer zu —, gut fühlbar und sichtbar. Am Beginn des Kammes ist oben ein rauher Höcker (tuberositas tibiae): Ansatze der Sehne des großen vierköpfigen Schenkelstreckers. An der hinteren Fläche die schief von außen und oben nach unten und innen verlaufende Kniekehlenlinie (linea poplitea).

Das dicke überknorpelte obere Ende zeigt die beiden seitlich vorspringenden Gelenkknorren

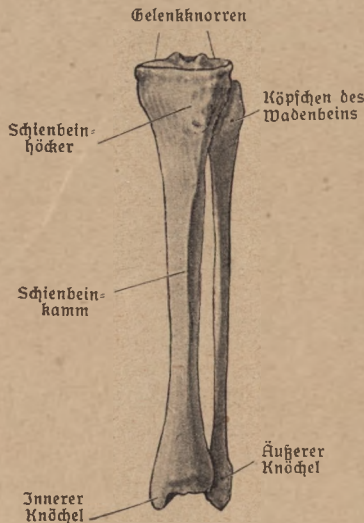


Fig. 177. Schienbein und Wadenbein.

An- und Abziehen.

Rollbewegung.

Knochen des Unterschenkels.

Schienbein.

(condylus medialis und lateralis), in der Mitte getrennt durch eine rauhe Leiste, an welche sich die im Kniegelenk liegenden Kreuzbänder heften (eminentia intercondyloidea). An der äußeren Seite nach hinten zu ist eine kleine Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Wadenbein (facies artic. fibularis).

Am unteren Ende ist eine viereckig gestaltete Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Sprungbein (facies artic. infer.), die nach innen auf einen kurzen, starken Fortsatz, den inneren Knöchel (malleolus medialis), übergeht (Fig. 177).

### 2. Das Wadenbein (fibula).

Ähnlich wie am Unterarm die Speiche, ist auch beim Unterschenkel das Wadenbein zwar gleichlang wie sein Nebenknochen, jedoch tiefer gestellt. Das obere Endstück reicht daher nicht an den Oberschenkelknochen heran und nimmt an der Bildung des Kniegelenks nicht teil. Es endet mit dem Köpfchen (capitulum), welches an den äußeren Gelenkknorren des Schienbeins sich anlegt. Das Mittelstück ist vierkantig, die vordere Kante besonders scharf. Das untere Endstück bildet den äußeren Knöchel (malleolus lateralis), der nach innen (ebenso wie der innere Knöchel) überknorpelt ist, zur gelenkigen Verbindung mit dem Sprungbein. Dies wird also von Schien- und Wadenbein mit ihren Knöcheln wie von den beiden Zinken einer Gabel umfaßt.

Schien- und Wadenbein sind so gut wie unbeweglich verbunden: a) oben durch das straffe Schienbein-Wadengelenk; b) in der Mitte durch das Zwischenknochenband; c) unten durch vordere und hintere Knöchelbänder.

### 3. Die Kniescheibe.

Die Kniescheibe (patella) ist eine abgerundete Knochenplatte von kastanien- oder herzförmiger Gestalt. Die vordere Fläche ist rauh, die hintere in zwei glatten nebeneinanderliegenden Gelenkflächen überknorpelt. Die Kniescheibe ist fest eingelassen in die starke Sehne des vierköpfigen Schenkelstreckers.

## § 71. Das Kniegelenk.

Das Kniegelenk ist das größte Gelenk des Körpers. Innerhalb der Kniegelenkkapsel sind vereinigt die mächtigen Knorren des Oberschenkels, das oberste Ende des Schienbeins sowie zwei Zwischenknorpel. Letztere, zwischen den Gelenkknorren gelegen, stellen in etwa einen Ausgleich dafür her, daß die Flächenkrümmungen der Knorren des Oberschenkels und des Schienbeins so verschieden geformt sind, daß sie einander nicht entsprechen. Schon darum kann das Kniegelenk nicht den Scharnieren zugezählt werden, ganz abgesehen davon, daß außer Beugung und Streckung auch eine gewisse Kreiselung im Kniegelenk möglich ist.

Gegenüber dem entsprechenden Gelenk der oberen Gliedmaßen, dem Ellbogengelenk, zeigt das Kniegelenk

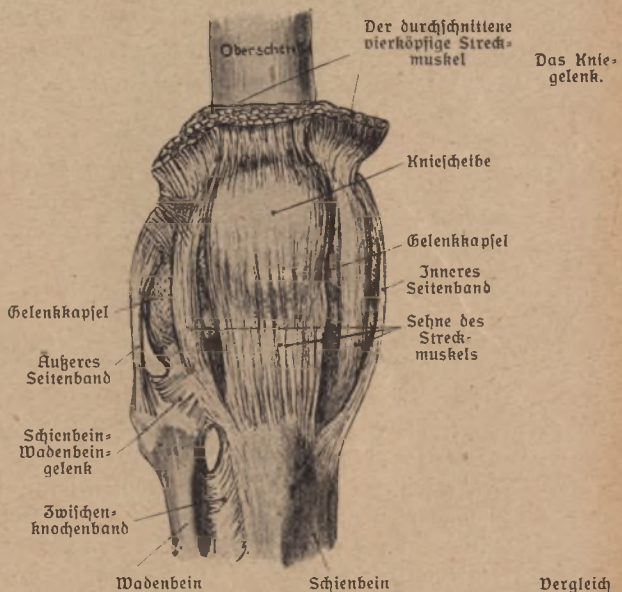


Fig. 178. Kniegelenk von vorn; die Kniescheibe in ihrer Lage erhalten.

Vergleich zwischen Ellbogen und Kniegelenk.

durchgreifende Verschiedenheiten, da im ersteren mehr die Beweglichkeit, im Knie mehr die Tragfähigkeit zu berücksichtigen waren. Während im Ellbogengelenk zur Beugung und Streckung der Elle gegen den Oberarm noch die Achsendrehung der Speiche als wichtige Bewegung hinzukommt, ist das der Speiche entsprechende Wadenbein fest an das Schienbein angeheftet. Die geringe im gebeugten Knie mögliche Kreisbewegung, d. h. die Achsendrehung des Unterschenkels, wird allein vom Schienbein ausgeführt.

Beim Ellbogengelenk wird der Umfang der Streckung über die Gerade hinaus beschränkt durch den Hakenfortsatz der Elle, der sich gegen den Oberarmknochen stemmt; beim Kniegelenk durch Bänder: die innerhalb des Gelenks gelegenen Kreuzbänder.

Dem Hakenfortsatz entspricht in etwa die nun zum selbständigen Knochen gewordene Kniescheibe: nur daß diese sich an der eigentlichen Gelenkverbindung nicht beteiligt, sondern lediglich ein Leitknochen für die Lage der Strecksehne bei Bewegungen des Knies ist, der bei Beugung des Gelenks wie ein deckendes Schild vor den Gelenkspalt tritt. Ihre Verschiebung bei Beugung und Streckung beträgt etwa 5—7 cm. Die Kniescheibe ermöglicht das andauernde Knien, indem sie die Rolle des Oberschenkels vor dem direkten Druck der Unterlage schützt und die Anpreßung der Gelenkkapsel an die scharfen Ränder der Gelenkrollen verhindert.

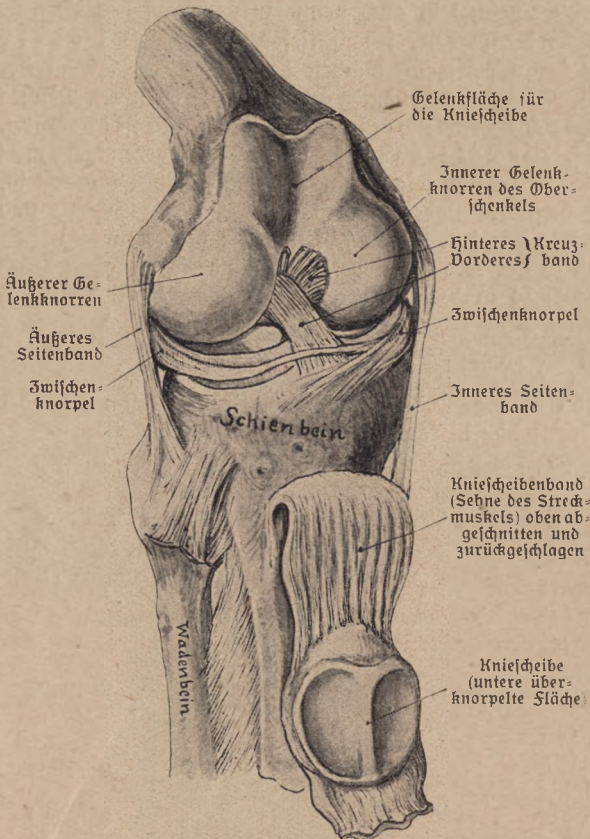
Kein Gelenk des Körpers hat einen so verwickelten Bandapparat, der durch die besonderen Aufgaben, welchen das Kniegelenk zu genügen hat, bedingt ist.

Die Bänder und Teile des Kniegelenks sind folgende (Fig. 178 u. 179):

Fig. 179. Vordere Ansicht des Kniegelenks. Die Sehne des vierköpfigen Streckers durchtrennt und mit der Kniescheibe hinabgeschlagen.

1. die das ganze Gelenk umschließende Gelenkkapsel, dünnwandig und weit;
2. zwei verstärkende Seitenbänder (lig. collaterale tibiale und fibulare), welche seitliche Ausbiegungen verhüten und bei gestrecktem Knie die Gelenkflächen fest zusammenhalten, während sie bei gebeugtem Knie eine (geringe) Ein- und Auswärtswendung des Unterschenkels — nicht zu verwechseln mit Ein- und Auswärtswendungen des Fußes — ermöglichen.

Das äußere Seitenband geht vom äußeren Oberschenkelknorren zum Köpfehen des Wadenbeins, das innere vom inneren Knorren zur inneren Kante des Schienbeins;



Gelenk-  
kapsel.

Seiten-  
bänder.



3. die halbmondförmigen Zwischenknorpel (meniscus medialis und lateralis). Sie liegen im Gelenk, zwischen den Gelenkknorren, als zwei halbmondförmige Knorpelplatten, die am äußeren konkaven Rand dicker, nach der Mitte zu dünner werden. Der innere dieser Knorpel ist nicht so stark gekrümmt wie der äußere. Die Zwischenknorpel verhüten die Abnutzung des so außerordentlich belasteten und in Anspruch genommenen Gelenks; sie bilden elastische Zwischenpolster, Puffer, um die Gewalt der Stöße beim Aufspringen, Laufen, harten Auftreten und dergleichen abzuschwächen; sie verhindern die Einstülpung und Quetschung der dünnen Gelenkkapsel, die sich sonst leicht zwischen die pressenden Gelenkknorren klemmen könnte; sie vergrößern die Berührungsfächen der so wenigeinander entsprechenden Gelenkknorren und vermehren dadurch den Zusammenhalt des Gelenks;

Zwischenknorpel.

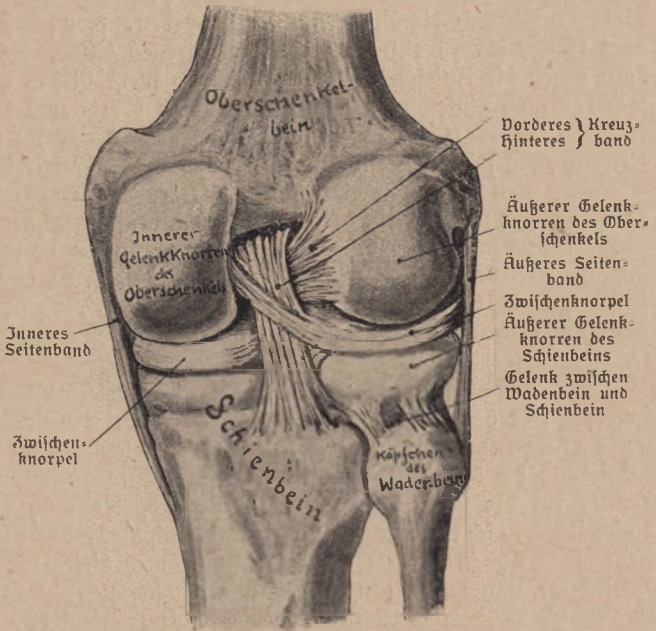


Fig. 180. Hintere Ansicht des Kniegelenks nach Entfernung der Gelenkkapsel.

Kreuzbänder.

4. zwei Kreuzbänder (ligam. cruciatum ant. und post.) ebenfalls innerhalb des Gelenks. Sie gehen von den rauhen, einander zugekehrten Flächen der beiden Oberschenkelrollen zu den rauhen Gruben vor (vorderes Kreuzband) und hinter (hinteres Kreuzband) der Erhabenheit auf der Gelenkfläche des Schienbeins. Die beiden Bänder kreuzen sich wie die Schenkel eines X; jedoch ist das hintere kürzer und fast senkrecht gerichtet (Fig. 180).

Das hintere dieser starken Bänder wird bei Streckung im Kniegelenk gespannt und macht eine Überstreckung des Gelenks (Einknickung oder Durchdrücken des Knies nach hinten) unmöglich. Da dieses Band von Jugend an beim Liegen bis zur vollständigen Streckung des Beins gedehnt wird, so ist es nie zu kurz, und der Oberschenkel steht zum Unterschenkel in Streckung wenigstens im Winkel von 180°, d. h. beide



Fig. 181. Durchgedrücktes Knie. Die Lage des hemmenden hinteren Kreuzbandes durch punktierte Linie angedeutet.



Fig. 182 u. 183.

bilden dann mindestens eine gerade Linie. Ist das Band aber etwas länger, gewährt es mehr Spielraum, so können die Knie nach hinten mehr „durchgedrückt“ werden (Fig. 181). Den Grad der Fähigkeit, die Knie durchzudrücken, ermittelt man, wenn man außen am Bein die Mitte der größten Breite des Oberschenkels bezeichnet und von hier eine gerade Linie hinab nach dem äußeren Knöchel zieht. Diese Linie muß durch die Mitte des Knies gehen, wenn Ober- und Unterschenkel sich nicht weiter als zu einer geraden Linie strecken lassen. Je mehr aber die Linie nach vorn gegen die Kniescheibe hin fällt, um so mehr ist das hintere Kreuzband zu lang, und der nach hinten offene Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel ist größer als  $180^\circ$  oder  $2 R$  (Fig. 182 u. 183). Übrigens ist nur im jugendlicher Alter vor der Reifung eine solche Überstreckung bis höchstens  $200^\circ$  leicht möglich. Sie kann später allerdings noch durch militärischen Drill mittels gewaltsamer Dehnung des hinteren Kreuzbands erzielt werden. Ein derart überstark im Knie durchgedrücktes Bein ist aber weder schön, noch ist solche Überdehnung des Kreuzbandes von Vorteil für die Leistungsfähigkeit des Gelenks. — Beim Säugling sowie beim Kinde in den ersten 2—3 Lebensjahren geht die Streckung des Beins nur bis etwa  $160^\circ$ , wie denn auch das Kind bei seinen ersten Versuchen zu stehen und zu gehen die Beine stets noch etwas gebeugt hält (s. o. § 39);

**Synovialhaut.** 5. die Gelenk- oder Synovialhaut, welche hier wie an allen Gelenken die innere Fläche der Gelenkkapsel überkleidet, hat beim Kniegelenk noch besondere Ausstülpungen (bursae synoviales) nach oben, unten und zur Seite. Außerdem befinden sich seitlich der Kniescheibe zwei mit Fett gefüllte Einstülpungen oder Falten, welche Polster für das Knie beim Knien darstellend, die auch in der äußeren Form des Knies sich deutlich ausdrücken. Bohrt man durch die Kniescheibe einer Leiche ein Loch und steckt ein Röhrchen hindurch, so kann man durch dieses mittels einer Spritze all diese Höhlräume und sackartigen Ausbuchtungen ausfüllen. Das Knie erhält dadurch eine unförmliche Gestalt: ähnlich der, welche bei Entzündungen, Verletzungen u. dgl. durch Ansammlung von Flüssigkeit (Wasser, Blut, Eiter) im Gelenk so schnell eintritt.

## § 72. Bewegungen im Kniegelenk.

**Bewegungen  
im Knie-  
gelenk.**

A. Die Hauptbewegung ist: Beugung und Streckung (Fig. 184 u. 185), und zwar spielt sie zwischen geradliniger Streckung und spitzwinkliger Beugung, einem Winkel, der etwa  $160^\circ$  beträgt. Die Beugung geht — wenn die Schenkel nicht übermäßig dick und fettreich sind — so weit, daß die Ferse den Sitzhöcker berührt. Diese äußerste Beugung kann jedoch nicht aktiv durch entsprechende Zusammenziehung der Beugemuskeln vollzogen werden, die sich unmöglich in solchem Maße verkürzen können, sondern nur dadurch, daß entweder aktiv dem Unterschenkel eine schnellende Bewegung durch die Beuger mitgeteilt wird, welche die Ferse bis zur Berührung des Gesäßes schleudert (z. B. „Anferjen“ beim Lauf vorwärts oder beim sogenannten Lauf auf der Stelle), oder daß passiv der Unterschenkel gegen den Oberschenkel gebeugt wird, etwa mit Hilfe der Armkraft oder durch Belastung mit der Schwere des Körpers. Letzteres ist der Fall bei kauender oder hockender Stellung (tieffste Hocke, Fig. 186). Namentlich der Afrikaner hockt mit Vorliebe auf seinen Fersen. — Bei vollkommener Streckung führt der Unterschenkel mit der Fußspitze stets von selbst eine kleine Drehung nach außen aus; bei der Beugung dreht sich dann das Schienbein von selbst wieder nach innen. Bei völlig gestrecktem Bein steht daher der Fuß naturgemäß etwas nach auswärts gerichtet auf. Gehen mit geradeaus gerichteten parallelen Fußachsen, wie dies die Gangart der Indianer und anderer Naturvölker ist, und wie es neuerdings bei der französischen Armee als „marche en flexion“ (s. u. § 289) geübt

Sehne des Streckmuskels

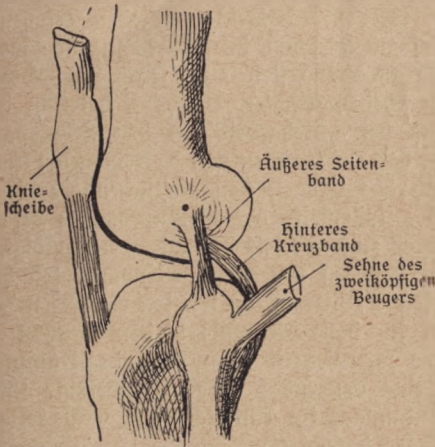


Fig. 184. Kniegelenk in Streckung. (Die Gelenkachse ist durch einen schwarzen Punkt bezeichnet.)

Sehne des Streckmuskels mit der Knie-scheibe



Fig. 185. Kniegelenk in starker Beugung.

wird, kann deshalb nur mit halbgebeugtem („krummem“) Knie ausgeführt werden, wenn anders der Gang kein anstrengender und gezwungener sein soll. Beim Streckgang dagegen gehen die Fußspitzen stets etwas nach außen.

B. Rollung oder Ein- und Auswärtsdrehung des Schienbeins. Diese Bewegung findet statt zwischen dem Schienbein und den halbmondförmigen Knorpelscheiben, während Beugung und Streckung zwischen letzteren und dem Oberschenkel sich vollzieht. Bei gestrecktem Knie ist diese Bewegung nicht ausführbar, des Widerstands der Seitenbänder wegen; wohl aber bei rechtswinkelig gebeugtem Knie, wo der Spielraum der Bewegung fast einen halben rechten Winkel =  $45^\circ$  beträgt.



Fig. 186. Sogenannter Paris nom Hiebelfeld des Tempels zu Ägina.

### § 73. Seitliche Stellung der Ober- und Unterschenkel zueinander.

Parallel nebeneinandergestellte Beine (Grundstellung) sollen sich nach Shadow an vier Punkten berühren:

1. mit der oberen Partie des Oberschenkels;
2. mit den inneren Knorren des Oberschenkels;
3. mit den stärksten Ausladungen der Waden nach innen;
4. mit den inneren Knöcheln (Fig. 187).

Nicht immer ist dies der Fall. Wenn die Knorren über dem Kniegelenk sich bei dem Versuch, die Knöchel des Fußes zusammenzubringen, stark pressen, während bei ungezwungenem Nebeneinanderstellen der Beine die Knöchel sich nicht berühren, so bilden Unter- und Oberschenkel einen nach außen offenen Winkel, und es liegt eine fehlerhafte Stellung der Beinnochen im Kniegelenk vor: das X-Bein oder Bäckerbein (genu valgum, Fig. 188 b). Beim X-Bein ist das innere oder mediale Seiten-

Seitliche Stellung von Ober- und Unterschenkel zueinander.

band des Kniegelenkes gedehnt; es kann seiner Aufgabe, seitliche Einknicungen nach innen zu verhindern, nicht mehr gerecht werden. X=Beine entstehen erfahrungsgemäß bei solchen Personen, welche berufsmäßig schon in früher Jugend, wo die Bänder noch mehr dehnbar sind, viel und anhaltend stehen müssen. So bei Handwerkern wie Bäcker (daher der Name Bäckerbein), Tischler, Drechsler, bei Schreibern, bei Handlungslehrlingen. Die Einführung der „Steharbeit“ in den Schulen, wie O. H. Jäger sie verlangte, würde zweifellos das Vorkommen von X=Beinen bei unserer Jugend gehäuft haben. — Man hat auch das Tragen von elastischen Strumpfhaltern aus Gummiband, welche, an der Außenseite des Strumpfbandes befestigt, zu einem Leibgürtel, zum Unterjäckchen oder zum Korsett verlaufen, beschuldigt, die Entstehung von X=Beinen, wenigstens bei Kindern mit weichen Knochen (Rachitis), zu begünstigen. Bei gesundem Gelenk ist solche Wirkung des leichten elastischen Zuges nicht zu befürchten. Diese Befestigungsart für hohe Strümpfe ist dem Tragen eines Strumpfbandes unterhalb des Knies weitaus vorzuziehen. Denn solch ein Strumpfband hinterläßt nicht nur am Bein schließlich eine dauernde, tiefe, ringförmige Furche, sondern erschwert auch vor allem den Blutumlauf im Unterschenkel: Erweiterungen der Blutadern und falte Füße sind eine Folge davon.



Fig. 187.

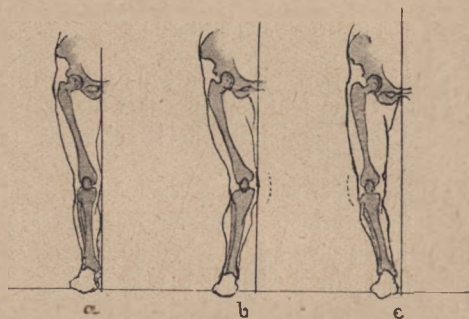


Fig. 188. a Normalgestelltes Bein, b X=Bein, c O=Bein.

Da beim Weibe die Pfannen am Becken weiter auseinanderstehen, so müssen die Oberschenkel, wenn die Unterschenkel senkrecht parallel nebeneinandergestellt werden sollen, etwas stärker nach einwärts gerichtet werden, womit hier die Entstehung von X=Beinen besonders begünstigt wird.

O=Bein.

Das genaue Gegenteil der X=Beine ist das O=Bein oder Säbelbein (*genu varum*), wobei Ober- und Unterschenkel in einem nach innen offenen Winkel zusammenstoßen (Fig. 188 c). Sind solche Beine nebeneinandergestellt, so berühren sie sich nur an den Ferse, allenfalls noch mit dem obersten Teil der Oberschenkel, wogegen in der Kniegegend die Beine weit auseinanderstehen. — Die O=Beine können entstehen durch allzu frühes Laufen in der ersten Jugend bei noch weichen oder krankhafterweise zu weichen Knochen (Rachitis). Sie sind besonders häufig bei kurzen gedrungenen Gestalten und sind hier vielfach nur vererbt oder überhaupt Rassen-eigentümlichkeit. Letzteres soll namentlich bei Reitervölkern (Kosaken, Magyaren) der Fall sein. Zweifellos begünstigt diese Form der Beine das Umklammern des Pferdeleibes — daher das O=Bein auch „Kavalleristenbein“ genannt wird.

## § 74. Die Knochen des Fußes.

Knochen des Fußes. Die Knochen des Fußes teilen sich ähnlich wie bei der Hand ein: in die Knochen der Fußwurzel, des Mittelfußes und der Zehen (Fig. 189).

**A. Fußwurzel (tarsus).**

Der Unterschied des Knochenbaues von Hand und Fuß beruht vor allem in der Größenentwicklung der Wurzelknochen, welche beim Fuß ungleich stärker entwickelt sind. Die Fußwurzel besteht aus sieben Knochen. Diese sind aber nicht annähernd gleich groß wie bei der Hand, auch nicht in zwei Reihen geordnet, sondern sie scheiden sich in zwei hintere Knochen, Sprungbein und Fersehenbein, die viel größer sind als alle anderen, und fünf vordere. Weiter erhält das Fußskelett eine besondere Eigentümlichkeit dadurch, daß die beiden ersten Knochen nicht nebeneinander, sondern aufeinander liegen, daß das Sprungbein allein den Unterschenkel trägt und daß das Fersehenbein durch einen starken, nach hinten gehenden Fortsatz, die Ferse oder Hade, sich auszeichnet. In diesem Betracht sind die Hinterhände der Affen, trotz der Beweglichkeit des Daumens oder vielmehr der Großzehe, anatomisch keine Hände, sondern Füße, allerdings Greiffüße und nicht, wie beim Menschen, Stützfüße.

Der Bau der Fußwurzel bedingt die Spannung des Fußgewölbes, das Merkmal des menschlichen Fußes, der, abgesehen von den Weichteilen, dem Boden nur an drei Stellen aufliegt: mit der Ferse, dem Groß- und dem Kleinzehballen (Fig. 190). Säugetiere, welche, wie der Bär, mit der ganzen Sohle auftreten und gleich dem Menschen „Sohlgänger“ sind, haben keine Fußgewölbe, sondern treten platt mit der ganzen Sohle auf; das Fersehenbein steht bei solchen Tieren nicht unter, sondern neben dem Sprungbein, gelenkig mit dem Unterschenkel verbunden. — Von den meisten Säugetieren werden nur die Zehen auf den Boden aufgesetzt; sie sind entweder „Zehengänger“ (z. B. die Raubtiere) oder, wenn nur das Endglied der Zehen den Boden berührt, „Spitzengänger“ (z. B. Pferd und Rind).

1. Das Sprungbein (talus oder astragalus = Würfel; *αστραγάλιστον* bei Sprungbein. Homer = Würfel spielen). Das Sprungbein ist der einzige mit dem Unterschenkel verbundene Knochen des Fußes. Er zerfällt in Körper, Hals und Kopf.

Der Körper ist würfelförmig, hat eine obere große schraubensförmige Gelenkfläche (trochlea tali), die seitlich ebenfalls von zwei Gelenkflächen begrenzt ist. Die große obere Gelenkfläche ist gelenkig verbunden mit der unteren Gelenkfläche des Schienbeins, die seitlichen Gelenkflächen mit den inneren Flächen der beiden umfassenden Knöchel.

Unten am Körper ist eine ebene Gelenkfläche, mit welcher der Körper auf dem Fersehenbein ruht.

Fußwurzel.  
Unterschied im Bau von Fuß und Hand.

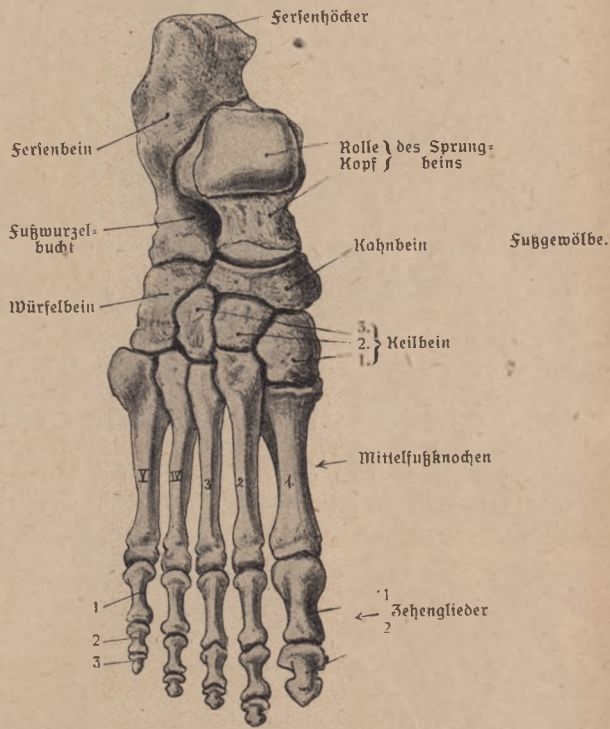


Fig. 189. Fußskelett von oben gesehen.

**Subwurzel-**  
**bucht.** Der Hals des Sprungbeins ist kurz; der Kopf trägt vorn eine gekrümmte Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Kahnbein des Fußes; unten eine kleine Gelenkfläche, mittels welcher der Kopf ebenfalls auf dem Ferseubein ruht. Zwischen den beiden unteren Gelenkflächen ist eine tiefe rauhe Rinne, die mit einer entsprechenden Furche des Ferseubeins einen Hohlraum bildet, die Fußwurzelbucht (sinus tarsi).

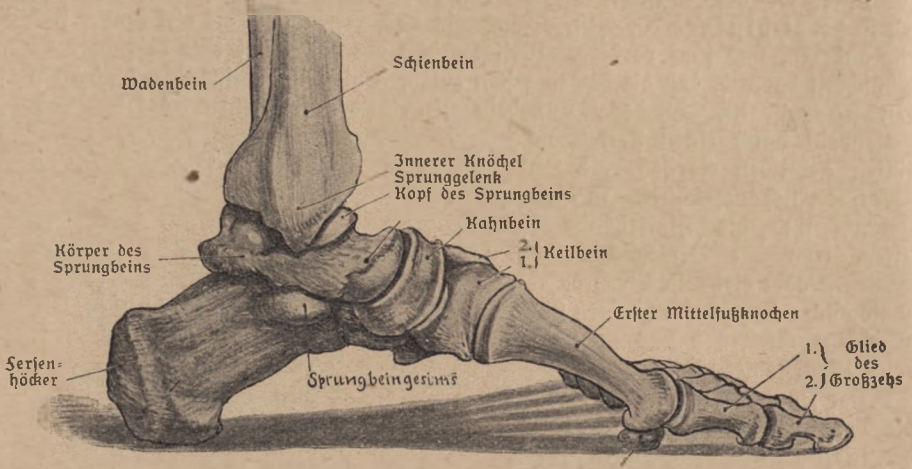


Fig. 190. Fußskelett von innen.

**Ferseubein.** 2. Das Ferseubein (calcaneus). Es reicht nach vorn so weit wie auch das Sprungbein; nach hinten überragt es dieses bedeutend mittels des Fersevorsprungs oder der Hacke. Die Hacke endigt nach hinten mit dem rauhen Ferseuhöcker (tuber calcanei), an welchem sich die mächtige Achillessehne heftet.

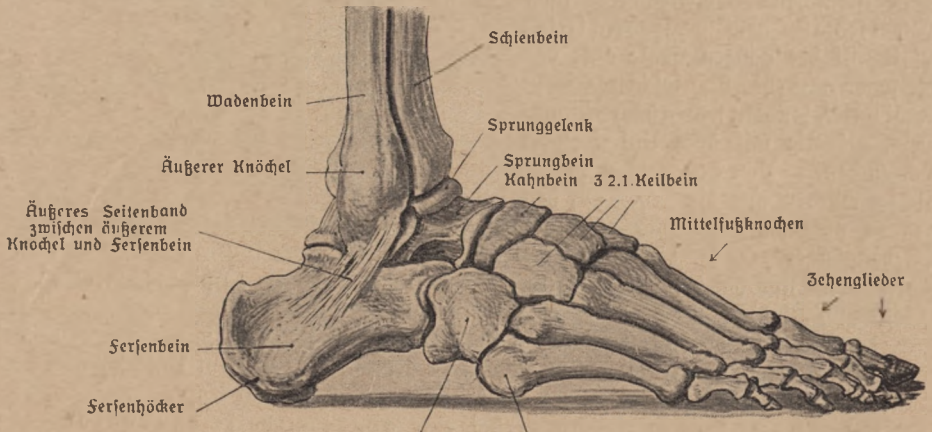


Fig. 191. Fußskelett von außen.

Die obere Fläche des Knochens trägt eine Gelenkfläche für den Körper des Sprungbeins. Davor die schon erwähnte Furche, die mit der entsprechenden Furche des Sprungbeins die Fußwurzelbucht bildet. Nach innen davon ist ein starker Fortsatz, das Sprungbeingesims (sustentaculum tali), auf welchem der Kopf des Sprung-

beins aufliegt. In der Hohlkehle unter diesem Gesims ziehen Muskelsehnen, Blutgefäße und Nerven vom Unterschenkel zum Plattfuß.

Die vordere Fläche ist überknorpelt zur Verbindung mit dem Würfelbein.

3. Das Kahnbein (os naviculare) liegt zwischen dem Kopf des Sprungbeins und den drei Keilbeinen. Kahnbein.

4., 5. und 6. Die drei Keilbeine (ossa cuneiformia I, II u. III), unregelmäßig gestaltete Knochen, welche an das Kahnbein anstoßen. 3 Keilbeine.

7. Das Würfelbein (os cuboideum), am äußeren Fußrand gelegen. Seine hintere Gelenkfläche stößt an das Fersehenbein (Fig. 191). Seine Würfelbein.

### B. Mittelfuß (metatarsus).

Die fünf Mittelfußknochen sind ganz ähnlich gestaltet wie die fünf Knochen der Mittelhand (Basis, Mittelstück und Köpfschen). Der kürzeste und stärkste Mittelfußknochen ist der des Großzehs. Der Mittelfußknochen des Kleinzehs weist an seiner Basis oder dem Grundteil vor dem Würfelbein einen kurzen starken Höcker auf. Mittelfuß.

### C. Zehen.

Der Großzeh hat zwei, die anderen Zehen haben drei Glieder (phalanges). Sie liegen bei der zweiten bis fünften Zehe nicht in gerader Linie, sondern die Zehen sind krallenförmig gekrümmt, so daß das erste Zehenglied etwas schief nach oben, das zweite Zehenglied fast horizontal, das dritte schief nach unten gerichtet ist: die Zehen stehen so wie Sprungfedern, auf den Boden sich stemmend. Für die Elastizität des Ganges ist dies von besonderer Bedeutung. — Bei Statuen ist die erste Zehe gewöhnlich etwas kürzer, bei Bildwerken der Spätrenaissance manierierterweise sogar beträchtlich kürzer als die zweite Zehe gebildet, so daß die Umrißlinie der Fußspitze eine schöne Bogenform gewinnt. Indes ist in der Natur die große Zehe oft die längere. Die Zehen.

## § 75. Das Fußskelett als Ganzes.

Die Fußwurzelknochen und der anstoßende Mittelfuß mit den Zehen sind so gruppiert, daß 1. an das Sprungbein anstoßen: das Kahnbein, an dieses die drei Keilbeine und daran die drei ersten Mittelfußknochen mit den entsprechenden Zehengliedern; 2. an das Fersehenbein das Würfelbein vorn angelegt ist und an dieses Mittelfußknochen und Zehenglieder der vierten und fünften Zehe. Fußskelett als Ganzes.

Die Mittelfußknochen bilden zugleich mit der Fußwurzel das Fußgewölbe, und zwar ein Längs- und ein flacheres Quergewölbe. Das Längsgewölbe setzt sich, den 5 Mittelfußknochen entsprechend, aus 5 Bögen zusammen, die sich im Fersehenbein vereinigen. Von diesen ist der 2. Bogen, der durch den 2. Mittelfußknochen, das 2. Keilbein sowie die Mitte des Kahn-, Sprung- und Fersehenbeins verläuft, der längste und höchste (Spannweite beim Erwachsenen 17—22 cm, Höhe vom Fußboden  $5\frac{1}{2}$ —7 cm), der 5. Bogen am äußeren Fußrand der kürzeste (14—16 cm) und flachste (2—3 cm). Die Achse des dem inneren Fußrand entsprechenden 1. Bogens bildet mit der Fläche des Bodens einen Winkel von 18—20°. — Das quere Fußgewölbe ist nur am Vorderfuß gut ausgebildet, und zwar an der Aneinanderfügung der 3 Keilbeine und des Würfelbeins. Es ist ganz flach. — Ein hohes Fußgewölbe am inneren Fußrand ist Merkmal eines schönen Fußes und Vorbedingung eines schönen elastischen Ganges. Fußgewölbe.

Das Fußgewölbe bildet einen Schutz für Nerven und Adern der Fußsohle, die sonst bei jedem Auftreten Druck erleiden würden. — Der obere Gipfel des Gewölbes oder „Spann“ liegt an der Grenze des hinteren Viertels der Fußlänge.

Beim Stehen verflacht sich infolge der Belastung des Fußes durch das Körpergewicht das Fußgewölbe: es senkt sich, und die strahlig ausgebreiteten Mittelfußglieder gehen etwas auseinander. Wie man an der Umrißzeichnung des aufgehobenen und an der des aufgesetzten Fußes sehen kann, wird dadurch der Fuß sowohl ein wenig länger als auch ein wenig breiter.

## § 76. Der Plattfuß.

Setzt man die Fußsohle, nachdem ihre Fläche mit einer abfärbenden Masse überstrichen ist, auf einen weißen Papierbogen, so erhält man einen charakteristischen Sohlenabdruck (die Trittspur), der anzeigt, mit welchen Weichteilen der Fuß beim festen Auftreten den Boden berührt. Es zeichnet sich die Ferse ab, wie sie in einer schmalen, bogenförmig gekrümmten Fläche (dem äußeren Fußrand entsprechend) sich fortsetzt in einen breiteren abgerundeten Teil: den Ballen des Fußes. Vor diesem zeigen sich in einem Bogen angeordnet die Kuppen der Zehen. Dies ist der bekannte Sohlenabdruck des Fußes, wie man solche auf den Gängen einer Badeanstalt in großer Zahl sehen und als Beweisstücke für die Fußformen der Badegäste vergleichen kann (Fig. 192a). Dabei wird man finden, daß nicht immer die oben beschriebene schmale und geschweifte Trittspur vorhanden ist, sondern daß auch breitere vorkommen, ja solche, bei welchen die ganze Sohlenbreite den Boden berührt (Fig. 192b).



Fig. 192. Trittsuren a eines normal gewölbten Fußes; b eines Plattfußes.

In den letzteren Fällen handelt es sich um Füße, die nicht die hohe Wölbung des schön gebauten normalen Fußes besitzen, sondern bei denen das Fußgewölbe eingesunken ist. Man findet bei solchem Fuß, daß das Sprungbein, statt vom Fersenbein als Schlüsselstein des Fußgewölbes hoch getragen zu werden, hinabgeglitten ist, während das Kahnbein ganz unten am Fußrand sich befindet. Hand in Hand damit gehen Veränderungen in der äußeren Form, namentlich des Fersen- und Würfelbeins. Diese nicht seltene Verbildung des Fußes ist der Plattfuß. Beim beginnenden Plattfuß ist es häufig der

flache äußere Fußbogen: Fersenbein, Würfelbein, Mittelfuß des Kleinzehs, welcher zuerst einsinkt, worauf dann der höhere innere Fußbogen vom äußeren Fußbogen herabgleitet (Fig. 195).



Fig. 193 u. 194. 1. Normal gewölbter Fuß. 2. Plattfuß.

Der ausgebildete Plattfuß erscheint breiter und länger, er ist flach; der innere Fußrand stützt sich ganz auf den Boden. Der Gang ist schwerfällig und unelastisch. Plattfüßige ermüden leicht und sind unfähig zu größeren Dauermärschen: ihre Füße neigen sehr stark zum Schwitzen.

Der Plattfuß ist eine bei Erwachsenen ungemein häufige Verbildung des Fußes. Unter den Gestellungspflichtigen der preußischen Armee waren 25 vom Tausend



wegen Plattfuß dienstunbrauchbar, das macht auf 400 000 Gestellungspflichtige 10 000 Mann!

In einer geringen Zahl von Fällen ist der Plattfuß angeboren und Rasseeigentümlichkeit. So nicht selten bei Juden. Die Angabe, daß Plattfuß bei den Negern ziemlich allgemein sei, ist nicht richtig. Nach Brandt von Lindau ist Plattfuß

	angeboren bei 4,3 % der Plattfüßigen,
erworben durch	Verletzung bei 4,9 %,   Lähmung bei 3,1 %,   Überbelastung des Fußgewölbes bei 88,9 % (sogenannter statischer Plattfuß).

Die weitaus größte Zahl entfällt also auf den durch Überlastung des Fußgewölbes entstandenen Plattfuß. Daher stehen neben schlechtem Schuhwerk, welches den Fuß leicht umknicken macht, neben häufigem Gehen auf unebenem steinigem Boden (bei den Landbevölkerungen in bergiger Gegend, wie in Tirol und der Schweiz ist Plattfuß fast doppelt so häufig wie bei Bewohnern der Ebene) vor allem solche Berufsarten in ursächlichem Zusammenhang mit der Bildung von Plattfüßigkeit, welche schwere und schwerste Arbeit unter anhaltendem Stehen erfordern. Namentlich dann tritt hier leicht Plattfuß ein, wenn durch gewohnheitsmäßiges Stehen mit auseinandergespreizten Beinen die Abknickung des inneren Fußrandes begünstigt wird. Bei Rekruten, die im bürgerlichen Beruf Schlosser, Drechsler, Steindrucker, Arbeiter, Kellner u. dgl. waren, fanden sich 10,1—18,3 %; bei Bäckern noch mehr.

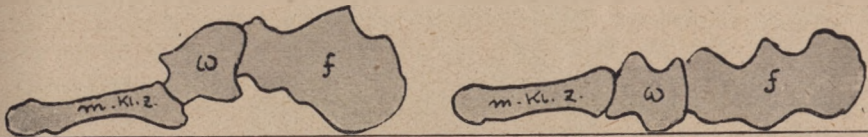


Fig. 195. 1. Das äußere Fußgewölbe normal. 2. Einsinken des äußeren Fußgewölbes und Formveränderung an den betreffenden Fußwurzelknochen bei Plattfuß.  
f Serfenbein; w Würfelbein; mklz Mittelfußknochen des Kleinzehs.

Vor allem darf Kindern mit noch nachgiebigen Bändern und Knochen kein dauerndes Stehen zugemutet werden, ohne daß man Gefahr läuft, Einsinken des Fußgewölbes herbeizuführen. Auch das spricht gegen die „Stecharbeit“ in der Schule.

Für den Turnunterricht fällt ins Gewicht, daß für Plattfüßige besondere Vorsicht beim Hoch- und Weitsprung zu beachten ist; Tief- und Sturmspringen ist ihnen ganz zu versagen. Ebenso können sie keine anstrengenden Marschübungen vertragen. Im übrigen liegt kein Grund vor, Plattfüßige vom Turnen auszuschließen.

Bei noch erst beginnendem Plattfuß sind geeignete Heftpflasterverbände oder noch besser Schuheinlagen, welche das innere Fußgewölbe stützen, von großem Nutzen.

Sie verhindern das weitere Einsinken des Fußgewölbes. Bei Schuhen für Plattfüßige darf auch der Absatz zweckmäßig etwas höher sein als üblich. —

Die anderen, weit selteneren Formen von Fußverbildung (Hafen-, Spitz-, Klumpfuß) bieten kein besonderes turnerisches Interesse.

## § 77. Gelenke und Bänder des Fußes.

### 1. Das Sprunggelenk.

Die Fußwurzel ist durch Vermittlung des Sprunggelenks (articulatio talocruralis, auch als „oberes Sprunggelenk“ bezeichnet) verbunden mit dem Knochen des Unterschenkels, indem die wie der Teil eines Zylindermantels gestaltete Rolle des Sprunggelenks (Schmidt, Unser Körper. 5. Auflage.

Sprung-  
gelenk.

beins oben von der unteren Gelenkfläche des Schienbeins, seitlich von den inneren Gelenkflächen der Fußknöchel gabelförmig umfaßt wird. Dadurch schließt das Gelenk außerordentlich fest — was in Anbetracht seiner Lage auch notwendig ist.

Das Sprunggelenk ist ein Scharniergelenk und gestattet lediglich Beugung und Streckung. In der mittleren Stellung des Fußes steht die Längsachse des Fußes recht-

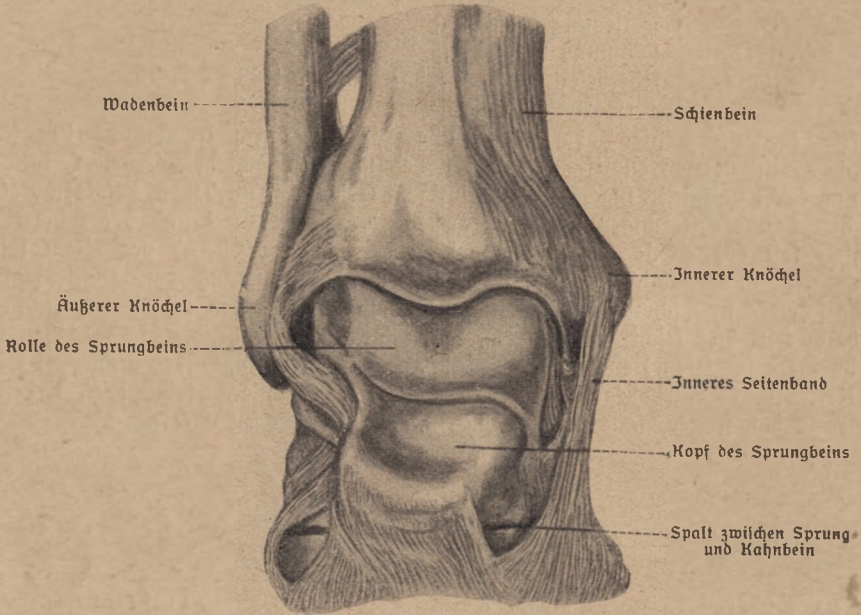


Fig. 196. Sprunggelenk eröffnet.

winklig zu der des Unterschenkels. Von hier aus beträgt die äußerste Aufwärtsbeugung des Fußes = Heben der Fußspitze  $70^\circ$ , die Streckung = Senken der Fußspitze oder Biegung nach der Fußsohle  $55^\circ$ , der ganze Bewegungsumfang also  $125^\circ$  (Fig. 197).

Beugung und Streckung ausführen kann nur der aufgehobene Fuß. Er ist dann ein zweiarmliger Hebel mit dem Drehpunkt im Sprunggelenk, einem kürzeren Arm (der Hacke) und einem längeren (Mittelfuß und Fußspitze). Ist der Fuß dagegen aufgesetzt, so kann er ausgiebig nur nach der Fußsohle sich biegen und den Körper so in den Zehenstand erheben. Der Fuß ist dann ein einarmiger Hebel, dessen Drehpunkt im Gelenk zwischen Mittelfuß und erstem Glied des Großzehs sich befindet. Das Körpergewicht ist die zu bewegende Last, der am Fersenhöcker mittels der Achillessehne angreifende Wadenmuskel die bewegende Kraft. — Die für den aufrechten Gang wichtige Arbeit der Senker (oder Strecker) des Fußes ist viermal so groß wie die der Heber.



Fig. 197. Bewegung im Sprunggelenk.

Fußwurzel-  
gelenk.

## 2. Das Fußwurzelgelenk.

Die Gelenke der Fußwurzel, nämlich:

Sprungbeinrörper mit Fersenbein (hinteres unteres Sprunggelenk),

Sprungbeinkopf mit  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Gesims des Ferßenbeins,} \\ \text{Kahnbein} \end{array} \right\}$  queres Fußwurzelgelenk,  
 Vorderfläche des Ferßenbeins mit Würfelbein

faßt man ihrer in einheitlichem Sinne erfolgenden Bewegung nach am besten als ein Gelenk, das Fußwurzelgelenk, auf. Die Gesamtbewegung des Fußwurzelgelenks ist:

1. Einwärtsführung (oder -kantung) der Fußspitze, mit Hebung des inneren und Senkung des äußeren Fußrandes;
2. Auswärtsführung (oder -kantung) der Fußspitze mit Hebung des äußeren und Senkung des inneren Fußrandes.

Der größte Umfang der Seitwärtsdrehung der Fußspitze beträgt bei der Einwärtskantung bis zu 20°, bei der Auswärtskantung etwas weniger. Bei der mittleren Stellung ist die Fußsohle nicht horizontal gestellt, sondern etwas nach einwärts gerichtet; beim Liegen oder Sitzen mit herabhängendem Fuß steht der äußere Fußrand des in Muskelruhe sich selbst überlassenen Fußes stets tiefer, am deutlichsten bei Kindern. Dementsprechend ist auch die Einwärtswendung der Fußsohle weiter ausführbar als die Auswärtswendung. Wenn sich zu dieser Einwärtswendung der Fußsohle noch die entsprechende Drehung in Hüft- und Kniegelenk bei Beugung dieser Gelenke hinzugesellt, ist es möglich, die Fußsohle dem Gesicht zuzukehren (wie bei der bekannten antiken Figur des Dornausziehers).

Wir führen die erste Bewegung: Senkung des inneren Fußrandes, Hebung des äußeren nebst Einwärtsführung der Fußspitze, dann 3. B. aus, wenn wir bei etwas gebeugtem Standbein den freien Fuß seitwärts mit der ganzen Sohle aufsetzen. Wir führen die zweite Bewegung aus, wenn wir das Standbein mit dem freien Bein überkreuzen und dann den kreuzenden Fuß mit der ganzen Sohle aufsetzen. —

Die anderen Fußwurzelknochen sind durch straffe Bänder zu einem in sich unbeweglichen Stück verbunden, dessen Festigkeit größer ist, als wenn das Ganze ein einziger solider Knochen wäre.

### 3. Gelenke der Mittelfußknochen mit der Fußwurzel.

Die Beweglichkeit dieser Gelenke ist sehr gering; namentlich fehlt dem Großzeh die außerordentliche und charakteristische Beweglichkeit, welche das Sattelgelenk zwischen Handwurzel und erstem Mittelhandknochen dem Daumen verleiht. Wenn auch bei manchen Völkerschäften der Großzeh eine Art von Greiftätigkeit entwickelt: der Inder hebt kleine Gegenstände vom Boden mit den Zehen auf; der Zulu schleift im hohen Grase, um sein Anrücken dem Feinde nicht zu verraten, den langen Speer, mit dem Großzeh gefaßt, am Boden nach sich; — wenn auch ohne Arme geborene Krüppel durch Übung ihre Füße zu wunderbar feinen Verrichtungen heranbilden: niemals kann der Großzeh den anderen Zehen in gleicher Weise wie bei der Hand der Daumen den anderen Fingern gegenübergestellt werden. Dazu fehlen die Vorbedingungen im anatomischen Bau des Fußes.

Gelenke zwischen Mittelfußknochen und Fußwurzel.

### 4. Die Gelenke zwischen Zehen und Mittelfußknochen.

Hinsichtlich dieser Gelenke besteht ein Unterschied zwischen Fuß und Hand darin, daß die ersten Fingerglieder so gut wie gar nicht gegen den Handrücken, sondern nur nach dem Handteller zu gebeugt werden können, während umgekehrt beim Fuß die Zehen nach dem Fußrücken hin bis zur rechtwinkligen Biegung umgebogen werden können. Dies geschieht schon beim Gehen im Augenblick des Abstoßens des hinteren Fußes vom Boden, namentlich aber geschieht es beim sogenannten Zehenstand; so genannt — denn in Wirklichkeit steht dann die Körperlast auf den Köpfchen der Mittelfußknochen,

Gelenke zwischen Zehen und Mittelfußknochen

Zehenstand.

während die federnd aufruhenden Zehen nur Schwankungen zu hindern und dem Vornüberfallen vorzubeugen suchen (Fig. 198). Dabei sei bemerkt, daß unterhalb des Köpfchens des Mittelfußknochens der großen Zehe in die Gelenkkapsel noch zwei flache Knochenstückchen, die großen Sesambeine (ossa sesamoidea) eingeschlossen sind. Sie verstärken die Widerstandskraft gegen die hier besonders sich geltend machende Druckwirkung. Es kommen solche Sesambeine aber auch sonst im Körper an Gelenken vor, die starker Druckwirkung ausgesetzt sind: so am Grundgelenk (Gelenk zwischen Mittelhandknochen und erstem Glied) des Daumens. Eigentlichen Zehenstand führen übrigens die Ballettänzerinnen aus, welche auf den Zehenspitzen trippeln, in der Weise, daß die Zehen gestreckt mit dem Fuße ein einziges starres Ganze bilden. Ob solcher an das Gehen auf steifen Stelzen erinnernde Gang schön genannt werden darf, ist eine andere Frage. —



Fig. 198. Zehenstand.

Nach der Fußsohle zu läßt sich das erste Zehenglied über die gerade Richtung hinaus kaum beugen.

### 5. Die Zehengelenke.

Zehen-

Die Zehengelenke sind Scharniergelenke von ähnlichem Bau wie die Fingergelenke.

Der Großzeh ist der ungleich kräftigste aller Zehen. Er tritt beim Gehen und Laufen ganz besonders in Tätigkeit, indem nach ihm hin sich die Fußsohle vom Boden abwickelt, von ihm aus sich vorzugsweise der Fuß vom Boden abstößt. Er heißt daher auch der Schreiterzehe. —

### 6. Bänder des Fußes.

Bänder des Fußes.

Zahlreiche straffe Bänder von außerordentlicher Festigkeit verbinden die Knochen des Fußes miteinander sowie mit den Knochen des Unterschenkels. Ganz hervorragende Festigkeit haben die Bänder der Fußsohle und hier vor allem das Fußsohlenband zwischen Ferlenbein und Würfelbein, eines der stärksten Bänder des Körpers, für die Tragfähigkeit des Fußgewölbes von entscheidender Bedeutung.

## § 78. Zur Fußbekleidung und Fußpflege.

Fußbekleidung und Fußpflege.

Kein Glied unseres Körpers ist so allgemein der Verunstaltung und Verkrüppelung durch unsachmäßige Bekleidung unterworfen als der Fuß, und doch ist der Fuß dasjenige Glied, an welches wir unausgesetzt die schwersten Anforderungen stellen, welches die gesamte Last des Körpers zu tragen und fortzubewegen hat. Die landläufige Fußbekleidung ist meist recht unzweckmäßig, wenngleich in jüngster Zeit Fortschritte zum Besseren nicht zu verkennen sind.

In unseren landwirtschaftlichen und tierärztlichen Hochschulen werden Vorlesungen und Kurse über den richtigen Hufbeschlag der Pferde gehalten — die Bekleidung des menschlichen Fußes aber ist ganz dem Handwerksmeister und Sabrikanten anheimgestellt, ja, was noch schlimmer, wechselnder Mode unterworfen. Für Kinder durchweg, für Frauen und Mädchen noch vielfach werden trotz der Ungleichheit von rechtem und linkem Fuß gleichwohl rechter und linker Schuh gleich geformt („zweibällige Schuhe“). Jünglinge und Männer tragen zwar für den rechten wie für den linken Fuß besonders gebaute („einbällige“) Schuhe, indes ist deren Form selten tadellos richtig und naturgemäß. Daß es für einen jeden, der Leibesübungen treiben will, wie Marschieren, Laufen, Springen usw., von allergrößter Wichtigkeit ist, richtig

gebautes Schuhwerk zu haben, weil sonst die Leistungsfähigkeit stark beeinträchtigt wird, ist selbstverständlich.

Beim natürlichen Gang treten wir mit der Ferse zuerst auf, und der Fuß wickelt sich nach der Fußspitze hin ab, zum Großzeh hin. Ob hier der Hauptdruck auf den Boden von den Mittelfußköpfchen der zweiten und dritten Zehe oder dem Großzeh ausgeübt wird, sei dahingestellt. Jedenfalls ruht sich die starre Schuhsohle zuerst in der Fußmitte vorn ab. Zweifellos aber ist es, daß beim Laufen und Hüpfen auch im festen Schuh das Abstoßen vom Boden nur mittels des Großzehs erfolgt. Man nennt daher die von der Mitte der Ferse bis zum Großzeh verlaufende Linie die „Gehlinie“ oder — nach dem um die Klarlegung der Mechanik des Fußes besonders ver-



Fig. 199. Fußsohle mit Meyerscher Linie (a b).

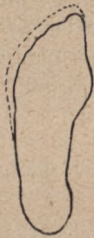


Fig. 200. Umrißlinie eines Fußes; die punktierte Linie gibt die Umrißlinie beim Aufsetzen des Fußes an.



Fig. 201 u. 202. I durch modernes Schuhwerk verkrüppelter Frauenfuß mit Einzelzeichnung der üblichen Schuhsohlenform. II Fußskelett eines solchen Fußes. Bei a Knochenaufreibung des Grundgelenks vom Großzeh. Die punktierte Linie gibt die Achse des Großzehs an, wie sie naturgemäß vorhanden sein müßte.



dienten Anatomen G. H. v. Meyer in Zürich — Meyersche Linie (Fig. 199). In dieser Linie muß die Achse des Großzehs liegen, wenn der Fuß richtig entwickelt ist und seiner Funktion beim Gehen ganz gerecht werden soll. Beim Kulturmenschen des 19. Jahrhunderts ist dies indes leider eine Ausnahme.

Dadurch, daß beim Auftreten das Fußgewölbe sich senkt und die strahlig gegen den Boden gestemmt äußeren Zehen sich mehr ausbreiten, wird der Vorderfuß beim Auftreten länger und breiter (Fig. 200). Für den richtigen Bau der Schuhe sind diese Verhältnisse besonders wichtig.

Folgende Regeln haben für ein richtig und naturgemäß geformtes Schuhwerk zu gelten:

1. Die Sohle muß an der Fußspitze so gestaltet sein, daß der Großzeh auf dieser Sohle seine natürliche Lage einnehmen kann. Diese Regel ist vorangestellt, weil gegen sie am meisten gesündigt wird. Bei weitaus den meisten Schuhen liegt die „Fußspitze“ anstatt am inneren Rand, ganz oder nahezu ganz in der Mitte der Sohle. Die Folge ist, daß der Großzeh aus seiner natürlichen Richtung nach der Mitte zu abgedrängt wird, so daß seine Spitze, anstatt geradeaus zu gehen, nach der Mittellinie der Sohlenfläche hinstrebt (Fig. 204 und 205).

Diese Ablenkung vermindert die Kraft, mit welcher der Großzeh beim Schreiten und Laufen sich vom Boden abstößt. Sie hat ferner eine Achsendrehung des Groß-

Naturgemähes Schuhwerk

zels zur Folge, so daß sich der Zehennagel meist schief nach außen legt. Das führt dann weiterhin zu dem schmerzhaften Übel des „eingewachsenen Nagels“ (Fig. 203). Für das Gelenk zwischen Mittelfußknochen und erstem Glied des Großzehs bewirkt die Ablenkung der Achse des Großzehs nach außen eine Verbiegung in diesem Gelenk, so daß es als „Ballen“ in entstellender Weise am inneren Fußrand hervortritt. Die Knochen des Gelenkes, welche winklig zueinander stehen, anstatt in einer Geraden zu verlaufen, erkranken mit ihren Gelenken besonders leicht an Entzündungen und Knochenwucherung (Grostballen, Gicht) (Fig. 202, a).

2. Das Oberleder des Schuhwerks muß an der Spitze so gestaltet sein, daß es den Großzehl in seiner richtigen Lage beläßt, oder ihm doch gestattet, in sie zurückzukehren, und daß es der freien Bewegung aller Zehen beim Auftreten und Aufspringen genügenden Raum gewährt. Die Folgen einer ungenügenden Erhebung des Oberleders sind die „Hühneraugen“, mit welchen namentlich der kleine Zehl ausgestattet zu sein pflegt. Das Oberleder darf sich nicht flach an die Sohle anlegen, sondern muß steil vom Sohlenrand an aufsteigen. Seine höchste Erhebung muß es über dem Großzehl und nicht über der Fußmitte haben.

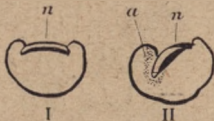


Fig. 203. I Nagelbett des Großzehs im Durchschnitt. II Schieflegung des Nagels bei eingewachsenem Nagel. In II entzündliche Wucherung des Nagelfalzes.



Fig. 204. Abweichung des Großzehs aus der Richtung der Menstrischen Linie (a b) nach der Richtung c d unter dem Einfluß schlecht gebauten Schuhwerks.

Gestattet das Oberleder an der Fußspitze nicht ausreichend das Abwickeln und Vorschieben der Zehen, so werden diese

gezwungen, sich zu krümmen, indem das erste Glied krallenartig umgebogen wird; beim Turnen wird dann vor allem der Niedersprung, die tiefe Kniebeuge und dergleichen, beim Wandern das Bergabgehen sehr schmerzhaft. Enges Oberleder an den Fußspitzen veranlaßt ferner bei nasser Kälte leicht Frostbeulen.

3. Die Spitze des Schuhs muß vorn aufgeschnabelt sein, d. h. sich über die horizontale Bodenfläche erheben. Diese Aufgeschnabelung — der Winkel, den die Sohle der Fußspitze mit dem Boden bildet, beträgt etwa 10—12° — begünstigt die Biegung der Zehen nach dem Fußrücken hin, wie sie beim Gehen im Augenblick des Abstoßens des hinteren Beins und ganz besonders beim Zehenstand stattfindet.

4. Der Schuh soll für die Verbreiterung des Fußes beim Auftreten Raum gewähren, muß aber andererseits



Fig. 205. Moderne Frauenfüße in Röntgenaufnahmen durch die Schuhe hindurch (nach Hoffa).

auch fest genug schließen, um ein Gleiten des Fußes nach vorn zu verhindern. Hier wird man einen Unterschied, je nach der Elastizität des Oberleders, machen müssen. Ist das Oberleder — wie bei derben rindsledernen Schuhen — hart und spröde, so muß die Sohlenbreite der Breite des Fußes beim Aufsetzen entsprechen. Ist das Oberleder aber weich und dehnbar, oder handelt es sich gar um Zeug- oder Stoffschuhe (z. B. Turnschuhe), so genügt es, wenn die Sohle nicht breiter als der aufgehobene unbelastete Fuß ist. Der Schuh kann sich vermöge der Nachgiebigkeit des weichen Oberleders oder Zeuges doch genügend ausdehnen.

5. Der Absatz des Schuhs sei niedrig. Unsere Mädchen und Frauen entsetzen sich gern über die Verstümmelung der Füße bei den Chinesinnen. Was aber die für einen falschen Geschmack so niedlich scheinenden Stöckelschuhe oder Ballschuhe an himmelschreiender Verunstaltung und Verkrüppelung verbergen — das weiß nur der Eingeweihte.



Fig. 206. Moderne Frauenfüße in Röntgenaufnahmen durch die Schuhe hindurch. Vollständige Verkrüppelung der Zehen (nach Hoffa).

Hohe Absätze zwingen den Fuß zu einer steten unnatürlichen Streckung (stumpfer Winkel der Fußachse zum Unterschenkel statt des rechten) und bewirken, wenn von früher Jugend angetragen, dauernde Verbildung des Fußskeletts (Fig. 207).

Der hohe Absatz verhindert ferner das naturgemäße Gehen mit Abwärtung des Fußes von der Ferse zu den Zehen, denn er zwingt zum Auftreten mit der Fußspitze anstatt mit der Ferse. Der Gang wird dadurch ein kurzschrittiger, trippelnder, unbeholfener und ermüdet schnell.



Fig. 207. Fußskelett auf einen hohen Absatz gestellt (grau angelegt; darunter die Umrisse des auf ebenem Boden stehenden Fußskeletts).

Daher beim weiblichen Geschlecht, wo der hohe Absatz noch am meisten getragen wird, die vielfache Unlust und oft auch Unfähigkeit zu längerer Körperbewegung im Freien, wie Wandern, Bergsteigen, Laufen und Spielen. Es ist ein Rest jenes verkehrten und schädlichen Schönheitsbegriffes, wenn unseren Mädchen in der Turnstunde noch das zierliche Gehen auf den Fußspitzen anbefohlen und als „schön“ hingestellt wird. —

Der hohe Absatz bewirkt ferner dadurch, daß der Fuß auf einer schiefen Ebene steht, ein Vorgleiten des Fußes nach vorn. Die Zehen stoßen gegen das Oberleder der Schuhspitze, werden stark umgekrümmt oder legen sich gar übereinander und erfahren dauernde Verbildung und Verkrüppelung.

6. Der Absatz sei breit und reiche weit nach vorn. Bei zu schmalen Absatz (Frauenschuhe!) schlägt der Fuß leicht um und erleidet Verstauchung; das

Gehen wird auf ungleichem oder steinigem Boden, auf schlechtem Pflaster, auf festgetretenem harten Schnee oder gefrorenem Wege unsicher und gefährlich. So beeinträchtigt auch in dieser Hinsicht fehlerhaftes Schuhwerk die Bewegung in freier Luft. —

Die Form der menschlichen Füße zeigt die weitestgehenden individuellen Verschiedenheiten. Richtig sitzendes Schuhwerk kann daher nicht nach Mittelmaßen angefertigt werden (käufliche fertige oder über Fabrikleisten geschlagene Schuhe passen vollkommen nur in Ausnahmefällen, wenngleich zugegeben werden muß, daß namentlich amerikanische Schuhfabriken dem Schnitt ihrer Leisten die denkbar beste Form zu geben sich bemühen); vielmehr wird am besten für jeden eigens ein Leisten nach sorgfältigem Maßnehmen hergestellt.

Für das Anmessen der Schuhe sind folgende Vorschriften zu empfehlen:

1. Die Messung ist nicht über den Strumpf, sondern besser am nackten Fuß vorzunehmen. Nur so ist es möglich, vorhandene oder beginnende Verunstaltungen, Hühneraugen u. dgl. zu berücksichtigen. Dazu kommt, daß der gewöhnlich getragene Trichterstrumpf die Fußform an der Spitze entstellt.

2. Rechter und linker Fuß entsprechen sich nicht immer in ihren Maßen, müssen daher jeder besonders gemessen werden.

3. Die Länge und Breite des Fußes sind nicht am aufgehobenen, sondern am aufgesetzten Fuße festzustellen. Die besten Anhaltspunkte für den Sohlenschnitt geben hierbei:

a) die Trittspur, d. h. der Sohlenabdruck;

b) die Umrißfigur: der Rand des aufgesetzten Fußes wird mit einem genau senkrecht aufgesetzten abgeplatteten Bleistift umfahren;

c) die Spannhöhe (Höhe des Fußrückens zum Boden). Sie ist nicht am aufgehobenen, sondern am aufgehobenen unbelasteten Fuß zu messen, da hier die Fußwölbung am größten ist.

Bzüglich der Frage, welche Arten von Schuhen zum Betrieb von Leibesübungen, zum Spielen und zum Wandern am geeignetsten sind, sei bemerkt:

1. Der hohe Schnürschuh hat den Vorzug, daß man es bei ihm in der Hand hat, dem Schuh den besten Schluß über dem Fußrücken zu geben. Für den Marsch schützt er allerdings unter Umständen nicht hinreichend vor dem Eindringen von Nässe. Sonst ist er unbedingt der beste Wanderschuh. Für Gebirgswanderungen sind die dicken Sohlen und breiten Absätze der Wanderschuhe kunstgerecht mit Eisennägeln zu beschlagen (Bergschuh).

2. Schaftstiefel gewähren zwar guten Schutz gegen Nässe und Staub, sind aber, wenn stark naß geworden, schwierig anzuziehen. Ist, um letzteres zu vermeiden, der Spann wenig fest schließend, so sitzt der Stiefel zu lose; beim Marsch reißt sich dann die Ferse hinten an der starren Kappe und wird leicht wund. Das Einstecken der Hosen in den Stiefelschaft drückt die Waden, erschwert den Blutumlauf im Unterschenkel und kann so den Eintritt schneller Ermüdung begünstigen.

3. Schuhe mit Gummibezügen haben den Nachteil, zu fest um das Gelenk anzuliegen und den Blutumlauf zu hemmen — wenn sie noch neu sind; umgekehrt sitzen sie zu locker, wenn nach längerem Tragen die Züge gedehnt sind und ihre Elastizität verloren haben.

4. Halbschuhe sind zwar leicht, begünstigen aber wegen mangelnden Schlusses

Anmessen des Schuhwerks.

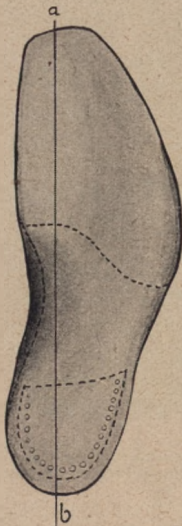


Fig. 208. Sohlenfläche eines Normal-Schuhleistens (nach Starcke). a h Menersche Linie.



Fig. 209. Fuß eines 2-jährigen Kindes von der Sohlenfläche gesehen.

Arten von Schuhwerk.



über dem Sprunggelenk das Gleiten des Fußes nach vorn, so daß die Zehen gegen das Oberleder anstoßen. Sie taugen gar nichts zum Wandern. —

Für den Übungs- und Spielplatz sind leichte Schuhe aus Leder oder Segeltuch, die bis über den Knöchel reichen und nur durch Ösen hindurch geschnürt werden, die zweckentsprechendsten. Für Fußballspiel und Tennis werden neuerdings sehr gute Schuhe angefertigt. — Der Turnschuh aus Leinen mit ganz dünnen Sohlen hat nur Vorzüge beim Gerätturnen. Für stramme Marschübungen taugt er gar nicht, von Wanderungen nicht zu reden. —

Wichtig für den Fuß ist auch die Form der Strümpfe. Beim Kinde im ersten Lebensjahre stehen bekanntlich die Zehen strahlenförmig auseinander (Fig. 209). Das Kind vermag die einzelnen Zehen niedlich zu bewegen, mit ihnen zu „spielen“. Schon bald aber ist das Bild ein anderes. Der in konischer Spitze zulaufende Trichterstrumpf hat die Zehen langsam mit elastischem Zug aneinandergedrängt, den Mittelfuß zusammengepreßt und die Fußsohle ver- schmälert (Fig. 211). „Die Natur“, sagt Starcke, „gab uns allein sieben starke Muskeln für den Groß- zeh; alle werden methodisch lahmgelegt durch die fürsorgliche Hand der stridenden Mutter.“ — Soll der Strumpf diese Schäden nicht zur Folge haben, so müssen für den rechten wie den linken Fuß besondere Strümpfe gefertigt werden, bei denen die Spitze nicht in der Mitte, sondern an der Innen- seite liegt, der Großzehenseite. Solche Strümpfe kosten nicht mehr Arbeit als die bis- her üblichen Trichterstrümpfe, zudem sind sie haltbarer an der Spitze als diese, da sich der Großzeh nicht so leicht durchbohrt. Es ist zu wünschen, daß die Handarbeits- lehrerinnen der Mädchen die naturgemäße Form der Strümpfe kennen lernten und nur solche von ihren Schülerinnen anfertigen ließen (Fig. 212—214).

Strumpf.

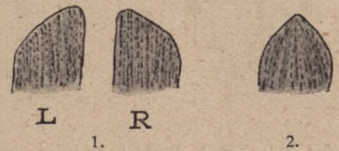


Fig. 210. 1. Linke und rechte Fußspitze beim richtig geformten Strumpf. 2. Fuß- spitze beim Trichterstrumpf.

Der Notwendigkeit einer gründlichen Besserung der Fußbekleidung gab bereits 1782 der holländische Anatom Petrus Camper durch seine in die meisten europäischen Sprachen übersetzte Schrift: „Von der besten Form der Schuhe“ Ausdruck. Später griff der Anatom Meyer in Zürich die Frage wieder auf. Seine Vorschläge fanden damals bei der preußischen Heeres- verwaltung besondere Beachtung. Eine trefflich illustrierte Darlegung der Frage verdanken wir endlich dem Maler Schulze-Naumburg.

Was endlich die Fußpflege betrifft, so ist peinliche Reinlichkeit ein erstes Gebot. Bei Schweißfuß bewährt sich das Abwaschen der Füße mit verdünntem Essig oder essigsaurer Tonerde; ferner das Einpudern des Fußes und der Strümpfe oder der Fußlappen mit Borjyl oder Salizylstreupulver (Mischung von Salizylsäure [3 Teile]

Fußpflege.



Fig. 211. Fuß eines 4jährigen Kindes im Strumpf, Röntgen- Aufnahme — beginnende Ablenkung der Groß- und der Kleinzehe.

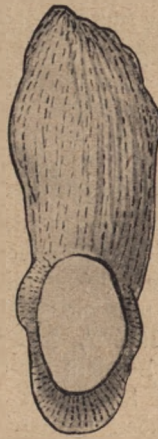
mit Mehl [10 Teile] und gepulverter Talkerde [87 Teile]). Es ist ein dummer Aberglaube, daß man gegen Schweißfüße nichts tun dürfe. Sind die Füße durch anstrengenden



1.



2.



3.

Fig. 212—214. 1. Normal gebauter unverstümmelter Fuß. 2. Derselbe mit Normalstrumpf bekleidet. 3. Derselbe im Trichterstrumpf; man sieht, daß durch den Trichterstrumpf a) der Mittelfuß schmaler, b) der Großzeh nach der Fußmitte abgelenkt wird. (Nach Braune.)

Marsch stark gerötet, sind gar Blasen vorhanden oder Wundsein, so benutze man ebenfalls Salizylstreupulver oder eine Salizylsalbe. Bei mehrtägigen Fußwanderungen soll man das eine oder andere bei sich führen.

Hühneraugen entfernen man durch Auflegen erweichender Pflaster, wie solche überall käuflich sind. Zu warnen ist vor dem Versuch, die Hühneraugen selbst mit dem Messer zu entfernen. Wiederholt haben kleine Verletzungen hierbei zu heftiger Entzündung, ja zu gefährdender Blutvergiftung Anlaß gegeben. —

Eingewachsene Nägel lasse man vom Arzt operativ entfernen — und beschaffe sich danach richtig geformtes Schuhwerk.

# Muskellehre.

## Allgemeine Muskellehre.

Die Muskeln bilden die Hauptmasse des Körpers. Auf sie entfällt über ein Drittel des Körpergewichts: 36 % nach *Th e i l e*, 40 % nach *S ü r b r i n g e r* bei Männern; bei Frauen gegen 32 %. Bei Athleten kann das Gesamtgewicht der Muskulatur auf 50 % des Körpergewichts steigen.

Während die Knochen die passiven Bewegungsorgane, bewegte Teile sind, sind die Muskeln die bewegendenden, die aktiven Bewegungsorgane. Auf Reiz (Willensanregung oder andere Reize) ziehen sich die Muskeln zusammen, werden kürzer und nähern so die zwei Punkte einander, zwischen welchen sie ausgespannt sind. Das hat natürlich zur Voraussetzung, daß wenigstens einer dieser Punkte beweglich ist.

### § 79. Feinerer Bau der Muskeln.

Nach ihrem feineren Bau unterscheiden wir zwei Arten von Muskeln: quer gestreifte und glatte Muskeln. Die ersteren sind fast ausnahmslos der unmittelbaren Willensbeeinflussung unterworfen und heißen daher auch willkürliche Muskeln; die glatten Muskeln sind dagegen dem Willen nicht zugänglich und heißen daher auch unwillkürliche Muskeln.

#### I. Quergestreifte oder willkürliche Muskeln.

Die quergestreiften Muskeln, das rote Fleisch des Körpers, sind braunrot von Farbe, hauptsächlich infolge ihres Reichtums an Blutgefäßen. Schon mit bloßem Auge gewahrt man an ihnen einen faserigen Bau, und zwar ist diese Faserung meist parallel, manchmal auch zusammenlaufend angeordnet. Isoliert man eine solche grobe Fleischfaser und macht durch sie einen Querschnitt, so gewahrt man bei schwacher Vergrößerung, daß sie sich aus zahlreichen bündelartig vereinten feineren Fasern zusammensetzt. Man nennt daher die grobe Muskelfaser Muskelbündel und erst die feineren, zu einem Bündel zusammentretenden Fasern Muskelfasern (Fig. 216). Eine jede Muskelfaser ist umgeben von einer feinen glas-

hellen Haut, der Muskelhaut (Sarkolemma). Eine stärkere bindegewebige Haut (das „Perimysium“), zugleich Trägerin von ernährenden Blutgefäßen, Nerven und Fettgewebe, umgibt vor allem gröbere Muskelbündel (Fig. 215). Unter dem Einfluß geeigneter chemischer Mittel zerfasert sich auch die feinere Muskelfaser nochmals in feinste dünne Säserchen, die als Muskelfibrillen (oder Primitivfasern) unter dem Mikro-



Fig. 215. Muskelbündel im Durchschnitt. Vergrößert 150.

Allgemeine Muskellehre.

Feinerer Bau der Muskeln.

Quergestreifte oder willkürliche Muskeln.

Muskelbündel.

Muskelfasern.

Muskelfibrillen.

strop sichtbar sind (Fig. 217). Sowohl die Muskelfasern als auch die einzelnen Fibrillen zeigen bei stärkerer Vergrößerung durchweg eine feine Querstreifung, d. h. sie setzen sich zusammen aus Scheiben von abwechselnd dunkler und heller Färbung, infolge verschiedener Lichtbrechung dieser Schichten. Löst man die dunkleren Streifen durch Salzsäure auf, so bleiben die lichter Scheiben der Fibrillen, gewissermaßen Säulenstücke, als kleinste Fleischteilchen („sarcous elements“) übrig (Fig. 218). Unter der Muskelfaserhaut (dem Sarkolemma) liegen außerdem Zellkerne eingestreut, die Muskelkörperchen. Vorzugsweise um die Muskelkerne herum liegt eine körnige Eiweißsubstanz, das Sarkoplasma, welches auch einen gelblichen Farbstoff (Muskelhämoglobin) enthält. Den höchsten Gehalt an Sarkoplasma, in welches die Fibrillen eingebettet sind, haben diejenigen Muskeln, welche meist für Dauerleistungen beansprucht werden.

Die Muskelfasern sind von verschiedener Länge und Dicke. Im allgemeinen sind sie bis zu 12—16 cm lang; bei langen Muskeln kommen dann mehrere Fasersolgen,



Fig. 216. Quergestreifte Muskelfasern mit darüberlaufenden Nerven.



Fig. 217. Auflösung einer Muskelfaser in Muskelfibrillen. Vergrößerung 500.

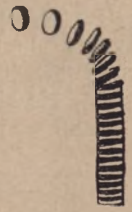


Fig. 218. Auflösung einer Muskelfibrille in kleine Scheibchen. Vergr. 800.

indem die zugespitzten Enden nach Art einer Verzahnung ineinandergeschoben sind. Sie heften sich mit einem gleichfalls faserig gebauten straffen bindegewebigen Band, der Sehne, an dem Knochen an. Man nahm früher an, daß die Sehne aus dem Zusammentritt der das Ende der Muskelfasern überragenden Häute der Muskelfasern und Muskelbänder entstehe. O. Schultze hat indes neuerdings wahrscheinlich gemacht, daß die Muskelfasern sich unter Verlust der Querstreifung direkt in die Sehnenfasern fortsetzen.

Die Sehne ist blendend weiß, aus ungemein starken und festen, parallel nebeneinander gelagerten Fasern bestehend. Sie ist umgeben von der Sehnenhaut oder Sehnen Scheide, der Trägerin der die Sehne ernährenden Blut- und Lymphgefäße. Zwischen Sehne und Sehnen Scheide befindet sich eine schlüpfrige Flüssigkeit, welche ähnlich der Gelenkschmiere in den Gelenken das ungehinderte glatte Gleiten der Sehne bei Bewegung gewährleistet. Entzündungen pflanzen sich in dem Raum zwischen Sehnen Scheide und Sehne ungemein leicht die Sehne entlang fort (Sehnen Scheidenentzündung).

Die Nerven des Muskels sind zweierlei Art. Vorzugsweise sind sie Bewegungsnerven (motorische Nerven), d. h. sie leiten die Willensanregungen vom Zentralnervensystem — Hirn und Rückenmark — zum Muskel hin und veranlassen letzteren

Sehne.

Sehnen-  
scheide.

Muskel-  
nerven.

zur Arbeit. Dieser Bewegungs-, d. h. eigentliche Muskelnerve tritt seitlich in die Muskelfaser ein. Außer diesen Bewegungsnerven hat der Muskel aber auch Empfindungsnerven, d. h. Nerven, welche die Kunde von den äußeren Zuständen im Muskel zum Zentralnervensystem, also zum Bewußtsein vermitteln. Wir nennen diese Empfindung das Muskelgefühl. Als eine Art Ergänzung des Tastsinnes lehrt es erkennen, wie der Widerstand beschaffen ist, den der Muskel bei seiner Tätigkeit findet; es läßt den Kraftaufwand abwägen, der zur Lösung einer Bewegungsaufgabe nötig ist, und gewährt eine Abschätzung des Gewichtes von Körpern, die wir heben, der Festigkeit von Gegenständen, die wir von ihrer Stelle bewegen wollen, eine Abschätzung ferner der Beschaffenheit dieser Gegenstände, ob sie hart, weich, spröde oder elastisch sind. Es sind weiter diese Empfindungsnerven der Muskeln, welche zugleich mit denen der Gelenke uns befähigen, auch bei geschlossenen Augen das Gleichgewicht im Stehen wie im Gehen zu erhalten. Endlich vermitteln diese Muskelnerven noch das Gefühl von Frische oder Ermüdung.

Der Bewegungsnerve der Muskelfaser endet in einer kleinen Auftreibung an der Muskelhaut, dem Nerven hügel oder der motorischen Endplatte (Fig. 219). Dabei geht die umhüllende Haut des Nerven unmittelbar in die Muskelhaut über, während der Nerv selbst sich im Nervenendhügel verzweigt, in die Substanz der Muskelfaser eindringt und mit ihr verschmilzt. Nerv und Muskel bilden also auch anatomisch eine Einheit: der Muskel ist eben nichts anderes als ein Endorgan des Nervensystems.

Die Fasern der willkürlichen quergestreiften Muskeln zeigen übrigens auch noch besondere Unterschiede in ihrem Aussehen, so daß man von blassen Fasern im Gegensatz zu mehr roten oder trüben spricht, die innerhalb desselben Muskels nebeneinander vorkommen können. Die blassen Muskelfasern sollen sich auszeichnen durch längere Dauer der Zusammenziehung und leichte Erregbarkeit: sie arbeiten flinker, ermüden aber auch leichter. Dementsprechend haben die Muskeln, bei welchen die blassen Fasern vorwiegen, größere absolute Kraft in der Einzelzuckung (s. u.) und erzeugen mehr die flinken Einzelbewegungen. Die roten oder trüben Fasern vollführen mehr die gedehnten ausdauernden Bewegungen. Sie kommen vorzugsweise vor in den stets tätigen Atemmuskeln, in dem Herzmuskel, in den Augen- sowie in den Kaumuskeln.

Nicht alle quergestreiften Muskeln sind willkürliche. Eine Ausnahme machen: 1. die Muskeln des Schlundkopfes (Muskeln des Rachens und des oberen Drittels der Speiseröhre), deren Tätigkeit beim Schlucken unwillkürlich erfolgt; 2. die Atemmuskeln, welche zwar der Willensbeeinflussung unterworfen werden können, für gewöhnlich aber ohne Zutun des Willens von selbst, rein automatisch, arbeiten; endlich 3. das Herz, welches der direkten Willensbeeinflussung gänzlich unzugänglich ist.

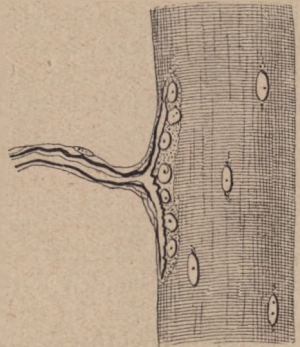


Fig. 219. Endung eines Muskelnerven im Muskel.

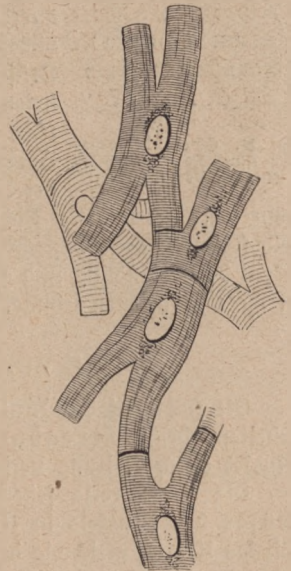


Fig. 220. Quergestreifte Muskelfasern des Herzens bei 400facher Vergrößerung.

Die Muskulatur des Herzens ist zwar quergestreift, unterscheidet sich indes durch besonderen Bau von den anderen quergestreiften Muskeln des Körpers. Sie besteht nicht aus langen, an beiden Enden spitz zulaufenden Fasern, sondern aus kurzen, verzweigten ein- oder zweikernigen quergestreiften Zellen, deren Äste mit den Ästen benachbarter Zellen in gleichsinniger Richtung mit der Querstreifung zusammenstoßen. Der Zellkörper setzt sich aus quergestreiften Muskelfibrillen zusammen. Diese Muskelfasern des Herzens, allenthalben miteinander verbunden und ineinander verfilzt, stellen also ein dichtes zusammenhängendes Netzwerk dar (Fig. 220).

## II. Glatte oder unwillkürliche Muskeln.

Die glatten oder organischen Muskelfasern, Faserzellen, welche die Fähigkeit besitzen, sich zusammenzuziehen und damit zu verkürzen, kommen im ganzen Körper überall da vor, wo sich Bewegungen unabhängig vom Willen vollziehen: so in den Wänden des gesamten Verdauungskanal, in den Luftröhren, in den Ausführungsgängen der Drüsen, im Harnleiter und in der Harnblase, in den Samenbläschen und der Gebärmutter, in der Brustwarze, in den Wänden der Blutgefäße, in der behaarten Haut.

Glatte oder unwillkürliche Muskeln.

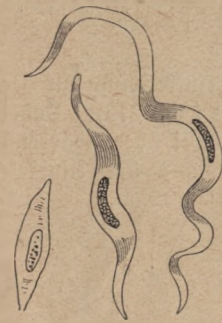


Fig. 221. Glatte oder organische Muskelfasern bei 3- bis 400facher Vergrößerung.

Der Gestalt nach sind sie spindelförmige, kernhaltige Zellen, bald sehr lang und bandförmig (wie im Darmkanal), bald kürzer (wie in der Wand der Blutgefäße) (Fig. 221). Sie liegen in den betreffenden Organen meist in bestimmter Richtung (längs oder quer) bündelförmig vereint und bilden in der Wand der Blutgefäße, Drüsen-, Darm- usw. Röhre eine besondere zusammenhängende Schicht (Fig. 222). Da, wo sie mehr kugelige Hohlräume umgeben, wie z. B. bei der Blase und der Gebärmutter,



Fig. 222. Bündel glatter Muskelfasern. Vergrößerung 350.

kreuzen sie sich in allen Richtungen. Nerven, dem System der unwillkürlichen Nerven, dem sympathischen Geflecht entstammend, treten allenthalben mit den glatten Muskelfasern in Verbindung und geben die unabhängig vom Willen erfolgenden Anregungen zu ihrer Zusammenziehung.

### § 80. Erregbarkeit des Muskels.

Die Fähigkeit des Muskels, sich auf erhaltene Reize hin zu verkürzen, d. h. zu arbeiten, heißt Erregbarkeit. Der Zustand der Muskelstätigkeit, in welche der Muskel durch Reizung versetzt wird, heißt Erregung.

Die Muskelreize setzen im Augenblicke der Tätigkeit die chemischen Spannkraft des Muskels in Arbeit und Wärme um. Sie wirken mithin als auflösende Kräfte, gleichwie der Funken, der die im Schießpulver schlummernden Spannkraft auslöst und Explosion hervorruft, so daß Arbeit — Fortschreiten der Kugel — geleistet und Wärme — Erhitzung der Gewehrfammer — frei wird.

Man unterscheidet folgende Reize, die den Muskel zur Zusammenziehung veranlassen:

1. natürliche oder Normalreize, das sind solche, welche durch den Nerven von einem Nervenzentrum (Hirn, Rückenmark, sympathisches Geflecht) her dem Muskel mitgeteilt werden;

Erregbarkeit des Muskels.

2. Künstliche Reize. Der Muskel zieht sich z. B. zusammen, wenn er in Berührung kommt mit stark ätzenden Säuren (chemischer Reiz); wenn ihm ein sehr heißer oder ein sehr kalter Gegenstand genähert wird (thermischer Reiz); wenn er stark gequetscht oder gezerrt wird (mechanischer Reiz). Namentlich hervorzuheben ist aber die Reizung des Muskels durch elektrische Ströme, weil solche, als am leichtesten zu handhaben, abzustufen und abzumessen, vorzugsweise zur wissenschaftlichen Untersuchung der Muskel- und Nerventätigkeit benutzt werden.

Man kann auf diese Weise entweder die Muskelsubstanz selbst oder auch den zum Muskel führenden Nerven reizen, der dann die Erregung auf den Muskel fortleitet.

### § 81. Gestaltveränderung des tätigen Muskels.

Wird der ruhende Muskel, der auch nicht durch ein Gewicht gedehnt ist, welches seine absolute Kraft übersteigt, durch irgendeinen Reiz in Tätigkeit versetzt, so treten folgende Erscheinungen ein:

1. Der tätige Muskel verkürzt sich unter Zunahme seiner Dicke; im allgemeinen um so mehr, je stärker der Reiz ist. Die stärkste Zusammenziehung bringt der natürliche Reiz durch den Nerven hervor.

2. Der verkürzte Muskel nimmt in seinem Gehalt (Volum) etwas ab, in seinem spezifischen Gewicht etwas zu.

3. Im tätigen verkürzten Muskel sind die Blutgefäße stets erweitert, und es ist demgemäß der Blutgehalt, dem lebhaften Stoffumsatz entsprechend, ein größerer. — Über die gleichzeitig nach den anderen, nicht arbeitenden Muskeln stattfindende „Blutverschiebung“ s. u. § 88.

4. Vermöge seiner Elastizität nimmt der Muskel, der sich auf einen Reiz hin verkürzt hatte, nach Aufhören des Reizes von selbst seine frühere Länge wieder an, wie er sie in der Ruhelage vorher innegehabt hatte.

### § 82. Zeitlicher Verlauf der Muskelzusammenziehung.

Legt man einen einzelnen Muskel mit seinen zugehörigen Nerven frei und reizt den Nerven durch einen einzigen elektrischen Schlag, so bewirkt letzterer eine einmalige ganz kurze Zusammenziehung des Muskels, die sogenannte Muskelzuckung, d. h. also: nach empfangenem Reiz verkürzt sich der bis dahin untätige Muskel schnell und kehrt dann rasch wieder in den erschlafften Zustand zurück. Läßt man sehr schnell hintereinander eine Reihe solcher Reizstöße durch den Nerven zum Muskel gehen, und zwar mittels des in einem fort unterbrochenen und wieder geschlossenen elektrischen Stromes (Induktionsstrom), so bleibt der Muskel ebenso lange andauernd zusammengezogen, andauernd arbeitend. Eine Reihe einzelner, sehr schnell aufeinander folgender Zuckungen fließt in eine andauernde Zusammenziehung zusammen.

Genau so erzielt auch unser Wille eine anhaltende Zusammenziehung — und die meisten Bewegungen sind solche — dadurch, daß er in einem fort Reizstöße zum zusammengezogenen Muskel schickt, solange eine Bewegung anhält. Die „Zuckung“ ist also der elementare Vorgang; alle länger verlaufenden Muskelzusammenziehungen sind aus schnell hintereinander folgenden Zuckungen zusammengesetzt.

Man hat Vorrichtungen erdacht, welche den Muskel in den Stand setzen, daß er Kraft und Zeitmaß einer Zuckung selbst auf die genaueste Weise aufzeichnet.

Bringt man die Sehne eines frischen bloßgelegten Muskels (z. B. vom Frosch) in Verbindung mit einem ganz leicht beweglichen einarmigen Hebel und reizt den Muskel

Zeitlicher Verlauf der Muskelzusammenziehung

von seinem Nerven aus, so wird der Hebel bei der dann folgenden Zusammenziehung des Muskels entsprechend bewegt werden. Versieht man das bewegliche Ende des Hebels mit einer Spitze, an welcher flüssige Farbe oder Tinte sich befindet, und stellt eine Fläche so gegen diese Spitze, daß beide sich ganz leicht berühren, so wird die Schreibspitze auf der Fläche einen Strich aufzeichnen, dessen Länge dem Umfang der Zusammenziehung des Muskels (der „Hubhöhe“) entspricht. Bewegt man während der Zusammenziehung die Schreibfläche an der Schreibspitze schnell vorbei oder ersetzt sie durch einen Zylinder (Trommel), der mittels Uhrwerks sich dreht, so erhält man statt des einfachen Strichs eine längere gekrümmte Linie, eine „Kurve“. Kann man es ferner so einrichten, daß die Schreibspitze genau in demselben Augenblick die Trommel berührt und zu schreiben anfängt, in welchem die Reizung des Muskels erfolgt, so gibt die aufgezeichnete Kurve, da die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel bekannt ist, auch aufs genaueste den zeitlichen Verlauf einer Muskelzusammenziehung, einer „Zuckung“ an (Fig. 223).

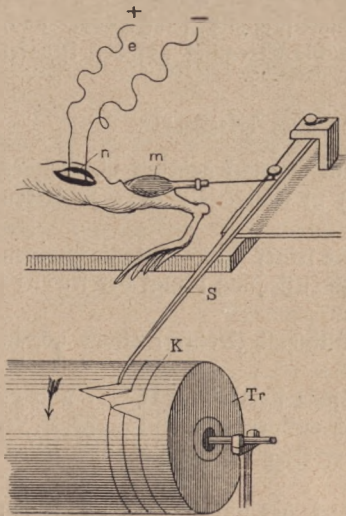


Fig. 223. Schema eines Myographions. e elektrische Zuleitung, n Nerv, der zum Wadenmuskel m führt; S Schreibhebel, Tr rotierende Trommel, K aufgezeichnete Zuckungskurve.

mit den Polen einer elektrischen Batterie verbunden. Die Sehne des Wadenmuskels m ist von ihrem Ansatz an der Ferse losgetrennt und durch einen Faden mit dem Schreibhebel S verbunden. Letzterer liegt mit seiner Spitze ganz lose der sich umdrehenden Trommel Tr auf. Zieht sich der Muskel zusammen, so wird er mittels des an der Sehne hängenden Fadens den Schreibhebel zu sich bewegen; erschlafft der Muskel, so kehrt der Schreibhebel in seine Ausgangsstellung zurück.

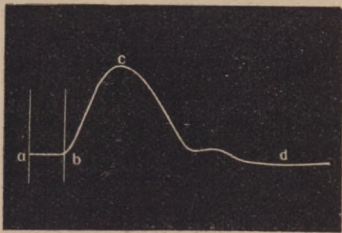


Fig. 224. Zuckungskurve.

Löst man auf solche Weise durch einen elektrischen Schlag eine Zuckung des Muskels aus, so lehrt die aufgezeichnete Kurve zunächst folgendes (Fig. 224):

1. Die Zuckung verläuft sehr schnell.
2. Der aufsteigende Teil der Kurve ist steiler als der absteigende; das heißt: der Muskel braucht weniger Zeit, um die volle Höhe der Zusammenziehung (bei c) zu erreichen, als er braucht, um in den Ruhezustand zurückzukehren (bei d).

3. Die Zusammenziehung beginnt nicht in demselben Augenblick, wo die Reizung (bei a) erfolgt, sondern etwas später (bei b).

Man teilt demgemäß den Verlauf einer Muskelzusammenziehung oder Zuckung in verschiedene Zeiten (Stadien) ein.

Zuckungs-  
kurve.

Zuckungs-  
zeiten.



a) Die Zeit der verborgenen („latenten“) Reizung, d. h. die Zeit, welche der Muskel gebraucht, um nach erhaltenem Reiz sich vorzubereiten, ehe er die Zusammenziehung ausführt. Die Dauer dieser Zeit beträgt nach Tigerstedt beim frischen Muskel 0,005 Sekunde; sie wird eine längere bei Ermüdung, Abkühlung oder zunehmender Belastung des Muskels, während sie bei stärkerem Reiz oder Erwärmung noch gekürzt wird.

b) Zeit der steigenden Energie. Sie beträgt beim frischen Muskel 0,03 bis 0,06 Sekunden. Sie fällt um so kürzer aus, und die Kurve wird um so steiler, je kleiner die Verzögerung ist, je geringer die zu hebende Last, je frischer der Muskel.

c) Zeit der absinkenden Energie oder Abflingen der Bewegung zum Ruhestand zurück. Diese Zeit erfolgt langsamer, ist also länger als die Zeit der steigenden Energie.

d) Die Zeit der sogenannten elastischen Nachschwingung. Daß sie eine physiologische Erscheinung sei, wird neuerdings bestritten.

Wenn man den Muskel vom Nerven aus reizt — und der natürliche Willensantrieb kann ja auch nur diesen Weg nehmen, um zum Muskel zu gelangen —, so ist die Zuckung um so größer und dauert um so länger, je weiter entfernt vom Muskel und je näher den Zentralorganen der Nerv gereizt wird (Fig. 225). Im Nerven sind also Spannkraften vorhanden, welche beim Hindurchgehen einer Reizwelle sich mit wachsender Energie auslösen: der Reiz schwillt im Nerven lawinenartig an.

Die Fortpflanzung des Reizes im Nerven erfolgt nicht etwa ähnlich der Schnelligkeit des Stromes im elektrischen Draht, sondern erheblich langsamer. Sie beträgt nach Piper 120 m in der Sekunde. Noch langsamer pflanzt sich die Reizwelle im Muskel selbst fort, nämlich mit einer Schnelligkeit von 10—13 m in der Sekunde. Bei der glatten sowie der Herzmuskulatur sind es nur 8—15 mm.

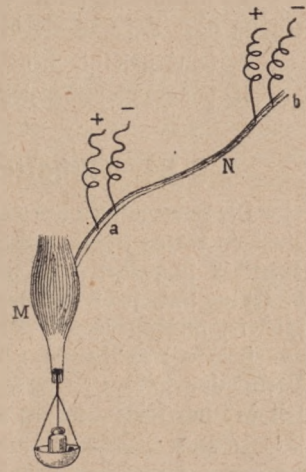


Fig. 225. M Muskel, N sein Nerv. Letzterer an zwei verschiedenen Stellen (a und b) gereizt.

Fortpflanzung eines Reizes im Nerven.

### § 83. Erscheinungen beim ermüdeten Muskel.

Läßt man einen Muskel hintereinander eine große Zahl von Zusammenziehungen ausführen, so verändern sich die Kurven, welche der Muskel aufschreibt, allmählich in zunehmendem Maße. Und zwar wird nach einer größeren Zahl von gleichstarken Reizen:

1. die Vorbereitungszeit des Muskels eine größere, d. h. er beginnt sich später zusammenzuziehen.

2. Die steigende Energie wird allmählich geringer. Dies nach zwei Richtungen hin: Der Muskel zieht sich langsamer zusammen, erreicht also den Gipfel der Zusammenziehung erst später; und: der Gipfel erreicht nicht mehr die anfängliche Höhe, die Kurve wird flacher und flacher. Mit anderen Worten: die Kraft der Zusammenziehung ist vermindert. Schließlich wird die Kurve zur geraden Linie: d. h. der Muskel ist überhaupt nicht mehr zur Arbeit zu bringen. Er ist erschöpft.

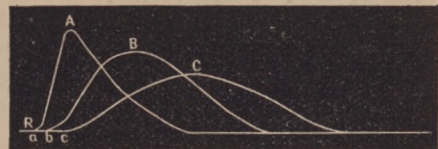


Fig. 226. Zuckungskurve A eines frischen, B eines halbermüdeten, C eines stark ermüdeten Muskels. R a, R b, R c die entsprechenden Vorbereitungszeiten.

die anfängliche Höhe, die Kurve wird flacher und flacher. Mit anderen Worten: die Kraft der Zusammenziehung ist vermindert. Schließlich wird die Kurve zur geraden Linie: d. h. der Muskel ist überhaupt nicht mehr zur Arbeit zu bringen. Er ist erschöpft.

Erscheinungen beim ermüdeten Muskel.

Je stärker der Muskel bei diesen Versuchen mit einem Gewicht belastet ist, welches er heben soll, um so schneller treten diese Verhältnisse ein. Es bedarf dann jedesmal einer stärkeren Reizung, wenn der belastete Muskel wiederholt hintereinander dieselbe Hubhöhe erreichen, dieselbe Arbeit leisten soll. Schließlich vermögen auch die allerstärksten Reize den Muskel nicht mehr zur anfänglichen Leistung zu bringen: die Kraft des Muskels versagt.

Die Ursache dieser Erscheinungen nennen wir Ermüdung. Wir können also folgende Tatsachen verzeichnen:

1. der ermüdete Muskel bedarf zu gleicher Arbeitsleistung einer stärkeren Anregung oder Reizung als der frische Muskel;
2. seine absolute Muskelkraft ist vermindert;
3. seine Zusammenziehung verläuft träge.

### § 84. Anhaltende Zusammenziehung oder Tetanus.

**Anhaltende Zusammenziehung des Muskels.** Die Bewegungen des Alltagslebens (wie der Leibesübungen) bestehen nicht aus einer einzigen kurzen Muskelzuckung, sondern setzen sich aus mehreren oder vielen kurz aufeinander folgenden und miteinander verschmelzenden Zuckungen zusammen. Nach v. Kries sind selbst bei den schnellsten willkürlichen Bewegungen, z. B. des Klavierpielers, mindestens vier Reizstöße wirksam.

Solgen Reizstöße schnell aufeinander, so hat der Muskel keine Zeit, sich nach der Verkürzung wieder zu verlängern, sondern er verharrt in einer je nach der Schnelligkeit der sich folgenden Schläge stoßweise erzitternden anhaltenden Verkürzung, welche Tetanus (= Starrkrampf) genannt wird. Je schneller die Reizstöße aufeinander folgen, um so mehr wird schließlich eine ununterbrochene, gleichmäßig anhaltende Zusammenziehung erreicht (Fig. 227 I—III).

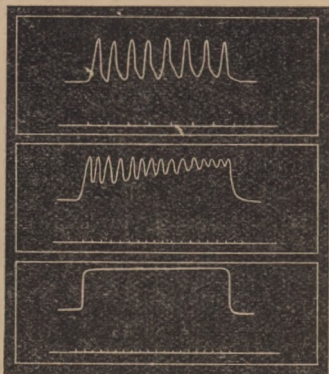


Fig. 227. Anhaltende Zusammenziehung durch Zusammenfließen vieler Reizstöße. Ihre Zahl ist jedesmal auf der Linie unten angegeben.

- I. Steckt man in Sehne und in Fleisch eines in anhaltende Zusammenziehung versetzten Muskels zwei Nadeln und verbindet diese mit den Drähten eines Telephons, so hört man einen Ton: ein Beweis, daß sich im Muskel intermittierende Schwankungen, d. h. aneinander gereihte Zuckungen vollziehen.

- III. Ähnlich, wenn man beide Zeigefingerspitzen in die Ohren steckt und nun willkürlich den zweiföpfigen Armbeuger aufs schärfste zusammenzieht: man hört dann ein deutliches zitterndes Brausen im Ohr. In gleicher Weise kann man dies Geräusch sich deutlich machen, wenn man des Nachts bei verstopften Ohren heftig die Kiefer

gegeneinander preßt (Zusammenziehung der Kaumuskeln). Helmholtz bestimmte, daß der Muskel des Menschen 18—20 natürliche Reizstöße in der Sekunde empfangen, nach neueren Forschungen sind es indes 50—100.

Die Zahl der künstlichen (elektrischen) Reizstöße, welche in der Sekunde nötig sind, um den Muskel in anhaltende Zusammenziehung zu versetzen, ist verschieden. So sind in der Sekunde erforderlich beim Frostmuskel durchschnittlich 15, beim Schildkrötenmuskel 2—3, bei Vögeln mindestens 70 (Marey), bei Insektenmuskeln 330—440 Reizstöße (Candois und Marey).

Aber nicht nur, daß schnell aufeinander folgende Zuckungen zu einer anhaltenden Verkürzung verschmelzen, sie erzielen auch, indem sich ihre Wirkungen addieren, eine weit stärkere Zusammenziehung des Muskels, als ein einzelner Reiz, und wäre er noch so stark, es vermag. Nur muß der zweite Reizschlag noch zu einer Zeit erfolgen und auf den Muskel wirken, wo sich der Muskel vom ersten Reizstoß her noch in Verkürzung befindet. Diese anfängliche Zunahme der aufeinander folgenden Zuckungshöhen wird physiologisch auch als „Treppe“ bezeichnet.

## § 85. Stoffwechsel des Muskels.

Die mechanischen Leistungen des Körpers beruhen auf den chemischen Spannkräften im Muskelgewebe, sowie auch die Leistungen der Dampfmaschine letzten Endes auf den Spannkräften beruhen, welche durch die Verbrennung der Kohle geliefert werden. Indes ist der Muskel keine Wärmearbeitsmaschine in dem Sinne, daß direkte Verbrennungsvorgänge in ihr Arbeit und Wärme liefern. Vielmehr enthält der Muskel Stoffe (ihre Hauptquelle sind Kohlehydrate, namentlich in der Form von Glykogen, welche nach dem Gesetz der Vertretung oder Isodynamie auch durch Fett- oder Eiweißstoffe ersetzt werden können; s. u. § 198), die auf einen Reiz hin sich spalten, wobei ihre chemische Spannkraft in lebendige Kraft, d. h. in mechanische Arbeit unter Verkürzung des Muskels sich umwandelt. Die so entstehenden Spaltungsprodukte oder Schlacken müssen aber sofort — sollen die Organtätigkeiten im Körper weiter bestehen — mittels Sauerstoffzufuhr unter Wärmeentwicklung beseitigt oder weggefegt (Boruttau), d. h. verbrannt werden. Dabei entsteht Kohlensäure als Verbrennungsprodukt. Diese Vorgänge sind derartig zusammengehörig, daß das Maß des Verbrauchs an Sauerstoff wie des Auftretens von Kohlensäure auch als Maß der Muskelarbeit gelten muß.

Stoffwechsel  
des Muskels.

Der Muskel benötigt also zu seiner Arbeit Sauerstoff und liefert schließlich als Hauptverbrennungsprodukt die Verbindung von Sauerstoff mit dem Kohlenstoff der an der Stoffzerlegung beteiligten, der Nahrung entstammenden Stoffe, nämlich die Kohlensäure.

In der Ausnutzung der durch diese Umlegung erzeugten Kraft, d. h. im mechanischen Nutzeffekt oder Wirkungsgrad ist der Muskel der durch Menschenhand hergestellten Maschine überlegen. Unter ganz besonders günstigen Verhältnissen können dem Muskel über ein Drittel ( $33\frac{1}{3}\%$ ) des aufgewendeten Energiewertes zur Verfügung stehen (N. Zuntz), der Dampfmaschine aber nur 8—10%, einem guten Gasmotor 20%. Noch etwas günstiger als beim Gasmotor ist die Ausnutzung des Energiewertes beim neuzeitlichen Dieselmotor.

Nutzeffekt  
oder Wirkungsgrad  
der Muskel-  
arbeit.

Der ruhende Muskel ist in fortwährendem Stoffwechsel — innere Atmung — begriffen. Er liefert damit hauptsächlich die Wärme des Körpers. Er entnimmt dem Blute, welches ihn durchströmt, Sauerstoff und gibt Kohlensäure an das Blut ab.

Der Stoff-  
wechsel des  
ruhenden  
Muskels.

Er entnimmt aber mehr Sauerstoff, als der abgegebenen Kohlensäure entspricht, d. h. er speichert einen Überschuß von Sauerstoff auf.

Beim tätigen Muskel sind die Blutgefäße, da der Stoffumsatz größer ist, stets derart erweitert, daß sich im maximal arbeitenden Muskel eine 7—10mal größere Blutmenge befindet als im ruhenden Muskel. Folgende Erscheinungen treten bei Muskeltätigkeit ein:

Stoffwechsel  
des tätigen  
Muskels.

1. Der Muskel scheidet bedeutend mehr Kohlensäure aus.

2. Der Muskel verbraucht weit mehr Sauerstoff. Dieser Mehrverbrauch an Sauerstoff wird dadurch gedeckt, daß:
  - a) der in Blut und Muskeln vorhandene Sauerstoff mehr ausgenutzt wird,
  - b) der Körper vermittelt des Gaswechsels in den Lungen während der Arbeit mehr Sauerstoff (bis zum 4—5fachen) als im Ruhezustand aufnimmt.
3. Alle Bestandteile des Muskels geraten in lebhafteren Stoffumsatz, wobei der Muskel seine chemische Reaktion ändert: der ruhende Muskel reagiert neutral, der tätige sauer.

### § 86. Stoffliche Ursachen der Ermüdung des Muskels.

Bei Muskelarbeit treten als Endprodukte der chemischen Umsetzung im Muskel auf:

1. Vermehrte Mengen von Kohlensäure. Sie wird durch die Ausatmung aus dem Körper ausgeschieden. Je umfangreicher die Muskelarbeit ist, um so massenhafter tritt Kohlensäure auf — und um so ausgiebiger müssen, veranlaßt durch bestimmte, dem Stoffwechsel in den Muskeln entstammende und im Blute umkreisende Reizstoffe, die Lungen arbeiten, um diese Mengen von Kohlensäure auszuatmen. Denn die Kohlensäure ist ein giftiges Gas, sobald sie im Blute sich im Übermaß anhäuft.

Sind an der Muskelarbeit besonders viele und große Muskeln beteiligt und anhaltend in stärkstem Maße tätig, so kann die Menge der dadurch entstehenden und ins Blut aufgenommenen Kohlensäure derart anwachsen, daß die Lungen ihrer Aufgabe, das giftige Gas augenblicklich auszuscheiden, auch bei tiefster Atembewegung nicht mehr genügen können. Es tritt dann vorübergehende Lungenermüdung, d. h. der Zustand der Atemlosigkeit ein, und gleichzeitig wird die Weiterarbeit der Muskeln fast instinktiv unterbrochen. Sie kann erst wieder aufgenommen werden, wenn die Lungen in der Muskelruhe der Übermenge von Kohlensäure Herr geworden sind und der regelmäßige Atemgang sich wieder eingestellt hat. — Wir kommen darauf später noch zurück.

2. Weiter tritt nach Muskelarbeit in vermehrter Menge eine Reihe von chemischen Stoffen im Muskel auf, das sind die Ermüdungsstoffe.

Als solche Ermüdungsstoffe, die als Zerfallstoffe bei Muskelarbeit entstehen, galten zuerst die Milchsäuren und die Fleischmilchsäure (Kreatin, Kreatinin u. a.). Weiterhin glaubte man in der freien oder der in sauren Salzen gebundenen Phosphorsäure die stoffliche Ursache für die Ermüdungserscheinungen im Körper gefunden zu haben. In jüngster Zeit stellte dann Prof. Weichardt in Erlangen aus dem Fleischpreßsaft stark übermüdeten Tiere einen chemisch noch nicht näher bestimmbareren hochmolekularen Stoff dar, der auch durch Aufspaltung von Eiweiß erhalten werden konnte: das „Kenotoxin“. In die Blutbahn von Tieren gebracht, rief dieses Kenotoxin Vergiftungserscheinungen hervor, wie sie nach starker Ermüdung entstehen: Betäubung, Verlangsamung der Atmung, Sinken der Körperwärme. Weichardt will auch gefunden haben, daß im normalen Blute Stoffe vorhanden sind, welche bis zu einem gewissen Grade vor der Wirkung dieses Ermüdungsstoffes schützen (als sogenannte „Anti-Körper“). Durch vorsichtige Zufuhr kleiner Mengen von Kenotoxin soll diese Schutzkraft erhöht werden können.

Zweifellos entstehen bei starker Ermüdung außer der Kohlensäure Zerfallstoffe, die bei übermäßig starker Ermüdung geradezu eine giftige Wirkung ausüben. Das

Stoffliche  
Ursachen der  
Ermüdung  
des Muskels.

Anhäufung  
von Kohlen-  
säure.

Atem-  
losigkeit.

Ermüdungs-  
stoffe.

klassische Beispiel ist der Athener Eukles, welcher nach der Schlacht von Marathon, um der erste zu sein, der seinen Landsleuten die Siegesnachricht verkündete, die 42 km lange Strecke vom Schlachtfelde bis nach Athen in ununterbrochenem Laufe durchmaß, um mit dem Freudensrufe: „χαίρει χαίρομεν“ tot auf dem Marktplatz niederzusinken.

Die Ermüdungsstoffe werden oft erst viele Stunden nach starker Anstrengung, und zwar durch die Nieren im Harn, durch den Kot im Darm sowie durch die Haut ausgeschieden. Bei übermäßiger Anstrengung tritt zur „Übermüdung“, d. h. zur Lähmung durch die Stoffwechselprodukte noch hinzu die „Erschöpfung“, d. h. die Lähmung durch Verbrauch des arbeitsfähigen Materials.

### § 87. Örtliche und lokale Muskelermüdung.

Nach einer kurzdauernden Muskelbewegung werden die im Blute entstandenen „Ermüdungsstoffe“ schnellstens durch den Blutstrom fortgeschwemmt, und der Muskel ist bald wieder zur selben Leistung fähig. Anders, wenn der Muskel anhaltend verfürzt bleibt (z. B. bei einer langandauernden Halte), oder wenn eine starke Muskelarbeit von kurzer Dauer häufig hintereinander bei kleinen Ruhepausen wiederholt wird. In beiden Fällen häufen sich die infolge der Muskelarbeit entstehenden Stoffe derart im Muskel an, daß sie nicht vom durchströmenden Blute vollständig entfernt (ausgewaschen) werden können. Diese Ermüdungsstoffe wirken dann auf den überangestregten Muskel so ein, daß sie zunächst seine Erregbarkeit herabsetzen (s. o.), und daß nur vermehrte Willensanstrengung den Muskel zur Weiterarbeit zu bringen vermag. Der ermüdete Muskel wird ferner bei Belastung leichter dehnbar, ein Umstand, der beim Herzmuskel (Entstehung von Herzerweiterung nach Herzermüdung) verhängnisvoll werden kann. Schließlich aber wird der Muskel völlig gelähmt, er versagt auch bei der energischsten Willensanregung. Erst nach bestimmter Ruhezeit hat sich der Muskel wieder erholt und wird wieder mehr oder weniger arbeitsfähig.

Beispiel: Der seitwärts wagerecht ausgestreckte Arm, der vorzugsweise vom dreieckigen Schulter-(Delta-)Muskel gehalten wird. Anfänglich die leichteste Sache der Welt, den Arm wagerecht zu halten, wird schon nach einer Anzahl von Sekunden der Arm schwerer und schwerer und fällt schließlich wie lahm herab — trotz äußerster Willensanstrengung, den Arm zu halten.

Belastet man dabei den Arm noch dadurch, daß man einen Hantel in die Hand nimmt, so tritt die vollständige örtliche Ermüdung um so schneller ein, je schwerer der Hantel, d. h. je größer die vom Deltamuskel in der Zeiteinheit zu leistende Arbeit ist. Die Übermüdung des Muskels ist fast stets mit einem mehr oder weniger lebhaften Schmerzgefühl im Muskel verbunden.

Läßt man nach solcher Anstrengung den Arm eine Weile ganz ruhen, so schwindet der Schmerz und das Gefühl der Schwere. Die in dem ermüdeten Muskel angehäuften Ermüdungsstoffe werden vom Blutstrom weggeführt: der Muskel wird wieder arbeitsfähig. Indes nicht vollständig; denn führt man dieselbe Halte nach entsprechenden Ruhepausen wiederholt aus, so wird die Zeit, während welcher der Arm belastet oder unbelastet wagerecht ausgestreckt gehalten werden kann, zuletzt immer kürzer: die Ermüdung tritt immer schneller ein. Schließlich versagt der Muskel gänzlich. Noch am folgenden, ja manchmal noch am zweiten oder dritten Tage nach der Anstrengung ist der Muskel schmerzhaft, namentlich bei jedem Versuch, ihn zu bewegen; er ist steif, anscheinend etwas geschwellt: kurz es besteht in ihm das sogenannte Turnfieber. Diese Schmerzhaftigkeit des Muskels beruht zum großen Teil auf Durchfeuchtung, d. h. Wasseraustritt aus den während der Arbeit stark erweiterten Blutgefäßen in das Muskelgewebe.

Lokale  
Muskel-  
ermüdung.

Turnfieber

So kann also die Ermüdung eines verhältnismäßig kleinen Muskelbezirks an der Schulter auch die anderen Armbewegungen hindern, obschon die gesamte übrige Muskulatur des Armes gar nicht ins Spiel getreten war. Ähnlich kann man auch an anderen Körperstellen durch ausgeführte Übungen, die an sich nur eine geringe mechanische Leistung bedeuten, kleinere Muskelbezirke so belasten und überanstrengen, daß, wie dort im Arm, so auch im Bein das Gefühl starker Ermüdung sich einstellt.

Daraus geht hervor: der Grad des Gefühls der Muskelermüdung ist nicht abhängig von der Größe der geleisteten Muskelarbeit überhaupt, sondern wesentlich auch von der Verteilung und Art der Ausführung dieser Arbeit. Große mechanische Arbeit, auf viele Muskeln so verteilt, daß keiner derselben bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit angestrengt wird, kann mithin ohne das Auftreten jedweder Ermüdungserrscheinung geleistet werden. Umgekehrt kann geringfügige mechanische Arbeit, wenn sie in der Hauptsache nur kleinen Muskelgebieten oder gar nur einzelnen Muskelbündeln übertragen ist, hier heftige örtliche Ermüdungsercheinungen verursachen und die Gesamtleistungsfähigkeit der Muskulatur beeinträchtigen.

Diese Gesichtspunkte sind von grundlegender Wichtigkeit, wenn man die Wirkungen der einzelnen Arten von Leibesübungen festzustellen sucht. —

Im übrigen sei noch bemerkt, daß die als Beispiel genommene Übung: Halten des seitwärts ausgestreckten Armes — um so längere Zeit hindurch und um so häufiger hintereinander ausgeführt werden kann, je mehr der Muskel geübt worden ist. Es treten dann auch die nachträglichen Ermüdungsercheinungen, das Turnfieber, kaum oder überhaupt nicht mehr auf. Der Muskel ist durchgeübt: „träniert“.

### § 88. Blutverschiebung bei Muskeltätigkeit.

Blutverschiebung.

Kastenmesser von Mosso.

Untersuchungen im „Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie“ (in Berlin-Dahlem) durch Professor E. Weber haben neuerdings festgestellt, daß bei Muskelarbeit nicht nur der arbeitende Muskel selbst blutreicher wird, sondern alle Muskeln des Körpers, mit Ausnahme der des Gesichts, auch wenn sie an der Arbeit gar nicht betheiligt sind. Der Nachweis dafür ließ sich leicht erbringen durch den Kastenmesser (Plethys-

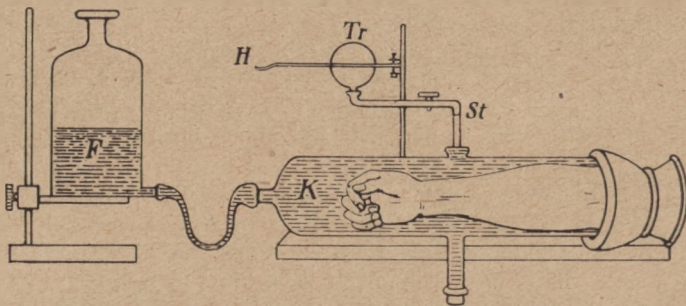


Fig. 228. Kastenmesser (Plethysmograph) nach Mosso. K mit Wasser gefüllter Kasten. St Steigrohr. Tr Trommel. H Schreibhebel. F Flasche zur Regulierung des Wasserdrucks.

mograph) von A. Mosso. Der Kastenmesser besteht aus einem länglichen, mit Wasser gefüllten Behälter, in welchen ein Glied, z. B. der Arm, durch eine Gummihmanschette gedichtet, eingeführt ist. Ein dem Behälter aufgesetztes Steigrohr, in Verbindung mit einer mit elastischer Membran überspannten Trommel, der ein Schreibhebel aufgesetzt ist, gestattet, jede Füllungschwankung in den Adern des eingeführten Armes in Gestalt einer Kurve aufzuzeichnen. So stellen sich selbst die kleinen Schwankungen, die dadurch

entstehen, daß mit jedem Pulschlage eine kleine Blutmenge in den Arm getrieben wird, als Wellenlinie dar. Bei stärkerer Blutfülle des Armes geht die ganze Kurve entsprechend stark in die Höhe; sie sinkt entsprechend bei Abschwellen des Armes. So macht sich z. B. ein Abschwellen des Armes infolge geringeren Blutstroms bei lebhafter Tiefatmung oder bei Atemstillstand durch Tiefstand der ganzen Kurve ebenso kenntlich, wie umgekehrt durch Rückstauung des Blutes beim Vorgang der Pressung (s. u. § 134) die Kurve entsprechend stark in die Höhe geht.

Wenn der zu Untersuchende nach Einbringen eines Armes in diesen Kastenmesser mit dem Fuß durch abwechselndes starkes Beugen und Strecken kräftige Arbeit leistete, so stieg sofort mit Beginn der Fußarbeit die Kurve hoch an, und zwar um so steiler, je kraftvoller die Fußarbeit geleistet wird. Hört die Fußarbeit auf, so sinkt die Kurve zur anfänglichen Ruhelinie zurück. Dasselbe Ergebnis zeigt sich, wenn umgekehrt ein Arm in den Kastenmesser eingeführt wird und lediglich mit den Armen, z. B. durch Hantelheben, Arbeit geleistet wird.

Weber ließ nun den ersterwähnten Versuch (Fußarbeit; Arm im Kastenmesser) von einem kräftigen, aber im Lauf noch nicht geübten Arbeiter in der Weise anstellen, daß er nach dem Versuch einen Dauerlauf von 15 Minuten machte, der ihn stark ermüdete. Eine Viertelstunde nachher, nachdem Atem- und Herzstätigkeit sich beruhigt hatten, wurde der erste Versuch wiederholt. Anstatt des Steigens der Kurve trat aber nunmehr das Gegenteil ein: die Kurve, welche vorher infolge der Blutverschiebung stark angestiegen war, sank jetzt ebenso tief unter die Anfangshöhe. Mit anderen Worten: an Stelle der Gefäßerweiterung in den Blutgefäßen des Arms trat umgekehrt eine Verengerung ein, die Muskulatur wurde blutleer; auch das Ermüdungsgefühl in dem bewegten Fuße stellte sich viel schneller und stärker ein. Erst nach einer Erholungszeit von  $2\frac{1}{2}$  Stunden ließ sich wieder die normale Blutverschiebung nachweisen.

Wiederholte dagegen Weber diesen Versuch mit jüngeren Leuten, die im Lauf vollkommen geübt und trainiert waren, so trat kein Sinken der Kurve, keine Umkehr der Blutverschiebung ein, sondern Aufstieg der Kurve. Das war auch noch dann der Fall, wenn der Dauerlauf über 30, ja selbst über 45 Minuten ausgedehnt, oder wenn statt der Fußbewegung eine Armarbeit (Hantelstemmen) ausgeführt wurde. So hervorragend erwies sich der Einfluß des Trainiertseins auf den Vorgang der Ermüdung.

Anders aber, wenn Sportsleute, die ausschließlich für den Lauf trainiert waren, statt des Dauerlaufs eine ungewohnte Übung, z. B. Schwimmen ausführten. Hier trat, wie auch im ersterwähnten Versuch mit dem nichttrainierten Arbeiter, Umkehr der Blutverschiebung ein.

Die Umkehr der Blutverschiebung — Sinken der Kurve im Kastenmesser bei Muskeltätigkeit — ist ein sicheres objektives Zeichen der Ermüdung: das Wiedereintreten der Blutverschiebung stellt den objektiven Beweis der Erholung dar. Die Zeit der Erholung ist abhängig: 1. von der Dauer der Muskelarbeit und dem Grad der dazu erforderlichen Anstrengung; 2. von dem Umfang des Geübtheits; 3. von der körperlichen Verfassung.

Wir sahen also: Bei jeder einigermaßen kräftigen Muskelbewegung verengern sich die Blutgefäße der Bauchorgane, während die aller Muskeln des Rumpfes und der Gliedmaßen — mit Ausnahme der Gefäße des Gesichts — sich erweitern. Dabei ist die Herzstätigkeit verstärkt, und zwar um so mehr, je anstrengender die Muskeltätigkeit ist. Diese ganze Summe von Erscheinungen vollzieht sich durch Nerven- einfluß von der Hirnrinde her.

Die Umkehr der Blutverschiebung als Zeichen der Ermüdung ist gleichfalls abhängig vom Gehirn: die im Blute kreisenden Ermüdungsstoffe üben auf die Zentren der Muskelbewegung in der Hirnrinde einen lähmenden Einfluß aus.

Umkehr der Blutverschiebung.

Einfluß des Trainiertseins.

Erholung.

Abhängigkeit der Blutverschiebung vom Gehirn.

Der Nutzen der Blutverschiebung, d. h. der stärkeren Durchblutung der Muskeln bei Arbeit, besteht darin, daß durch Fortschwemmen der Ermüdungsstoffe die Entstehung örtlicher Ermüdung hinausgeschoben wird. Wenn man im Tierversuch in Muskeln, die durch anhaltende elektrische Reizung so ermüdet waren, daß sie versagten, die Blutgefäße mit einer „indifferenten“ Kochsalzlösung (die gleich viel Kochsalz enthält wie frisches Blut) durchspritzt und dadurch die Ermüdungsstoffe fortshawemmt, so werden diese Muskeln wieder leistungsfähig. Umgekehrt: leitet man das mit Ermüdungsstoffen beladene Blut eines stark ermüdeten abgehehten Tieres auf ein frisches Tier über, so treten bei letzterem alle Erscheinungen der Ermüdung ein. —

Bei körperlicher Anstrengung können also sowohl der arbeitende Muskel selbst als auch die Nervenzentren im Gehirn, von wo aus auf dem Wege der verknüpfenden Nervenfasern der Muskel zur Arbeit vermocht wird, ermüden. Die Ermüdung lediglich des arbeitenden Muskels nennen wir periphere, die des zugehörigen Bewegungszentrums zentrale Ermüdung. Die Erscheinungen der peripheren und der zentralen Ermüdung brauchen sich durchaus nicht zu decken: bald kann diese, bald jene mehr in die Erscheinung treten. Wenn man z. B. den Muskel von seinem Nerven aus durch den elektrischen Strom zur Zusammenziehung bringt und arbeiten läßt, so ist das Bewegungszentrum im Gehirn ganz unbeteiligt, und die schließlich eintretende Ermüdung ist eine reine Ermüdung nur des Muskels. Zeichnet man die so erzielte Arbeit mit dem Arbeitsmesser oder Ergographen (s. u. § 236) auf, so sieht man nach Weber, daß die Kurve allmählich auf den Nullpunkt herabgeht. Die Kraft des ermüdenden Muskels sinkt also langsam herab.

Bei der Ermüdung der Hirnteile, von wo aus die Willensanregungen den Nerven zugehen, d. h. bei der zentralen Ermüdung tritt dagegen das objektive Ermüdungszeichen, nämlich die Umkehr der Blutverschiebung verhältnismäßig plötzlich ein. Diese Umkehr bedeutet bei Fortsetzung der Arbeit für den Muskel eine schwere Schädigung insofern, als bei der plötzlichen Blutleere des Muskels diesem erheblich weniger sauerstoffhaltiges und ernährendes Blut zugeführt wird und die Ermüdungsstoffe im Muskel, da sie nun nicht mehr schnell fortgeschwemmt werden, sich in kurzer Frist erheblich anhäufen und den Muskel zur Weiterarbeit untauglich machen.

Ganz kurz sei noch auf Versuche von Weber hingedeutet, welche bezwecken, den Eintritt der zentralen Ermüdung hinauszuschieben durch Einbeziehung von Arbeit ganz frischer, örtlich noch nicht ermüdeten Muskelgruppen. Wenn er nämlich Arbeit eines Beines bis zur Grenze der Ermüdung ausführen ließ, darauf 15 Minuten lang anstrengende Arbeit der Arme (Hantelheben, dann wieder Beinarbeit), so stellt sich jedesmal nach diesem Wechsel von Bein- und Armtätigkeit erneut normale Gefäßerweiterung oder Blutverschiebung ein. Oder: der rechte Arm macht Hantelbewegungen, bis er ermüdet. Der linke Arm im Kastenmesser zeigt Blutverschiebung, die zuletzt, wie die sinkende Kurve anzeigt, in Umkehr der Blutverschiebung, d. h. Blutleerwerden des Armes umschlägt. Nun führt dieser linke, bisher ruhende Arm Hantelarbeit aus, während der rechte ermüdete und blutleer gewordene Arm in den Kastenmesser geführt wird. Ergebnis: erneuter Blutzufluß oder Blutverschiebung in den vorher ermüdeten Arm. — In allen diesen Fällen war die Arbeit einer frischen, nicht ermüdeten Muskelgruppe imstande, den Vorgang der Blutverschiebung nach den Muskeln von neuem hervorzurufen, um den Eintritt der Ermüdung hintanzuhalten. Durch Einschlebung solcher Hilfsbewegungen frischer Muskeln, verbunden mit der Einschlebung kurzer Pausen von höchstens 7—8 Minuten, gelang es Weber bei einer Reihe von Versuchspersonen, die schwere Arbeit am Arbeitsmesser (Ergostat von Gaertner) ausführten, die Gesamtarbeit bis zum Eintritt von Ermüdung um 40% zu steigern. — Wie sich diese Methode bei sportlichen Leistungen noch bewähren wird, kann erst weitere umfassende Anwendung lehren. Wir kommen im III. Teil dieses Buches noch einmal darauf zurück.

Periphere  
und zentrale  
Ermüdung.

Hinaus-  
schieben der  
zentralenEr-  
müdung.

Steigerung  
der  
Leistung-  
fähigkeit  
nach Webers  
Methode.



## § 89. Allgemeine Muskelermüdung (Erschöpfung).

Überanstrengung selbst eines ganz kleinen Muskels kann also starke örtliche Ermüdung veranlassen, wenn auch die mechanische Leistung eine recht geringfügige war. Andererseits kann aber unsere Muskulatur spielend große Summen von Arbeit ohne Ermüdung bewältigen, solange sich nicht in den arbeitenden Muskeln Ermüdungsstoffe anhäufen. Letzteres wird selbst bei lange Zeit hindurch fortgesetzter Arbeit dann vermieden, wenn die Arbeit sich in stetem rhythmischen Wechsel von Arbeit und Ruhe vollzieht.

Allgemeine  
Muskel-  
ermüdung.

Auf diese Weise vermag der Herzmuskel ununterbrochen zu arbeiten und eine tägliche Gesamtsumme an mechanischer Kraftleistung zu erreichen, die im Verhältnis zur Größe des Herzens erstaunlich ist (nach Zuntz im Durchschnitt beim Erwachsenen ungefähr 20000 Kilogrammometer täglich; d. i. eine Arbeit, als wenn man 200 ca einen Meter hoch heben wollte). Nur bei starker anhaltender Steigerung der Herzarbeit, etwa um das 5—6fache, zeigt auch der Herzmuskel vorübergehende Ermüdungserscheinungen. Seine vollständige Ermüdung ist gleichbedeutend mit dem Aufhören des Lebens: Tod durch Erschöpfung.

In gleicher Weise leisten die Atemmuskeln in unaufhörlicher rhythmischer Tätigkeit außerordentliche Kraftsummen und zeigen ebenfalls nur bei stärkster Steigerung der gewöhnlichen Arbeit Ermüdungserscheinungen.

Nun handelt es sich bei der Arbeit des Herzens und der Atemmuskeln um unwillkürlich (automatisch) erfolgende Tätigkeit.

Was weiter die willkürlichen Skelettmuskeln betrifft, so leisten auch sie die größten Arbeitssummen bei rhythmischer Arbeit, die auf viele Muskeln verteilt ist. Solche Arbeit kann dann viele Stunden hindurch fortgesetzt werden, aber nie dauernd, wie Herzschlag und Atmung. Denn bei solcher willkürlichen Dauerarbeit treten stets schließlich Erschöpfungszustände ein, welche die beteiligten Muskeln zur Ruhe zwingen.

Beispiele für solche größte Arbeitsleistungen, die im rhythmischen Wechsel von Arbeit und Ruhe folgen und Arbeitssummen ermöglichen, wie sie auf andere Weise unsere Muskulatur nicht zu erreichen vermag, bieten die Bewegungen des Gehens, des Steigens, des Laufens, des Schwimmens, des Ruderns, des Radfahrens u. dgl. Auch handwerksmäßige rhythmische Dauerarbeiten (Sägen, Hämmern usw.) gehören hierher.

Werden Bewegungen letzterer Art sehr lange fortgesetzt, so können sich zwar auch in einzelnen vorzugsweise beteiligten Muskeln örtliche Ermüdungserscheinungen einstellen, es tritt aber, wie wir sahen, ein anderes hinzu: das ist Anhäufung von Ermüdungsstoffen im Gesamtblute des Körpers. Die Ausscheidung der Ermüdungsstoffe durch Haut, Nieren und Darm geht nur langsam vor sich. Werden aber durch reichliche anhaltende Muskelarbeit mehr Ermüdungsstoffe in den arbeitenden Muskeln gebildet und dem Blutstrom überliefert, als ausgehieden werden können, so müssen sie sich eben im Blute anhäufen.

Eben diese mit dem Gesamtblute den Körper durchreisenden giftigen Stoffe — mögen sie „Kenotoxin“ oder anderswie heißen — sind es, welche die Erscheinungen der allgemeinen Ermüdung und Erschöpfung hervorrufen. Sie wirken in erster Linie auf das Nervensystem. Es tritt Unlust zur Bewegung auf und gedrückte reizbare Stimmung; die Bewegungen erfolgen schwer und lässig. Nach Aufhören der Bewegung in der Ruhe bemächtigt sich des ganzen Körpers ein Gefühl der Ermattung, der Zerschlagenheit; der Puls ist klein und häufig, die Körperwärme steigt bis selbst zur Sieberhöhe. Appetit zum Essen, den

Erschei-  
nungen der  
allgemeinen  
Ermüdung.

man nach solch einer Leistung und so großem Stoffverbrauch besonders groß erwarten sollte, ist nicht vorhanden. Trotz des Gefühls der Erschöpfung, der Hinfalligkeit und des Ruhebedürfnisses stellt sich kein Schlaf ein; die Nacht wird vielmehr ruhelos verbracht. Am anderen Tage sind die Gliedmaßen noch schwer und wie zerdrungen; im Harn beginnen sich starke Niederschläge, namentlich aus harnsauren Salzen bestehend, zu zeigen. Am dritten Tage ist gewöhnlich die frühere Frische wieder erlangt.

Solche Erscheinungen treten bekanntlich nach übermäßigen Fußmärschen, erschöpfenden Bergbesteigungen, überweiten Radfahrten und ähnlichen Leistungen in bald stärkerem, bald geringerem Grade ein. Sie sind um so stärker vorhanden, je weniger der Betreffende an solche große Leistungen gewöhnt ist, während regelmäßige Gewöhnung an Dauerleistungen immer mehr dazu führt, solche ohne den Eintritt heftigerer Allgemeinerermüdung zu ertragen (Zustand des Tränierterseins s. u.).

Die allgemeine Muskelermüdung ist also eine Art von Selbstvergiftung des Körpers. Jung schlägt deshalb vor, die örtliche Ermüdung als „physiologische“, die allgemeine Ermüdung aber als „pathologische“ zu bezeichnen.

## § 90. Begriff der Kraft-, Dauer- und Schnelligkeitsübungen.

Im vorhergehenden traten zweierlei Arten von Muskelarbeit als Ursachen entweder der örtlichen oder der allgemeinen Muskelermüdung hervor, und zwar:

1. Muskelarbeit, die auf bestimmte Muskelgebiete beschränkt ist, kurze Zeit dauert, einmal erfolgt oder nur mehrmals wiederholt wird und von den beteiligten Muskeln den höchstmöglichen Aufwand von Leistung erfordert. Leibesübungen, welche diese Art von Muskelstätigkeit verlangen, heißen Kraftübungen. Sind die bei einer Kraftübung in Anspruch genommenen Muskelgebiete örtlich begrenzt und von geringem Umfang, wie in dem Beispiel der seitlichen Armhebbalte, von dem wir ausgingen, so bezeichnet man die hierher gehörigen Übungen als begrenzte oder lokalisierte Kraftübungen; handelt es sich um schon umfangreichere Muskelgebiete, so kann man sie als allgemeine Kraftübungen bezeichnen. Beispiele letzterer sind: das Ringen, das Stemmen schwerster Hanteln. Eine scharfe Grenze ist aber zwischen diesen Unterarten nicht zu ziehen.

2. Muskelarbeit, welche auf zahlreiche große Muskeln so verteilt ist, daß auf jeden einzelnen nur geringere Arbeit entfällt; die ferner längere Zeit hindurch und häufig im rhythmischen Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung der betreffenden Muskeln erfolgt, und die endlich infolge dieser Dauer und Häufigkeit und infolge der Anteilnahme sehr zahlreicher Muskeln sich zu großen Arbeitssummen anhäufen kann.

Hierher gehörige Übungen, bei welchen es darauf ankommt, solche Art von Bewegung möglichst lange auszuführen, heißen Dauerübungen.

3. Tritt dagegen der Gesichtspunkt der Dauer zurück, und kommt es darauf an, im schnellsten rhythmischen Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung in sehr kurzer Frist große Arbeitssummen zu erreichen und, wo es sich um Fortbewegungsarten handelt, eine möglichst große Strecke in kürzester Frist zurückzulegen, so heißen solche Übungen Schnelligkeitsübungen. Die Schnelligkeitsübungen nähern sich also in ihrem Charakter damit wieder den Kraftübungen.

Hinsichtlich der Ermüdungsercheinungen erzeugen die Kraftübungen örtliche (lokale) Muskelermüdung in größerer (allgemeine Kraftübungen) oder in geringerer (begrenzte Kraftübungen) Ausbreitung. Die Dauerübungen führen zur Allgemeinerermüdung. Bei den Schnelligkeitsübungen kommt es

Kraft-  
übungen.

Begrenzte  
oder lokal-  
isierte Kraft-  
übung.

Allgemeine  
Kraftübung.

Dauer-  
übungen.

Schnellig-  
keits-  
übungen.

gewöhnlich weder zur örtlichen Muskelermüdung noch zur Allgemeinerermüdung. Vielmehr ermüden hier in erster Linie nur diejenigen Organtätigkeiten, welche bei den Schnelligkeitsübungen besonders gesteigert werden, nämlich *H e r z s c h l a g* und *A t m u n g*.

### § 91. Erholung des Muskels.

Der Muskel, welcher bis zur Ermüdung und damit selbst bis zur zeitweiligen Arbeitsunfähigkeit angestrengt war, erlangt nach einer gewissen Zeit der Ruhe seine Arbeitsfähigkeit wieder. — Während der Arbeit hatte der Muskel, wie wir sahen, größere Mengen von Sauerstoff verbraucht. Diesen Verbrauch deckte er nicht nur dadurch, daß er dem Blute viel mehr Sauerstoff entnahm, sondern er verbrauchte auch den im Muskelgewebe selbst noch aufgespeicherten Sauerstoff. Die Zeit der Ruhe benutzt nun der Muskel dazu, diesen Verlust wieder zu ersetzen und neuen Sauerstoff aufzuspeichern. Ebenso werden in der Ruhe die Ermüdungsstoffe aus dem Muskel vollends weggeschafft; die chemische Reaktion des Muskels, während der Arbeit sauer geworden (vorzugsweise durch die entstandene Phosphorsäure), wird wieder die neutrale. Dem Bewußtsein gibt sich diese Wiederherstellung des Muskels zur vollen Leistungsfähigkeit durch das Gefühl der Frische oder das Kraftgefühl kund, welches namentlich bei allen denen sich in wohlthuender Weise äußert, die in regelmäßiger Betätigung und Übung ihre Muskulatur ordentlich durchzuarbeiten gewohnt sind.

Erholung  
des  
Muskels.

Kraftgefühl.

### § 92. Wachstum des Muskels.

Nach Ruhe gewinnt aber der Muskel nicht nur seine volle Arbeitskraft bald wieder, nein, er nimmt auch, je mehr er regelmäßig beschäftigt und geübt wird, an Arbeitsfähigkeit zu; sein Umfang wird größer; seine Konsistenz wird fester; die Muskelfasern werden dicker und derber; ja, vielleicht — die Frage ist noch unentschieden — bilden sich noch neue Muskelfasern.

Wachstum  
des  
Muskels.

Im tätigen Muskel, so sahen wir, sind die Blutgefäße stets erweitert; ein stärkerer Strom ernährenden Blutes geht zum arbeitenden oder übenden Muskel. Auch während der Muskelruhe, unmittelbar nach Muskelarbeit, bleibt eine Zeitlang die vermehrte Blutzufuhr bestehen. Dieser lebhaftere Blutstrom führt dem Muskel ein Mehr von ernährenden Stoffen zu. Ebenso begünstigt der Reiz, welchen die Zusammenziehung des Muskels auf die Muskelnerven ausübt, eine Steigerung der Lebensprozesse im Muskel. So werden nicht nur die Verluste infolge der Stoffumsetzung bei der Arbeit leicht wieder gedeckt, sondern es wird darüber hinaus bei regelmäßiger Inanspruchnahme des Muskels und bei günstigen Ernährungsverhältnissen des Körpers noch eine Zunahme an kraftgebendem Muskelgewebe erlangt.

Nach welcher Richtung hin vor allem der Muskel durch Übung leistungsfähiger wird, ist u. a. durch zahlreiche Beobachtungen und Versuche von *Mosso* und *Treves* festgestellt worden. Es wächst nämlich an: 1. die Höchtleistungsfähigkeit des Muskels bei kurzer Beanspruchung, d. h. der Muskel kann ein immer schwereres Gewicht heben. Es wächst aber 2. in viel auffallenderem Maße an: die Ausdauer der geübten Muskeln, d. h. der Muskel kann ein mittleres Gewicht viel häufiger heben.

Es ergab sich auch bei taktmäßigem Gewichtheben des Unterarms, daß man bei allmählicher Herabsetzung des zu bewältigenden Gewichts auf einen Mittelwert kommt, bei welchem die Muskeln stundenlang in dem gewählten Zeitmaß fortarbeiten können. Dieser Wert wächst — bis zu einer gewissen Grenze natürlich! — langsam durch Übung. Bei Leuten, die handwerksmäßig immer gleichartige Arbeit verrichten müssen, erklärt sich deren staunenswerte Ausdauer (z. B. im Sägen, Hämmern,

Hobeln, Hacken, Dreschen usw.) eben dadurch, daß die Muskulatur gerade auf den zu solcher Arbeit erforderlichen Mittelwert durch die tagtägliche Übung gewissermaßen eingestellt ist.

Nur durch regelmäßige und ausgiebige Muskelarbeit kann sich überhaupt — vom natürlichen Wachstum der ersten Lebensjahre sehen wir hier ab — eine kräftige Muskulatur entwickeln; umgekehrt nimmt ein Muskel nicht nur nicht zu, sondern wird schwächer, dünner und weicher, wenn ihm jede Tätigkeit abgeht. Dauernde absolute Ruhe ist keine Erholung für den Muskel, sondern schädigt ihn.

Damit kommen wir zu einem für jede Art von Übung grundlegenden Gesetze. Es besagt, daß — im Gegensatz zur toten Maschine von Menschenhand, die sich durch Arbeit nur mehr oder weniger schnell abnutzt — die Organe des lebenden Körpers nur durch natürliche regelmäßige Tätigkeit ihre Lebensfülle und Leistungsfähigkeit wahren, ja bei energischer Arbeit steigern; daß sie dagegen an Leistungsfähigkeit abnehmen und verkümmern bei andauernder Ruhe oder Untätigkeit. Kurz gesagt: Arbeit erhält und mehrt; Müßigsein verzehrt.

Dies Gesetz gilt also nicht allein für die willkürliche Muskulatur, sondern auch für alle anderen Organe des Körpers. Auf ihm beruht der Erfolg jeder Übung; es beweist die Notwendigkeit jeglicher Übung. Inwieweit hier Unterschiede obwalten, je nachdem es sich um den werdenden und sich entwickelnden, um den reisenden, um den reifen, um den vollkräftigen und um den alternden Körper handelt, sei späterer Betrachtung vorbehalten.

Was nun insbesondere die Muskeln betrifft, so fangen diese bereits an, zu verkümmern, merklich schwächer, dünner und schlaffer zu werden, wenn sie selbst nur wenige Wochen zur völligen Untätigkeit gezwungen sind. Ein Arm, der durch einen Gips- oder einen Streckverband unbeweglich gelegt worden war, ist schon nach einigen Wochen dünn und kraftlos im Vergleich zum anderen unverletzten Arm geworden. Erst entsprechende Bewegung und Übung nach erfolgter Heilung gibt solchem Arm die frühere Dicke, der Muskulatur ihren früheren Umfang wieder.

Während beim geübten Turner, Ruderer usw. sich außerordentlich starke Arm-, Schulter- und Brustmuskeln entwickeln, die sich fest anfühlen, bei Zusammenziehung geradezu hart werden, hat der Schwächling, der körperliche Anstrengung scheu meidet, dünne Arme. Seine Muskeln fühlen sich schlaff an und bleiben auch bei Zusammenziehung weich und zusammendrückbar.

Unsere Muskeln machen etwa 40 %, fast die Hälfte der gesamten Körpermasse aus. Außerordentlich blutreich, unterhalten sie einen sehr regen Stoffwechsel, der bei Muskelarbeit stundenlang um das Mehrfache gesteigert werden kann. Es kann für die gesamten Lebensprozesse nichts weniger als gleichgültig sein, ob ein so wesentlicher Teil des Gesamtkörpers durch häufige Übung zur ganzen Fülle der Entwicklung gebracht wird und stetig in ihm lebhaftere Stoffumsetzungen unterhalten werden, oder ob durch Untätigkeit diese Umsetzungen nur spärlich bleiben und die ganze Masse des Muskelfleisches auf einem niederen Stand der Entwicklung beharrt. Ohne Zweifel werden in letzterem Falle auch andere Körpertätigkeiten, Verdauung, Stoffansatz usw., ungünstig beeinflusst; selbst die geistige und moralische Energie kann Einbuße erleiden; Daseinsfreude und Genußfähigkeit werden verringert.

### § 93. Athletische Körperform.

Andererseits wird das Gleichmaß in der Entwicklung aller Organe des Körpers gestört, wenn durch ein Übermaß von Kraftübungen die Muskeln zur überstarken massigen Entwicklung gebracht werden. Zunächst sind, wie später gezeigt werden wird,

stärkste Muskelanstrengungen an sich geeignet, um z. B. auf das Herz und die Lungen ungünstig einzuwirken. Schon die Alten betonten die hinfällige Gesundheit ihrer Berufsathleten.

Sodann aber hat solch Anzüchten massiger Muskeln, namentlich um Schultern und Arme, nichts gemein mit einer ebenmäßigen schönen Körperausbildung. Die schweren Muskelmassen beeinträchtigen nicht unwesentlich Gewandtheit und Beweglichkeit. So hören wir von einem solchen Athleten, daß er nicht imstande sei, seine Hände weit genug zum Rücken zu bringen, um die Hosenträger hinten anzuknöpfen; die Fleischmassen der Schenkel hindern ihn, beim Sitzen die Beine übereinanderzuschlagen; Bücken ist nur bei gespreizten Knien möglich. Daß derartige Körperbeschaffen-

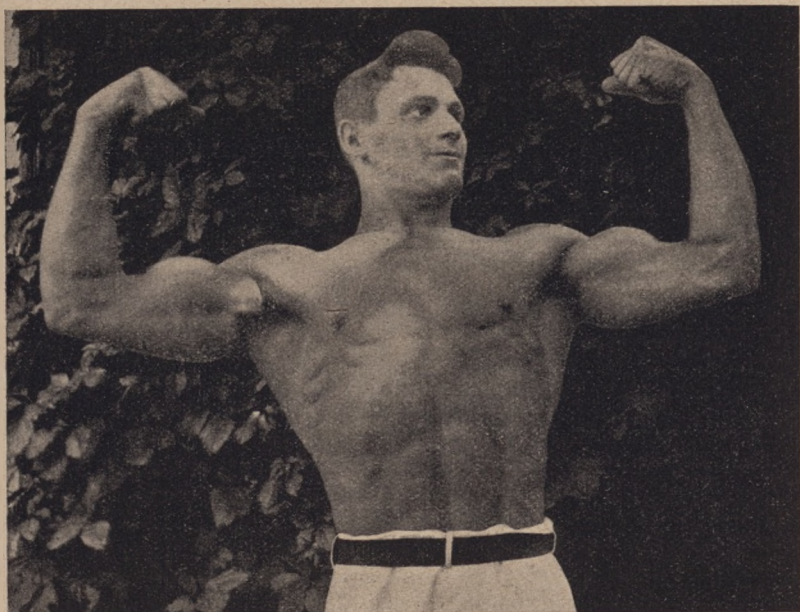


Fig. 229. Athletische Muskulatur.

heit weit entfernt von einem Ideal gymnastischer Ausbildung ist, und daß gesunde Leibeserziehung nichts mit derartigem Muskelprozentum zu tun hat, versteht sich von selbst.

Ja, man kann eine übermäßige Entwicklung der Skelettmuskeln bisweilen insofern als eine ungesunde Erscheinung ansehen, als sie manchmal gar nicht durch unablässige Übung von früher Jugend an erworben, sondern eine angeborene ererbte Eigenschaft ist, sogenannter „Riesenwuchs“ der Muskulatur. Beim Athleten Abs, seinerzeit wohl der stärkste Mann in Deutschland, war die Vererbung nachweislich; wie denn auch eine Tochter von ihm — nicht der Sohn — ungewöhnliche athletische Muskelentwicklung, ähnlich der des Vaters, zeigte. Ebenso liegt die Sache bei dem Athleten Luz, der vor dem 14. Lebensjahre gar nicht hervorragend stark war; erst in den Entwicklungsjahren begann seine Muskulatur ohne entsprechende Übung ganz ungewöhnlich nach Umfang und Masse zuzunehmen.

## § 94. Erscheinungen beim durchgeübten oder tranierten Muskel.

Tranierte  
Muskeln.

Die Übung ist es, welche den Muskel formt, je nach der Muskelarbeit in verschiedener Weise.

Bei häufigen Kraftübungen, wenn sie jedesmal augenblickliche Höchstleistung des Muskels, d. i. seine stärkste Zusammenziehung unter Überwindung des größtmöglichen Widerstandes oder Hebung der größtbezwinglichen Last erfordern, nimmt der Muskel am schnellsten und in deutlichster Weise an Umfang und Festigkeit zu. Wird beim regelmäßigen Betrieb solcher Übungen die vom Muskel zu leistende kurzdauernde Höchstleistung langsam gesteigert — z. B. durch Heben immer schwererer Gewichte —, so erreichen die vorzugsweise ins Spiel kommenden Muskeln, entsprechende Ernährungs vorausgesetzt, allmählich den höchstmöglichen Grad ihres Wachstums und ihrer Leistungsfähigkeit für diese besondere Art der Tätigkeit. Das geht natürlich nicht ins ungemessene fort, vielmehr besteht für jeden einzelnen Muskel eine Grenze der möglichen Ausbildung. Ist diese erreicht, so hört die weitere Steigerung von selbst auf. Ja, auch der erreichte höchste Grad von Leistungsfähigkeit ist keine dauernde Eigenschaft, sondern kann nur durch entsprechende Übung festgehalten werden. Sowie darin eine längere Unterbrechung stattfindet, geht ein gutes Teil der erlangten Kraft wieder verloren. Der Muskel, der durch unablässige Übung, womöglich auch durch besondere Kost und Fernhaltung aller ungünstig einwirkenden Schädlichkeiten (Alkoholgenuss; Rauchen; geschlechtliche Ausschweifung) auf die Höhe seiner Entwicklung und Leistungsfähigkeit gebracht, zur bestmöglichen Verfassung für Kraftleistungen trainiert worden war, verliert diese Verfassung bald, wenn die Vorbereitungszeit zu Ende ist und die gewohnte frühere Lebensweise wieder Platz greift.

Nun führt aber nicht jede Art regelmäßiger Muskel-tätigkeit zu gleichen Ergebnissen hinsichtlich der Form und der Leistungsfähigkeit des Muskels. Wie der Muskel geübt und erzogen werden kann zu kurzdauernden Höchstleistungen an Kraft, also zu Kraftübungen — und hier wird er um so leistungsfähiger sein, je größer die Masse kraftgebender Muskelsubstanz, d. h. je dicker und fester der Muskel ist —, ebenso kann er auch geübt werden zu Dauer- und Schnelligkeitsleistungen. Wir sahen oben, daß bei letzteren Bewegungsarten die einmalige Kraftleistung des einzelnen mitbeteiligten Muskels eine geringe ist, und daß erst durch Summierung zahlreicher kleiner Leistungen schließlich eine Leistungssumme sich anhäuft, die als mechanische Arbeit bewertet bei weitem das übertrifft, was an Arbeitsgröße durch Kraftübungen erreicht werden kann. Um aber solche kleine Leistungen abwechselnd mit kurzen Ruhepausen lange Zeit hindurch immer wieder zu verrichten, bedarf der Muskel keiner sonderlichen Vergrößerung seiner Masse, keiner Umfangzunahme und Vermehrung seiner Fasern, sondern er bedarf der Fähigkeit, möglichst wenig ermüdbar zu sein.

Der Schneider, der auf seinem Tische sitzend stundenlang beim Nähen nach jedem Stich immer wieder seinen Faden auszieht, hat womöglich recht dünne, zu Kraftleistungen selbst geringen Grades unzulängliche Arme. Setzt man aber jemanden an seine Stelle, der zwar sich strotzender Armmuskeln erfreut und seine 50 kg zu stemmen vermag, jener Dauerarbeit aber ungewohnt ist, so wird sein Arm gar bald ermüdet hinstinken, wenn er in gleicher Weise sein Stich für Stich seinen Faden ausziehen soll.

Die Fähigkeit zu größeren Dauerleistungen ist also durchaus nicht mit außerordentlichem Wachstum der Muskelfasern verknüpft; umgekehrt braucht der zu großen Dauerleistungen geübte und trainierte Muskel nicht auch zu sonderlichen einmaligen Höchstleistungen geschickt zu sein. So kann man bei ausgezeichneten Bergsteigern, bei guten Läufern, bei hervorragenden Radfahrern beobachten, daß ihre Beinmuskeln

durchaus keine übermäßige Entwicklung zeigen, sondern daß ihre Beine schlank und sehnig sind.

Ohne Zweifel ist eine Gymnastik, welche vorzugsweise aus kurzdauernden Kraft- und Geschicklichkeitsübungen besteht, und die eine starke Muskulatur herausbildet, gleichwohl eine ganz einseitige und läßt wichtige Seiten der körperlichen Erziehung außer acht, wenn sie nicht auch zu Dauer- und Schnelligkeitsübungen heranbildet.

Mit keinem Schlagwort ist in der körperlichen Erziehung ein solcher Mißbrauch getrieben worden wie mit dem der „harmonischen Ausbildung“. Die Lingsche Schule ging davon aus, allen Muskelgebieten des Körpers jedesmal den gleichen Umfang von Übung zuteil werden zu lassen und so eine durchaus gleichmäßige Ausbildung der Muskulatur des Körpers zu erzielen. Genau dasselbe erstrebte im Grunde das Turnen in Frei- und Gerätübungen. Nur wurde hier nicht der Weg eingeschlagen, den Übungsstoff auf die Ausbildung bestimmter Muskelgebiete abzuwenden, sondern die „allseitige“ Ausbildung durch möglichst Reichtum der Übungsformen zu erzielen. Damit trat neben der bloßen Ausbildung der Muskelkraft auch die Beherrschung der Muskulatur zu verwickelten Bewegungsanforderungen, d. h. die allseitige Geschicklichkeit in ihr Recht; nicht aber hinsichtlich der Muskeln die harmonische Ausbildung ihrer Funktionen: die Erziehung zur Dauerarbeit entfiel mehr oder weniger vollständig. Ebenso kam nicht zur Geltung die harmonische Ausbildung aller wichtigen Körperorgane und Organfähigkeiten. Kritiklose Anhäufung eines unübersehbaren Reichtums von Bewegungsformen, der lediglich nach erfahrungsgemäß festgesetzten Schwierigkeitsstufen geordnet ist, ist nicht der Weg, um unserer Jugend eine wahrhaft allseitig bildende und allseitig entwickelnde Körpererziehung zu bieten!

Um zur Übung der Muskeln zurückzukehren, so fragen wir uns: Welche Eigenschaften, durch Übung erworben, befähigen den Muskel zu besonderen Leistungen sowohl nach der Richtung der Kraft wie namentlich nach der Richtung der Dauer?

Jede Muskelarbeit ist begleitet von stofflichen Vorgängen. Die Endprodukte dieser kraftgebenden Umsetzungen sind Kohlensäure und andere stoffliche Zerfallprodukte, insbesondere auch die genannten Ermüdungsstoffe.

Durch vielfache Untersuchungen ist der Nachweis erbracht, daß bei gleicher Arbeitsleistung der geübte oder trainierte Muskel viel weniger Kohlensäure und Ermüdungsstoffe liefert als der ungeübte. Bei letzterem haben sich Fett und andere leicht zersetzbare Stoffe angehäuft, welche zunächst bei der Muskelarbeit mit zerlegt werden und große Mengen von Kohlensäure sowie von Zerfallstoffen liefern. Zudem ist der ungeübte Muskel wasserreicher.

Daher bedarf der, welcher sich selten bewegt, bei umfangreicherer Muskelarbeit stärkster Steigerung der Atmung und gerät leicht in Atemnot — z. B. beim Bergsteigen, bei kurzem Lauf u. dgl. Der regelmäßig geübte oder trainierte Muskel dagegen hat seine Vorräte an Fett und anderen Reservestoffen verbraucht. Die in ihm stattfindenden Umsetzungen sind anderer Art, indem nach Aufzehrung der vorhandenen Reservestoffe lediglich der Kraftvorrat der Nahrung zum Unterhalt der Arbeit dient. Vor allem arbeitet er weit sparsamer. Die Atmung wird weniger angestrengt; denn die Masse der auszuscheidenden Kohlensäure ist weit geringer, so daß Atemerschöpfung und unmittelbare Ermüdung nicht so leicht eintreten können. So zeigte z. B. Durig bei seinen Stoffwechseluntersuchungen am Birkengrat, daß der Aufwand für das Meterkilogramm Arbeit, welches zu Beginn der Versuche neun kleine Kalorien betrug (s. u. § 99), nach sechswochentlichem Trainieren auf 7,9 Kal. sank und die Minutenleistung von 823 mkg auf 1300 mkg anstieg. „Infolge der Übung war die menschliche Arbeitsmaschine nicht nur leistungsfähiger geworden, sondern sie arbeitete auch ökonomischer.“

Harmonisch  
Ausbildung.

Sparsamere  
Arbeit des  
geübten  
Muskels.

Es sind also zunächst rein stoffliche Vorgänge, welche den Muskel zur Bezwingung größerer Arbeitssummen befähigen. Die Behauptung, daß rein formale Übung, welche die besondere Erziehung zu Schnelligkeits- und Dauerleistungen außer acht läßt, gleichwohl zu letzteren geschickt mache, ist falsch. Nur dem geübten Läufer gestattet die weniger massenhaft auftretende Kohlensäure das Gleichmaß zwischen Bewegung und Tiefatmung innezuhalten und sowohl die Schnelligkeit wie die Dauer des Laufs aufs höchste zu steigern.

Nun kommen aber auch noch andere Umstände in Betracht, welche den durchgeübten Muskel zu größeren Leistungen befähigen. Zunächst erhöht regelmäßige eingreifende Übung die Fähigkeit des Muskels, sich zusammenzuziehen. Er wird reizbarer, indem schon geringere Willensanstöße genügen, um ihn zur Arbeit, zur Zusammenziehung zu bringen. Sodann werden aber auch die Bewegungsnerven weniger ermüdbar. Je mehr gefannt eine Bewegung ist, d. h. je öfter sie ausgeführt war, und je häufiger der Wille bestimmte Nervenbahnen betreten hat, um so geläufiger wird ihm dieser Weg. Handelt es sich, wie bei den Schnelligkeits- und Dauerübungen, gar um rhythmisch immer wiederkehrende Bewegungsformen, so werden letztere schließlich halbautomatisch, erfolgen bei geringstem Willensanstoß von selbst; die Nervenarbeit wird dabei auf das geringste Maß zurückgeführt. Damit wird aber auch die Ermüdbarkeit der betreffenden Nervenzentren und Nervenbahnen, wie auch die Feststellungen über Blutverschiebung und deren Umkehr (s. o. § 88) zeigen, weit geringer.

Durch Übung wird also der Muskel nicht nur kräftiger, sondern der geübte Muskel arbeitet auch mit geringerem Stoffumsatz und wird weniger ermüdbar.

### § 95. Arbeitsleistung des Muskels.

Die Muskeln sind meist derart zwischen mehreren Knochen mit ihren Enden (dem Ursprung und dem Ansatz) ausgespannt, daß sie dabei mindestens ein, zuweilen mehrere bewegliche Gelenke überspringen. Sobald sie sich zusammenziehen, kürzer und dicker werden, nähern sie Ursprung und Ansatz zueinander und bewegen somit die zugehörigen Knochen (Fig. 230 u. 231). Die Verkürzung des Muskels findet nur im eigentlichen Muskelfleisch statt, die Sehne ist lediglich Verbindungsstück zwischen Muskelfleisch und Knochen.

Bezeichnet man die Arbeit des Muskels  $M$  mit  $A$ , das vom Muskel zu hebende Gewicht mit  $G$ , die Höhe  $a b$  (Fig. 232), bis zu welcher das Gewicht gehoben wird, oder die Hubhöhe mit  $H$ , so ist die von einem Muskel geleistete Arbeit gleich dem Produkt aus Hubhöhe und Gewicht oder  $A = H \cdot G$ .

Dabei gelten folgende Gesetze:

1. Der Muskel kann um so größere Last heben, je größer sein Querschnitt, oder je dicker der Muskel ist, d. h. je mehr Muskelfasern im Muskel nebeneinander liegen.
2. Der Muskel vermag eine Last um so höher zu heben, je länger er ist, d. h. je länger seine Muskelfasern sind.

Gesetzt, zwei gleich dicke und gleich lange Muskeln wären nebeneinander angeordnet imstande, 2 kg zu heben, so würden dieselben Muskeln, übereinander in der Längsrichtung angeordnet, so daß ein doppelt so langer, aber doppelt so dünner Muskel entsteht, nur 1 kg heben können, dieses aber auf die doppelte Höhe.

3. Der Muskel kann das größte Gewicht bei beginnender Verkürzung heben, bei fortschreitender Verkürzung stetig nur kleinere Gewichte.

Das heißt also, daß der Muskel dann am leistungsfähigsten ist, die größte Arbeit bewältigen kann, wenn er im Augenblick, wo er arbeiten soll, nicht bereits etwas ver-



fürzt ist. Der elastische Muskel verhält sich hier also ähnlich wie eine lange elastische Spiralfeder. Auch diese zieht am kräftigsten aus größter Dehnung heraus.

Auf dieser Eigenschaft des Muskels beruht es, daß zu jeder besonders kraftvollen Muskelleistung die vorzugsweise arbeitenden Muskeln erst gedehnt werden müssen. Wir nennen diesen Vorgang das Ausholen.

Der Springer kann nicht aus dem Stand unmittelbar ein Hindernis überspringen — denn bei gestreckter Haltung ist der große Streckmuskel am Oberschenkel, welcher vorzugsweise das Körpergewicht beim Sprung emporwirft, bereits im Zustand der Zusammenziehung. Dieser Muskel muß, um wirksam werden zu können, erst dadurch gedehnt werden, daß vor Ausführung des Sprungs eine Kniebeuge gemacht wird (s. u. T. III).

Ausholen  
des  
Muskels

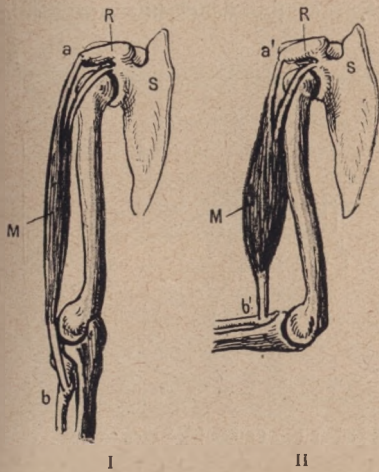


Fig. 230 und 231. Wirkung des zweiköpfigen Armbeugers. In I der Muskel in Ruhe, in II zusammengezogen. S Schulterblatt; R Rabenschnabelfortsatz; a a' Ursprung des kurzen Kopfes des Muskels; b b' Ansatz an der Speiche; M Muskelbauch.

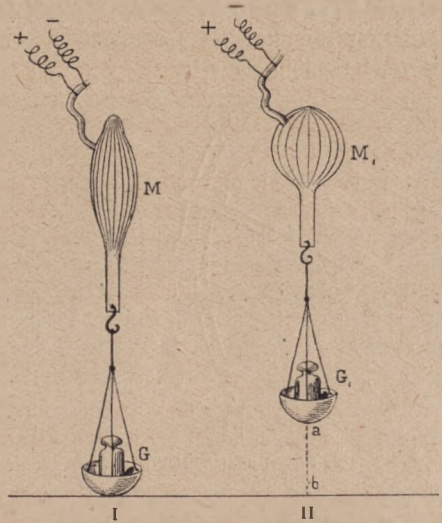


Fig. 232. Muskel M in Ruhe mit anhängendem Gewicht G (I). In II der Muskel M<sub>1</sub> nach Reizung durch die am Nerven angebrachten elektrischen Pole zusammengezogen. a b = Hubhöhe.

Beim Wurf mit einem Stein oder einem Speer u. dergl. ist es der große Brustmuskel, welcher durch heftige plötzliche Zusammenziehung die Wurfbewegung des Arms veranlaßt. Nur dann, wenn der Arm nach hinten geführt und so der Brustmuskel erst gespannt wird, um seine volle Verkürzung aus dem Zustand größtmöglicher Dehnung heraus erfolgen zu lassen, ist ein mächtiger Wurf möglich.

Kommt es nicht darauf an, eine Bewegung mit voller Kraft und Wucht auszuführen, sondern derart, daß sie zart und genau abgemessen erfolgt, so wird nicht erst weit ausgeholt und der Muskel vorher gedehnt, sondern er kann bereits in beginnender Verkürzung begriffen sein. Beispiele dafür liegen besonders nahe auf dem Gebiete der Handfertigkeiten, des Klavierpielens u. dgl.

Die Notwendigkeit, die Muskeln, welche Höchstleistungen verrichten sollen, vorher zu dehnen und vorher ausholende Bewegungen zu machen, spielt in dem ganzen Gebiete der Leibesübungen eine wichtige Rolle.

4. Wird das Gewicht, welches ein Muskel heben soll, mehr und mehr vergrößert, so kommt schließlich eine Grenze, über welche hinaus der Muskel das Gewicht nicht mehr zu heben vermag, ja wo weitere Vermehrung des Gewichts dazu

führt, daß der überlastete Muskel, anstatt auf stärksten Reiz sich zusammenzuziehen, umgekehrt noch gedehnt wird. Das Gewicht, welches der Muskel bei stärkstem Reiz eben nicht mehr zu heben vermag, von dem er aber auch noch nicht gedehnt wird, gibt die absolute Muskelkraft an.

Diese ist auf 1 qcm Querschnitt des Muskels berechnet worden. Die Bestimmung der Größe des Querschnitts ist einfach bei parallelfaserigen Muskeln („anatomischer Querschnitt“ an der dicksten Stelle des Muskels). Da wo die Muskelfasern nicht in der Längsrichtung des Muskels parallel geordnet sind (z.B. bei „gefiederten“ Muskeln), wird der sogenannte „physiologische Querschnitt“  $Q$  berechnet nach der Formel

$$Q = \frac{P}{L \cdot Sp}$$
 wobei  $P$  das Gewicht des Muskels,  $L$  die Faserlänge und  $Sp$  das spezifische

Gewicht (= 1,058) bedeutet. Nach dieser Formel bestimmte seinerzeit Ed. Weber die Querschnitte aller Körpermuskeln. Allerdings handelt es sich dabei nur um wenig genaue Schätzungswerte.

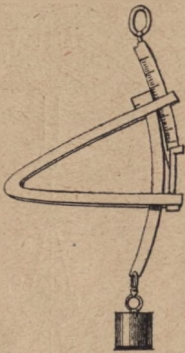


Fig. 233. Dynamometer für Zug.

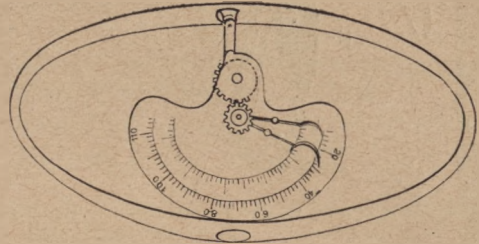


Fig. 234. Dynamometer von Collier für Druck.

Die Größe der Muskelkraft ist individuell verschieden. Die Spannungsgröße des Muskels bei mittlerer Gelenkstellung schätzt man mit etwa 10 kg für 1 qcm Muskelquerschnitt. Ein Muskel also von der Dicke eines Quadratcentimeters, der Dicke etwa des Kleinfingers, kann 10 kg das Gleichgewicht halten, oder, wenn die Kraft ein Minimum größer ist, 10 kg etwas heben. Man nennt diese Kraft von 1 qcm Querschnitt „absolute Muskelkraft“ oder „Muskelkräfteinheit“. Dabei handelt es sich allerdings um mittlere Dehnung. Bei weiterer Dehnung (Ausholen) steigt die Spannung selbst bis auf das Doppelte; umgekehrt nimmt sie bei größerer Verkürzung immer mehr ab. Die „Muskelkräfteinheit“ ist also ein Mittelwert für die verschiedenen tatsächlich auftretenden Muskelspannungen — kein Maximalwert.

Für bestimmte Muskelbewegungen, z. B. der Hand, des Oberarms usw., kann man die absolute Muskelkraft bei stärkster Verkürzung mittels der sogenannten Dynamometer oder Kraftmesser bestimmen, die meist nach Art der Federwagen mit Zeiger gebaut sind (Fig. 233 u. 234). Ein ungemein kompliziertes und kunstreiches Dynamometer, womit sich die absolute Kraft der hauptsächlichsten Skelettmuskeln bestimmen läßt, erbaute der amerikanische Professor Sargent. —

Quetelet bestimmte als „mittlere Lendenstärke“ das größte, mit beiden Händen vom Boden aufzubehende Gewicht. Die von ihm angegebenen Mittelzahlen zeigen, daß die absolute Kraft des Mannes der des Weibes vor allem in den kräftigsten Jahren von 25—35 im Verhältnis von 1,9 : 1, also fast um das Doppelte, überlegen ist. —

Der Ergograph von Mosso sowie der von Gaertner gestattet auch, die Fähigkeit zu Dauerleistungen festzustellen. Man hat solche Messungen mit Dynamometer und Ergograph benutzt, um die Erfolge von Leibesübungen ziffernmäßig festzustellen. Es darf aber nicht übersehen werden, daß die einseitige Kräftigung der Muskeln nur eine und durchaus nicht die hauptsächlichste Aufgabe erzieherischer Leibesübungen darstellt. Für die Muskeln selbst ist außer der Zunahme ihrer Kraftfülle für einmalige größte oder oft wiederholte mittlere Leistungen auch die Schnelligkeit der Willensübertragung von Belang. Dazu kommen dann noch die Einwirkungen der Leibesübungen auf das Nervensystem (z. B. Geschicklichkeit, Schlagfertigkeit u. dgl.), auf die Herzätigkeit und den Blutumlauf, auf die Atmung, auf die Verdauung und den gesamten Stoffwechsel hinzu. Mithin sind solche Messungen nur in sehr eingeschränktem Maße geeignet, um etwa den größeren oder geringeren Wert verschiedener Systeme von Leibesübungen danach zu beurteilen.

### § 96. Energieaufwand und nutzbare Arbeit bei Muskelbewegungen.

Bei Berechnung der Arbeitsgröße für bestimmte Bewegungen müssen wir unterscheiden zwischen dem Energieaufwand oder der inneren Arbeit und dem wirklichen mechanischen Nutzeffekt, d. h. der nutzbaren Arbeit.

Energieaufwand und mechanischer Nutzeffekt.

Der Muskel ist, wie wir sahen, eine Art Kraftmaschine, bei welcher ruhende Spannkraft ausgelöst und umgewandelt werden in mechanische Arbeit und Wärme. Der gesamte Energieaufwand hierbei, gleichviel ob man ihn zur nutzbaren Arbeit oder zur Wärmeerzeugung aufwendet, wird durch die stofflichen Umsetzungen im Muskel geliefert. Das Maß dieser Umsetzungen während einer Arbeit läßt sich ermitteln aus der Menge des verbrauchten Sauerstoffs und der ausgeschiedenen Kohlensäure. Diese Menge läßt sich unmittelbar messen. Da wir weiter den Brennwert der zur Unterhaltung der Muskelarbeit dienenden Nahrungstoffe kennen (Sett liefert bei Verbrennung auf einen Raumteil Sauerstoff 0,7 Raumteile Kohlensäure; bei den Kohlehydraten oder Stärkemehlstoffen entsprechen gleiche Raumteile von Sauerstoff und Kohlensäure einander), so läßt sich daraus die Größe des gesamten Energieaufwandes, also des Umfangs der inneren Arbeit, berechnen.

Die Größe der Verbrennungswärme drücken wir aus in Wärmeeinheiten (Kalorien), denen bestimmte Kräfteinheiten (Meterkilogramme) entsprechen.

Wärme- und Kräfteinheiten.

Unter Wärmeeinheit verstehen wir diejenige Wärmemenge, welche imstande ist, 1 kg Wasser um 1° C zu erwärmen (große Kalorie).

Eine Kräfteinheit ist diejenige Arbeit, welche erforderlich ist, um 1 kg 1 m hoch zu heben (Meterkilogramm = mkg).

Eine solche Wärmeeinheit liefert 425 mkg Arbeit (mechanisches Wärmeäquivalent).

Mechanisches Wärmeäquivalent.

Unter Umständen rechnet man besser mit „kleinen“ Wärmeeinheiten, d. h. der Wärmemenge, mittels deren man 1 g Wasser um 1° C erwärmen kann. Eine solche kleine Kalorie entspricht dann 0,425 mkg Arbeit und umgekehrt 1 mkg Arbeit 2,352 kleinen Kalorien. Um Irrtümer zu vermeiden, sei bemerkt, daß wir im folgenden stets mit kleinen Wärmeeinheiten (cal.) rechnen werden.

Wenn man den so ermittelten Arbeits- oder Energieaufwand mit dem wirklich erzielten mechanischen Nutzeffekt (oder dem „Wirkungsgrad“) vergleicht, so gewinnt man ein Urteil darüber, inwiefern die Muskeln des Körpers ökonomisch, d. h. mit einem größeren oder geringeren Energieaufwand zur Erzielung des wirklichen mechanischen Nutzeffekts, gearbeitet haben. Wie schon bemerkt, beträgt unter günstigen Umständen, d. h. bei Arbeit, die täglich und stündlich fast unbewußt geleistet wird, der Nutzeffekt oder Wirkungsgrad etwa 33% des gesamten Energiewertes der umgesetzten

Mechanischer Nutzeffekt.

Stoffe (N. Zuntz), kann aber erheblich, bis auf die Hälfte dieses Wertes, sinken. Nach Tigerstedt ist der Wirkungsgrad oder Nutzeffekt beim Menschen im Mittel 20%, beim Sproßmuskel 25%.

Am günstigsten ist das Verhältnis von Energieaufwand und Nutzeffekt bei gut trainierten Muskeln. Dagegen arbeiten die Muskeln weniger ökonomisch, wenn sie wenig geübt und entwickelt sind; es wird ferner die Arbeit wenig ökonomisch, wenn die Muskulatur zu ermüden beginnt. So sah Zuntz bei noch nicht stark ermüdeten Soldaten im Marsche den Verbrauch bei gleicher mechanischer Arbeit bereits um 9 bis 13% wachsen. Dies tritt namentlich dann schnell ein, wenn die betreffende Arbeit nicht auf zahlreiche Muskeln zweckmäßig verteilt war, sondern wenn sie einzelne Muskeln übermäßig belastet. Ebenso wächst der Energieaufwand unverhältnismäßig schneller als der Arbeitseffekt, wenn eine rhythmische Dauerbewegung so gesteigert wird, daß eine starke Häufung der Arbeit in der Zeiteinheit stattfindet, also wenn das Gehen, das Radfahren u. dgl. zu schnellster Gangart, zu schärfster Radfahrt usw. beschleunigt wird.

Endlich wird der Energieaufwand ganz unverhältnismäßig groß, wenn die glatte Arbeit der Muskeln gehindert ist, so z. B. bei kleinen Sehnenleiden, Gelenkschmerz, starkem Druck der Schuhe u. dgl. So stieg nach einer Beobachtung von Zuntz der Energiewert bei geringer Verletzung am Fuß um 20%.

Von äußeren Umständen sind es bei den Fortbewegungsarten im Freien schlechte Bodenbeschaffenheit und namentlich der Luftwiderstand (Bewegung gleichsinnig mit dem Wind wird durch diesen gefördert und so Arbeit gespart; gegen den Wind gerichtete Bewegung verlangt erhebliche Mehrarbeit), welche den Energieaufwand stärker zu steigern imstande sind.

Aus alledem geht hervor, daß wir zwar für den einzelnen Fall den Energieaufwand zu berechnen und mit dem wirklichen Nutzeffekt zu vergleichen vermögen, daß aber so ermittelte Werte nur für bestimmte Umstände als annähernde Mittelzahlen sich verwerten lassen. Wir werden bei der Betrachtung der verschiedenen Bewegungsarten weiter unten noch auf solche Berechnungen zurückkommen. Es seien hier nur einige Ziffern zusammengestellt, um wenigstens eine annähernde Vorstellung von dem Umfang solcher Arbeitssummen zu geben und dabei auch die Leistungen der Muskulatur bei Dauerbewegungen gegenüber den Leistungen bei Kraftübungen ins Licht zu stellen.

Man hat die mittlere Leistungsfähigkeit eines gesunden Erwachsenen berechnet auf 300000 mkg in 24 Stunden (was etwa  $\frac{1}{7}$  Pferdekraft entspricht). Das würde einem Energieaufwand von mindestens dreifacher Höhe entsprechen (gesteigerte Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe, Unterhalt der gesteigerten Herz- und Atemtätigkeit usw.). Tatsächlich sind aber bei Geübten und erst recht bei Trainierten weit größere Arbeitsmengen möglich.

L. Zuntz berechnet für den Marsch in der Ebene im Zeitmaß von 6 km in der Stunde, was einem frischen Wanderschritt entspricht, für einen nicht trainierten gesunden Erwachsenen von 73 kg Körpergewicht auf 1 m Wegstrecke 47 206 kleine Kalorien auf 1 km, entsprechend 20 062 mkg Energieaufwand.

Das wäre in einer Stunde 120 372 mkg Energieaufwand,

d. h. bei 33% Nutzeffekt 39 722 mkg mechanische Arbeit.

Legt der Betreffende innerhalb 24 Stunden 45 km zurück, wozu er  $7\frac{1}{2}$  Stunden marschieren müßte — eine durchaus mittlere Tagesleistung für einen gesunden, jungen und nicht ganz ungeübten Mann —, so wäre die Summe der mechanischen Arbeitsleistung

$$39\,722 \cdot 7,5 = 297\,915 \text{ mkg}$$

(bei einem Energieaufwand von 902 790 mkg).

Mittlere  
Leistungsfähigkeit.

Arbeitsaufwand beim  
Marsch in  
der Ebene.

Beim Bergsteigen wäre die Ersteigung von 3000 m bei guten, nicht schwierigen Wegen eine Leistung, die ein gesunder Bergsteiger in einem Tage ganz gut erzwingen kann. Nehmen wir an, er wiege 75 kg, Kleidung, Rucksack usw. 10 kg, so wäre die mechanische Leistung:

Arbeitsaufwand beim Bergsteigen.

Steigarbeit . . . . . 85 · 3000 = 255 000 mkg  
 horizontale Fortbewegung, nach der Weisbach'schen

Formel =  $\frac{1}{12} S$  (s. u. § 281) berechnet . . .  $\frac{9000 \cdot 85}{12} = 63750$  „

zusammen 318750 mkg.

Für das Radfahren liegen Berechnungen von E. Zung vor. Danach würde bei einer Radfahrt im Laufe eines Tages von 105 km in 7 Stunden der Energieaufwand betragen 928830 mkg, entsprechend einer mechanischen Leistung von etwa 306514 mkg.

Arbeitsaufwand beim Radfahren.

Geringer sind die beim schnellen Lauf möglichen Arbeitsleistungen. Mary berechnete, daß ein 75 kg schwerer Läufer bei 300 Lauffschritten in der Minute für jeden Lauffschritt 24,1 mkg Arbeit leiste. Das wäre bei einer Schrittlänge von 1,5 m, die einem solchen Laufe etwa entspricht, eine Schnelligkeit von 450 m in der Minute — also die Leistung eines guten und geübten Schnellläufers. Die mechanische Arbeitsleistung für einen solchen Einminutenlauf über 450 m wäre  $300 \cdot 24,1 = 7230$  mkg (der gleich, als ob man eine Hantel von 50 kg 144 mal in der Minute 1 m hoch stemmen wollte!).

Arbeitsaufwand beim Schnelllauf.

Wollte man aber mit solchem schnellsten Lauf die Arbeitsleistung von 300 000 mkg in 24 Stunden erzielen, die wir oben beim Bergsteigen, Radfahren und Marschieren als ganz leicht erreichbar fanden, so müßte solcher Wettlauf über 450 m an einem Tage  $\frac{300\,000}{7230} = 41,5$ , also mehr wie 41 mal unternommen werden — oder, auf den vielgepflegten 200-m-Lauf umgerechnet, es müßte 83 mal an einem Tage ein Wettlauf über 200 m unternommen werden können. Wer die Anstrengungen dieses Laufes kennt, weiß, daß das einfach unmöglich ist.

Anders liegt die Sache für den Dauerlauf, der in bezug auf den Arbeitsaufwand und den Arbeitseffekt sich mit schnellstem Gehen (nicht zu verwechseln mit dem gewöhnlichen Marsch!) entweder gleichstellt oder gar günstigere Verhältnisse herbeiführt. Zweifellos sind hier größere Arbeitssummen erreichbar, wenn diese auch infolge der starken Belastung der Herz- und Lungentätigkeit hinter den oben angeführten Arbeitssummen zurückbleiben müssen.

Dauerlauf.

Über das Dauerrudern stehen uns Berechnungen hinsichtlich der Arbeitsgröße dabei leider nicht zu Gebote. Die zweckmäßige Ausnutzung der größten Muskelgebiete des Körpers beim neuzeitlichen Ruderboot wie die großen Tagesleistungen von Rudern lassen jedoch darauf schließen, daß sich hier mindestens dieselben Arbeitssummen erreichen lassen, wie dies beim Gehen, Bergsteigen und Radfahren der Fall ist. — Für schnellstes (Wett-)Rudern liegt die Sache ähnlich wie beim Wettlauf. Hier ist die Steigerung der Herz- und Lungentätigkeit eine derartige, daß an eine Häufung großer Arbeitssummen nicht gedacht werden kann.

Dauerrudern.

Die größten Arbeitssummen lassen sich also ohne stärkere Anstrengung erreichen durch Dauerbewegungen, wie Gehen, Radfahren, Bergsteigen, Rudern, wenn diese in mittlerem, Atmung und Herzschlag nicht übermüüdendem Zeitmaß ausgeführt werden.

Bei starker Beschleunigung solcher Bewegungen, so daß sie sich den Schnellheitsbewegungen nähern, also bei sehr schnellem Gehen, in dem Zeitmaß von 7 bis 8 Minuten für den Kilometer, oder bei Radfahren in einem Zeitmaß über 20 km in

Beschleunigte Dauerbewegungen.

der Stunde hinaus, wächst, wie L. Zuntz gezeigt hat, der Energieaufwand, d. h. die innere Arbeit, unverhältnismäßig stärker als der mechanische Nutzeffekt; ebenso wächst unverhältnismäßig stärker die Herzarbeit. Es gibt eben für jede Dauerbewegung eine mittlere Geschwindigkeit, welche die günstigste ökonomische Ausnutzung der Muskelkräfte und damit auch die größten Summen mechanischer Arbeit gestattet. Die Grenze für diese günstigste Geschwindigkeit wird je nach dem Grad des Geübtheits und je nach der gesamten Körperverfassung bei den einzelnen verschieden liegen.

Was hier schon für stark beschleunigte Dauerbewegungen gilt, gilt erst recht für wirkliche Schnelligkeitsbewegungen. Bei diesen wächst der Energieaufwand und damit die Belastung der Herz- und Lungenarbeit so außerordentlich stark und schnell an, daß sie nur für eine bestimmte Zeit durchgeführt werden können. Diese Zeit ist für jede Art von Schnelligkeitsbewegung um so kürzer, je beschleunigter die Bewegung ist. So kann ein sehr guter Läufer, der beispielsweise die kurze Strecke von 100 m in 11 Sekunden zurücklegt, nicht etwa auch 200 m in 22 oder 500 m in 55 Sekunden laufen. Vielmehr müssen die Laufgeschwindigkeiten, wie an den Ergebnissen der Höchstleistungen später noch gezeigt werden soll, sich um so mehr vermindern, je länger die zu durchlaufende Strecke ist. Jedenfalls aber gestatten die Schnelligkeitsübungen dem Körper, das größte Maß von Arbeit in der Zeiteinheit zu vollbringen, ein Maß, wie es von keiner anderen Art von Bewegung auch nur annähernd erreicht wird. Mechanische Leistungen wie die, in 10 Sekunden das Körpergewicht über eine Strecke von fast 100 m zu schleudern, wie das beim 100-m-Lauf der Fall ist, oder in etwas mehr als 30 Sekunden auf dem Rade das Körpergewicht über  $\frac{1}{2}$  km dahinfliegen zu machen, stellen wohl das Höchste an Kraftleistung dar, deren in gleich kurzer Zeit die menschliche Bewegungsmaschine fähig ist.

Weit bleiben dahinter die sogenannten Kraftübungen zurück; denn diese vollziehen sich unter ungünstigeren mechanischen Bedingungen und belasten in stärkerem Grade einzelne Muskeln und Muskelgruppen. Aus denselben Gründen lassen sich auf dem Wege der Kraftleistungen auch nicht annähernd solche Arbeitssummen erreichen, wie es bei den Dauerübungen der Fall ist. Auf das Stemmen schwerer Hanteln ist bereits hingewiesen.

Nehmen wir eine andere Kraftübung: Klimmziehen am Red. Wird dieses — um die schwer bestimmbare Arbeitsgröße des Streckhangs auszuschalten — jedesmal aus dem Stand am eben reichhohen Red so weit ausgeführt, daß die Schulterhöhen in gleiche Höhe mit der Redstange gelangen, so bedeutet das eine senkrechte Hebung des Körpergewichts um (hoch gerechnet) 75 cm. Das gäbe bei einem Körpergewicht von 75 kg eine mechanische Arbeitsleistung von

$$75 \cdot 0,75 = 56,25 \text{ mkg.}$$

Um die mechanische Leistung eines Laufs über 450 m, die nach Marey 7203 mkg beträgt, zu erreichen, müßten 128 solcher Klimmzüge in der Minute ausgeführt werden. Ferner: zur Leistung der Arbeitssumme bei einem Marsch über 6 km in einer Stunde, die nach L. Zuntz 39722 mkg beträgt, wären 706 Klimmzüge in einer Stunde zu machen. Daß das außerhalb der Grenzen der Möglichkeit liegt, braucht kaum gesagt zu werden (als „Weltrekord“ gelten 39 Klimmzüge des Amerikaners Mumford im Jahre 1888).

Ähnlich fällt der Vergleich aus mit dem Hochsprung aus dem Stande, 1,375 m hoch, für den Vierordt bei einem 16—18jährigen Springer mit 56 kg Körpergewicht 72,67 mkg Nutzeffekt errechnete. Für einen Erwachsenen mit 75 kg Gewicht wären das etwa 97,3 mkg.

Danach käme die Arbeitssumme von 75 solcher Hochsprünge gleich der des Einminutenlaufs, und 408 mal hintereinander müßte ein 75 kg schwerer Mann 1,3 m

Eigentliche  
Schnellig-  
keits-  
bewegungen.

Arbeits-  
aufwand bei  
Kraft-  
übungen.

Klimm-  
ziehen am  
Red.

Hochsprung  
aus dem  
Stande.

hoch springen, um die Arbeitsgröße eines Marsches in der Ebene über 6 km in der Stunde zu erreichen.

Nur bei den früher bereits erwähnten Leistungen im Ziehen, Tragen, Heben, Hämmern u. dgl., welche nach entsprechender Eingewöhnung berufsmäßig stundenlang fortgesetzt werden, lassen sich Arbeitssummen großen Umfangs leisten, die einigermaßen wenigstens heranreichen an solche, die durch typische Dauerbewegungen, wie Gehen, Bergsteigen, Radfahren, Rudern, leicht erzielt werden können.

Doch mögen diese wenigen Beispiele genügen, um den einschneidenden Unterschied zwischen Dauer- und Schnelligkeitsübungen einerseits sowie Kraftübungen andererseits ins rechte Licht zu setzen. Nur erstere sind imstande, außerordentliche Arbeitsgrößen zu erzielen, sei es, daß die Arbeit, über einen längeren Zeitabschnitt verteilt, allmählich sich summiert (Dauerbewegungen), sei es, daß ein höchstmögliches Maß mechanischer Arbeit auf ganz kurze Zeit zusammengedrängt wird (Schnelligkeitsbewegungen). Entsprechend diesem Umfang mechanischer Arbeit ist bei solchen Bewegungen natürlich auch der Energieaufwand, der Umfang an innerer Arbeit, oder sagen wir: der Stoffumsatz, ein sehr hoher. Insofern es ein Ziel der Leibesübungen ist, den Stoffumsatz oder den Stoffwechsel stark in Anspruch zu nehmen und die hierzu in Beziehung stehenden Organtätigkeiten, vor allem die des Kreislaufs und der Atmung, anzuregen, zu beleben und in wirksamster Weise zu steigern und zu üben, sind es also die Dauer- und die Schnelligkeitsübungen, welche diesen Übungszwecken gerecht werden. Sie können darin von den eigentlichen Kraftübungen nicht ersetzt werden.

Eine erzieherische Gymnastik, die diesen Gesichtspunkten nicht gerecht wird und sich vorzugsweise auf Kraft- und Geschicklichkeitsübungen beschränkt, ist daher eine unvollkommene und einseitige.

## § 97. Arbeitsart der Muskeln.

Nach der Art, wie die Muskeln arbeiten, können sie in verschiedene Gruppen eingeteilt werden. Hier stehen sich zunächst gegenüber die meist unwillkürlichen Muskeln ohne bestimmten Ursprung und Ansatz und die willkürlichen Muskeln des Skeletts, welche mit bestimmtem Ursprung und Ansatz zwischen Knochen angespannt sind und diese in ihren Gelenken bewegen. Erstere stehen in Beziehung zu Hohlräumen verschiedenster Art. Entweder umgeben sie einen solchen vollständig und verkleinern dessen Inhalt durch ihre Zusammenziehung, oder sie schließen und öffnen lediglich die Mündung eines Hohlraumes.

### A. Muskeln ohne bestimmten Ursprung und Ansatz.

#### 1. Höhlmuskeln.

a) Höhlmuskeln, die einen kugeligen Hohlraum umschließen. Sie wirken ähnlich fortbewegend auf den Inhalt des Organs, dem sie angehören, wie die Hand, welche einen mit Wasser gefüllten Gummiballon mit kleiner Öffnung umfaßt und den Inhalt im Strahl hinauspreßt. Die Fasern solcher Höhlmuskeln verlaufen deshalb in der Wand des Hohlraumes so, daß sie sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen und ineinander versilzen. Dadurch wird die Wand des Hohlraumes in gleichmäßiger Weise zusammengezogen, und durch Entleerung des Inhalts kann das betreffende Organ sich um das Mehrfache verkleinern (S. 235).

Ein solcher Höhlmuskel, der mehrere Hohlräume umschließt und deren Inhalt, das Blut, mit jedem Herzschlag in das Rohrsystem der Blutgefäße preßt, ist das Herz.

Übungswert  
der Dauer-  
und  
Schnelligkeits-  
übungen.

Arbeitsart  
der Muskeln.

Höhl-  
muskeln.

Weitere solche Hohlmuskeln sind die Harnblase, die Gallenblase, die Gebärmutter, die Samenbläschen.

b) Hohlmuskeln, die einen zylindrischen Hohlraum umschließen. Sie bewegen den Inhalt zylindrischer Röhren und Röhrchen dadurch fort, daß sie durch Zusammenziehung an einer Stelle den Zylinder einschnüren. \*Pflanzt sich dieser einschnürende Ring so fort, daß das Rohr entlang fortschreitend immer neue Fasern sich rundum zusammenziehen, dann wird der Inhalt des Rohres, ob fest oder flüssig, in gleicher Richtung fortbewegt: ähnlich wie wenn man ein Gummirohr zwischen den zusammengeklebten Fingern hindurchzieht und seinen Inhalt ausdrückt (Fig. 236).

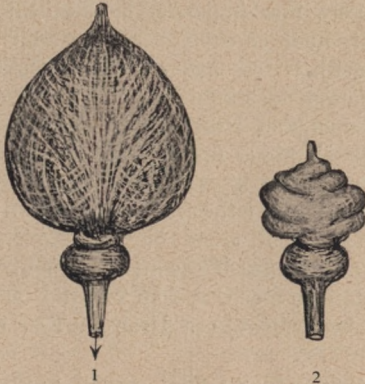


Fig. 235. Hohlmuskel der Harnblase, in 2 nach vollständiger Zusammenziehung.

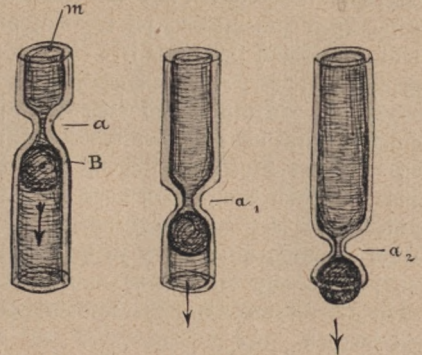


Fig. 236. Schema der Fortbewegung eines Bissens in der Speiseröhre. B Bissen. m Muskelschlauch. a, a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> fortschreitende Einschnürung, welche den Bissen weiterbefördert.

Eine solche Hohlmuskellage umgibt den gesamten Verdauungscanal, vom Schlundkopf der Speiseröhre hinab zum Magen und den Därmen bis zum Mastdarm; Hohlmuskeln sind ferner die Drüsenausführungsgänge, die Harnleiter, die Blut- und Lymphgefäße.

Schließmuskeln.

2. Schließmuskeln sind Muskelfasern, welche irgendeine spaltförmige oder mehr kreisförmige Öffnung am Körper in der Weise umziehen, daß die Zusammenziehung der Schließmuskelfasern die Öffnung fest schließt, während bei erschlafftem, untätigem Schließmuskel die Öffnung klapft.

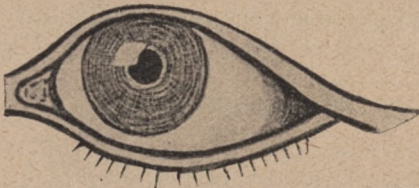


Fig. 237. Durch den Ringmuskel der Regenbogenhaut verengerte Pupille.



Fig. 238. Erweiterte Pupille.

Solche Schließmuskeln sind es, die, in der Regenbogenhaut des Auges kreisförmig um die Öffnung der Pupille gelagert, durch ihre Zusammenziehung die Pupille verkleinern (Fig. 237 u. 238). Ebenso ist ein Schließmuskel vorhanden für die Augenlidspalte, für den Mund, für den After, die Harnröhre, den Scheideneingang.

Die Schließmuskeln sind teils willkürliche, wie die der Augenlider, des Mundes, des Afters, teils unwillkürliche, wie die der Pupille.



## B. Muskeln mit bestimmtem Ursprung und Ansatz.

Bei diesen ist folgendes zu unterscheiden:

1. Der Ursprung ist völlig fest, nur der Ansatz ist beweglich; durch Zusammenziehung des Muskels wird der Ansatz geradlinig dem festen Ursprung genähert.

Muskeln mit festem Ursprung und beweglichem Ansatz.

Beispiel solcher Muskeln sind die rautenförmigen Muskeln, welche, von einigen Hals- und Brustwirbeln ausgehend, am inneren Schulterblattrande sich ansetzen und durch ihren Zug einfach geradlinig das Schulterblatt der Wirbelsäule nähern. Ferner die Kaumuskeln, die vom festen Schädel aus den Unterkiefer bewegen.

Ein Teil der hierhergehörigen Muskeln nimmt zwar seinen Ursprung von einem Knochen, hat aber seinen Ansatz in Weichteilen, die durch Zusammenziehung des Muskels in der Richtung nach dem festen Ursprung hin bewegt oder gezogen werden. Dies ist z. B. bei den Gesichtsmuskeln der Fall, soweit sie vom Gesichtschädel ihren Ursprung nehmen und in der Haut des Gesichts, welche sie bewegen, enden. Ein anderes Beispiel ist der vom hinteren Nasenstachel ausgehende Muskel, welcher das frei in die Mundhöhle vor dem Racheneingang hinabhängende Zäpfchen sowie das Gaumensegel beim Schlucken, Sprechen und Singen hebt.

2. Ursprung und Ansatz sind beide beweglich. Dies ist der Fall bei den meisten Skelettmuskeln. Da bei Zusammenziehung solcher Muskeln die Bewegungen der beiden Punkte, Ursprung und Ansatz, umgekehrt sich verhalten wie die Widerstände, welche bei deren Bewegung zu überwinden sind, d. h. der bewegliche Punkt dem weniger beweglichen genähert wird, so ist für die meisten dieser Muskeln eine Wirkungsart die vorwiegende und hauptsächlichste: nämlich daß der „Ansatz“ dem „Ursprung“ genähert wird.

Muskeln mit beweglichem Ursprung und Ansatz.

Da der Rumpf oder Stamm der unbeweglichere Teil ist gegenüber den beweglichen Gliedmaßen, so bezeichnet man das am Rumpf sich ansetzende oder — bei lediglich den Gliedmaßen angehörenden Muskeln — das dem Rumpf näher gelegene Ende der Muskeln als Ursprung, das nach der Peripherie zu gelegene Ende als Ansatz. Da also die Bewegungsrichtung des Ansatzes nach dem Ursprung hin die gewöhnliche ist, so dient sie auch zur Bezeichnung des Muskels.

Die umgekehrte Bewegungsrichtung vom Ursprung nach dem Ansatz hin tritt dann ein, wenn der für gewöhnlich beweglichere Teil — das gilt vor allem für die Gliedmaßen — festgelegt wird. Dann wirkt der Zug des Muskels auf den Rumpf als den nun allein beweglichen Teil ein und bewegt diesen oder Teile davon. So vermögen solche Muskeln also eine Doppelrolle zu spielen.

Ein Beispiel: Der große Brustmuskel, vom Brustkorb zum Oberarm ziehend, bewegt gewöhnlich letzteren und nähert ihn der Brust. Stützen sich dagegen beide Arme fest auf und werden so unbeweglich, so wirkt der Muskel umgekehrt auf die Brustwand, als den nun allein beweglichen Teil und hilft diese heben. Für gewöhnlich Armmuskel, wird er so unter Umständen zum Atemmuskel und trägt zur Erweiterung des Brustkorbs bei.

So können noch viele Muskeln um Brust und Schultern sowohl wie um Hüfte und Schenkel doppelsinnig tätig sein, indem sie — und zwar vorzugsweise — die Gliedmaßen bewegen, bei deren Festlegung aber auf den Rumpf wirken (s. o. § 69).

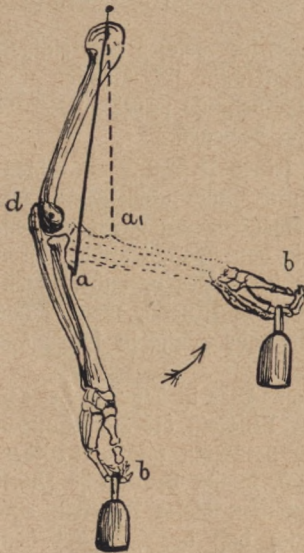
## C. Hebelwirkung der Muskeln.

Auf die langen Knochen wirken zahlreiche Muskeln wie auf Hebel. Die entsprechenden Gelenke sind die Drehpunkte, die Knochen die Arme des Hebels. Man unterscheidet dabei: a) einarmige Hebel. Ansatz und Belastungspunkte sind am

Hebelwirkung der Muskeln.

gleichen Hebelarm wirksam. Es entspricht das der Arbeitsart der meisten Muskeln, welche die Gliedmaßen bewegen.

Liegt der Ansatzpunkt sehr nahe dem Drehpunkt (wie in Fig. 239), so wird bei der Zusammenziehung die Bewegung am Ende des Hebels nach Umfang und Schnelligkeit sehr vergrößert, wogegen an Kraft entsprechend eingebüßt wird. Die Knochen sind dann sogenannte Wurfhebel oder Geschwindigkeitshebel.



Das Produkt der Arbeitsleistung ist proportional einerseits dem Querschnitt  $Q$ , andererseits der Länge  $L$ , des Muskels; mit  $Q$  wächst die Kraft, mit  $L$ , die Ausgiebigkeit der Bewegung. Mit dem Bewegungsumfang wächst zugleich die Geschwindigkeit der Bewegung.

Die typischen Gestalten der Muskeln des Skeletts, namentlich der Glieder, sind die langgestreckten: die Entwicklung der Form des Menschenleibes ging mehr auf Behendigkeit und weniger auf Kraftentfaltung aus.

b) Zweiarmlige Hebel. Bei diesen liegen Ansatz und Belastungspunkt auf verschiedenen Seiten des Unterstützungs- oder Drehpunktes. Es ist dies z. B. der Fall für den Wadenmuskel beim aufgehobenen Fuße.

### § 98. Formen der Muskeln.

Ein Muskel kann lediglich aus Fleischbündeln bestehen, die direkt an die Ursprungs- und Ansatzstelle angeheftet sind. Der fleischige, eigentlich arbeitende Teil des Muskels heißt der Muskelbauch. Der Muskelbauch kann aber auch — und das ist der häufigere Fall — sowohl an seine Ursprungs- als an seine Ansatzstelle angeheftet sein durch eine Ursprungs- und eine Endsehne.

Die Sehnen sind stets dünner als der Muskel. Jede Sehne ist umhüllt von der Sehnenhaut oder Sehnenscheide. An der Stelle, wo sich die Sehne an den Knochen



1  
Fig. 240.



2  
Fig. 241.



3  
Fig. 242.



4  
Fig. 243.

Fig. 240—243. Verschiedene Formen von Muskeln. 1. Einfacher spindelförmiger Muskel mit Muskelbauch und Sehne. 2. Halbgefiederter Muskel. 3. Gefiederter Muskel. 4. Zweiköpfiger Muskel.

Formen der Muskeln.

Fig. 239. Wirkung des zweiköpfigen Armebeugers als Wurfhebel.

heftet, befindet sich zur Verhütung von Reibung zwischen Sehne und Knochen ein mit zäher Flüssigkeit gefüllter kleiner Hohlraum, der Schleimbeutel.

Ist der Muskelbauch durch eine zwischenliegende Sehne in zwei Teile geteilt (so daß also die Sehne weder Ursprungs- noch Ansatzsehne ist), so nennt man den Muskel einen zweibäuchigen (Fig. 245).

Ist die eingeschobene Sehne kein sehniger Strang, sondern ein bandartiger sehniger Streifen, der den Muskel quer durchbricht, so nennt man diesen Streifen sehnige Inskrift (inscriptio tendinea). Eine solche ist bei den geraden Bauchmuskeln vorhanden (Fig. 244).

Sind die Muskelfasern einfach parallel gelagert, so nennt man den Muskel parallelfaserig.

Liegen die Fasern zwar parallel nebeneinander, jedoch so, daß der Muskel sich nach seiner Ursprungs- wie nach seiner Endsehne hin verjüngt und der Muskelbauch in der Mitte am dicksten ist, so nennt man den Muskel einen spindelförmigen (Fig. 240).

Muskeln, bei welchen die Endsehne in den Muskel hinein aufwärts verläuft und die Muskelfasern sich von beiden Seiten her in spitzem Winkel an diese Sehne ansetzen, heißen gefiederte (Fig. 242).

Liegt die Sehne am Rande und setzen sich die Muskelfasern nur von einer Seite her schräg an die Sehne an, so heißt der Muskel ein halbgefiederter (Fig. 241)

Zweibäuchige Muskeln.

Sehnige Inskrift.

Spindelförmige Muskeln.

Gefiederte und halbgefiederte Muskeln.



Fig. 244.

Fig. 245.

Fig. 246.

Fig. 244—246. Verschiedene Formen von Muskeln. 5. Muskel mit zwei sehnigen Inskriften. 6. Zweibäuchiger Muskel. 7. Dierzipflig gespaltener oder viersehniger Muskel.

Hat der Muskel mehrere Ursprungssehnen, welche fleischig werden und zu einem einzigen Muskelbauch zusammentreten, so heißt er ein zwei-, drei- oder vierköpfiger Muskel (Fig. 243).

Hat der Muskel zwar einen Muskelbauch, jedoch mehrere Ansatzsehnen — wie bei den Beuge- und Streckmuskeln der Finger und Zehen —, so heißt er ein mehrsehniger (Fig. 246).

Mehrköpfige und mehrsehnige Muskeln.

Nach der äußeren Gestalt sind die Muskeln noch zu unterscheiden in

- a) lange Muskeln; kommen vorzugsweise bei den Gliedmaßen vor;
- b) breite Muskeln; sie finden sich fast nur am Rumpfe. Sie gehen von langen Knochenrändern aus oder mit einzelnen Bündeln oder Zäunen von den

Rippen und laufen meist in feine dicke rundlichen Sehnen, sondern in mehr oder weniger flache sehnige Häute aus;

c) dicke Muskeln.

Was die Kraftwirkung der Muskeln je nach Gestalt und Faserrichtung betrifft, so ist

1. der geringste Kraftverlust bei einfach parallelfasrigen Muskeln. Die Kraftwirkungen der einzelnen Fasern addieren sich einfach.

2. Bei Muskeln, deren Fasern in spitzem Winkel zusammenlaufen, berechnet sich die vereinte Kraftwirkung nach dem Parallelogramm der Kräfte. Der Kraftverlust ist um so geringer, je spitzer der Vereinigungswinkel zweier Muskelbündel ist.

3. Viele Muskeln, namentlich die breiten und dicken, arbeiten nicht immer als Ganzes, sondern einzelne Teile oder Portionen des Muskels können sich gesondert zusammenziehen und wirksam werden.

### § 99. Formveränderung an der Körperoberfläche durch Muskelarbeit.

Die Gesetze, welche bei der Arbeit der Muskeln obwalten, sind zumeist hergeleitet aus Beobachtungen und Messungen im physiologischen Versuch an einzelnen bloßgelegten Muskeln. Man kann diese Arbeit aber auch unmittelbar am Lebenden beobachten infolge



Fig. 247—249. Formen des zweiköpfigen Armbeugers nach Richer: a erschlafft, b leicht, c stark zusammengezogen.

der durch die Muskelzusammenziehung bewirkten Formveränderungen. Dies ist besonders da gut möglich, wo es sich um einen kräftig entwickelten Körper mit mäßigem oder geringem Fettpolster der Haut handelt. Für die Kenntnis der Einwirkung der Leibesübungen ist solche Beobachtung des „Spiels“ der Muskeln bei den verschiedenen Bewegungen zweifellos von Wert.

Die Muskeln, welche das Skelett bewegen, sind in ihrer Masse umgeben von einer dünnen, elastischen, wie ein Trikot anliegenden Haut, der Muskelbinde



Fig. 250 u. 251. Der dreiköpfige Armtrecker nach Richer: a erschlafft, b zusammengezogen.

(oder „Saszie“; s. Abb. der Oberschenkelbinde Fig. 304 S. 242). Sie ist der Oberfläche des Muskels nur ganz lose angeheftet, so daß sich die Zusammenziehung des Muskels innerhalb dieser häutigen Scheide ganz glatt ohne Hemmnis vollziehen kann. Die Nachgiebigkeit und Elastizität der äußeren Haut bewirkt, daß jede Formveränderung eines Muskels auch das Relief der Körperoberfläche an der betreffenden Stelle ändert, Vorwölbungen, Einsenkungen und Furchungen veranlaßt. Je nach der Gestalt der betreffenden Muskeln walten dabei große Unterschiede ob. Einfach gebaute Muskeln mit

Kraft-  
wirkung  
nach Faser-  
richtung.

Muskel-  
binde oder  
Saszie.

Form-  
veränderung  
durch ver-  
kürzte  
Muskeln.

parallelsaftigem Muskelbauch bilden, wenn sie länglich sind, auch entsprechend längliche Erhabenheiten bei der Zusammenziehung (wie z. B. die Unterarmmuskeln); kürzere Muskeln, wie z. B. der zylindrische zweiköpfige Oberarmmuskel (vgl. Fig. 249) oder der große Gefäßmuskel, nehmen mehr eine kugelige, pralle Form an. Bei Muskeln, welche in verschiedene Abteilungen oder „Portionen“ geteilt sind, wie z. B. der Delta-muskel an der Schulter, zeigt die betreffende Körpergegend beim erschlafften Muskel, d. h. im Ruhezustand, eine gleichmäßig gerundete Form. Erst bei der Zusammenziehung und Verkürzung des Muskels werden auch seine Abteilungen, durch Einfurchungen deutlich geschieden, sichtbar (s. u. Fig. 293).

Der Wadenmuskel, im Ruhezustand glatt und rundlich die Wade füllend, läßt bei kräftiger Zusammenziehung deutlich als abgetrennte Wülste rechts und links seine beiden äußeren Köpfe, die Zwillinge, sowie deren Ansaß an die Achillessehne erkennen.

Beim dreiköpfigen Streckmuskel des Oberarms treten bei Zusammenziehung in charakteristischer Weise die oberen langen Köpfe des Muskels und namentlich scharf der Ansaß des äußeren Kopfes an die lange platte Sehne, die vom Ellbogenthorren bis zur Mitte der hinteren Oberarmfläche reicht, deutlich hervor (s. Fig. 251).

Dies sind nur einzelne Beispiele. Auf eins muß aber besonders aufmerksam gemacht werden, nämlich daß diese bezeichnenden Formveränderungen nur dann vorhanden sind, wenn der Muskel bei seiner Arbeit tatsächlich Ursprung und Ansaß einander nähert, d. h. wenn er sich verkürzt und dicke wird. Vielfach aber arbeiten unsere Muskeln bei den verschiedensten Bewegungen im gedehnten Zustande. — Diese Arbeit, welcher sich die durch die bloße Elastizität des Muskels gegebene Widerstandskraft hinzugesellt, ist durch keine Formveränderung äußerlich erkennbar. Gleichwohl kann sie ziemlich beträchtlich sein.

Arbeit des Muskels im gedehnten Zustande.

Beim Streckhang am Reck, an den Ringen oder an der Leiter sind zahlreiche Muskeln des Körpers durch das Gewicht des nur an den gebeugten Fingern aufgehängten Körpers in starker Dehnung. Gleichwohl arbeiten diese Muskeln insoweit der Schwerkraft entgegen, als sie sich nicht lediglich passiv dehnen lassen, sondern noch so weit etwas verkürzt bleiben, um die Gelenke, d. h. die Gelenkbänder an den Armen, den Schultern, der Wirbelsäule usw., vor der Zugwirkung des Körpergewichts und damit vor — unter Umständen schädlicher — Dehnung zu bewahren. Unwillkürlich tut hier der Anfänger des Guten zuviel und hängt mit leicht gebeugten statt mit voll gestreckten Armen. Aber auch bei vollkommen gestreckter Haltung im Hang werden gleichwohl die Gelenke des Körpers nicht widerstandslos der Zugwirkung überlassen. Die Tätigkeit der gedehnten Muskeln übt also hierbei einen Schutz für die Gelenkverbindungen aus.

Wir haben mithin bei der Betrachtung der Muskelwirkungen am bewegten lebenden Körper drei physiologische Zustände zu unterscheiden: die Erschlaffung, die Zusammenziehung und die Dehnung des Muskels.

## § 100. Wirkungsarten der Muskeln.

Die hauptsächlichsten durch willkürliche Muskelaktivitäten bewirkten einfachen Bewegungsformen des Rumpfes und der Gliedmaßen sind, jedesmal mit der entgegengesetzten Bewegung, zusammengestellt folgende:

Haupt-sächlichste Bewegungsformen der Muskeln.

Beugung — Streckung;

Hebung — Senkung;

Abziehen vom Rumpf — Anziehen zum Rumpf;

Einwärtsrollung eines Glieds — Auswärtsrollung;

Einatmung — Ausatmung.

Dazu kommen bei den verschiedenen Öffnungen am Körper:

Erweiterung oder Öffnung — Verengerung oder Schließung;  
als besondere Bewegungen der Finger:

Abziehen oder Spreizen — Anziehen oder Schließen;  
als besondere Bewegung des Daumens endlich:

Gegenüberstellen (zu den anderen Fingern).

Alle weiteren, verwickelteren Bewegungen setzen sich aus diesen zusammen.

Je nachdem unsere Muskeln vorwiegend der einen oder anderen dieser Bewegungsformen (oder Grundtätigkeiten) dienen, teilen wir sie in große Gruppen (Beuger und Strecker; Einwärts- und Auswärtsroller usw.).

Diejenigen Muskeln, welche derselben Tätigkeit dienen, heißen gleichsinnige (Synergeten); diejenigen, welche der Tätigkeit anderer Muskeln entgegengesetzt wirken, heißen mit Bezug auf diese gegensinnige oder Antagonisten (= Gegenwirker).

Zum Beispiel sind der zweiköpfige Oberarmmuskel und der innere Armbeuger, welche beide den Arm im Ellbogengelenk beugen, gleichsinnige Muskeln; der dreiköpfige Armstrecker, der den gebeugten Arm wieder streckt, ist ihr gegensinniger Muskel, ihr Antagonist.

In allen den Fällen, in welchen die mechanischen Verhältnisse einer Bewegung sehr einfach liegen, gibt die Lage eines Muskels zu dem Gelenk, welches er bewegt — oft sind es mehrere Gelenke —, ohne weiteres seine hauptsächlichste Wirkungsweise an. In anderen Fällen — ich erwähne nur die Muskeln, welche das Schulterblatt bewegen — liegen die mechanischen Verhältnisse schon schwieriger, so daß sich die vorwiegende Tätigkeit dieses oder jenes Muskels nicht so leicht bestimmen läßt. Hier kommt in etwas zu Hilfe die Untersuchung der Tätigkeit eines Muskels dadurch, daß man ihn am Lebenden isoliert reizt und zur Zusammenziehung bringt mittels des elektrischen Stroms. Dies Verfahren wandte am eingehendsten der französische Forscher Duchenne (in dem klassischen Werk Physiologie des mouvements, 1867) an. Die so gewonnenen Ergebnisse werden noch ergänzt durch Beobachtungen an solchen Personen, bei denen einzelne Muskeln gelähmt sind, wodurch dann bestimmte Bewegungen ganz ausfallen oder nur entstellt möglich sind. Der schwierigste Weg endlich, eine genaue Einsicht in die mechanischen Vorgänge zu gewinnen, die bei einer Bewegung statthaben, ist die Anwendung der mechanischen und mathematischen Analyse, der „Bewegungsgleichungen“, wie sie O. Fischer bezeichnet hat.

Die Bezeichnungen für die Wirkungsweise der verschiedenen Muskeln, wie sie in der Beschreibung der Hauptmuskeln des Körpers unten benutzt sind, geben also nur die vorwiegende Tätigkeitsrichtung dieser Muskeln an. Danach läßt sich allerdings nicht der Anteil genauer abmessen, welcher all den verschiedenen, bei verwickelteren Bewegungsvorgängen ins Spiel tretenden Muskeln zufällt. Wohl aber reicht solche Kenntnis hin, um in der Mehrzahl der Fälle wenigstens zu beurteilen, welche Muskeln und Muskelgruppen diese oder jene Leibesübung hauptsächlich in Anspruch nimmt und somit übt und kräftigt.

## § 101. Einfluß der Schwerkraft und anderer Widerstände.

Die Muskelarbeit bei den verschiedenen Bewegungen und Leibesübungen wird nach Art und Umfang in mannigfaltigster Weise beeinflusst durch die Schwerkraft sei es des Körpers und seiner Gliedmaßen selbst, sei es einer auf den Körper irgendwie einwirkenden Fremdlast.

Nur da, wo die Schwerkraft aufgehoben ist, z. B. bei einem im Wasser befindlichen Körper, also beim Schwimmen, kommt die Wirkungsweise der Muskeln,

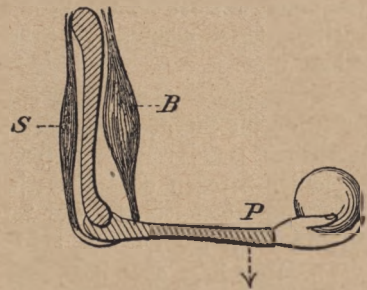
Gleichsinnige  
und gegen-  
sinnige  
Muskeln.

Bestimmung  
der Wir-  
kungsweise  
der  
Muskeln.

Wirkung der  
Schwerkraft.

wie sie durch die anatomische Lage jedes Muskels zu den von ihm bewegten Gelenken gegeben ist, fast rein zum Ausdruck. In allen anderen Fällen macht sich der Einfluß der Schwerkraft geltend, und zwar so, daß sie entweder der gewollten Bewegung entgegengesetzt wirkt oder gleichsinnig mit derselben. Im ersteren Falle bedeutet sie einen Widerstand, der durch Muskelarbeit überwunden werden muß; im letzteren Falle kann sie die im Sinne der Bewegung wirksamen Muskelkräfte ganz oder zum Teil ersetzen, bei den entgegengesetzt wirkenden Muskeln aber besondere Hemmungsarbeit benötigen.

Als Beispiel nehmen wir wieder Beugung und Streckung des Unterarms. Bei der Beugung verkürzt sich der an der Vorderseite des Oberarms befindliche zweiköpfige Armbeuger, der Biceps (wobei wir die gleichsinnige Arbeit des inneren Armbeugers der Einfachheit wegen außer acht lassen), während der an der Hinterseite des Oberarms liegende dreiköpfige Armstreckler (Triceps) gedehnt wird. Hängt bei dieser Beugung des Unterarms der Arm als Ganzes senkrecht herab, so muß der Beuger B (Fig. 252) die Schwerkraft des Unterarms, im Schwerpunkt P vereinigt, überwinden, d. h. P heben. Ist dabei das Schwergewicht des Unterarms durch eine Fremdlast vermehrt, indem die Hand ein Gewicht trägt, so muß die Kraft der Zusammenziehung, d. h. die Arbeit des Beugers B, entsprechend gesteigert werden.



Beugung des Unterarms.

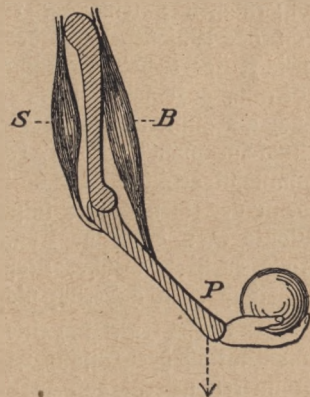
Fig. 252. B Beuger. S Streckler. P Schwerpunkt.

Macht der Arm nun die entgegengesetzte Bewegung, nämlich eine Streckung, so sollte man nach der Benennung dieser Bewegung schon annehmen, es müsse nun der entgegengesetzte Vorgang stattfinden: nämlich aktive Zusammenziehung und Verkürzung des Streckmuskels S und passive Dehnung des Beugemuskels B. Dies ist aber, wie gesagt, nur der Fall, wenn die Schwerkraft aufgehoben ist, also bei dem im Wasser befindlichen Arm des Schwimmers.

Streckung des Unterarms.

Anders dagegen beim frei herabhängenden Arm. Hier können verschiedene Fälle eintreten.

1. Die Streckung des gebeugt gehaltenen Arms wird, indem man den Beuger erschlaffen läßt, allein der Schwerkraft überlassen: der etwa bis zur wagerechten Lage erhobene Unterarm wird einfach sinken gelassen. Die Muskelarbeit ist hierbei fast gleich Null.



Wirksamkeit der Schwerkraft allein.

2. Die Streckung des Arms soll sich ganz langsam vollziehen, langsamer jedenfalls, als wenn man den Unterarm einfach seiner Schwerkraft folgend hinabsinken läßt. In diesem Falle ist es der Beuger, welcher der Schwerkraft (P), die das Glied schneller hinabziehen will, entgegenzuwirken hat, indem er durch seine langsam nachlassende Zusammenziehung das schnellere Hinabsinken des Unterarms hemmt.

Fig. 253. Langsames Strecken des herabhängenden und belasteten Arms. B Beuger. S Streckler. P Schwerpunkt.

Langsame Streckung.

Diese Hemmungsarbeit des Beugers wird um so größer sein müssen, je kann sich bis zur Überlastung des Muskels steigern, je mehr die Schwerkraft des Unterarms anwächst, d. h. eine je größere Fremdlast (Gewicht) der Unterarm zu tragen hat.

Wir sehen daraus, daß bei Beugen und Strecken des mit einem Gewicht beschwerten herabhängenden Arms die Leistung der gesamten mechanischen Arbeit ganz vorwiegend nur dem Beugemuskel zufällt. Umgekehrt liegt, wie nach dem Gesagten leicht ersichtlich ist, die Sache dann, wenn der Arm gestreckt hochgehoben und aus der Hochhehalte abwechselnd langsam gebeugt und gestreckt wird. In diesem Falle ist es der Streckmuskel, der nicht nur die Streckung bewirkt, sondern auch bei der gleichsinnig mit der Schwerkraft erfolgenden langsameren Beugung die Hemmungsarbeit verrichtet, während die Arbeit des Beugers demgegenüber nur eine verschwindend geringe ist.

Ein weiteres Beispiel ist das Klimmziehen am Red (Beugen und Strecken der Arme im Streckhang). Hier sind es wieder die Beuger des Arms, welche beim Hochziehen Beugearbeit mit Hebung des gesamten Körpergewichts verrichten, beim langsamen Strecken oder Niedersenken aber dem Zuge des Körpergewichts entgegen Hemmungsarbeit leisten. Die Streckmuskeln kommen auch hier bei dieser langsamen „Streckung“ so gut wie gar nicht in Tätigkeit.

3. Nun liegt aber noch, um zum Beispiel des wagerecht gebeugten Unterarms zurückzuführen, ein dritter Fall vor: nämlich, daß die Streckung des Arms aus dieser Halte heraus sehr schnell vor sich geht, schneller, als dies der Einfluß der Schwere allein bewirkt hätte. Man läßt dabei nicht nur den Beuger plötzlich erschlaffen, sondern gleichzeitig wird eine ebenso plötzliche heftige Zusammenziehung des Streckers bewirkt, welche den Unterarm wurfartig abwärts schleudert.

4. Eine vierte Art der Ausführung ist die, daß man beide Muskeln, den Strecker wie den Beuger, sich zusammenziehen läßt, so daß sie mit- und gegen-einander wirken. Läßt dann der Beuger langsam in seiner Zusammenziehung nach, so wird langsame Streckung des Armes nachfolgen. Die mechanische äußere Leistung ist eine verhältnismäßig ganz geringfügige: die innere Arbeit der gewissermaßen miteinander ringenden Muskeln kann aber — es hängt dies lediglich von der Willensgebung des Übenden ab — sehr beträchtlich sein. Man hat diese gleichzeitige Arbeit gegensinnig wirkender Muskeln, welche sich in ihrer mechanischen Wirkung gegenseitig lahmlegen und das in Betracht kommende Glied steif machen, auch als „innere Straffung“ bezeichnet. Unter der Bezeichnung „Übung koordinierter Muskelgruppen“ hat Proschet in Prag daraus ein besonderes System der Zimmerymnastik gebildet. Solche Selbst-Widerstandsbewegungen erreichen ihren Zweck nur, wenn der Übende auch tatsächlich das größte Maß der Willensanstrengung anwendet. Wollte man derartige Übungen von Schülern ausführen lassen, so fehlte jede Kontrolle darüber, welches Maß von Anstrengung er sich auferlegt. Der Umfang innerer Arbeit ist eben äußerlich nicht ersichtlich.

Übrigens leistet sich eine solche Anspannung gegensinnig wirkender Muskeln mehr unwillkürlich der Anfänger, der sich bei einer Übung, die er noch nicht richtig koordinieren gelernt hat, zu unsicher fühlt. Er wird dann steif und ungelent, als ob er vom Starrkrampf befallen wäre.

Obgleich jede Muskelübung die Überwindung von Widerständen in sich schließt, so hat man doch, um einzelne Muskeln besonders zu üben und die mäßigende oder begrenzende Tätigkeit der Antagonisten auszuschließen, ein eigenes System von Übungen erfunden: die „Widerstandsübungen“. Es war der schwedische Turnvater Pehr Henrik Ling, welcher vorzugsweise zu heilgymnastischen Zwecken hier schöpferisch tätig war. Eine besondere Ausbildung haben solche Widerstandsübungen in der japanischen Schulgymnastik erfahren (nach der Darstellung von G. Irving Hancock).

Beugen und Strecken bei hochgehobenem Arm.

Klimmziehen.

Wurfbartige beschleunigte Streckung.

Selbstwiderstandsbewegung.

Widerstandsgymnastik.



Ergreife ich eine Schnur, welche oben über eine Rolle läuft und ein Gewicht trägt, und ziehe das Gewicht hoch, so handelt es sich um:

a) die Überwindung eines gleichbleibenden toten Widerstandes.

Toter  
Widerstand.

b) Ziehe ich an einem Gummistrang, der mit seinem oberen Ende mit einem Haken festgemacht ist, und dehne den Strang, so muß ich um so stärker ziehen, je mehr der Gummistrang gedehnt wird: Überwindung eines zunehmenden Widerstands. — Eine Reihe von Apparaten, mit Gummischnüren oder elastischen Federn ausgestattet, machen diese Art von Muskelarbeit für die Zimmergymnastik fruchtbar.

c) Eine zweite Person (in der schwedischen Heilgymnastik als „Gymnast“ oder „Bewegungsgeber“ bezeichnet; in der japanischen Schulgymnastik ist es einfach ein Mitschüler) umfaßt das Handgelenk des Übenden, dessen Arm gebeugt ist, und dem aufgegeben wird, seinen Arm mit aller Kraft zu strecken, während der Gymnast Widerstand leistet und das zu hindern sucht.

Lebendiger  
Widerstand.

Bei diesem Ringen kann entweder der Gymnast stärkere Kraft anwenden und den Arm des Übenden gegen dessen Willen noch stärker beugen, oder es kann der letztere allmählich den Widerstand des Gymnasten überwinden.

Umgekehrt kann auch der Gymnast einen Zug an dem Arm des Übenden in der Richtung der Streckung ausüben, und der Übende kämpft durch Zusammenziehung seiner Armbeuger gegen diesen Zug an.

Bei diesen Widerstandsbewegungen handelt es sich also um ein Ankämpfen gegen lebendigen Widerstand — genau wie beim Ringkampf. Der Unterschied ist hier nur der, daß der Gymnast oder Bewegungsgeber nicht, wie beim wirklichen Ringkampf, die Absicht hat obzusiegen. Er soll nur den Übenden zwingen, mit einem bestimmten Muskel ein bestimmtes Kraftmaß zu leisten. Dieses Maß vermag er zu bestimmen, zu „dosieren“ durch die Größe seines Widerstandes. Es gab eine Zeit, wo man aus solcher Widerstandsgymnastik, aus den „dupliziert-konzentrischen“ und den „dupliziert-egzentrischen“ Übungen — so genannt nach den Bewegungsrichtungen, großes Wesen in der Heilgymnastik machte. Heute ist die Anwendung dieser Übungsarten stark eingeschränkt worden.

Aus den angeführten Erörterungen und Beispielen ist schon ersichtlich, welchen Einfluß auf die bewegenden Kräfte die Schwerkraft ausübt. Wir haben ferner verschiedene Arten von Muskelwirkung kennen gelernt, nämlich 1. die eigentlich kraftgebende Arbeit, die im Sinne der Bewegung erfolgt: Arbeit der Beuger bei Beugung, Arbeit der Strecker bei Streckung usw.; 2. die zügelnde oder mäßigende Arbeit, die von den der eigentlichen Bewegung gegensinnigen Muskeln, den Antagonisten, bei den Widerstandsübungen von Gymnasten geleistet wird.

Kraft-  
gebende und  
mäßigende  
Muskel-  
arbeit.

Wir sehen ferner, daß bei bestimmten Bewegungen die kraftgebende Arbeit in den Vordergrund tritt, so daß ihr der Hauptanteil an der mechanischen Leistung zufällt. Dies ist der Fall bei allen Bewegungen, die entgegengesetzt der Richtung der Schwerkraft erfolgen, d. h. wo ein Gewicht gehoben wird, sowie bei denjenigen Bewegungen, die zwar im Sinne der Schwerkraft, erfolgen, aber in beschleunigtem Maße, also bei sehr schnellen schwinghaften Bewegungen. Dagegen tritt die Arbeit der gegensinnigen Muskeln, der Antagonisten, weitaus in den Vordergrund da, wo langsame Bewegungen in gleichem Sinne mit der Richtung der Schwerkraft erfolgen.

Nun kann aber endlich eine Bewegung letzterer Art mitten in ihrem Zuge derart unterbrochen werden, daß der mäßigende Muskel der Schwerkraft genau das Gleichgewicht hält, so daß das betreffende Glied in einer gewissen Stellung unbeweglich gehalten wird. Wir nennen diese Art der Muskelarbeit gleichgewichtshaltende oder schlechtweg haltende (statische) Tätigkeit.

Halte-  
nde  
Muskel-  
tätigkeit.

Bei umfangreicheren Bewegungen sind stets zahlreiche Muskeln beteiligt, von welchen die einen die eigentliche Grundbewegung ausführen (kraftgebende), andere die Tätigkeit in genau abgewogenen Grenzen halten (mäßigende), noch andere das Gleichgewicht in der Stellung der Skeletteile zueinander, soweit dies erforderlich ist, aufrecht erhalten (haltende Tätigkeit). Die vereinte Arbeit großer Muskelgebiete in diesen verschiedenen Tätigkeiten zu einer einheitlichen Bewegung nennen wir **Koordination der Bewegung**.

Schwierige Bewegungsformen jeder Art richtig, schnell und sicher koordinieren zu können, ist eine wesentliche Aufgabe turnerischer Leibeserziehung. Sie beruht in der Hauptsache auf der Schulung der Bewegungserven. Bei Beschreibung dieser werden wir noch darauf zurückkommen.

Nur auf eins muß im Verfolg dieser Betrachtungen noch hingewiesen werden, nämlich wie wenig die Bezeichnung vieler Übungen und Bewegungen oft dem wesentlichsten Vorgang einer Bewegung entspricht, ja bezüglich der Muskeln genau das Gegenteil des eigentlichen Übungswertes bezeichnet.

Den erwähnten Beispielen sei hier zunächst die Kniebeuge angereiht, nach deren Namen man auf eine Übung der Beugemuskeln des Kniegelenks schließen sollte. Genau das Gegenteil ist der Fall. Denn beim langsamen Niedersinken in die Kniebeuge ist es besonders der große vierköpfige Strecker des Knies, welcher eine sehr beträchtliche Arbeit zu leisten hat, um dem gesamten Schwergewicht des Körpers das Gleichgewicht zu halten; beim Wiederaufrichten aus der Kniebeuge ist es ebenderselbe Muskel, welcher ganz vorwiegend das Körpergewicht wieder heben muß. Die Tätigkeit der Beuger bei dieser „Beuge“ ist im Verhältnis dazu ganz geringfügig.

Ähnlich liegt die Sache bei der Rumpfbeuge nach vorn. Bei dieser sind es die zwischen Unterschenkel und dem Becken (Sitznorren) ausgespannten Schenkelbeuger, ist es der große Gesäßmuskel — der Strecker des Beckens und damit des unteren Rumpfabchnitts gegen den Schenkel — sowie der wichtige lange Strecker der Wirbelsäule, welche das Gesamtgewicht des Rumpfes zu halten und zu tragen haben. Dies tritt namentlich dann hervor, wenn die Rumpfbeuge bei gestreckt gehaltenem Rumpfe nur bis zu einem halben rechten Winkel nach vorwärts ausgeführt wird. Wie die umstehende Abbildung von Richer zeigt, sind bei dieser Bewegung die Gesäßmuskeln kräftig zusammengezogen und treten namentlich auch längs der Lenden und unteren Brustwirbelsäule die heftig arbeitenden Strecker der Wirbelsäule als pralle Wülste rechts und links von den Dornfortsätzen kräftig vor.

Die Wichtigkeit der Kräftigung gerade dieser Muskeln für die aufrechte schöne Körperhaltung haben wir früher schon eindringlich hervorgehoben.



Fig. 254. Leichte Beugung des Rumpfes bis zu 30—45° nach Richer. — Die starke Zusammenziehung der Gesäß- sowie der langen Rückenmuskeln tritt mit aller Deutlichkeit hervor.

Koordi-  
nation.

Kniebeuge.

Rumpf-  
beuge.

## § 102. Schnelle und langsame Bewegungen.

Im vorhergehenden Kapitel hatten wir gesehen, wie verschieden sich die Beteiligung der im Gelenk bewegenden Muskeln bei solchen Bewegungen gestaltet, welche gleichsinnig mit der Richtung der Schwerkraft erfolgen. Bei einer stark beschleunigten Bewegung fiel die Hauptarbeit dem eigentlichen kraftgebenden, bei einer langsamen Bewegung derart dem gegensinnigen Muskel, dem Antagonisten zu. In Wirklichkeit aber sind bei jeder Bewegung sowohl die eigentlich kraftgebenden als die gegensinnigen Muskeln tätig. Denn nur dadurch, daß die Muskeln zu beiden Seiten des Gelenks angespannt werden — bei einer Beugung also sowohl die Beuger als die Strecker usw. —, ermöglichen sich genaue, gleichmäßige, glatt in einem Zuge erfolgende Bewegungen. Ähnlich wie der Reiter beide Zügel seines Pferdes stets leicht gespannt in der Hand hält und nur dadurch, daß er den Zug auf der einen oder anderen Seite verstärkt, es in der Hand hat, stets haarscharf den Kopf des Tieres genau in die gewollte Richtung zu bringen.

Tätigkeit der Muskeln zu beiden Seiten eines Gelenks.

Nun zeigt die Art der Arbeit des Muskels bei sehr schnellen und bei langsamen Bewegungen aber noch Unterschiede besonderer Art. Wenn man von zwei entgegengesetzten Bewegungen, z. B. von Beugung des herabhängenden und von Streckung des gebeugten Arms eine Reihenaufnahme von Augenblicksphotographien macht und aus diesen solche Bilder zum Vergleich herausnimmt, welche aus der Folge der Bewegungen denselben mittleren Augenblick darstellen, z. B. den, wo sowohl im Verlaufe der Beugung wie in dem der Streckung der Unterarm sich zum Oberarm im rechten Winkel befindet, so wird man einen Unterschied auf beiden Bildern nicht entdecken. Es ist eben unmöglich, aus der äußeren Form der Muskeln zu erkennen, ob das betreffende Bild einen in Beugung oder einen in Streckung befindlichen Arm darstellen soll. Ebenso wenig gibt die äußere Form Auskunft darüber, ob die dargestellte Bewegung schnell oder langsam erfolgt.

Vergleichung der Form eines in Beugung und eines in Streckung befindlichen Arms.

Anders, wenn es sich um Vergleichsbilder handelt, welche das Ende einer solchen Bewegung darstellen. In den beigezeichneten Abbildungen (Fig. 255–258) nach Aufnahmen von A. Londe in Paris sehen wir in Fig. I und III beidemal den Arm in der Endstellung einer Beugung, in II und IV in der Endstellung einer Streckung. Vergleichen wir nun Fig. I und Fig. III näher, so gewahren wir deutlich, daß in I der Beugemuskel, der Biceps, schlaff und entspannt, in III dagegen von kugeligter Form und kräftigst zusammengezogen ist. Ebenso ist in Fig. II der dreiköpfige Streckmuskel an der Hinterseite des Oberarms vollständig erschlafft, von gleichmäßig gerundeter Form ohne besonderes Relief, während sich in Fig. IV die starke Zusammenziehung des Muskels und namentlich der Ansatze der beiden äußeren Köpfe an die Sehne in der Mitte des Oberarms außerordentlich scharf ausprägt. Nun stellen aber Fig. I und II eine sehr schnell ausgeführte Bewegung dar, eine schnellende Beugung bzw. Streckung, Fig. III und IV dieselben Bewegungen ganz langsam ausgeführt.

Vergleichung der Form eines Muskels am Ende einer sehr schnellen und am Ende einer sehr langsamen Bewegung.

Daraus ersehen wir: bei sehr schnellen Bewegungen wird das bewegte Glied gewissermaßen wurfartig, sozusagen mit einer einzigen stärksten Zuckung des Muskels, der dann sofort wieder erschlafft, in die gewollte Stellung geschleudert. Bei langsamen Bewegungen bleibt der arbeitende Muskel gleichmäßig bis zu Ende zusammengezogen. Das gleiche ist der Fall, wenn eine solche Bewegung in ihrem Zuge unterbrochen und in einer gewissen Stellung das Glied oder der Körper unbeweglich gehalten wird.

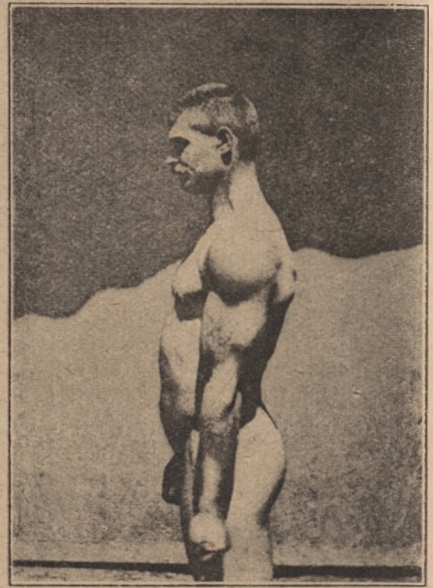
Es geht daraus für die Übung der Muskeln klar hervor, daß es nichts weniger als gleichgültig ist, ob die Bewegungen bei einer Übung schnell, wurfartig, mit „Ruck

Schnelle Bewegungen; langsame Bewegungen; halten.

I



II



III



IV



Fig. 255—258. Verschiedene Muskelarbeit bei sehr schneller (I u. II) und bei ganz langsamer (III u. IV) Beugung bzw. Streckung. — Momentaufnahmen von A. Sonda aus Richer, *Physiologie artistique*. —

und Zug“ erfolgen, oder ob sie in langsamem Zuge auszuführen sind, oder ob gar, womöglich in schwierigeren Stellungen, nur durch stärkere Muskelzusammenziehung mögliche Haltungen eingenommen werden sollen.

Man hat es der schwedischen Schulgymnastik als besonderen Vorzug nachgerühmt, daß ihre meisten Übungen langsam und gemessen ausgeführt werden, und daß schwierigere Haltungen (sogenannte Ausgangstellungen) in ihr einen bedeutenden Platz einnehmen. Es ist nicht zu verkennen, daß die Form einer Bewegung am ehesten eine genaue und vollkommene wird, wenn die Ausführung langsam in gleichmäßigem Zuge erfolgt. Nur ein langsam hochgehobener Arm vermag sich vollständig und schön mit ruhiger Sicherheit zur Geraden auszustrecken; ein während einer Bewegungsfolge nach schnell wechselndem Befehl stoß- oder wurffartig hochgeschleuderter wird das Bewegungsziel — Hochstreckung — nur unsicher und nie in reiner Form erreichen. Noch ein anderes kommt in Betracht. Wie wir früher sahen, wird dem arbeitenden Muskel während der Dauer seiner Arbeit eine vermehrte Fülle ernährenden Blutstroms zugeführt. Es ist leicht ersichtlich, daß länger dauernde Muskelzusammenziehungen bei der Muskelübung besonders geeignet sind, Ernährung und Wachstum des Muskels zu fördern.

Andererseits darf aber auch nicht übersehen werden, daß zahlreiche Bewegungsformen auch des täglichen Lebens ganz kurz, schnellend oder wurffartig ausgeführt werden. So der Sprung, der Wurf, der Schlag, der Stoß usw. Schon dies allein weist darauf hin, daß eine rechte Muskel- und Leibeserziehung auch solcher Bewegungen nicht entraten darf. Plötzliche und heftige Kraftäufferungen haben ebenso ihren Übungswert wie langsame und nachhaltige.

Eine richtige Leibeserziehung wird also weder der schnellen und schnellsten noch der langsamen, zügigen Bewegungen noch auch der verschiedenen Haltungsformen entraten wollen. Letztere beiden fast ausschließlich zu bevorzugen, wäre ebenso verfehrt wie die Dornahme aller Übungen schwunghaft und in Ruck und Zuck. Am verfehltsten aber ist es, alle, auch die verschiedenartigsten Bewegungsformen rhythmisch im Gleichtakt vorzunehmen und über einen Kamm zu sühren.

## Spezielle Muskellehre.

### § 103. Muskeln des Kopfes.

Zahlreiche Muskeln sind in die Haut des Kopfes und namentlich des Gesichtes eingelagert. Ihre Aufgabe ist, nicht nur die Eingänge zu den Körperhöhlen zu erweitern und zu schließen und namentlich der Mundöffnung bei den Tätigkeiten des Essens, Trinkens, Sprechens, Singens, Pfeifens, Blasens usw. verschiedenste Gestalt zu geben, sondern ihr wechselndes Spiel gibt auch dem Antlitz bei den mannigfachsten Gemütsstimmungen den entsprechenden Ausdruck, spiegelt Freude und Trauer, Geipanntheit und Gleichgültigkeit, Haß und Liebe, Stolz und Demut usw. (Sig. 259 bis 264). Je nachdem die eine oder andere Gemütsstimmung besonders häufig Platz gegriffen, die entsprechenden Gesichtsmuskeln häufig in bestimmter Weise zusammengezogen waren und die Gesichtshaut in entsprechende Falten legten, graben sich solche gewohnheitsmäßigen Ausdrucksformen dauernd ein, hinterlassen dauernde Spannungen oder Falten und Furchen auf der Stirn, um die Augen, um den Mund usw. Dadurch wird dem Gesicht, in Verbindung mit der Form des knöchernen Kopfsteletts, ein bestimmter Charakter, die Physiognomie verliehen.

Der Schauspieler, welcher in den verschiedensten Rollen je nach dem Charakter der darzustellenden Person seinem Antlitz bestimmten ausgesprochenen Ausdruck zu geben hat, bedarf dazu einer richtigen Gymnastik der Gesichtsmuskeln, die als Mimik zu einer wahren Kunst ausgebildet ist.

Spezielle  
Muskellehre.

Muskeln des  
Kopfes.

## I.

Die Kopfmuskeln, welche in den Weichteilen des Kopfes sich ansetzen und diese bewegen, zerfallen in folgende Gruppen (Fig. 265):

A. Muskeln der Stirn und der behaarten Kopfhaut: Stirnhauptmuskeln.

Der Stirnmuskel (*musculus frontalis*) bringt die queren Stirnfalten hervor. — Die behaarte Kopfhaut als Ganzes zu bewegen, ist bekanntlich nur hier und da jemand möglich.

B. Um die Gesichtshöhlen gelagerte Muskeln:

a) Muskeln der Augenlidspalte und der Augenbrauengegend. Sie schließen und öffnen die Augenlider, runzeln die Stirn in senkrechte Falten usw. Der sogenannte Ausdruck des Auges beruht zum großen Teil auf der besonderen Tätigkeit und Spannung dieser Muskeln.



Fig. 259—264. Schema der Wirkung der Gesichtsmuskeln auf den Ausdruck der Gemütsbewegungen.

b) Muskeln der Nase.

Beachtenswert sind hier die kleinen Muskeln, welche die Nasenflügel (Nüstern beim Tier) erweitern; in rhythmischer Weise geschieht dies mit jeder Einatmung bei starker Atemnot, so daß das „Spielen der Nasenflügel“ ein charakteristisches Zeichen für erschwerte Atmung, z. B. nach heftiger Anstrengung, ist. Namentlich spricht sich dies in früher Jugend aus.

c) Muskeln der Mundspalte (besonders der *m. orbicularis oris*). Bei Personen, welche viel und lange zu sprechen gewohnt sind (z. B. Geistliche, Lehrer usw.), entwickeln sich diese Muskeln besonders stark und geben der Mundgegend ein bestimmtes ausdrucksvolles Gepräge. — Der Lachmuskel (*m. risorius*) zieht den Mundwinkel in die Höhe und nach außen. Wird er häufig in Bewegung gesetzt und behält er dauernde Spannung, so behält auch das Gesicht einen dauernden Ausdruck der Jovialität, stets lachlustiger Stimmung. Umgekehrt gibt vielfache Betätigung des Herabziehers der Mundwinkel dem Gesicht einen verdrossenen, vergrämten Charakter.

d) Muskeln des Ohrs (*m. auricularis anterior und sup.*). Bei Tieren sehr stark entwickelt und tätig (Spitzen des Ohrs beim Hund), ist ihre besondere Wirkung beim Menschen als Bewegter des Ohres nur ausnahmsweise vorhanden.

II.

Kaumuskeln.

Kopfmuskeln, welche den einzigen beweglichen Knochen des Kopfes, den Unterkiefer, zur Tätigkeit des Kauens usw. bewegen, sind die Kaumuskeln.

Diese sind:

a) Der Schläfenmuskel (m. temporalis), ein schöner fächerförmig gestalteter Muskel, dessen Bündel von der Fläche der Schläfe (halbkreisförmige Linie) zusammenstrahlend zum Kronenfortsatz des Unterkiefers ziehen. Er wird überbrückt vom Jochbogen.

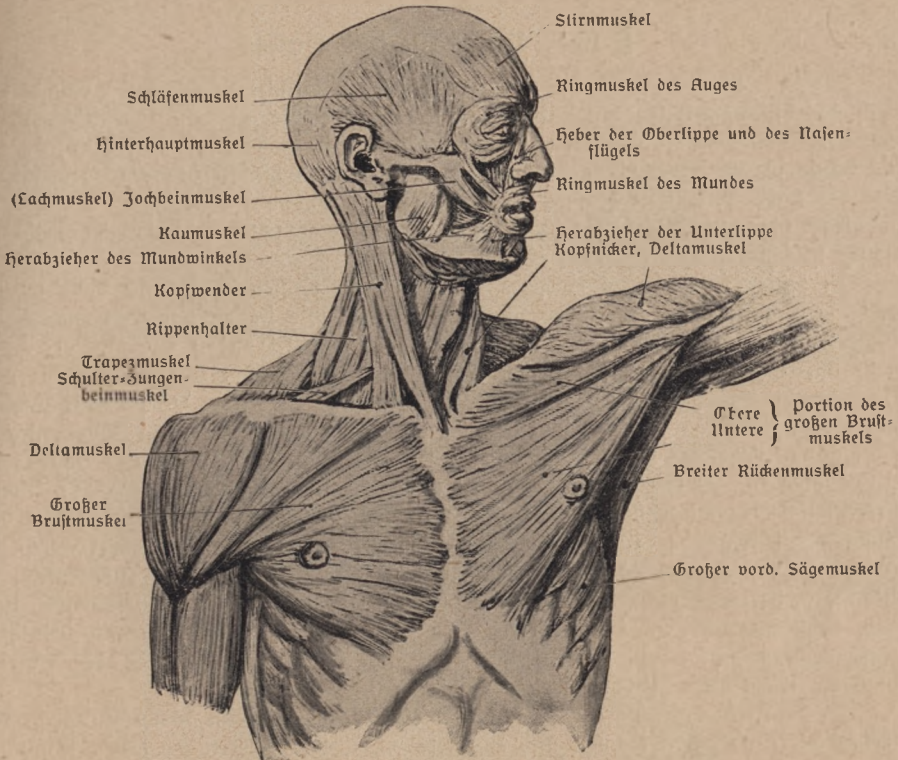


Fig. 265. Muskeln des Kopfes, des Halses und der Brust.

b) Der Kaumuskel (masseter), zwischen Jochbogen und Unterkieferwinkel ausgespannt.

c) und d) Der äußere und innere Flügelmuskel (m. pterygoideus ext. und int.), nach innen vom Kieferast gelegen. Beiderseits tätig, verstärken sie die Wirkung der genannten Kaumuskeln. Einseitig wechselweise wirkend, vermögen sie den Kiefer seitlich hin und her zu schieben (mahlende Bewegung). —

Auf dem Kaumuskel (masseter) liegt, bis zum Warzenfortsatz des Hinterhauptes sich erstreckend, die Ohrspeicheldrüse (parotis). Ihr Speichel, wie der Mundspeichel überhaupt, dient zur Einspeichelung und Verdauung der Speisen. Die Lage der Drüse auf dem Kaumuskel bewirkt, daß sie bei der Kaubewegung durch die Zusammenziehungen des Muskels ausgepreßt wird und ihren Speichel durch den Ausführungsgang, welcher die Wange von außen durchbohrend in der Mundhöhle mündet, ergießt. Erkrankung und Schwellung der Drüse bringt die als „Mumps“ bekannte Entstellung des Gesichts hervor.

Ohrspeicheldrüse.

Vor dem vorderen Rand des Kaumuskels liegt eine starke Fettmasse in der Wangenhaut bis zur Schläfe hinauf eingelagert; sie treibt, wenn wohlentwickelt, die Wangenhaut zur dicken vollen Backe auf. Bei Personen, welche schlecht ernährt sind, zehrt sich auch diese Fettmasse auf; die Wangen werden „hohl“ und eingefallen.

Am vorderen Rand des Kaumuskels geht über den Unterkiefer hinweg die äußere Kieferschlagader (arteria maxillaris ext.); sie läßt sich hier gegen den Knochen andrücken und zur Stillung einer in ihrem Gebiet stattfindenden Blutung schließen.

### § 104. Muskeln des Halses.

Der Hals ist der Stiel des Kopfes: eine fast zylindrische Säule, deren Achse mehr nach der hinteren Halsgegend liegt. Da wo diese Säule an den Kopf stößt, ist sie von der einen Seite zur anderen zusammengedrückt, d. h. der Hals ist schmal; da, wo die Säule in die Brust übergeht, ist sie von vorn nach hinten zusammengedrückt, ist also der Hals breit. Die hintere Halsgegend heißt Nacken.

Über die anatomischen Ursachen des kurzen gedrunghenen und des langen biegsamen Halses ist schon früher (S. 122) einiges bemerkt.

In keiner Gegend des Körpers liegen auf so kleinem Raum so viele lebenswichtige Organe nahe der Körperoberfläche vereint wie in der vorderen Halsgegend (Fig. 266). Der rechte und der linke Kopfwendermuskel bilden ein mit der Spitze nach unten gefehrtes Dreieck, dessen Basis das Kinn, dessen Spitze die Keh- oder Drosselgrube (fossa jugularis) am Brustbein darstellt. In diesem Dreieck liegt zunächst unter dem Kinn das Zungenbein (os hyoides), ein kleiner, mit dem Skelett nicht in Verbindung stehender Knochen, an welchem sich Muskeln der Zunge, des Bodens der Mundhöhle wie des Kehlkopfes und Halses ansetzen. Beim Schlucken, Sprechen, Singen bewegt sich das Zungenbein mit der zugehörigen Muskulatur auf und ab. Unter dem Zungenbein folgt der zum knorpeligen Kehlkopfgerüst gehörende Schildknorpel (cartilago thyreoidea) oder der „Adamsapfel“, an mageren Halsen, namentlich bei Männern, deren Kehlkopf weiter gebaut ist als bei Weibern, stark vorspringend. Unter dem Schildknorpel folgt die Schilddrüse (glandula thyreoidea), deren krankhafte Anschwellung zum Kopf führen kann. Es folgt die Keh- oder Drosselgrube, in deren Tiefe die Luftröhre liegt.

In der Tiefe wird die Mitte des Kopfwenders gekreuzt von dem darunter hervortretenden Bündel von Nerven und Blutgefäßen, unter letzteren die große Hauptschlagader des Kopfes (art. carotis). Seitlich vom Kopfwender befinden sich nach außen unten, abgegrenzt vom Schlüsselbein, die beiden Oberschlüsselbeingruben (fossa supraclavicularis). In diese ragen in der Tiefe, aus dem Brustkorb hervortretend, die beiden Lungen Spitzen hinein. Bei ihrer Schrumpfung durch beginnende Lungen-schwindsucht sind, in Verbindung mit der begleitenden Abmagerung des Körpers, die beiden Schlüsselbeingruben besonders tief und eingesunken, während sie an schönen, namentlich weiblichen Halsen kaum als Vertiefungen sich markieren.

1. Der Hautmuskel des Halses (platysma). Eine dünne, in die ganze vordere Halshaut eingelagerte Muskelschicht, von dem Kinn bis zur Brust reichend (s. Fig. 267). Bei Tieren geht dieser Hautmuskel noch über die vordere Rumpffläche hinab, und das Fell des Rumpfes kann damit — 3. B. zur Abwehr von lästigen Insekten — bewegt werden.

Beim Menschen hebt der Muskel bei feststehendem Kiefer die Haut des Halses von ihrer Unterlage etwas ab und erleichtert dadurch die Bewegung der Halsorgane 3. B. beim Schlingen. Der Muskel hilft ferner das Kinn herabziehen. Seine in der Gesichtshaut über den Kieferrand hinaus sich verlierenden Fasern haben eine

Äußere  
Kieferschlag-  
ader.

Muskeln des  
Halses.

Zungenbein.

Schild-  
knorpel.

Schilddrüse.  
Kehlgube.

Carotis.

Ober-  
schlüsselbein-  
gruben.

Hautmuskel  
des Halses.



mimische Wirkung, indem sie bei plötzlichem Schreck sich zusammenziehen, Hautfalten um das Kinn herum erzeugen und der Umgebung des Mundes einen bezeichnenden Ausdruck verleihen.

2. Der Kopfwender (m. sternocleidomastoideus), auch „Kopfhalter“ genannt. Die alte Bezeichnung „Kopfnicker“ ist eine falsche. Der Muskel entspringt mit zwei Köpfen vom Brustbein (Handgriff) und vom Brustbeinende des Schlüsselbeins und setzt sich am Warzenfortsatz des Schläfenbeins hinter dem Ohr an.

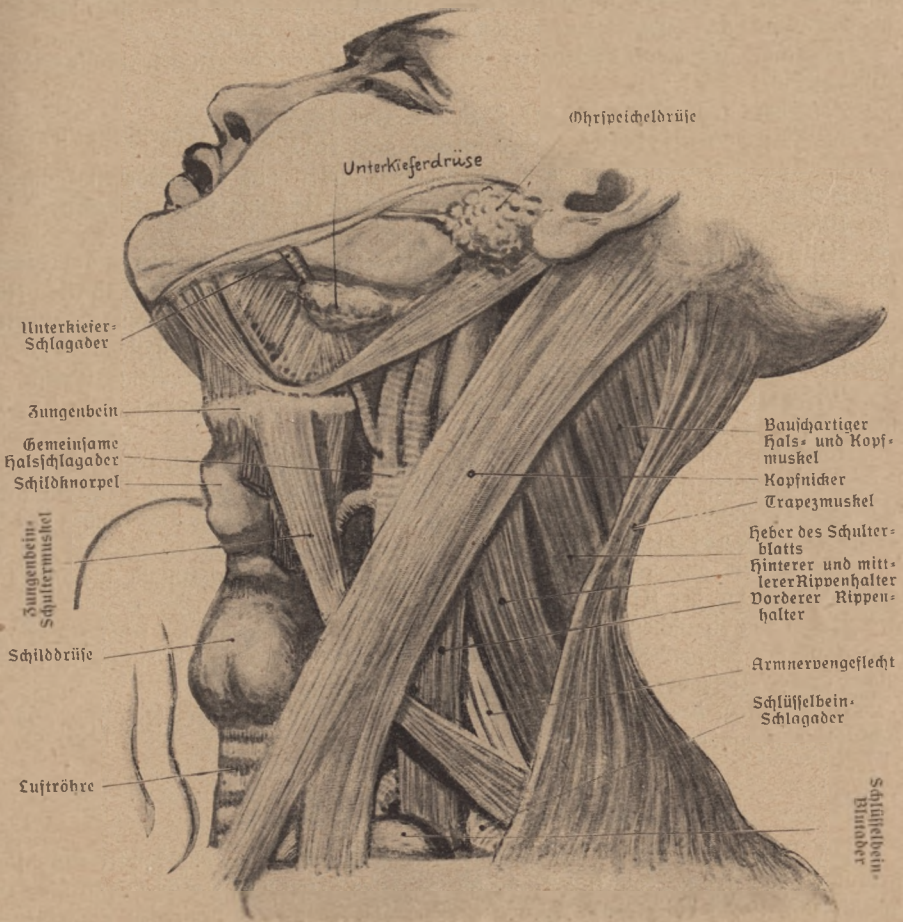


Fig. 266. Die Lage der Halsorgane.

Wirkung: Zieht sich der rechte oder linke Kopfwender einseitig zusammen, so dreht er den Kopf gegen die Schulter seiner Seite und das Gesicht nach der entgegengesetzten Seite. Dauernde Verkürzung eines Kopfwenders bewirkt demnach die als „Schiefhals“ bekannte Schiefstellung des Kopfes.

Zieht sich der Kopfwender beiderseits gleichzeitig zusammen, so wirkt er in erster Linie als Kopfhalter (nicht als „Nicker“, da der Ansatz des Muskels hinter der Drehungsachse des Kopfes zum Halse im Gelenke zwischen Atlas und Hinterhaupt liegt).

Bei stärkerer Zusammenziehung beugen die beiden Kopswender vereint Kopf und Hals als Ganzes nach vorn und vermögen z. B. den Kopf leicht vom Kopfstützen zu heben, während Nacken und Rücken liegen bleibt.

Umgekehrt wirkt der Muskel bei fixiertem Kopf auf seine Ursprünge am Brustkorb, und zwar als Brustheber bei angestrenzter Einatmung — er ist also bei Atemnot ein Hilfsatemmuskel.

3. Der zweibäuchige Unterkiefermuskel (m. digastricus); er entspringt in einem Einschnitt hinter dem Warzenfortsatz, ist mit seiner in der Mitte liegenden Sehne an das Zungenbein geheftet und geht von da vorn zum Kinn.

Wirkung: Er zieht den Kiefer hinab zum Öffnen des Mundes und hebt das Zungenbein.

4. Zungenbeinmuskeln: 7 an der Zahl } bewegen Zungenbein und Zunge.

5. Zungenmuskeln: 3 an der Zahl }  
6. Tiefe Halsmuskeln. Von diesen dienen vier, auf der vorderen Fläche der Halswirbelsäule gelegen, zur Bewegung, namentlich Beugung der Halswirbel.

Wichtiger sind die seitlich gelegenen:

Rippenhalter oder „Treppenmuskeln“, ein vorderer, mittlerer und hinterer (m. scalenus ant., med. und post.). Sie entspringen von der ersten und zweiten Rippe und gehen zu den Querfortsätzen aller Halswirbel. Zwischen dem vorderen und mittleren Rippenhalter befindet sich ein Schlig, durch welchen die Schlüsselbeinschlagader und das Bündel der Armnerven hindurch zur Achselhöhle und weiter zum Arme treten.

Wirkung: Ziehen sich die Rippenhalter nur einer Seite zusammen, so drehen sie den Hals seitlich.

Wirken die Rippenhalter beider Seiten gleichzeitig, so beugen sie den Hals.

Sind dagegen Hals und Kopf durch die entsprechenden anderen Muskeln festgestellt, so wirkt der Muskelzug der Rippenhalter auf die erste und zweite Rippe und hebt diese.

So werden also die Rippenhalter bei angestrenzter Einatmung gleichfalls zu Hilfsmuskeln der Atmung, und zwar zu sehr tätigen.

Bei einem Menschen, der mühsam atmet, sieht man deshalb bei jeder Einatmung den Rand der Rippenhalter deutlich in der Seitengegend des Halses, außen vom Kopf nieder in der Tiefe der Oberschlüsselbeingrube vorspringen. —

Die Muskeln des Nackens werden später mit den Muskeln des Rumpfes und der Schulter abgehandelt.

## § 105. Muskeln der Brust.

Der Brustkorb hat die Form eines oben nach der Spitze abgestutzten und flachgedrückten Kegels; nur die Anheftung des Schultergürtels dreht anscheinend dies Verhältnis um, so daß die Brust oben in der Schultergegend am breitesten erscheint.

Starke kräftige Muskulatur, welche die Rippen hebt, läßt die Brust gewölbt erscheinen, während bei schwacher Muskulatur die Rippen herabhängen, die Brust platt wird (s. S. 115).

Die Brust wird äußerlich nach oben begrenzt von den Schlüsselbeinen.

Die seitlichen Gegenden der Brust werden bedeckt von dem großen Brustmuskel. Ist dieser kräftig entwickelt und ruht er einem wohlgebauten und gewölbten Brustkorb auf, so verleiht er der Brust des Mannes in besonderem Maße den Stempel männlicher Kraft und Schönheit. Die Haut der Brust ist namentlich in der Mittellinie über dem Brustbein bei manchen Männern ziemlich dicht behaart („zottige“ Brust). In der Kunst gilt die behaarte zottige Brust als ein Merkmal von rauher

Zweibäuchiger Unterkiefermuskel.

Zungen- und Zungenbeinmuskeln.

Tiefe Halsmuskeln.

Rippenhalter oder Treppenmuskeln.

Muskeln der Brust.

Brustwarze und Brustbrüste.

Wildheit und Waldursprünglichkeit. Daher auch bei den Saunen, bei Zentauren u. dgl. die Brust stets so gebildet wird. Seitlich trägt die Haut über dem Brustmuskel die Brustwarzen. Sie liegen links und rechts, eine Handbreit etwa vom Brustbein entfernt, meist im Zwischenraum zwischen der vierten und fünften Rippe, selten etwas höher über der vierten Rippe oder tiefer zwischen der fünften und sechsten Rippe. Beim Weibe liegen in der als stumpf kegelförmige Spitze vortretenden Brustwarze die Ausführungsgänge der Brust- oder Milchdrüsen.

Die Brüste, welche dem weiblichen Brustkorb seine bezeichnende Form und den besonderen Reiz verleihen, lassen zwischen sich in der Mitte als mehr oder weniger tiefe Grube den Busen. Die Brüste sind außerordentlich vielgestaltig. Klein — so daß sie mit der Hohlhand bedeckt werden konnten — und fest, über einen Winkel von 90° gewölbt, mit nach auswärts gerichteten Brustwarzen, galten sie den Alten am schönsten. Bei üppigen, fettreichen Frauen werden sie außerordentlich umfangreich, breit und schwer; durch ihre Schwere, auch durch Ziehen, werden sie beim Herabhängen ohne Stütze oft außerordentlich lang (Hängebrust). Bei den Weibern mehrerer afrikanischen Völkerschaften ist eine Verlängerung der Brüste in solchem Grade vorhanden, daß dem Kinde, welches auch bei der Arbeit auf dem Rücken getragen wird, die Brust zum Säugen entweder über die Schulter hinauf oder unter der Achselhöhle her zwischen Oberarm und seitlicher Brustwand zum Rücken hin gereicht werden kann. — Die Brustwarze, bei Jungfrauen rosenrot, wird mit der Schwangerschaft und zunehmendem Alter braun bis schwarzbraun.

Beim neugeborenen Knäblein sind — entsprechend anderen Merkmalen einer zweigeschlechtigen Anlage zu einer gewissen Entwicklungszeit — zuweilen noch Andeutungen einer Brustdrüse insoweit vorhanden, als sich in den ersten Lebenstagen etwas Milch aus der Brustwarze hervordrücken läßt. In außerordentlich seltenen Fällen können sich aus solcher Anlage volle Brustdrüsen auch beim Manne entwickeln. Bekannt ist der Indianer, von dem Alexander von Humboldt erzählt, daß er fünf Monate lang, nach dem Tode seiner Frau, sein Kind stillte.

Es sei noch bemerkt, daß Hosenträger und Tornisterriemen, wenn sie sehr fest angezogen sind und bei rauher Innenseite des Hemdes starke Reibung verursachen, Druckgeschwüre der Brustdrüsen veranlassen können. —

Die Muskeln der Brust liegen in mehreren Schichten übereinander (Fig. 267). Die erste Schicht bildet:

1. Der große Brustmuskel (m. pectoralis major). Einer der schönsten Muskeln des Körpers und doch im Verhältnis ein kümmerlicher Schwächling gegenüber dem mächtigen großen Brustmuskel, welchem der Vogel die Kraft und den Schwung seines Fluges verdankt.

Ursprung des Muskels: Der obere kleinere Teil vom Brustbeinende des Schlüsselbeins (pars clavicularis); der untere größere, durch einen Schluß von dem oberen geschieden, vom Seitenrand des Brustbeins und den Knorpeln der zweiten bis sechsten Rippe (pars sternocostalis, s. Fig. 265). Eine kleine Partie des Muskels entspringt endlich von der häutigen Sehne des äußeren schiefen Bauchmuskels (pars abdominalis).

Ansatz des Muskels: Leiste des großen Oberarmhüfters.

Der Muskel entspringt also weit ausgedehnt mit zahlreichen Bündeln, welche konzentrisch nach dem Ansatz hin zusammenstrahlen. Dadurch wird der Muskel, der auf der Brustwand flach aufliegt, nach der Achselhöhle zu immer dicker. Die vom Schlüsselbein kommenden Bündel des Muskels lagern sich hier zum Teil über die vom Brustbein kommenden Bündel. Diese Verdickung tritt bei muskulösen Männern

Großer  
Brust-  
muskel.

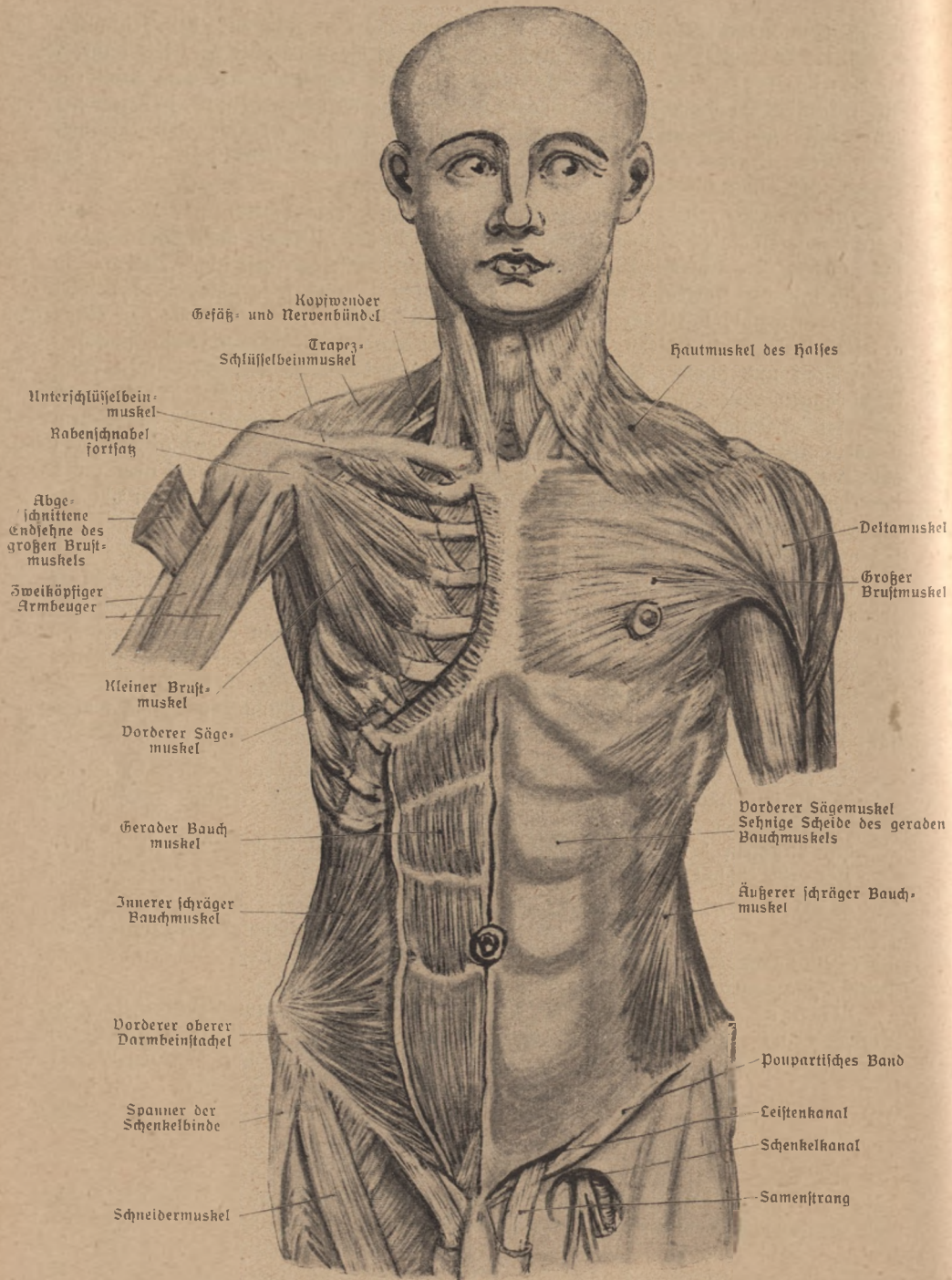


Fig. 267. Die Muskeln der Brust und des Bauches, Leisten- und Schenkelring. Links der Hautmuskel des Halses, der große Brustmuskel, der Deltamuskel, der äußere schiefe Bauchmuskel und die Scheide des geraden Bauchmuskels entfernt.

als ausgeprägter Wulst der vorderen Wand der Achselhöhle hervor (Figur 268); auch bei weiblichen Figuren ist sie angedeutet.

Die Wirkung des Muskels ist eine recht vielgestaltige.

a) Vor allem ist der Muskel Anzieher des Arms; er nähert den aufgehobenen oder nach hinten geführten Arm dem Rumpfe. Soll er dies in schwinghafter und kraftvoller Weise tun,

so wird der Muskel erst durch Führen des Arms nach hinten und rückwärts gespannt: es wird zur Bewegung ausgeholt. Dies findet statt bei den Bewegungen des Werfens, z. B. mit kleinem Stein oder mit dem Ball, mit der Diskuscheibe, mit der Lanze; ferner beim Schlag von hinten und oben nach vorn und unten und zahlreichen ähnlichen Bewegungen. Ebenso ist der Muskel als Anzieher des ausgebreiteten Arms hervorragend tätig beim Schwimmen.

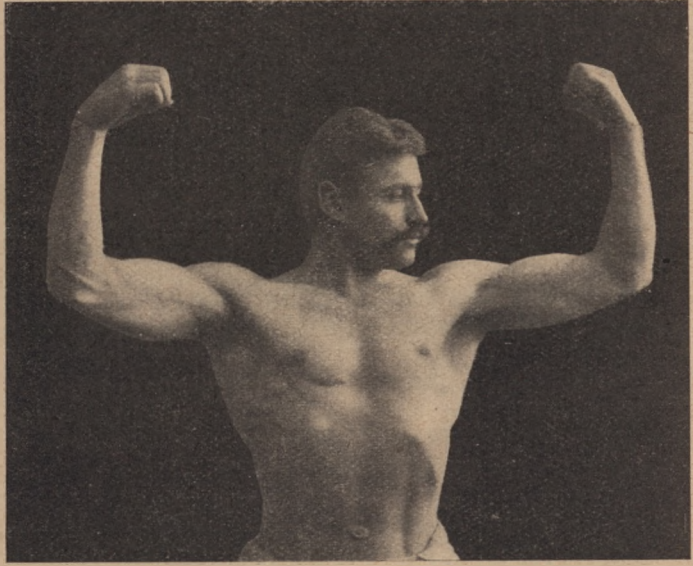


Fig. 268. Schöner Brustkorb und großer Brustmuskel (Turnlehrer Sommer).

b) Nicht immer wird durch die Zusammenziehung des Muskels der Arm als der beweglichere Teil nach dem Rumpf hin bewegt.

Der Muskel kann auch umgekehrt wirken, wenn die Arme (z. B. durch Festhalten) festgelegt werden. Dann sind die Ansätze am Oberarm der feste Punkt, die Brustwand der bewegliche: Die Brustwand wird durch den Zug des Muskels gehoben, der Brustraum erweitert. — So kann also auch der große Brustmuskel gelegentlich ein Hilfsmuskel der Atmung werden.

Instinktiv greift der nach Atem Ringende z. B. nach scharfem Rudern, heftigem Lauf usw. mit den Händen nach irgendeiner festen Stütze, so der Ruderer nach der Bordante seines Bootes, und hält die Arme fest gestreckt, um den von Arm und Schulter zum Brustkorb gehenden Muskeln festen Ansaß zu gewähren, von wo aus sie auf den Brustkorb einen Zug ausüben können und so die angestregten tiefsten Atembewegungen mit vollziehen helfen.

c) G e s o n d e r t e Wirkung der beiden Teile des Muskels.

Der obere, vom Schlüsselbein zum Oberarm gehende Teil des Muskels zieht die Schulter als Ganzes (den „Schulterstumpf“) bei herabhängendem Arm schief nach oben und vorn, rundet den Rücken, höhlt die Brust. Der Muskel fördert so die Stellung bei



Fig. 269. Mitwirkung des oberen Teiles des großen Brustmuskels.

Wirkung  
des großen  
Brust-  
muskels.

einer demütigen Bitte, bewirkt bei plötzlichem Schreck das Zusammenschauern der Schultern, preßt ferner den Arm fest an die Seite des Rumpfes beim Tragen einer schweren Last auf der Schulter oder beim Anstemmen mit der Schulter (Fig. 269).

Der untere, vom Brustbein entspringende größere Teil zieht den Schulterstumpf nach vorn und abwärts.

Der obere Teil senkt den emporgehobenen, aufwärts gestreckten Arm in schwinghafter Bewegung zum Schlag von oben — oder in langsamer Bewegung zur Gebärde des segnenden Priesters.

Der untere Teil senkt den wagerecht ausgestreckten Arm in jeder Stellung nach abwärts. —

Es folgt nun die zweite Schicht der Brustmuskeln.

2. Der Schlüsselbeinmuskel (m. subclavius).

Ursprung: Untere Seite des Schlüsselbeins.

Ansatz: Oberer Rand des Knorpels der ersten Rippe.

Wirkung: Der Muskel ist, von der Rippe aus wirkend, Halter des Schlüsselbeins bei mannigfachen Bewegungen.

Vom Schlüsselbein aus wirkend ist er Heber der ersten Rippe, hilft also den Brustkorb als Hilfsmuskel der Atmung gerade in der wichtigen Gegend der Lungen-  
spitze erweitern.

3. Der kleine Brustmuskel (m. pectoralis minor. Fig. 267).

Ursprung: Mit drei oder vier Zacken von der Außenfläche der zweiten bis fünften Rippe.

Ansatz: Rabenschweiffortsatz des Schulterblatts.

Wirkung: Von den Rippen aus wirkend, zieht der Muskel die Schulter nieder und zugleich etwas nach vorn. Vom festgelegten Schulterblatt aus wirkend, ist er Hilfsmuskel der Atmung, hebt die Rippen und damit die vordere Brustwand.

4. Der große (vordere) sägeförmige Muskel oder Sägemuskel (m. serratus anterior). Er nimmt die ganze Seitenwand des Brustkorbs von der ersten bis zur achten oder neunten Rippe ein. Seinen Namen hat er davon, daß die Zacken des Muskels eine sägeförmige Linie an der Seitenwand der Brust bilden. Die fünf bis sechs oberen Zacken werden verdeckt vom Brustmuskel, nur die unteren werden sichtbar und treten, namentlich bei emporgehobenem Arm, deutlich unter der Haut hervor.

Ursprung: Mit acht bis neun Zacken, die zu einem breiten Muskelförper verschmelzen, von den oberen acht bis neun Rippen. Der Muskel geht sodann unter dem Schulterblatt her, so daß dieses mit seiner vorderen Fläche auf dem Fleisch des Muskels liegt, und findet seinen Ansatz am inneren Rand des Schulterblatts (Fig. 270).

Wirkung: 1. Werden die Rippen in der Weise festgelegt, daß einer tiefen Einatmung nach Schluß des Kehlkopfes eine Ausatmungsbewegung folgt, welche letztere aber wegen des Verschlusses der Luftwege unter Aufhörung der Atembewegungen nur zur vorübergehenden Zusammenpressung des Inhalts der Lungen führt (Vorgang der „Pressung“ oder „Anstrengung“), so zieht der Muskel das Schulterblatt nach vorn gegen die Rippen und stellt es am Brustkorb fest. Nur dadurch, daß das bewegliche Schulterblatt, von welchem aus die Mehrzahl der Hauptmuskeln des Oberarms entspringt, auf solche Weise festgelegt und dadurch den Armmuskeln ein unbeweglicher Ursprung gewährt wird, ist es möglich, die volle Kraft dieser Muskeln für die Bewegungen des Arms in Anspruch zu nehmen.

Übrigens muß der große Sägemuskel in der unbeweglichen Festlegung des Schulterblatts durch die gegenständig wirkenden rautenförmigen Muskeln (m. rhomboideus major und minor) am Rücken (s. u.) unterstützt werden.

Schlüssel-  
beinmuskel.

Kleiner  
Brust-  
muskel.

Großer  
Sägemuskel.

2. Dieselben rautenförmigen Muskeln müssen sich zusammenziehen und das Schulterblatt halten, wenn der große Sägemuskel auf die Rippen als Hilfsmuskel der Atmung wirken soll. In diesem Falle zieht der Sägemuskel in kräftiger Weise die Rippen seitwärts auseinander und bewirkt damit seitliche Erweiterung des Brustkorbs, die Flankenatmung. —

Bei Lähmung des großen Sägemuskels ist eine Festlegung der Schulter und damit jede angestrengte Armtätigkeit unmöglich. Der innere Schulterblattrand dreht

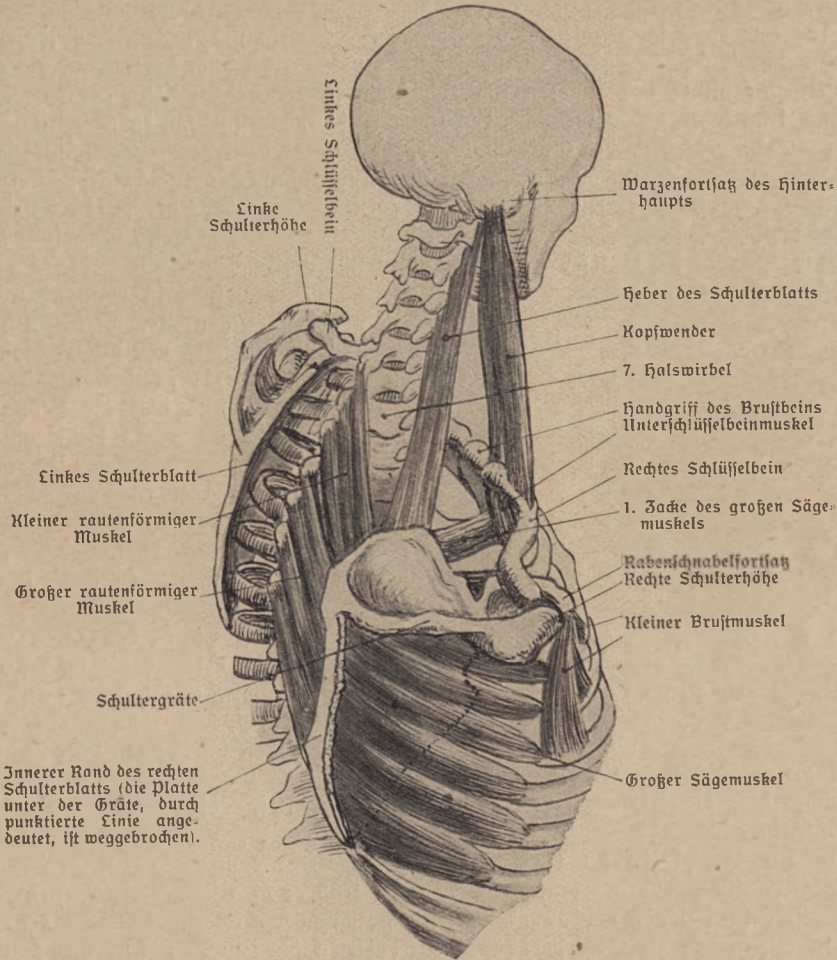


Fig. 270. Einige wichtige Muskeln des Halses und des Schulterblatts. Ein großer (durch punktierte Linie ange- deuteter) Teil des Schulterblatts ist entfernt, um den darunterliegenden großen Sägemuskel zu zeigen (nach Hartleb).

sich dann nach außen, die Schulterblätter stehen flügel förmig vom Brustkorb ab. Ebenso kann der Arm dann nicht mehr hochgehoben werden.

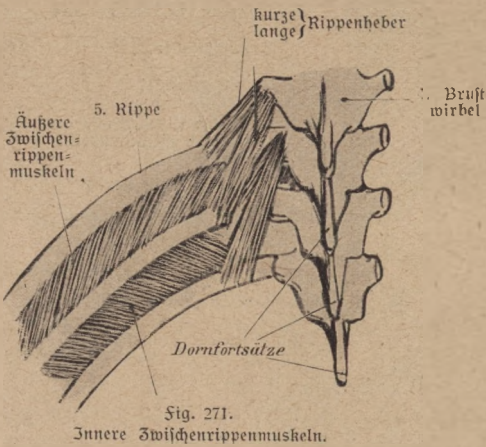
Der große Sägemuskel bildet die Innenwand der Achselhöhle, der große Brust- muskel die vordere, der breite Rückenmuskel die hintere Wand.

Dritte Schicht.

5. Die äußeren und inneren Zwischenrippenmuskeln (mm. inter- costales externi und interni; einen Teil der intercost. int. bezeichnet man neuer-

Zwischen-  
rippen-  
muskeln.

dings [Eisler] auch als *m. intercost. intermedii*), zwischen den Rippen rund um den Brustkorb ausgespannt, bilden die dritte Schicht der Brustmuskeln (Fig. 271). Die äußeren sind zwischen den Rippen in schräger Richtung von oben nach unten und vorn, die inneren, von den oberen meist bedeckt, in schräger Richtung von oben nach unten und hinten ausgespannt. Die Summe all dieser kleinen Muskelfasern, welche die gesamten Lücken zwischen den Rippen, die Zwischenrippenräume ausfüllen, bildet einen starken Muskelförper, dessen absolute Muskelkraft R. Sic auf 94 kg berechnet. Nach E. G. Weber beträgt das Gewicht der äußeren Zwischenrippenmuskeln jeder Körperseite 125,5 g, etwa soviel wie das des Biceps, der Querschnitt 97 qcm, d. h. soviel wie der Querschnitt des großen und kleinen Gefäßmuskels zusammengenommen, die mögliche Arbeitsleistung der äußeren Zwischenrippenmuskeln einer Seite bei einer Einatmung 1,94 kgm. Das Gewicht der inneren Zwischenrippenmuskeln beträgt nach E. G. Weber 76,6 g, der Querschnitt 47 qcm — dem des großen Gefäßmuskels. Aus diesen Ziffern erhellt die Mächtigkeit der Muskelmasse der Zwischenrippenmuskeln in ihrer Gesamtsumme. Die Lücke, welche vorn am Brustbein der schräg ansetzende äußere Zwischenrippenmuskel zwischen den Rippenknorpeln läßt, wird ausgefüllt durch das schimmernde Brustband, eine glänzende glatte Bandmasse.



Die Zwischenrippenmuskeln, obwohl quer gestreift, werden für gewöhnlich nicht willkürlich, sondern unwillkürlich, automatisch bewegt. Ihre Spannung hält die Rippen in ihrer Lage und macht die Brustwand widerstandsfähig gegen das Vorwölben der Lunge, z. B. bei plötzlich schärferer Ausatmung (husten). Inwieweit dieser mächtige Muskelförper, der die ganze Brustwand umgibt, an den Aus- und Einatmungsbewegungen beteiligt ist, ist seit den Tagen des alten Galen († um 200) bis heute noch streitig. Fest steht wohl allein, daß die äußeren Zwischenrippenmuskeln bei angestrengtem Atmen die Rippen heben und die

Einatmung fördern (R. du Bois-Reymond u. a.). Ob die inneren Zwischenrippenmuskeln die Rippen senken und der Ausatmung dienen (R. Sic), bleibe dahingestellt.

6. An der hinteren oder inneren Fläche des Brustbeins liegt der dreiwinklige Brustmuskel (*m. transversus thoracis*, früher: *m. triangularis sterni*). Vom Brustbein entspringend, geht er beiderseits schräg aufwärts zum dritten bis sechsten Rippenknorpel. Er zieht bei starker Ausatmung die Rippenknorpel zurück und ist ein Hilfsatemmuskel, der jedoch im Gegensatz zu den bisher genannten Hilfsatemmuskeln nicht bei der Ein-, sondern bei der Ausatmung tätig ist.

## § 106. Die breiten Nacken- und Rückenmuskeln.

Die Mehrzahl der breiten Rückenmuskeln — und zwar die stärksten und breitesten — dienen zur Haltung und Bewegung von Schulterblatt und Arm. Es sind dies der Trapez- oder Kappenmuskel, der breite Rückenmuskel, die rautenförmigen Muskeln, der Heber des Schulterblattes (Fig. 272).

Dreiwinkliger Brustmuskel.

Breite Nacken- und Rückenmuskeln.



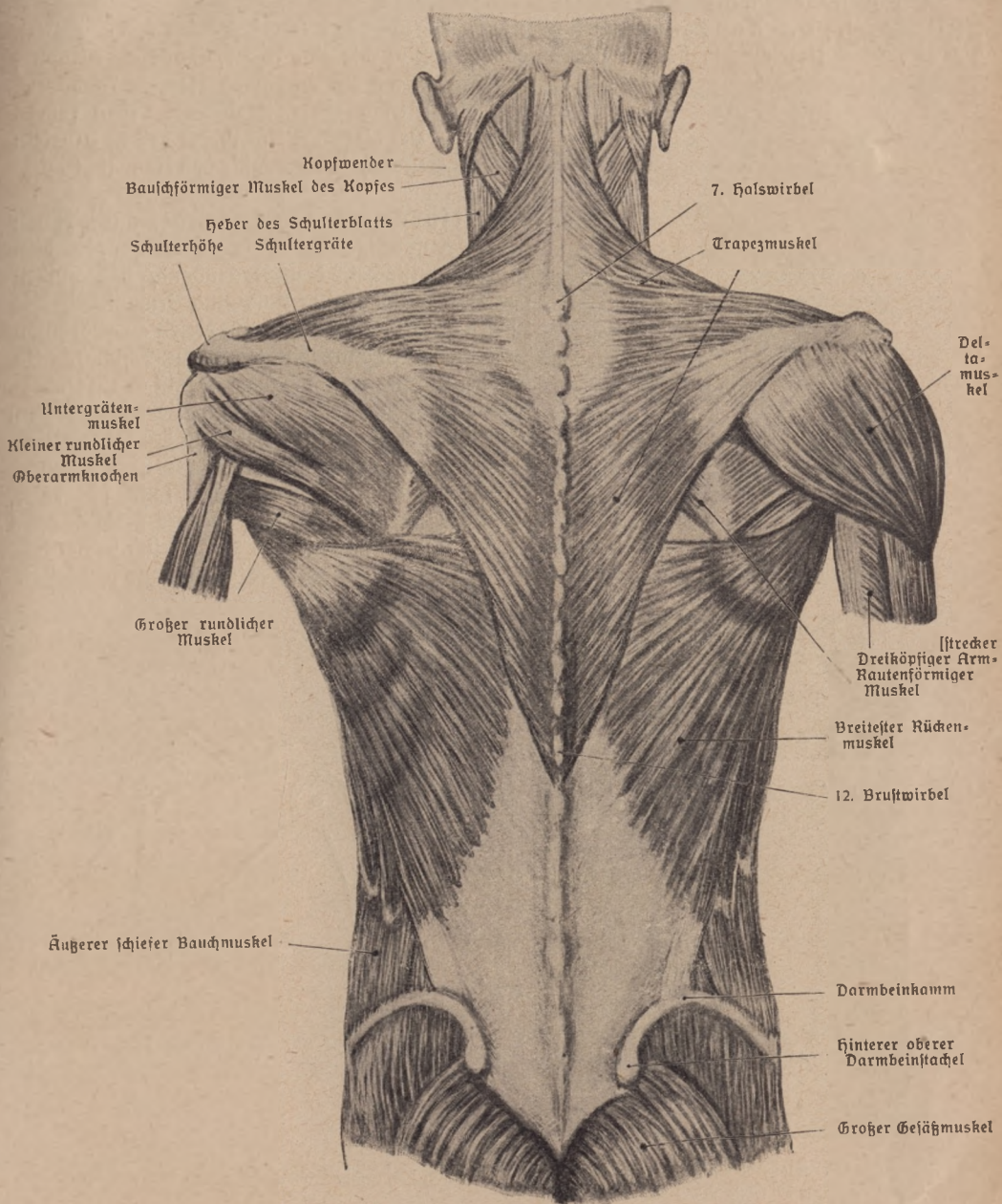


Fig. 272. Rückenmuskeln, oberflächliche Schicht. Links ist der Deltamuskel entfernt, um die darunterliegenden Schulterblattmuskeln zu zeigen.

Die Rippen werden bewegt von den hinteren Sägemuskeln, der Kopf von den bauchförmigen Muskeln.

1. Der Kappenmuskel oder Trapezmuskel (m. trapezius s. cucullaris). Erstere Bezeichnung hat der Muskel davon, daß er wie eine Mönchsstappe oder Kapuze

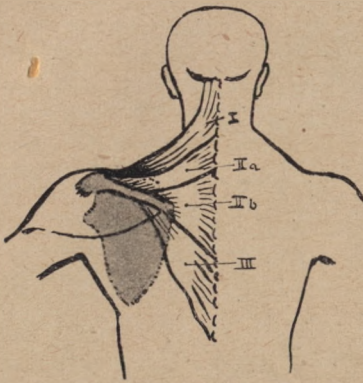


Fig. 273. Die verschiedenen Teile des Trapezmuskels.

zipfelförmig am Rücken hinabgeht: „zur Mahnung, daß der Mensch ein gottgefälliges Leben führen muß“. — Der viereckige Umriß der beiden Muskeln in ihrer Gesamtheit veranlaßte den Namen „trapezförmig“.

Ursprung: Der Trapezmuskel entspringt von der bogenförmigen Linie des Hinterhaupts, dem Hinterhauptstachel, dem Nackenband, den Spitzen der Dornfortsätze aller Hals- und Brustwirbel. Die Fasern des Muskels ziehen von diesen ausgedehnten Ursprüngen zusammenstrahlend zur Schulter. In der Gegend des letzten Halswirbels ist es ein trapezförmiger Sehnenfleck, von dem die Muskelfasern entspringen. An dieser Stelle, wo der Dornfortsatz des letzten Halswirbels deutlich als Hervorragung gefühlt und auch gesehen werden kann, bildet sich namentlich bei Weibern eine stärkere Fettansamm-

lung, welche als sanfte Wölbung an der betreffenden Stelle des Nackens sich bemerkbar machen kann und die Linie des Nackens in gefälliger Weise zu der des Rückens überleitet.

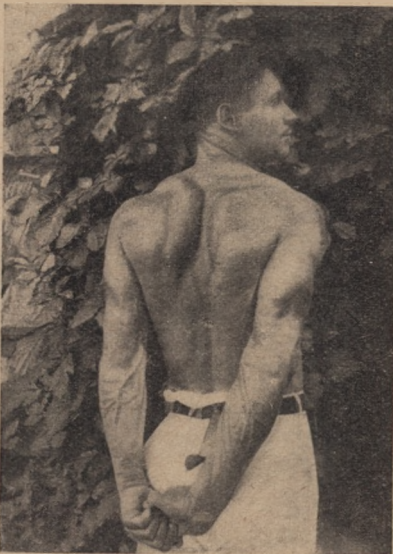


Fig. 274. Trapezmuskel, im mittleren Teil zusammengezogen.

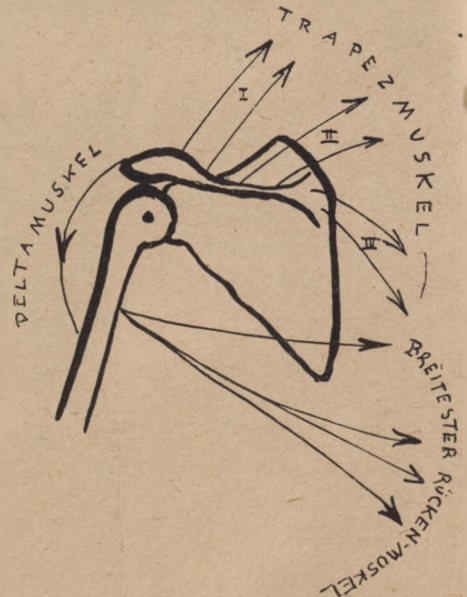


Fig. 275. Zugrichtung der Fasern des Trapez-, Delta- und breitesten Rückenmuskels.

Ansatz: Der Muskel setzt sich mit seinen oberen Fasern an das Schulterende des Schlüsselbeins und an die Schulterhöhe an, mit der Masse seiner mittleren Bündel an die Schultergräte; die unteren Fasern endlich gehen bis zum oberen Teil des inneren Schulterblattrandes.

Die Wirkung dieses großen Muskels ist verschieden, je nachdem seine einzelnen Teile oder seine gesamten Fasern arbeiten und sich zusammenziehen.

Nach der Wirkung der einzelnen Abschnitte des Muskels (Fig. 273 und 275) unterscheiden wir:

I. Der obere oder Schlüsselbeinteil (auch respiratorischer oder Atmungsteil): der sich an das Schlüsselbein ansetzende Teil des Muskels.

Wirkt dieser Teil des Muskels auf einer Seite allein vom Schlüsselbein aus, so neigt er den Kopf nach seiner Seite und dreht das Kinn dabei nach der entgegengesetzten Seite.

Wirkt der obere Teil auf beiden Seiten gleichzeitig, so zieht er den Kopf nach hinten.

Umgekehrt: ist der Kopf fixiert durch die entsprechenden, den Kopf haltenden Muskeln, so hebt der obere Teil die Schultern als Ganzes (den „Schulterstumpf“) und hilft die Lungenspitzen lüften.

II. Der mittlere Teil zerfällt in zwei Abschnitte:

a) Der erste Abschnitt, welcher sich an die Schulterhöhe und die äußere Hälfte der Schultergräte ansetzt, dreht bei gesonderter Zusammenziehung das Schulterblatt um eine durch den oberen inneren Schulterblattwinkel gelegte Achse, so daß der untere Schulterblattwinkel sich von der Mittellinie, der Wirbelsäule, entfernt und nach außen zur Achselhöhe hingehet, während der äußere obere Schulterblattwinkel gehoben wird (Fig. 276).

Es ist dies dieselbe Bewegung des Schulterblatts, welche allein das Heben des Arms aus der horizontalen Seithehalte zur senkrechten Hochhehalte ermöglicht,

wie oben bei Beschreibung des Schultergelenks gezeigt wurde.

Auf diese Weise wird der Trapezmuskel mit einem großen Teil seiner Fasern Heber des Armes.

b) Der zweite Abschnitt des mittleren Teils setzt sich an die innere Hälfte der Schultergräte. Seine Zusammenziehung bewirkt einfaches Annähern des Schulterblatts zur Wirbelsäule

oder Mittellinie des Körpers (Fig. 274).

III. Der untere Teil, welcher am oberen Teil des inneren Schulterblattrandes sich ansetzt, senkt bei der Zusammenziehung den oberen, inneren Winkel des Schulterblatts und nähert das Schulterblatt der Mittellinie.

Gesamtwirkung des Trapezmuskels: Mit allen Abschnitten gleichzeitig wirkend, hebt der Muskel das Schulterblatt. Ähnlich wie dies für den oberen Abschnitt des großen Brustmuskels geschildert war, wird dabei die Schulter als Ganzes gehoben und bei Belastung der Schulter durch eine aufgelegte Last festgehalten und ihr entgegengestemmt.

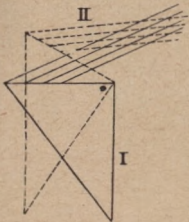


Fig. 276. Schema der Wirkung des ersten Teils des linken Trapezmuskels auf das Schulterblatt. I Ruhestellung. II Drehung des Schulterblatts bei Zusammenziehung des Muskels. Die Achse der Drehung durch einen Punkt bezeichnet.

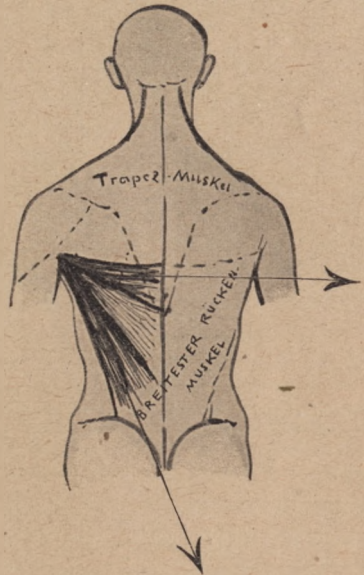
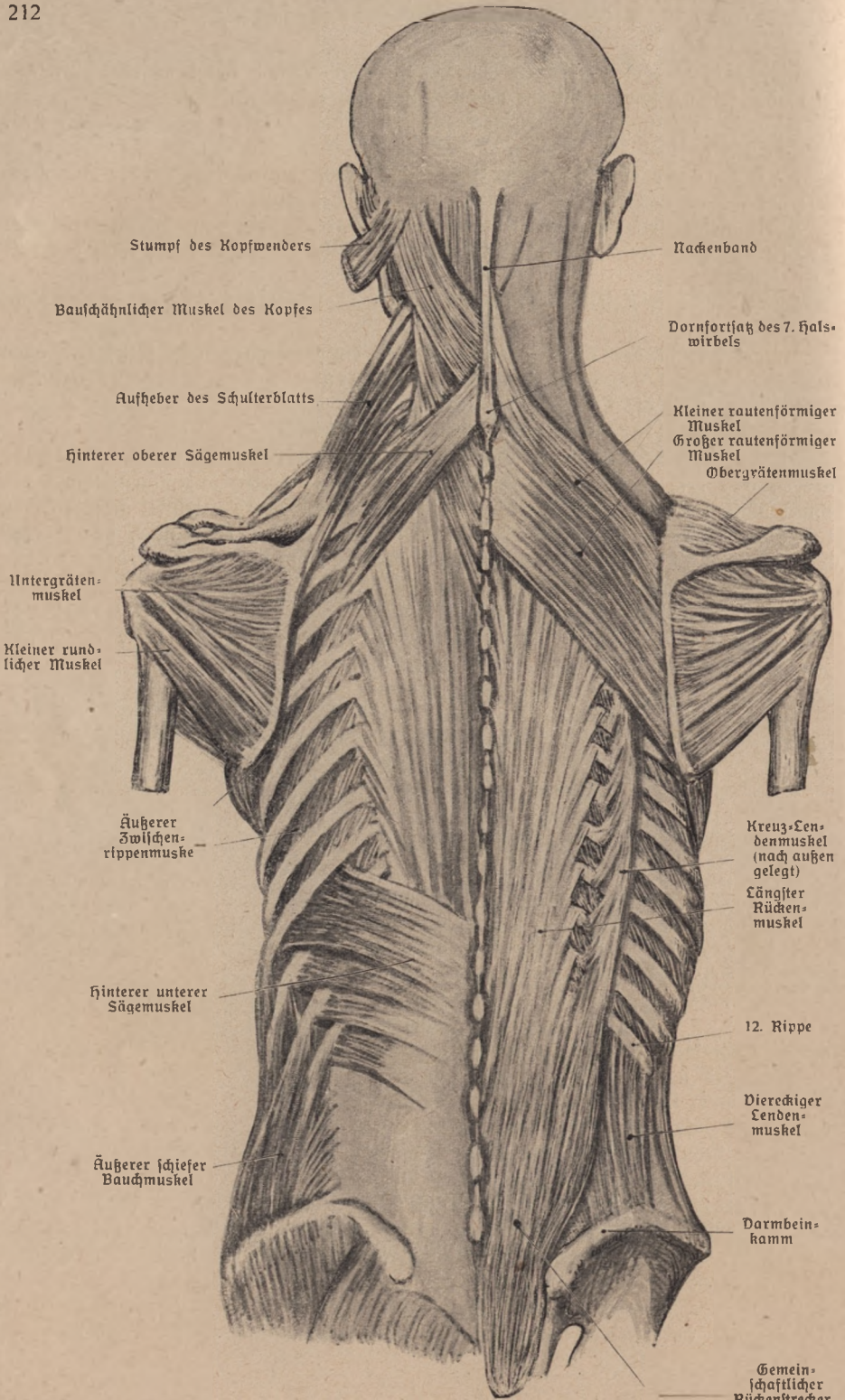


Fig. 277. Verlauf der Fasern des breitesten Rückenmuskels. Die Pfeile geben die Zugrichtungen der oberen und der unteren Fasern an.



Stumpf des Kopfwenders

Nackenband

Bauchähnlicher Muskel des Kopfes

Dornfortsatz des 7. Halswirbels

Aufheber des Schulterblatts

Kleiner rautenförmiger Muskel

Hinterer oberer Sägemuskel

Großer rautenförmiger Muskel

Obergrätenmuskel

Untergrätenmuskel

Kleiner runder Muskel

Äußerer Zwischenrippenmuskel

Kreuz-Lendenmuskel (nach außen gelegt)

Längster Rückenmuskel

Hinterer unterer Sägemuskel

12. Rippe

Viereckiger Lendenmuskel

Äußerer schiefer Bauchmuskel

Darmbeinkamm

Gemeinschaftlicher Rückenstrecker

Fig. 278. Die tiefen und langen Rückenmuskeln. Links sind die rautenförmigen Muskeln entfernt.

Weiterhin nähert der Muskel den inneren Rand des Schulterblatts der Mittellinie, zieht dadurch die Schultern zurück und wölbt die Brust vor; zugleich wirkt dabei der Muskel den Kopf zurück. Er bewirkt also diejenige Haltung, welche im oberen Teil des Rückens und der Brust beim Strammstehen eingenommen wird.

2. Der breiteste Rückenmuskel (m. latissimus dorsi). Von allen äußeren Muskeln des Skeletts besitzt dieser die größte Flächenausdehnung.

Breitester  
Rücken-  
muskel.

Ursprung: Dornfortsätze der vier bis sechs untern Brustwirbel, aller Lenden- und Kreuzwirbel, hinterer Teil des Darmbeinkammes (äußere Leiste). Der Ursprung ist als breite sehnige Haut gestaltet, die in einer gegen die Wirbelsäule konvergen Linie in das Fleisch des Muskels übergeht (Fig. 272).

Der Muskel umgreift die hintere wie die Seitenwand der Brust, wird dabei schmaler, geht über den unteren Winkel des Schulterblatts hinweg, dieses an den Brustkorb andrückend, bildet die hintere Wand der Achselhöhle und geht dann über in seinen

Ansatz: mit zollbreiter starker platter Sehne an die Leiste des kleinen Oberarmhüfters.

Die Wirkung des Muskels (Fig. 277) ist eine mannigfache, ähnlich wie beim großen Brustmuskel.

Den hochgehobenen Arm hilft er senken; den herabhängenden Arm zieht er rückwärts und nähert die Hand dem Gesäße (daher der alte obszöne Name des Muskels: scalptor seu tesor ani).

Namentlich zieht der obere Teil den Arm nach innen und rückwärts und bewirkt so die ausholende Bewegung zum Werfen, Vorwärtsstoßen usw. — Da die Fasern des oberen Teils über den unteren Schulterblattwinkel hinweggehen, so vermag der breite Rückenmuskel bei starker Zusammenziehung die Schulterblätter gegen den Brustkorb zu festzuhalten, einander zu nähern: der Muskel unterstützt und ergänzt in diesem Falle die Gesamtwirkung des Trapezmuskels.

Der untere Teil des Muskels zieht den Schulterstumpf nach abwärts, senkt die Schultern, entgegengesetzt der Wirkung des Trapezmuskels, der die Schultern hebt. Beide vereint erzielen schöne gerade Haltung, wobei die Schultern in mittlerer Lage verbleiben.

### Zweite Schicht (Fig. 278).

3. Kleiner und großer rautenförmiger Muskel (m. rhomboideus minor und major), vom Trapezmuskel bedeckt. Die beiden Muskeln, nur durch einen Schlitze geschieden, sind nach Richtung und Wirkung als ein einziger Muskel zu betrachten.

Großer und  
kleiner  
rauten-  
förmiger  
Muskel.

Ursprung: Dornfortsätze der zwei untern Hals- und der vier oberen Brustwirbel.

Ansatz: Innerer Rand des Schulterblattes.

Wirkung:

1. Der Muskel nähert das Schulterblatt als Ganzes der Wirbelsäule.

2. Er dreht mit seinen untern Fasern das Schulterblatt um eine durch den äußeren Winkel des Schulterblatts gelegte Achse, so daß der innere untere Schulterblattwinkel der Wirbelsäule genähert wird, während der innere obere Winkel sich hebt. Er wirkt damit im Gegensatz zum mittleren Teil des Trapezmuskels, welcher das Schulterblatt um seinen inneren oberen Winkel dreht und den unteren Schulterblattwinkel von der Mittellinie entfernt.

3. Vor allem aber ist das gegensätzliche Verhältnis der rautenförmigen Muskeln zum großen Sägemuskel zu beachten. Nur wenn der Rautenmuskel zusammengezogen ist und das Schulterblatt festhält, vermag der große Sägemuskel auf die Rippen zu wirken und als Atemmuskel den Brustkorb zu erweitern. Somit

gehört auch der Rautenmuskulatur zu den Hilfsmuskeln der Atmung. — Ist der Brustkorb erweitert und in der Einatmungsstellung festgelegt, dann ist es vor allem die vereinte Tätigkeit der beiden Muskeln, Säge- und Rautenmuskeln, welche das Schulterblatt unbeweglich festhält und dem Arm die volle Ausnützung seiner Kraft ermöglicht (Fig. 279).

Über die Rolle, welche der Muskel beim Stütz im Barren spielt, s. u. § 269.

4. Der Aufheber des Schulterblatts (m. levator scapulae unter dem Trapezmuskel).

Ursprung: mit vier sehnigen Köpfen von den Querfortsätzen der vier oberen Halswirbel.

Ansatz: Innerer oberer Winkel des Schulterblatts.

#### HEBER DES SCHULTERBLATTS

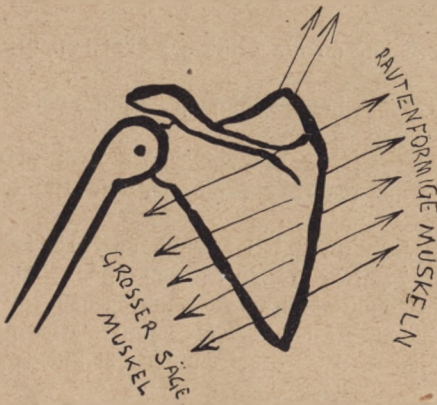


Fig. 279. Zugrichtung des Rauten-, des großen Sägemuskels und des Hebers des Schulterblatts.

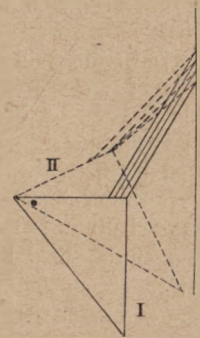


Fig. 280. Schema der Wirkung des linken Aufhebers des Schulterblatts. I Ruhestellung. II Stellung bei Zusammenziehung des Muskels. Achse der Drehung durch einen Punkt bezeichnet.

Wirkung: Der Muskel hebt die Schulter; er dreht das Schulterblatt um eine durch den äußeren Winkel gelegte Achse, so daß der untere Schulterblattwinkel der Mittellinie genähert, der innere obere Winkel gehoben wird (Fig. 280).

Der Muskel wirkt damit gleichsinnig mit dem unteren Teil des rautenförmigen Muskels.

#### Dritte Schicht.

5. Unter dem Rautenmuskel liegt der hintere obere sägeförmige Muskel (m. serratus poster. sup.)

Ursprung: Dornfortsätze der zwei unteren Hals- und der beiden oberen Brustwirbel.

Ansatz: mit vier Zähen an der zweiten bis fünften Rippe.

Wirkung: Rippenheber, also die Einatmung fördernd und Hilfsmuskel der Atmung.

Einseitig wirkend, kann der Muskel ebenso wie der folgende als Seitwärtsbieger der Wirbelsäule tätig sein.

6. Unter dem breiten Rückenmuskel liegt der hintere untere sägeförmige Muskel (m. serratus post. inf.).

Ursprung: Zwei untere Brust-, zwei obere Lendenwirbel.

Ansatz: Mit vier Zähen an den letzten vier Rippen.

Aufheber  
des  
Schulter-  
blatts.

Hintere  
oberer Säge-  
muskel.

Hintere  
unterer  
Sägemuskel.

Wirkung: Niederziehen der Rippen, also die Ausatmung fördernd (Hilfsmuskel der Atmung).

7. Unter dem Trapezmuskel und zum Teil unter dem Rautenmuskel liegen die hauschähnlichen Kopf- und Halsmuskeln (m. splenius capitis und splenius cervicis).

Ursprung: Dornfortsätze des dritten Hals- bis vierten Brustwirbels.

Ansatz: Halbkreisförmige Linie des Hinterhaupts bis zum Warzenfortsatz hin.

Wirkung: Einseitig wirkend, ist der Muskel Drehher des Kopfes und Halses; doppelseitig wirkend, beugt der Muskel den Kopf zurück und bewirkt gleichzeitig mit dem langen Rückenstrecker schöne Streckhaltung des Rumpfes. Sind gleichzeitig die gegensinnigen Muskeln, welche den Kopf nach vorn beugen, zusammengezogen, so bewirkt die vereinte Tätigkeit Festhaltung des Kopfes, so daß die vom Kopf und der Halswirbelsäule entspringenden Hilfsatemmuskeln — Kopfwender, oberer Teil des Trapezmuskels und die Rippenheber — auf den Brustkorb als Hilfsmuskeln der Atmung einwirken können.

Bauschähnlicher Muskel des Kopfes und des Halses.

### § 107. Die langen Rückenmuskeln (Fig. 278).

Die Streckung des Rückgrats, die seitliche Neigung (bei einseitiger Tätigkeit der Streckmuskeln) sowie die Drehung der Wirbelsäule um ihre Achse werden bewirkt durch eine große Anzahl von Muskeln, welche rechts und links von der Wirbelsäule, vom Kreuzbein bis hinauf zum Hinterhauptsbein gelegen sind, wo sie sich an den Dorn- und Querfortsätzen der Wirbel sowie an den Rippen ansetzen.

1. Der Hauptmuskel dieser Gruppe ist der gemeinschaftliche (lange) Rückenstrecker (m. sacrospinalis).

Ursprung: Der Muskel entspringt mit einem dicken fleischigen Bauch von der hinteren Fläche und dem Kamm des Kreuzbeins sowie von den Dornfortsätzen der Lendenwirbel.

Ansatz: Der Muskel teilt sich in a) den Kreuzlendenmuskel (iliocostalis) und b) den längsten Rückenmuskel (longissimus dorsi) und geht so hinauf zu allen Rippen bis zum Halse.

Wirkung: Wirken die Rückenstrecker beider Seiten zusammen, so strecken sie kraftvoll den Rücken. Bei strammer Haltung, beim langsamen Schritt, beim militärischen Marsch fühlt man deutlich am Kreuz den hart werdenden zusammengezogenen Muskel. Die Muskelbäuche des Streckers rechts und links treten dabei in starkem Relief als Wülste seitlich der Lendenwirbel hervor, so daß die Dornfortsätze der Lendenwirbel in einer tiefen Rinne liegen. Die außerordentliche Kraft des Muskels erhellt daraus, daß in einer Reihe von Sälen Versuchspersonen 300—360 kg mit dem Rücken zu heben vermochten. R. Sid berichtet von einem Artillerieoffizier in Würzburg, der ein Pferd mit seinem Rücken hob. —

Wirkt der Muskel einseitig, so biegt er die Wirbelsäule nach der betreffenden Seite.

2. Die kurzen und langen Rippenheber (levatoros costarum breves et longi, Fig. 273). Die kurzen Rippenheber gehen vom siebenten Hals- bis zum elften Brustwirbel je von den Spitzen der Querfortsätze zu den nächstunteren Rippenhöckern; die langen Rippenheber jedesmal mit Überspringung einer Rippe. Die Rippenheber sind, wenn sie von der Wirbelsäule aus auf die Rippen wirken, Hilfsmuskeln der Atmung, indem sie die Rippen heben. —

Die vielen übrigen, hierhergehörigen kleinen Nackenmuskeln sowie kurzen Rückenmuskeln besonders aufzuführen und zu beschreiben, ist für unsere Betrachtung unnötig.

Lange Rückenmuskeln.

Gemeinschaftlicher Rückenstrecker

Kurze und lange Rippenheber

## § 108. Die Bauchmuskeln.

Die vordere Bauchwand, in welche die Bauchmuskeln als übereinanderliegende dünne Muskelplatten eingelagert sind, ist ausgespannt zwischen den Rippenbögen und dem Becken. Der Rauminhalt der Bauchhöhle ist jedoch viel größer, als nach der äußeren Ansicht zu vermuten wäre. Die Bauchhöhle wird nach oben dadurch vergrößert, daß das Zwerchfell vom unteren Rande des Brustkorbes kuppelförmig in die Höhe steigt; nach unten dadurch, daß sie bis in das kleine Becken hinabreicht.

Da der untere Rippenrand nicht parallel dem Beckenring verläuft, so ist die Höhe der Bauchwand an den verschiedenen Stellen verschieden: sie ist am größten in der Mittellinie zwischen Schwertknorpel und Schamfuge, am kleinsten zwischen der zwölften Rippe und Beckenrand in der Flankengegend.

Je nachdem jemand fettreich und dick oder mager und fettarm ist, ist der Bauch mehr vorgewölbt, bis zum Schmerbauch, oder eingewölbt und hohl. Die vorkommenden Unterschiede sind außerordentlich bedeutend.

Die Einatmung wölbt den Bauch dadurch vor, daß die Kuppel des Zwerchfells hinabsteigt und die Baucheingeweide hinab und gegen die weiche vordere Bauchwand vordrängt; umgekehrt steigen bei der Ausatmung die Kuppel des Zwerchfells und, infolge des äußeren Luftdrucks ihr nachfolgend, die Baucheingeweide in die Höhe. Dadurch geht die Vorwölbung des Bauches entsprechend zurück (Fig. 281).

Fig. 281. Bauchatmen.



Bewegungen der Bauchwand bei der Atmung.

Lange Bauchmuskeln.

Der gerade Bauchmuskel.

### A. Lange Bauchmuskeln.

1. Der gerade Bauchmuskel (m. rectus abdominis).

Ursprung: fünfter, sechster und siebenter Rippenknorpel und schwertförmiger Fortsatz des Brustbeins.

Ansatz: Schamfuge. — Der Muskel zeigt in seinem Fleisch verschiedene sehnige Inschriften: 2 über

1 an dem Nabel

seltener 1 unter

entsprechend den Falten bei Zusammenkrümmung des Leibes. Die Unterbauchgegend ist vom Oberschenkel durch die Leistenbeuge oder den Bug getrennt.

Die queren sehnigen Inschriften geben der Bauchmitte bei kräftiger Entwicklung des Muskels und nicht zu fettreicher Haut ihr bezeichnendes Relief. Der Muskel ist umhüllt von einer starken sehnigen Scheide, die, von rechts und links in der Mittellinie des Bauches zusammenstoßend, die weiße Linie (linea alba) bildet. Diese Muskelscheide wird gebildet von den häutigen Sehnen der breiten Bauchmuskeln.

Wirkung: Der gerade Bauchmuskel nähert die Brust dem Becken, beugt also die Wirbelsäule. Er zieht den Brustkorb herab, verengert ihn dadurch und ist somit auch ein Ausatemungsmuskel. Im Verein mit den anderen Bauchmuskeln übt er einen Druck aus auf den Inhalt der Bauchhöhle: die Bauchpresse.

2. Der pyramidenförmige Muskel (m. pyramidalis): feiner, von der Schamfuge zur Scheide des geraden Bauchmuskels gehender Muskel. Er spannt zur Erleichterung der Tätigkeit des geraden Bauchmuskels dessen Scheide.

### B. Breite Bauchmuskeln.

3. Der äußere schräge oder schief absteigende Bauchmuskel (obliquus abdominis externus, s. Fig. 267).

Pyramidenförmiger Muskel.

Breite Bauchmuskeln.

Der äußere schräge Bauchmuskel.



Ursprung: Außenfläche der siebenten bis achten unteren Rippen, von denen der Muskel mit beiden Zäcken entspringt; die vier oberen Zäcken greifen in die entsprechenden Zäcken des großen Sägemuskels ein.

Ansatz: die hinteren Bündel gehen fast senkrecht zum Darmbeinkamm hinunter; die übrigen, welche den Hauptteil des Muskels bilden, ziehen schief zur vorderen Bauchwand und endigen in einer sehnigen Haut, welche, den geraden Bauchmuskel umhüllend, in der Mittellinie mit der Sehnhaut des Muskels der anderen Seite zur „weißen Linie“ sich vereinigt. Am Leistenbug bildet die Sehne des Muskels, rinnenförmig umgebogen, einen starken bandartigen Rand, das Poupartische Band oder Leistenband (ligam. inguinale), welches zwischen vorderem oberem Darmbeinstachel und Schamfuge brückenartig ausgespannt ist (Fig. 267 u. 282).

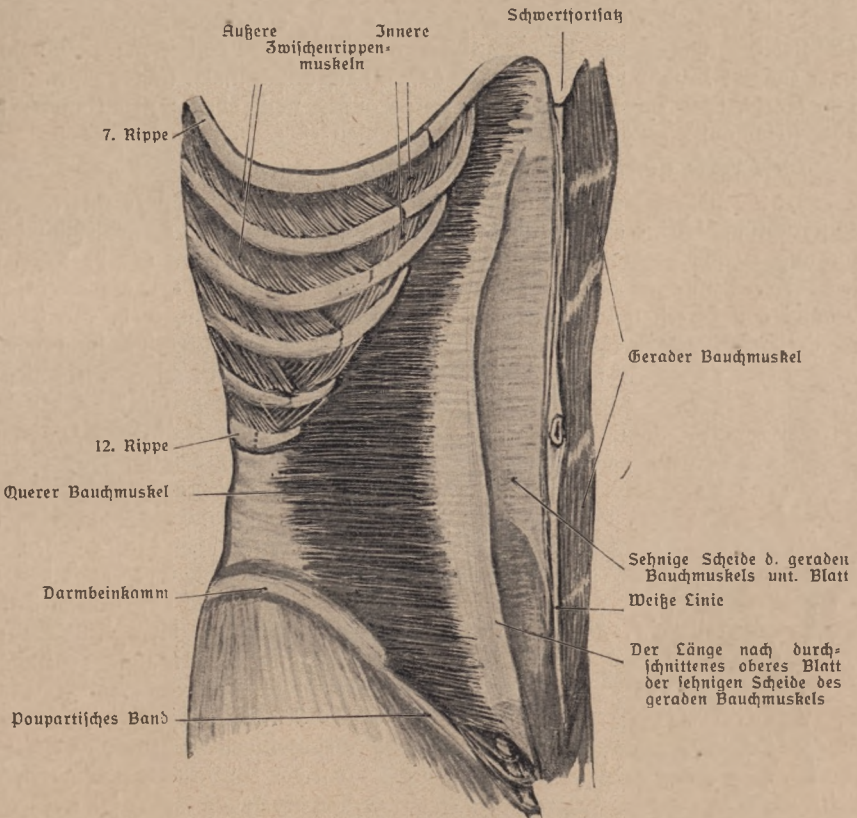


Fig. 282. Der quere Bauchmuskel nach Entfernung der beiden schiefen Bauchmuskeln.

4. Der innere schräge oder schief aufsteigende Bauchmuskel (m. obliquus internus), unter dem vorigen liegend.

Ursprung: Sehnhige Scheide der langen Streckmuskeln des Rückens, Darmbeinkamm (mittlere Lefze), vorderer oberer Darmbeinstachel, äußere Hälfte des Poupartischen Bandes.

Ansatz: Die hinteren Bündel gehen zu den drei letzten Rippen, die Masse der mittleren zur vorderen Bauchwand; die vordersten zum Leistenring, schlingenförmig den Samenstrang umfassend, als Heber des Hodens.

Innerer  
schräger  
Bauch-  
muskel.

Querer  
Bauch-  
muskel.

5. Der quere Bauchmuskel (*m. transversus*), die innerste Schicht bildend.  
 Ursprung: Knorpel der sechs unteren Rippen, sehnige Haut des viereckigen Lenden-  
 muskels, innere Lefze des Darmbeinkamm, äußere Hälfte des Poupartischen Bandes.  
 Ansatz: Quer zur sehnigen vorderen Bauchwand (Fig. 282).

Viereckiger  
Lenden-  
muskel

6. Der viereckige Lendenmuskel (*m. quadratus lumborum*).  
 Ursprung: hinterer Darmbeinkamm.

Ansatz: Querfortsätze der vier oberen Lendenwirbel und unterer Rand der  
 zwölften Rippe.

Die Bauch-  
presse.

### § 109. Die Bauchpresse

oder gemeinsame Wirkung der Bauchmuskeln. —

Wie die Züge eines starken Geflechtes — 3. B. eines Rohrstuhles — kreuzen sich die Faserrichtungen der Bauchmuskeln, indem sie senkrecht (langer Bauchmuskel), quer (quere Bauchmuskel), von oben außen nach unten innen (schief absteigender oder äußerer schräger Bauchmuskel), von unten außen nach oben innen (innerer schräger oder schief aufsteigender Bauchmuskel) verlaufen (Fig. 283).

Diese starke Muskelwand hat folgende Wirkungen:

1. Sie nähert die Brust dem Becken, d. h. sie beugt den Rumpf. Nach der Faserrichtung scheint es, als ob der gerade Bauchmuskel fast ausschließlich diese Bewegung ausführe. Indes steht außer Zweifel, daß, wenn der gerade Muskel durch seine Verkürzung allein den Schwertfortsatz der Schambeinfuge annäherte, er unbedingt den kürzesten Weg zwischen diesen Punkten darstellen, d. h. von der Bauchwand vorspringen müßte. Tatsächlich ist aber bei der Rumpfbeugung der Bauch-

eingezogen. Der verkürzte gerade Bauchmuskel verläuft nicht geradlinig, sondern gekrümmt in seiner Längsrichtung. Dies ist nur dadurch möglich, daß die schiefen und der quere Bauchmuskel durch ihre Zusammenziehung die sehnige Scheide, welche den geraden Bauchmuskel umgibt, und damit den Muskel selbst stark nach einwärts ziehen. Mit- hin sind auch diese Muskeln an der Beugung des Rumpfes ebensogut beteiligt wie der gerade Bauchmuskel selbst.

2. Wird der Rumpf durch den gleichzeitigen Gegenzug der Streckmuskeln der Wirbelsäule verhindert, sich auf Zug der Bauchmuskeln hin nur zu beugen, so wirkt die vereinte Tätigkeit der Bauchmuskeln stark pressend auf den Inhalt der Bauchhöhle, sucht die Bauchwand einzuziehen und den Raum der Bauchhöhle zu verkleinern. Dieser

Druck wird aufs stärkste dann gesteigert, wenn ein Teil des Inhalts der Bauchhöhle durch die natürlichen Leibesöffnungen entleert werden soll: so bei Entleerung des Mageninhalts beim Brechakt; bei Entleerung des Mastdarms; beim Ausstoßen der Leibesfrucht während der Geburt; zur Unterstützung der Harnentleerung, namentlich wenn letztere irgendwie erschwert ist. Ebenso wird die Bauchpresse in Tätigkeit gesetzt

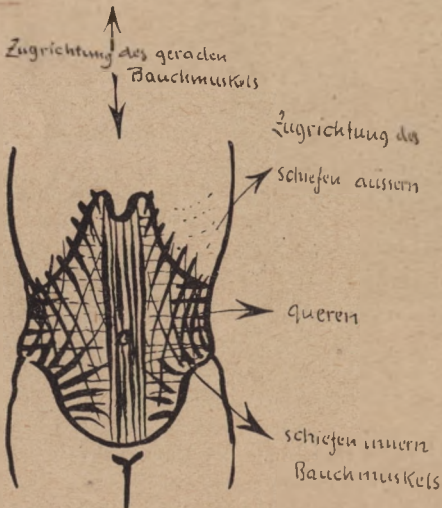


Fig. 283. Schema der Zugrichtungen der Bauchmuskeln.

Rumpf-  
beugung  
durch die  
Bauch-  
muskeln.

Entleerung  
des Inhalts  
der Bauch-  
höhle.

bei Entfernung von Schleim aus den Luftwegen, also bei heftigem Husten oder beim Ausschneuzen der Nase.

3. Für die beiden letzteren Tätigkeiten kommt besonders in Betracht, daß die Bauchpresse nicht nur auf den Inhalt der Bauchhöhle einwirkt, sondern auch auf den der Brusthöhle. Die Ursprünge und Ansätze der Bauchmuskeln an den acht unteren Rippen wie am Brustbein (Schwertfortsatz) bewirken bei Tätigkeit der Bauchpresse einen starken Zug am Brustkorb: die Rippen werden herabgezogen, der Brustraum verengt. Die Bauchmuskeln sind mithin kräftige Förderer der *Ausatmung* und treten bei jeder anstrengenden Ausatmung als Ausatemungsmuskel ein. Die Bauchpresse wird daher auch stets mehr oder weniger stark in Anspruch genommen, wenn nach tiefer Einatmung die Luftwege bis auf einen kleinen Spalt, sei es im Kehlkopf — beim Singen, Schreien usw. — sei es durch die Lippen — beim Pfeifen, Blasen eines Instrumentes — geschlossen werden und nun zur Tonerzeugung die Lungenluft, unter starken Druck genommen, gewaltsam durchgepreßt wird.

4. Diese Tätigkeit der Bauchpresse tritt aber vor allem ein beim Akt der *Pressung* (oder Anstrengung). Es ist schon oben wiederholt darauf hingewiesen, daß volle Ausnutzung der Muskelkraft nur möglich ist, wenn der Muskel von einem absolut unbeweglichen Ursprung aus auf den beweglichen Ansatz einwirkt. Der Umstand, daß der Schultergürtel, an welchem die Arme befestigt sind, nur mittels eines beweglichen Gelenks, des Schlüsselbein-Brustbeingelenks, mit dem Skelett in Verbindung steht, der Umstand ferner, daß nicht nur die Muskeln, welche das Schulterblatt festhalten, vorzugsweise am Brustkorb entspringen, sondern auch die wirksamsten Muskeln des Oberarms selbst, alles das bedingt, daß bei Höchstleistungen der oberen Gliedmaßen stets der Brustkorb festgelegt sein muß. Nur von einem unbeweglich gemachten Brustkorb aus kann die volle Kraft der Schulter- und Armmuskeln ausgenutzt werden.

Ja selbst bei Anstrengung in einem der Schulter entlegeneren Gebiet, z. B. der Hand, macht sich diese Notwendigkeit geltend.

Der wesentlichste Vorgang bei der Pressung ist also der, daß durch tiefe vorherige Einatmung der Brustkorb in die Einatemungsstellung gebracht und nun unter Verschluss des Kehlkopfes, so daß keine Luft entweichen kann, die in dem Brustkorb eingeschlossene Luft durch starke Tätigkeit der Ausatemungsmuskeln heftigem Druck ausgesetzt wird. Diese Tätigkeit macht den Brustkorb für die Dauer der Anstrengung vollkommen starr und unbeweglich. Die vom Brustkorb entspringenden Muskeln können somit die volle Kraft ihrer höchstmöglichen Zusammenziehung auf ihre beweglichen Ansätze an Schulter und Arm einwirken lassen.

Nun sind von denjenigen Muskeln, welche die Ausatmung fördern und den Brustkorb verengern, die Bauchmuskeln die mächtigsten und wirksamsten, den anderen Hilfsmuskeln der Ausatmung, wie dreiwinkliger Muskel und hinterer Sägemuskel, weitaus überlegen. Mithin ist für den Akt der Pressung (die indes, wie wir sahen, nur einen einzelnen Teil des Gesamtvorganges der Anstrengung bildet) die energische Tätigkeit der Bauchmuskeln von besonderem Belang, bildet gewissermaßen den Schlüsselstein in einer Kette zusammengehöriger Vorgänge.

Die Notwendigkeit der Pressung ist also bei allen Höchstleistungen an Kraft gegeben, soweit diese Höchstleistungen von irgendwelchen Muskeln der oberen Gliedmaßen beansprucht werden. Zahllose Übungen des Turnens bedingen, wenn auch nur flüchtig, den Vorgang der Pressung. Häufig wird er angewendet und die Bauchpresse mit Anhalten des Atems in Bewegung gesetzt auch da, wo es nicht erforderlich gewesen wäre. Namentlich ist der ungeschickte Neuling, weil er den zu einer Übung notwendigen Kraftaufwand noch nicht sicher abzuschätzen weiß, geneigt, in der Ausnützung aller möglichen Vorteile zu viel zu tun, um nur ja keine Sehibewegung zu machen.

Stärkere  
Aus-  
atemungs-  
bewegungen.

Akt der An-  
strengung  
oder  
Pressung.

Es ist Aufgabe des Turnlehrers, das übermäßige und überflüssige Anhalten des Atems bei leichteren, keine Höchstleistung erfordernden Übungen stets zu rügen und zu untersagen. Denn der Einfluß, welchen der Akt der Pressung auf Kreislauf und Lungen ausübt, ist bedenklich, wenn dieser Akt häufig und langandauernd wiederholt wird. Weshalb, mag später erörtert werden.

### § 110. Die Übung der Bauchmuskeln.

Übung der  
Bauch-  
muskeln.

Die Arbeit der Bauchmuskeln ist, wie wir sahen, in mannigfacher Beziehung von großer Wichtigkeit. Namentlich ist es die Beförderung des Darminhalts die Kotentleerung, welche wesentlich durch die Tätigkeit der Bauchpresse unterstützt wird. Bei Frauen kommt hinzu, daß kräftige Bauchmuskeln dem Geburtsakt sehr zugute kommen, sowie ferner, daß Straffheit der Bauchdecken wertvoll ist, um wichtige Unterleibsorgane in ihrer richtigen Lage zu erhalten.

Vor allem ist es die Trägheit der Verdauung oder gewohnheitsmäßige Verstopfung, eins der verbreitetsten Übel, welche in zahlreichen Fällen mit Schlawheit der Bauchdecken verbunden ist und durch entsprechende gymnastische Kräftigung der Bauchmuskeln gehoben werden kann. Dies trifft besonders bei Leuten mit sitzender Lebensweise zu. Wo träger Verdauung durch Übung der Bauchmuskeln abgeholfen werden kann, ist dieser Weg natürlich jedem anderen Verfahren vorzuziehen; denn er kann einerseits keine Schädigung der Unterleibsorgane zur Folge haben, wie gewohnheitsmäßig genommene Abführmittel dies oft genug bewirken, andererseits gewährleistet er aber auch noch alle anderen Vorteile, welche regelmäßige Übung für den Körper besitzt. Beim sogenannten diätetischen oder Gesundheitsturnen (Hausgymnastik) spielt deshalb gerade die Kräftigung der Bauchmuskulatur eine große Rolle.

Es ist dem deutschen Turnen der Vorwurf gemacht worden, daß es zu wenig oder gar nicht die Bauchmuskeln übe. Nichts ist verkehrter als das. Zahllose Gerätübungen setzen die Bauchmuskeln in zum Teil sehr kräftige Mitarbeit. Dies ist z. B. der Fall bei vielen Übungen am Reck, bei welchem auch (im Stütz) der direkte Druck der Reckstange auf die Baucheingeweide hinzukommt. Ebenso setzen die Schwingübungen am Pferd und die meisten Übungen am Barren zweifellos die Bauchmuskeln — gerade wie schiefe — in rege Tätigkeit und kräftigen sie.

Ein gleiches ist der Fall beim Betrieb aller Kraftübungen, die mit starker Anstrengung, d. h. Pressung, verbunden sind. Das Stemmen und Werfen schwerer Gewichte, weiterhin das Ringen kräftigen in außerordentlichem Grade die Bauchmuskulatur. Selbst durch dickere Bauchdecken hindurch fühlt man bei Leuten, die Kraftübungen sportmäßig betreiben, während einer Anstrengung — z. B. beim Heben einer schwersten Hantel — die geraden Bauchmuskeln als harte, derbe Stränge den Bauch hinabziehen. Bei antiken Statuen, welche athletische Kraft verkörpern sollen, wie die des Herakles, zeigt die Bildung des Unterleibs, daß die Alten diesen Einfluß der Kraftübungen durchaus würdigten. — Von anderen Leibesübungen bietet vor allem das Rudern auf dem Gleitsitz eine treffliche Übung der Bauchmuskeln. Auch das Schwimmen ist hier zu nennen.

Alle diese Übungsarten sind indes nicht überall verwendbar. Die Einwirkung auf die Bauchmuskeln ist als nebensächlicher Übungserfolg schwer abzuschätzen; die Kraftübungen mit schweren Hanteln sind zudem nichts weniger als unbedenklich. Wo die Erreichung einer kräftigeren Entwicklung der Bauchpresse vornehmlich beabsichtigt ist, wird man deshalb andere Übungen wählen.

Hier stehen in erster Reihe eine Anzahl von Freiübungen, zunächst das tiefe Rumpfbiegen (Rückenbiegung) und die Verbindung des Rumpfvorwärtsbeugens

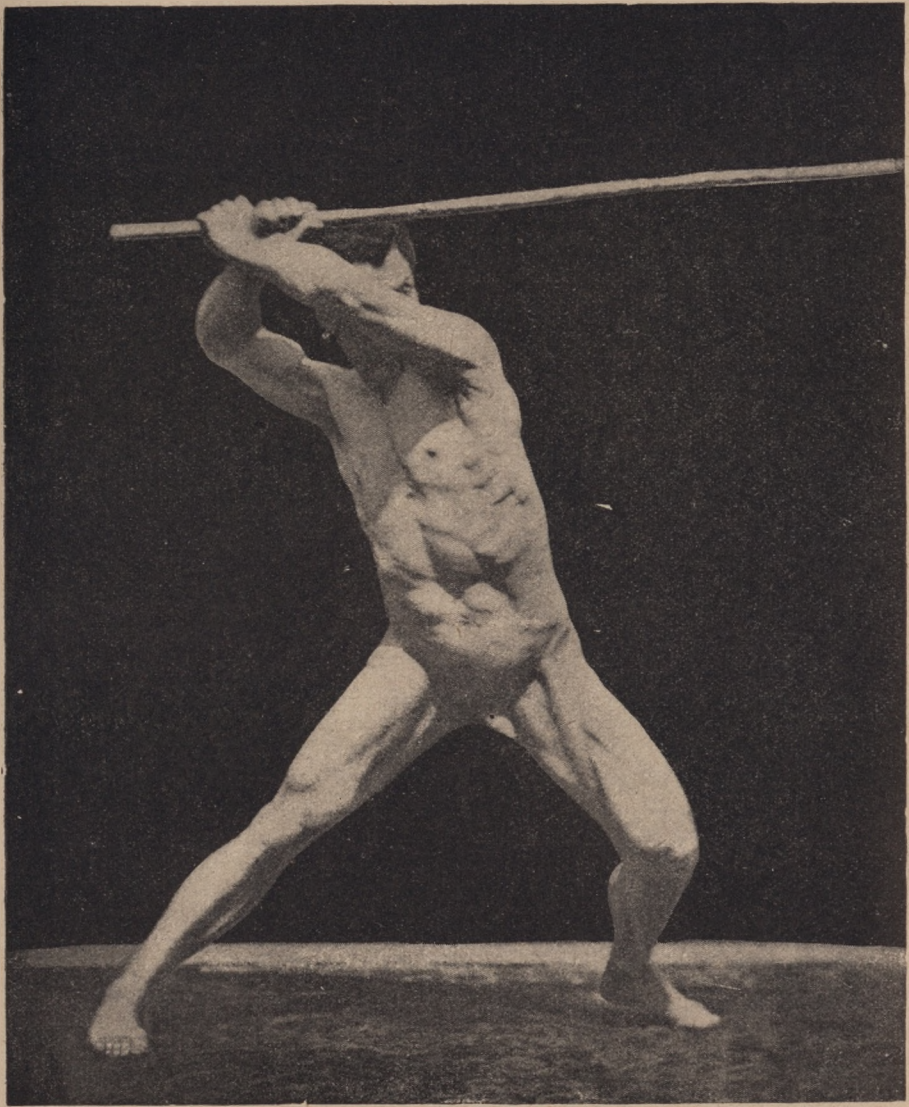


Fig. 284. Kräftig entwickelte Bauchmuskeln. Es treten namentlich die oberen Abschnitte des geraden Bauchmuskels mächtig hervor (nach Maren u. Demeny).

mit starken Seitendrehungen des Rumpfes. Eine treffliche Übung der Art hat J. P. Müller („Mein System“) angegeben (Fig. 285 u. 286). Wirksam werden die Bauchmuskeln erst gedehnt und dann zusammengezogen bei stärkerem Rumpfbeugen rückwärts sowie beim Spannbeugen und nachfolgendem langsameren Wiederaufrichten.

Sind die Hände mit Hanteln bewaffnet, beim Rückwärtsbeugen hochgehoben, und werden sie dann schwinghaft nach abwärts bis zwischen die gegrätschten Beine geführt, so haben wir die wirksame Übung des „Arthauens“ (Fig. 287).



Fig. 285 v. 286. Übung der Rumpf- und insbesondere der Bauchmuskeln.

Zu nennen sind ferner: Rumpfbeugen seitwärts; Rumpfreisen; tiefe Kniebeuge bis zur kauernenden Stellung mit Umfassen der Unterschenkel; das Hantelverlegen.

Zu den wirksamsten Übungen für die Bauchmuskeln rechnet ferner der Liegestütz vorlings entweder auf dem Boden oder im Handstütz auf eine niedrige Übungsbank oder die Schwebekante oder auch auf den Barrenholmen ausgeführt (s. o. § 47 Fig. 117).

Es gehört ferner hierher das Rumpfsenken auf dem aufrechten Sitz auf der Turnbank nach rückwärts und langsames Wiederaufrichten; langsames Rumpfaufrichten und -nieder senken aus der Rückenlage; die „Umkippen“ genannte Übung (Fig. 288), wobei die gestreckten Beine mit einer schwinghaften Bewegung vom Boden aufgehoben werden und derart eine Kreisbewegung nach dem Kopf hin ausführen, daß der Körper nur noch mit Schultern und Hinterkopf auf dem Boden ruht. — Ähnlich wirksam sind eine Reihe von Geräteübungen, so der Seilgummschwung am Red.



Fig. 287.



Fig. 288.

### § 111. Einige Bemerkungen über Brüche.

Wir sahen oben, daß die Bauchmuskeln in Beziehung stehen zu dem zwischen oberem vorderen Darmbeinstachel und der Schamfuge brückenartig ausgespannten Poupartischen oder Leistenband. Die sehnige Haut des äußeren schrägen Bauchmuskels verschmilzt mit diesem Bande. Teile des inneren schrägen sowie des queren Bauchmuskels nehmen ihren Ursprung von ihm. Zwischen dem Bande und dem Beckenrand bleibt ein schlißförmiger dreieckiger Raum offen, der in die Bauchhöhle, d. h. ins Becken, führt. Durch diese Öffnung, also unter dem Poupartischen Bande her, ziehen, aus der Bauchhöhle heraustretend, der Lenden-Hüftbeinmuskel sowie nach innen davon die großen Blutgefäße der Beine: Schenkel-Pulsader und -Blutader.

Es führt also neben diesen Schenkeladern unter dem Poupartischen Bande her ein Weg zum Innern der Bauchhöhle, nach letzterer zu nur mit einer dünnen Haut verschlossen, der Schenkelkanal.

Ein zweiter Zugang zur Bauchhöhle befindet sich über dem Poupartischen Bande, nämlich der Leistenkanal. Seine äußere Öffnung, der Leistenring, befindet sich dicht über dem Bande, etwa 3 cm von der Schamfuge entfernt in Form eines dreieckigen Schlißes, welcher die hier befindlichen Bauchmuskeln durchbohrt. Durch diesen Schliß oder Kanal tritt schon vor der Geburt aus der Bauchhöhle heraus der Samenstrang und geht abwärts zum Hoden; beim Weibe, wo der Schliß sehr eng ist, treten durch ihn die runden Mutterbänder.

Sowohl der Schenkel- wie der Leistenkanal (s. Fig. 267) führen also zur Bauchhöhle und sind nur durch dünne Häute gegen diese abgeschlossen. Sind diese Kanäle aus irgendwelchen Gründen, die hier nicht erörtert werden können, besonders weit, und ist ihr Verschuß besonders nachgiebig, so daß der untersuchende Finger beim Leistenkanal die äußere Haut weit in den Kanal hineinstülpen und in ihn vordringen kann, dann ist hier eine natürliche Bruchanlage vorhanden. Werden durch die Bauchpresse die Eingeweide stark gegen die Bauchwände und damit auch gegen die Verschlüsse des Leisten- oder Schenkelkanals angedrückt, so kann sich bei vorhandener Bruchanlage der schwache Verschuß mehr und mehr weiten; Darm-schlingen werden in den Kanal hineingepreßt, und es entsteht ein Bruch, und zwar ein Leistenbruch, wenn die Darm-schlingen in den Leistenkanal über dem Poupartischen Bande eintreten, dort die Haut emporwölben und selbst in den Hodensack hinab gelangen; ein Schenkelbruch, wenn die Darm-schlingen unter dem Poupartischen Band eher in den Schenkelkanal ihren Weg finden und nun unter die Haut des Oberschenkels treten. Der Leistenbruch ist, wenigstens bei Männern, das gewöhnlichere Vorkommnis.

Unterleibsbrüche sind sehr häufig. Man rechnet im Durchschnitt auf 20 Menschen einen mit Bruch oder doch mit Bruchanlage behafteten. Das männliche Geschlecht ist dabei etwa viermal so häufig betroffen wie das weibliche.

Zur Entstehung eines Bruches gehört also:

1. eine besondere Anlage, begründet in der — oft vererbten — anatomischen Beschaffenheit derjenigen Stellen, wo die Bauchwand durch dünnere Häute abgeschlossen ist (außer den Schenkel- und Leistenbrüchen sind besonders noch die Nabelbrüche zu erwähnen, die bei ungenügender Festigkeit der den Nabel bildenden Narbe entstehen können, bei Säuglingen häufig sind, aber meist bei geeigneter Behandlung bald verheilen);

2. häufige und starke Anwendung der Bauchpresse. Indem der Bauchinhalt unter heftigen Druck genommen wird, geschieht es, daß da, wo die Bauchwand Stellen von geringerer Festigkeit und Widerstandskraft zeigt, diese Stellen

Schenkelkanal.

Leistenkanal.

Bruchanlage.

Entstehung von Brüchen.

langsam ausgeweitet werden, und daß solche Ausweitung — der „Bruchsad“ — in den Bruchkanal trichterförmig eingepreßt wird. Nur ausnahmsweise entsteht ein Bruch ganz plötzlich. Die „Bruchpforte“ oder der Bruchkanal kann schließlich so weit werden, daß ohne besonderen Druck schon im Stehen ganze Pakete von Darmschlingen aus der Bauchhöhle hinaus unter die Haut treten und ebenso leicht im Liegen durch geeignete Handgriffe wieder zurückgebracht werden können. Um dauernd die Darmschlingen an dem Eintreten in den Bruchkanal zu hindern und im Bauchraum zurückzuhalten, tragen mit einem Bruch Behaftete stets ein „Bruchband“. Ein solches besteht aus einem federnden Gürtel, welcher in ein oval geformtes und gepolstertes Ende, die „Pelotte“, ausläuft. Der Gürtel, welcher im übrigen die Körperbewegungen in feinerlei Weise behindert, wird so angelegt, daß die Pelotte, genau auf dem Bruchkanal liegend, diesen fest zusammendrückt. —

Ist Bruchanlage vorhanden, so können mit häufiger Pressung verbundene Vorgänge, wie langwieriger heftiger Husten bei Erkrankung der Luftwege oder Hartleibigkeit, zur Ausbildung eines Bruchschadens führen.

Zu solchen Gelegenheitsursachen gehört nun auch der häufigere Akt der Pressung oder „Anstrengung“. Es steht fest, daß Leute, welche schwere körperliche Arbeit verrichten müssen, wie Handwerker, Lastträger, Handlanger u. dgl., ungleich häufiger von Bruchschäden befallen sind als alle anderen Bevölkerungsklassen. Ganz ohne Zweifel kann auch die Anstrengung bei Leibesübungen mannigfachster Art die Ausbildung eines Bruches — jedoch nur bei schon vorhandener Bruchanlage — begünstigen oder das plötzliche Hervortreten von Eingeweiden in eine Bruchpforte veranlassen.

Im letzteren Falle wird dann heftiges Turnen, Rudern, Ringen, Stemmen schwerster Gewichte usw. beschuldigt, einen Bruch unmittelbar veranlaßt zu haben. Indes war in allen solchen Fällen eine Bruchanlage schon vorhanden, bestand aber unerkannt. Häufig erfuhren junge Leute erst bei der Anmeldung zum Heeresdienst von dem Bestehen einer Bruchanlage, wovon sie bis dahin keine Ahnung hatten.

Bei erkannter Bruchanlage und dem vorbeugenden Tragen eines richtig angefertigten Bruchbandes (Fig. 289) steht der Teilnahme an geeigneten turnerischen Übungen nichts entgegen. Mit starker Anstrengung verbundene Kraftübungen wären allerdings ganz zu meiden. In erster Linie das Gewichtstemmen. Ferner unbedingt das Ringen; dies um so mehr, als beim Ringen sich allzuleicht das schützende Bruchband verschieben kann. Auch bei manchen Gerätübungen, so z. B. bei allen Redübungen aus dem Stütz vorlings usw., liegt die Möglichkeit der Verschiebung eines Bruchbandes vor. Das macht solche Übungen hier gleichfalls ungeeignet.

Somit ergibt sich:

1. Die plötzliche Entstehung eines Bruchschadens durch heftige Leibesübung ist ohne vorhanden gewesene Bruchanlage kaum denkbar.
2. Bei vorhandener Bruchanlage tragen Leibesübungen um so mehr zu allmählicher Entstehung eines ausgebildeten Bruches bei, je stärker sie den Vorgang der Pressung in Anspruch nehmen.
3. Ein Bruchschaden hindert nicht die Vornahme leichterer Leibesübungen, wenn ein richtiges Bruchband getragen wird. Heftige Kraftübungen (Stemmen und Ringen) sowie bestimmte Gerätübungen sind indes zu meiden.

Bruchschäden  
nach Leibes-  
übungen.

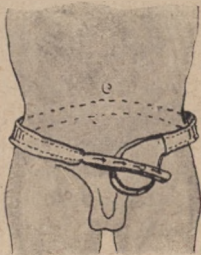


Fig. 289. Bruchband bei linksseitigem Leistenbruch.



§ 112. Das Zwerchfell.

Das Zwerchfell (diaphragma) ist nächst dem Herzen der wichtigste Muskel des Körpers. Ausgespannt quer durch die Leibeshöhle (Zwerch = quer), zerlegt es diese in zwei vollständig getrennte Räume: die Brust- und die Bauchhöhle. Diese Scheidewand, als welche das Zwerchfell sich darstellt, ist kuppelförmig gewölbt, und zwar so, daß die konvexe Fläche nach oben und etwas nach hinten, die konkave nach unten und etwas nach vorn gerichtet ist (Fig. 290).

Das Zwerchfell.

Schwertförmiger Fortsatz des Brustbeins

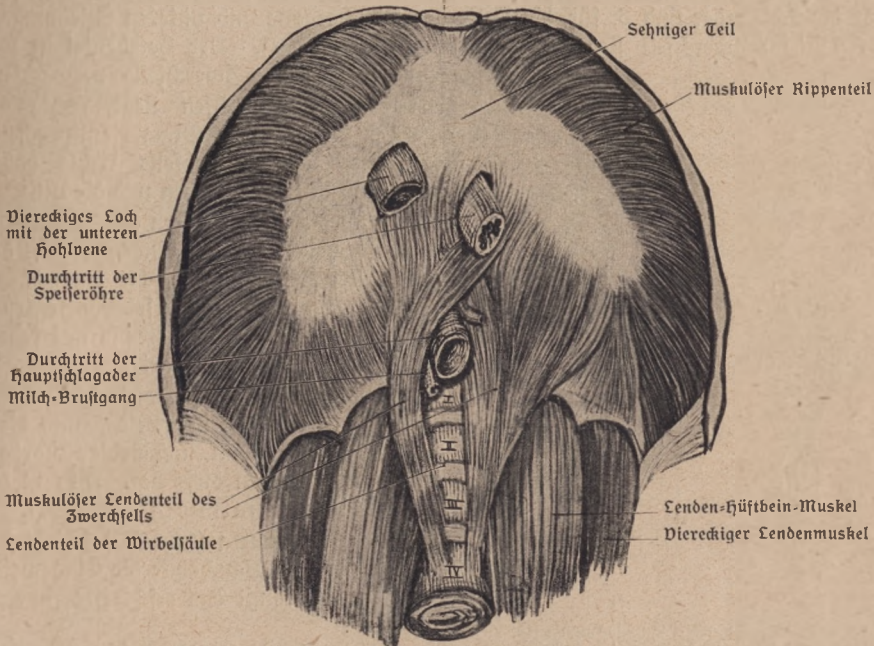


Fig. 290. Das Zwerchfell von unten gesehen.

Man unterscheidet am Zwerchfell einen muskulösen und einen sehnigen Teil. Ersterer teilt sich je nach dem Ursprung in einen Lenden- und einen Rippenteil (pars lumbalis und costalis).

1. Muskulöser Teil des Zwerchfells.

a) Der Lendentheil entspringt mit seinen Bündeln von den vier oberen Lendenwirbeln. Die vom ersten und zweiten Lendenwirbel abgehenden Muskelbündel laufen unmittelbar in die Muskelplatte des Zwerchfells über. Anders die starken Bündel, welche vom dritten und vierten Lendenwirbel ausgehen. Sie bilden — in Form etwa einer 8 — zwei Kreuzungen. Die erste Kreuzung liegt vor dem ersten Lendenwirbel und bildet einen dreieckigen Schliß, den Aortenschliß (hiatus aorticus) zum Durchtritt der großen Hauptschlagader (aorta) aus der Brust in die Bauchhöhle. Außerdem geht durch diese Öffnung neben der großen Bauchschlagader der Milchbrustgang, welcher den Inhalt der Sauggefäße des Verdauungskanals hinaufführt und in der Schlüsselbeingegend in das Blutgefäßsystem ergießt. Die zweite Kreuzung bildet das Loch für den Durchtritt der Speiseröhre in die Bauchhöhle.

Aortenschliß.

Loch für die Speiseröhre.

b) Der Rippenteil entspringt von dem Schwertfortsatz des Brustbeins, den sechs oder sieben unteren Rippen und zwei sehnigen Bögen, welche die Bäuche der Lendenmuskeln rechts und links überbrücken.

2. Der sehnige Teil (*centrum tendineum*). Der sehnige Teil des Muskels, eine weiße sehnige Haut, bildet die Mitte des Zwerchfells und hat kleblattförmige Gestalt. Im rechten Lappen dieses Kleeblattes, dicht vor der Wirbelsäule, befindet sich das viereckige Loch für die untere Hohlvene, welche das Venenblut der unteren Körperhälfte dem Herzen zuführt. —

Das Zwerchfell ist also durchbohrt von drei Öffnungen: 1. für die Speiseröhre; 2. für die Schlagader und 3. für die Vene der Bauchorgane und unteren Gliedmaßen.

Auf dem Zwerchfell liegen die Lungen und das Herz. Der Herzbeutel ist mit dem sehnigen Teil des Zwerchfells verwachsen.

Unter dem Zwerchfell liegt rechts die Leber — der Größe dieses Organs entsprechend ist die Kuppel des Zwerchfells rechts höher gewölbt — und links der Magen und die Milz. —

Ziehen sich die Muskelfasern des Zwerchfells zusammen, so heben sie sich ringsum von der Innenwand der Brusthöhle ab, die Kuppel des Zwerchfells verflacht sich und das sehnige Zentrum des Zwerchfells geht — vorzugsweise mit seiner hinteren Gegend — nach abwärts.

Das abwärts steigende Zwerchfell drückt auf die unterliegenden Baucheingeweide, und diese drängen gegen die allein nachgiebige vordere Bauchwand und wölben diese vor. Dies ist die Bewegung bei der Einatmung (Fig. 291).

Bei der Ausatmung (Fig. 292) schiebt der Druck der gespannten Bauchdecke die Eingeweide in die Höhe und drängt das erschlaffte Zwerchfell nach oben.

Die Eingeweide sind also beim Atmen in hin und her gehender Bewegung. Es wird dadurch die Fortbewegung des Darminhaltes sowie

die Entleerung der Drüsen des Verdauungskanalns gefördert.

Die obere Fläche des Zwerchfells ist bekleidet mit Brustfell, die untere mit Bauchfell. Je nach dem Stande des Zwerchfells bei der Ein- und Ausatmung dringen Verletzungen des Zwerchfells (Stich, Schuß) entweder in die Brust- oder in die Bauchhöhle.

Das Zwerchfell ist unausgesetzt tätig für die gewöhnliche Atmung. Es darf indes neben der Zwerchfell- oder Bauchatmung die für gewöhnlich ebenfalls sehr ausgiebige Flankenatmung (Erweiterung der unteren Seitengegend des Brustkorbs) nicht unterschätzt werden. Hierfür werden die Zwischenrippenmuskeln tätig. — Dadurch, daß bei der Zusammenziehung seine Wölbung sich senkt, seine Kuppel sich verflacht — nach Sieß bei tiefer Atmung um 3 cm, nach Hülthaupt bis zu 10 cm —, wird der Brustraum größer; da nun ein leerer Raum über dem gesenkten Zwerchfell nicht bestehen kann, so folgt die Lunge durch den äußeren Luftdruck der Bewegung und erweitert sich in ihren umfangreichen unteren Abschnitten. Zwerchfell und Zwischenrippenmuskeln werden als die eigentlichen Atemmuskeln im Gegensatz zu den Hilfsatemmuskeln bezeichnet.

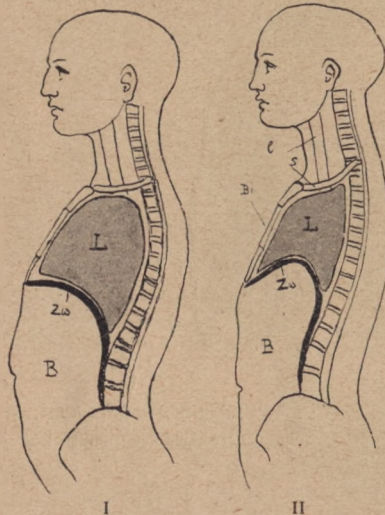


Fig. 291 und 292. Zwerchfell bei Einatmung (I) und Ausatmung (II). Zw Zwerchfell; L Lungenraum; I Luftröhre; Br Brustbein; S Schlüsselbein; B Bauchhöhle.

Viereckiges Loch für die untere Hohlvene.

Bewegung des Zwerchfells bei Ein- und Ausatmung.

Die Arbeit des Zwerchfells geht für gewöhnlich rein automatisch, ohne Willenseinwirkung vor sich. Ebenso regelt sich je nach dem Atembedürfnis von selbst, also unwillkürlich, die stärkere oder geringere Arbeit des Muskels. Reicht die Mehrarbeit des Zwerchfells (und der Zwischenrippenmuskeln) nicht hin, um dem Atembedürfnis zu genügen, so treten die Hilfsmuskeln der Atmung mit in Tätigkeit.

**§ 113. Übersicht über die bei der Ein- und Ausatmung tätigen Kräfte.**

A. Gewöhnliches Atmen.

<p><b>Einatmung:</b></p> <p>Oberer Lungenabschnitt (Brustatmen): Zwischenrippenmuskeln</p> <p>Unterer Lungenabschnitt (Bauchatmen): Zwerchfell</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Eigentliche Atemmuskeln</p>	<p><b>Ausatmung:</b></p> <p>1. Zug der Lungen (Elastizität der Lunge; glatte Muskeln der Luftröhre)</p> <p>2. Elastizität der Rippenknorpel.</p> <p>3. Schwere des Brustkorbs beim Gehen, Stehen, Sitzen.</p> <p>4. Elastizität der Bauchdecken.</p> <p>5. Schwere der Eingeweide beim Liegen.</p>
--	--	--

Die bei Ein- und Ausatmung tätigen Kräfte.

B. Verstärktes Atmen.

Eintreten der Hilfskräfte, zu den obengenannten hinzukommend.

<p><b>Einatmung:</b></p> <p>1. Erweiterung des Brustraums durch Rippenhebung:              Rippenhalter } bei fixiertem Kopf              Kopfwender }              Hinterer oberer Sägemuskel              Schlüsselbeinmuskel.</p> <p>2. Entlastung des Schultergürtels:              Trapezmuskel (Schlüsselbeinportion)              Heber des Schulterblatts</p> <p>Dazu kommen bei</p>	<p><b>Ausatmung:</b></p> <p>Dreiwinkliger Muskel              Hinterer unterer Sägemuskel              Viereckiger Lendenmuskel.</p>
--	--

C. Angestrengtestem Atmen:

<p>3. Großer Sägemuskel } bei Fixieren ihrer Ursprungsstellen durch Aufstützen der Arme.</p> <p>Großer } Brustmuskel              Kleiner }</p>	<p>Sämtliche Bauchmuskeln.</p>
---	--------------------------------

Aus dieser Übersicht geht hervor, daß für gewöhnlich bei ruhigem Atmen nur die Einatmung durch Muskelkräfte bewirkt wird, während die Ausatmung der Lunge passiv durch deren elastische Kräfte usw. ohne Tätigkeit quergestreifter Muskeln erfolgt.

**§ 114. Die Muskeln der Schulter** (Fig. 267, 272 u. 294 u. a.).

Von den Muskeln, die zum Schulterblatt gehen, ist ein Teil — nämlich Trapez-, Rauten-, großer Säge- und kleiner Brustmuskel — bereits oben abgehandelt; von den zum Arm gehenden Muskeln der große Brust- und der breiteste Rückenmuskel. —

Muskeln der Schulter.

Der Delta-  
muskel.

1. Der Deltamuskel (deltoideus), dessen Umriß einem umgekehrten griechischen  $\Delta$  gleicht, deckt den kugeligen Vorsprung des Schultergelenks und trägt somit zur runden, gewölbten Form der Schulter bei. Seine Fleischmasse ist aus vielen Muskelbündeln verflochten, die in einer kurzen starken Endsehne zusammenlaufen.

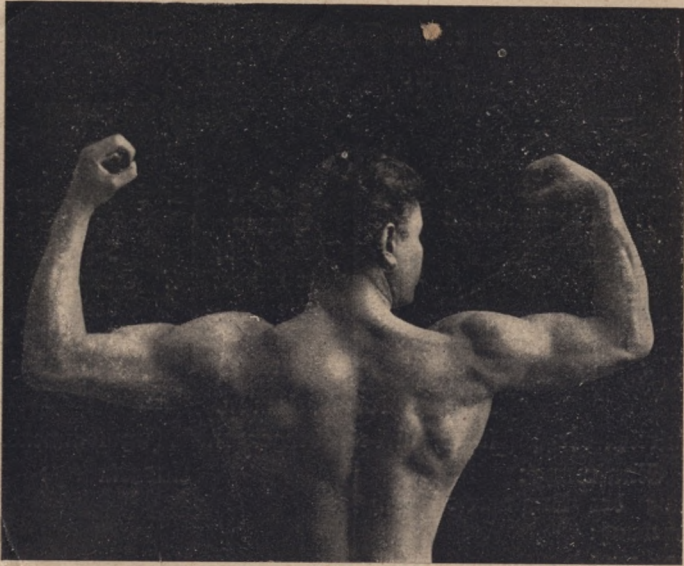


Fig. 293. Stark entwickelter Deltamuskel und Trapezmuskeln (Turnlehrer Sommer).

Ursprung: a) Schlüsselbeinportion: vom Schulterende des Schlüsselbeins;  
 b) mittlere oder Schulterhöheportion: von der Schulterhöhe;  
 c) hintere oder Schulterblattportion: von der Schulterblattgräte.

Ansatz: Rauigkeit in der Mitte des Oberarmknochens.

Wirkung: Der Deltamuskeln ist Heber des Arms bis zur wagerechten Haltung in allen Stellungen. Die weitere Hebung bis zur senkrechten Hochhehalte wird nicht mehr vom Deltamuskeln bewirkt, sondern es müssen der große Sägemuskeln und der mittlere Teil des Trapezmuskeln mit eintreten, um das Schulterblatt so zu drehen, und zwar um eine durch den oberen inneren Schulterblattwinkel gelegte Achse, daß der untere Schulterblattwinkel nach außen zur Achselhöhe, der bereits zur Horizontalen gehobene Oberarm aber, als wäre er ein Ganzes mit dem Schulterblatt sowie dem Schlüsselbein, nach oben sich bewegt (Fig. 150).

Wenn der Arm so über die Horizontale hinaus gehoben ist, dann trägt der hintere Teil des Muskeln nicht nur nichts mehr zur Hebung des Armes bei, sondern kommt im Gegenteil in eine Lage, daß er, allein sich zusammenziehend, den Arm abwärts zu senken vermag. Es kann mithin derselbe Muskel den Arm heben und in einer gewissen Stellung auch senken. —

Die nächstfolgenden drei Schultermuskeln haben das Gemeinsame, daß sie am großen Oberarmhöcker Ansatz finden und den Arm nach außen zu rollen oder zu drehen imstande sind.

Es sind dies:

2. Der Obergrätenmuskel (m. supraspinatus, Fig. 294).

Ursprung: Obergrätengrube des Schulterblatts.

Ansatz: Großer Oberarmhöcker.

Wirkung: Heber des Armes, den Deltamuskel unterstützend; Außenroller des Arms.

Obergräten-  
muskel.

3. Der Untergrätenmuskel (m. infraspinatus).

Ursprung: Untergräten-  
grube des Schulterblatts.

Ansatz: Großer Oberarm-  
höcker.

Wirkung: Niederzieher des  
gehobenen Arms, Außen-  
roller des Arms.

Unter-  
gräten-  
muskel

4. Der kleine rundliche  
Schulterblattmuskel  
(teres minor).

Ursprung: Oberer Teil  
des äußeren Schulterblatt-  
randes.

Ansatz: Zusammen mit dem  
Untergrätenmuskel am  
großen Oberarmhöcker.

Wirkung: Dieselbe wie die  
des vorigen: Niederzieher  
des erhobenen Arms und  
Außenroller.

Kleiner  
rundlicher  
Schulter-  
blattmuskel.

Die beiden folgenden Mus-  
keln haben in bezug auf die  
Drehung des Arms die ent-  
gegengesetzte Wirkung von den  
vorigen: sie sind Einwärts-  
roller oder Einwärtsdrehen  
des Armes und haben ihren Ansatz  
am kleinen Oberarmhöcker.

5. Der große rundliche  
Schulterblattmuskel  
(teres major, Fig. 295).

Ursprung: Unterer Teil  
des äußeren Schulterblatt-  
randes.

Ansatz: Kleiner Oberarmhöcker gemeinsam mit der Sehne des breitesten Rückenmuskels.

Wirkung: Zum Teil die gleiche wie die des breiten Rückenmuskels, nämlich Niederzieher des erhobenen Arms; außerdem Einwärtsroller.

Großer  
rundlicher  
Schulter-  
blattmuskel.

6. Der Unterschulterblattmuskel (m. subscapularis, Fig. 296).

Unter-  
schulterblatt-  
muskel.

Teil der Schultergräte, Rest  
mit der Schulterhöhe entfernt  
Rabenchnabel-  
forisatz

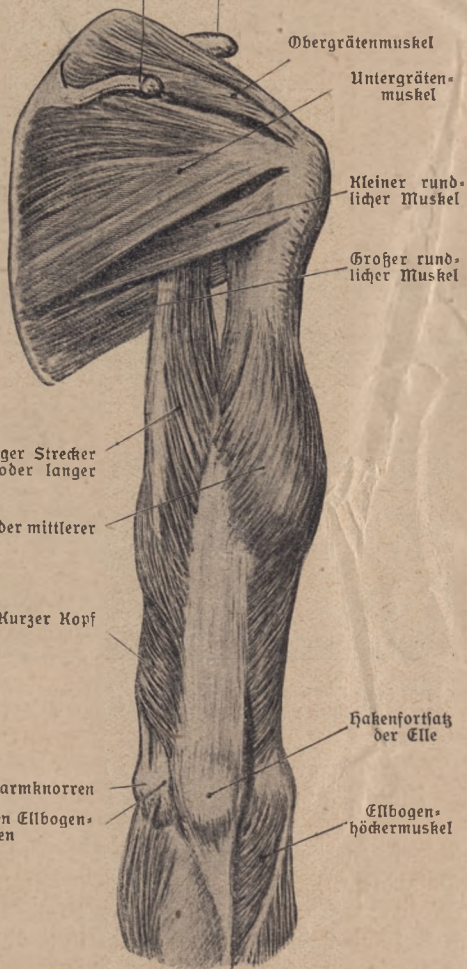


Fig. 294. Oberarm und Schulterblatt: hintere Fläche.

**Ursprung:** Vorderfläche des Schulterblatts. Der Muskel liegt also versteckt zwischen Schulterblatt und Brustkorb.

**Ansatz:** Kleiner Oberarmhöcker.

**Wirkung:** Einwärtsroller des Armes.

### § 115. Die Oberarmmuskeln (Fig. 294, 295 u. 274).

Übersicht der Längsmuskeln des Oberarms.

- Muskeln, welche am Oberarm selbst entspringen: Innerer Oberarmbeuger; zweiter und dritter Kopf des dreiköpfigen Oberarmstreckers.
- Muskeln, welche am Oberarm enden: Rabenarmmuskel (abgesehen von den früher beschriebenen: großer Brustmuskel; breiter Rückenmuskel; Deltamuskel; Ober- und Untergrätenmuskel; kleiner und großer runder Muskel; Unterschulterblattmuskel).
- Muskeln, welche über den Oberarm weg zum Unterarm laufen: zweiköpfiger Armbeuger; erster oder langer Kopf des dreiköpfigen Armstreckers.

1. Der zweiköpfige Armbeuger (biceps).

Ursprung des Muskels mit zwei Köpfen:

a) Ein kurzer Kopf vom Rabenschwanzfortsatz.

b) Ein langer Kopf vom oberen Rand der Gelenkfläche des Schulterblattes. Die Sehne des langen Kopfes liegt also erst im Schultergelenk und tritt dann durch eine Öffnung in der Gelenkkapsel in die Rinne zwischen den beiden Oberarmhöckern.

Die beiden Köpfe vereinigen sich zu einem starken Muskelbauch an der Vorder-

Fig. 295. Athletische knollige Entwicklung des Oberarmbeugers (M. biceps). Nach einer Photographie des Athleten Willi Olympier.



seite des Oberarms. Der innere Rand des Muskels bildet eine tiefe Furche, in welcher die Blutgefäße und Nerven des Armes verlaufen.

**Ansatz:** Rauhgigkeit der Speiche unter dem Köpfchen der Speiche. Außerdem geht ein Streifen der Ansatzsehne des Muskels über in die häutige Scheide der Unterarmmuskeln.

**Wirkung:** Der zweiköpfige Armbeuger dreht die einwärts gedrehte Speiche nebst Hand nach auswärts; beugt den Oberarm. — Der Bauch des Muskels nimmt an kraftvollem Arm bei starker Zusammenziehung eine kugelige Form an und wird ungemein fest und hart. Da der Muskel bei zahlreichen Gerätübungen — beim Beugen des Arms im Hang mit Untergriff z. B. trägt er fast allein zusammen mit dem Armspeichenmuskel das gesamte Körpergewicht — zu Höchstleistungen veranlaßt wird, so ist er bei guten Gerätturnern stets außerordentlich entwickelt.

2. Der Rabenarmmuskel (m. coracobrachialis).

**Ursprung:** Rabenschwanzfortsatz des Schulterblatts.

**Ansatz:** Mitte des Oberarms, und zwar an der Leiste des kleinen Oberarmhöckers.

**Wirkung:** Zieht den Arm nach innen und vorn.

Oberarm-  
muskeln.

Zwei-  
köpfiger  
Arm-  
beuger.

Rabenarm-  
muskel.

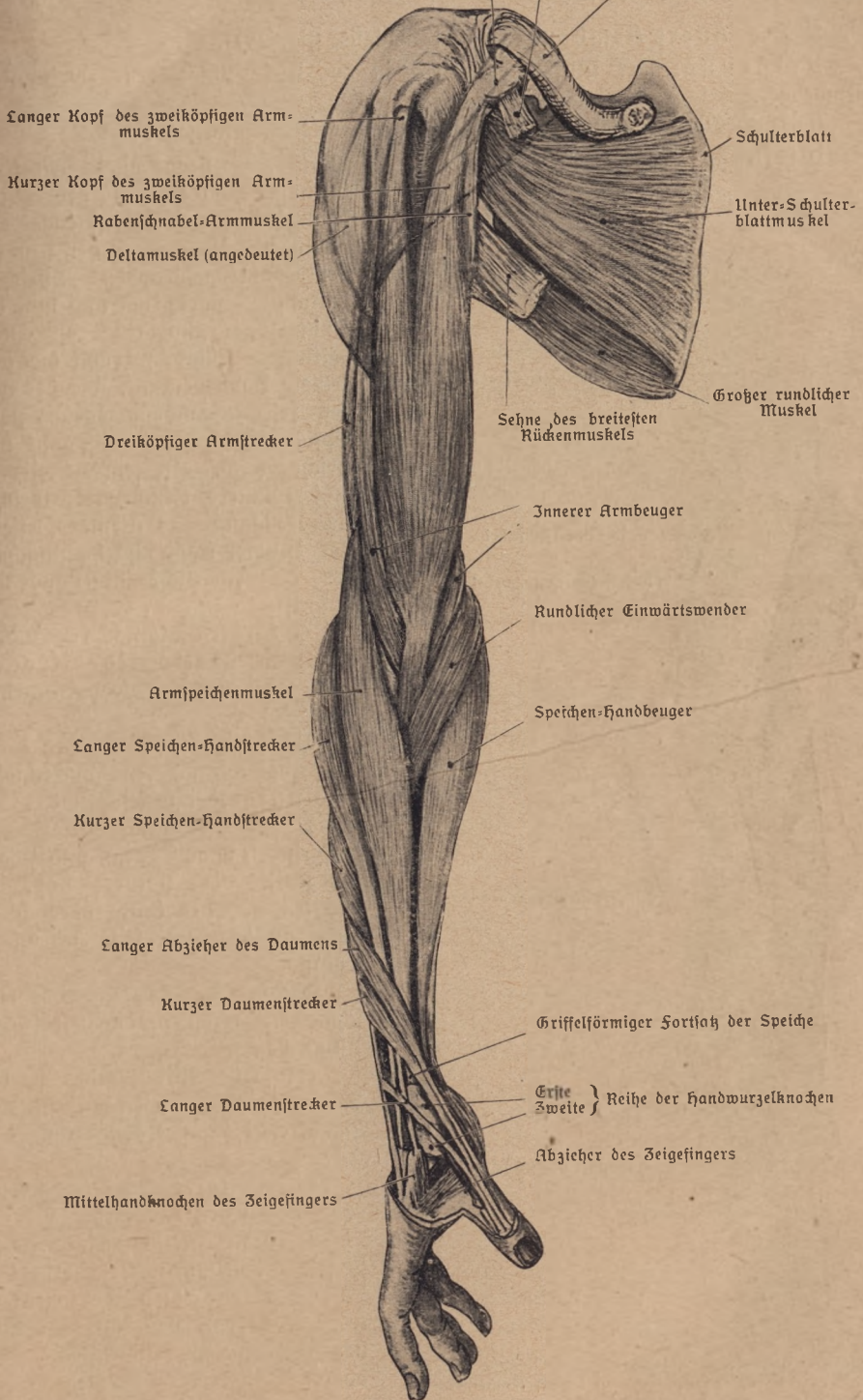


Fig. 296. Muskeln des Arms von der Speichenseite gesehen. Der Deltamuskel nur angedeutet; der Arm ist mit dem Schulterblatt vom Rumpf abgelöst, um die Muskeln der Vorderfläche des Schulterblatts zu zeigen.

Innerer  
Armbeuger.

### 3. Der innere Armbeuger (m. brachialis, Fig. 297).

Ursprung: Der Muskel entspringt in der Tiefe unter dem zweiköpfigen Armbeuger.

Ansatz: Die Ellbogengelenkkapsel bedeckend am Kronenfortsatz der Elle.

Wirkung: Beuger des Arms (wie der Biceps). — Er beugt allein den Arm,

wenn die Hand einwärts gedreht und dadurch der zweiköpfige Beuger entspannt ist. Wenn man den Arm mit dem Daumen nach außen — Speichenhaltung — stark beugt und nun den Daumen nach einwärts — zur Ellenhaltung — führt, so fühlt die aufgelegte Hand deutlich, wie der vorher fest zusammengezogene zweiköpfige Muskel sich entspannt und weicher wird. An seiner Stelle ist es der innere Armbeuger, welcher die Beugung des Arms fortsetzt. Der Muskel trägt also hauptsächlich das Körpergewicht im Hang mit Aufgriff.

4. An der Hinterfläche des Oberarms: der dreiköpfige Strecker des Arms (m. triceps brachii. Fig. 294).

Ursprung: Der lange Kopf entspringt am äußeren Schulterblatttrand unter der Gelenkgrube.

Der zweite und dritte Kopf entspringen am Oberarm, und zwar: der zweite oder mittlere Kopf an der Außen-, der dritte oder kurze Kopf an der Innenseite des Oberarmknochens.

Die drei Köpfe des Muskels verschmelzen zu einem dicken kräftigen Muskelbauch.

Ansatz: Mit platter starker Sehne, welche weit den Muskel hinaufreicht, am Hafensfortsatz der Elle.

Wirkung: Strecker des Oberarms gegen den Unterarm.

5. Zum dreiköpfigen Strecker ist seiner Wirkung nach gehörig der kurze Ellbogenhödermuskel (m. anconaeus), vom äußeren Ellbogenfortsatz zur Außenfläche des oberen Drittels der Elle ziehend.

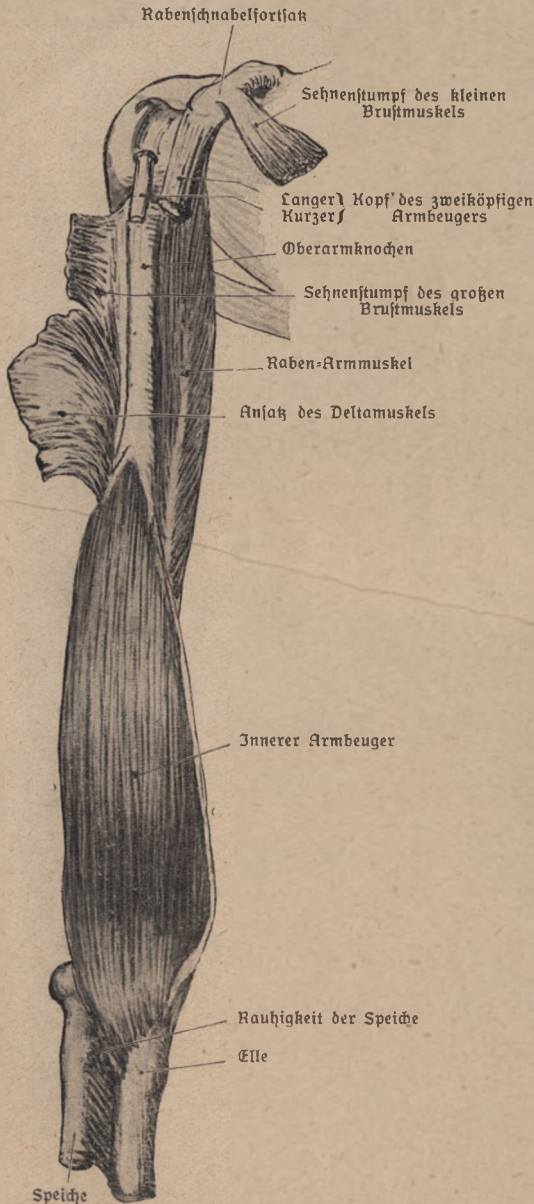


Fig. 297. Tiefe Oberarmmuskeln nach Entfernung des zweiköpfigen Beugers, des Delta- und großen Brustmuskels.



**§ 116. Die Muskeln des Vorderarms und der Hand (Fig. 298).**

Die mannigfachen Bewegungen der Hand und der Finger bedingen am Vorderarm einen außerordentlich reichen und verwickelten Apparat von Muskeln. Muskeln des Vorderarms.

Die Beuger liegen an der Innenseite des Unterarms und entspringen vorzugsweise vom inneren Oberarmknorren.

Die Streckter liegen an der Außenseite des Unterarms und entspringen vorzugsweise vom äußeren Oberarmknorren.

Betrachten wir die Muskeln des Vorderarms nach ihrer Wirkung, so ordnen sie sich in folgender Weise:

**I. Drehung der Speiche oder Aus- und Einwärtswendung der Hand.** Drehung der Speiche.

Die hierhergehörigen oberflächlichen Muskeln begrenzen zusammen mit dem Arm-Speichenmuskel die dreieckige Vertiefung der Ellenbeuge am Arm.

Es liegen an der Innenseite (Ellenseite):

- a) Der runde Einwärtswender (pronator teres). Geht vom inneren Oberarmknorren zur Mitte der inneren Speichenfläche. Rundlicher Einwärtswender.
- b) In der Tiefe: der viereckige Einwärtswender (pronator quadratus). Geht quer von der Elle zur Speiche. Viereckiger Einwärtswender.

Es liegen an der Außenseite:

- c) Der (kurze) Auswärtswender (supinator). Geht vom äußeren Oberarmknorren zur Speiche, welche er bei der Einwärtswendung umwickelt. Arm-Speichenmuskel.
- d) Der lange Auswärtswender oder richtiger der Arm-Speichenmuskel (m. brachioradialis). Geht vom äußeren Oberarmknorren zum griffelförmigen Fortsatz der Speiche. Der Muskel ist Beuger des Vorderarms und nur nach sehr starker Einwärtswendung auch im geringen Grade als Auswärtswender tätig. — Bei festgelegtem Unterarm — z. B. im Streckhang — hilft er den Oberarm zum Unterarm beugen.

**II. Beugung und Streckung der Hand.** Beuger und Streckter der Hand.

Wir unterscheiden vier Biegungsarten der Hand:

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Biegung nach der Hohlhand oder Beugung (70–80°).</li> <li>2. Biegung nach dem Handrücken oder Streckung (45–60°).</li> </ul> | } | Die Begleitbewegungen, welche Biegung nach der Elle und nach der Speiche bewirken, heben sich dabei gegenseitig auf.        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>3. Biegung nach der Elle (30°)</li> <li>4. Biegung nach der Speiche (15–20°)</li> </ul>   | } | Die Begleitbewegungen, welche Biegung nach der Hohlhand und nach dem Handrücken bewirken, heben sich dabei gegenseitig auf. |

Die Hohlhandbieger liegen an der inneren Seite und kommen vom inneren Oberarmknorren.

Die Handrückenbieger (oder Streckter) liegen an der äußeren Seite und kommen vom äußeren Oberarmknorren.

Die betreffenden Muskeln sind:

- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Der Speichenhandbeuger oder innerer Speichenmuskel (flexor carpi radialis).</li> <li>2. Der Ellenhandbeuger oder innerer Ellenmuskel (flexor carpi ulnaris).</li> </ul> | } | Ursprung: Innerer Knorren des Oberarms. | } | Ansatz von 1: Mittelhandknochen des Zeigefingers.<br>Ansatz von 2: Mittelhandknochen des Kleinfingers und Erbsenbein. | } | Speichenhandbeuger.<br>Ellenhandbeuger. |
|---|---|---|---|---|---|---|

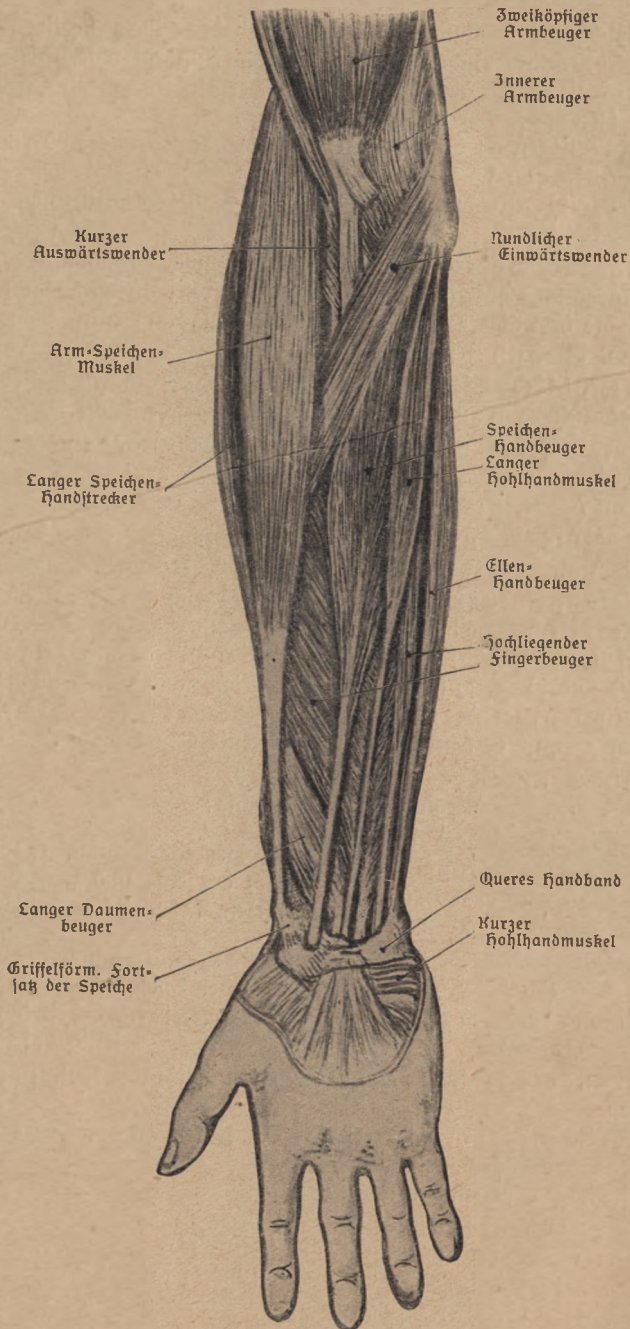


Fig. 298. Muskeln der Innenseite des Unterarms.

3. a) und b) Die Speichen-Handstrecker oder äußere Speichenmuskel (extensor carpi radialis longus und brevis).  
 4. Der Ellen-Handstrecker oder äußerer Ellenmuskel.

Ursprung:   
 Äußerer Oberarmknorren.   
 Ansatz von 3: Mittelhandknochen des Zeigefingers.   
 Ansatz von 4: Mittelhandknochen des Kleinfingers.

Speichen-Handstrecker.

Ellen-Handstrecker.

Der lange Speichenhandstrecker (nach abwärts vom Armspeichenmuskel folgend) bestimmt wesentlich das Relief des Armes in der Ellbogengegend mit und tritt namentlich bei gebeugtem Ellbogengelenke stark hervor. — Der kurze Speichenstrecker bewirkt in der Hauptsache die Streckung der Hand bzw. die Biegung nach dem Handrücken.

Zusammenziehung (Fig. 299) von

- 1 + 2 bewirkt: Biegung nach der Hohlhand (Beugung);  
 3 + 4 bewirkt: Biegung nach dem Handrücken (Streckung);  
 1 + 3 bewirkt: Biegung nach dem Daumen oder der Speiche;  
 2 + 4 bewirkt: Biegung nach dem Kleinfinger oder der Elle.

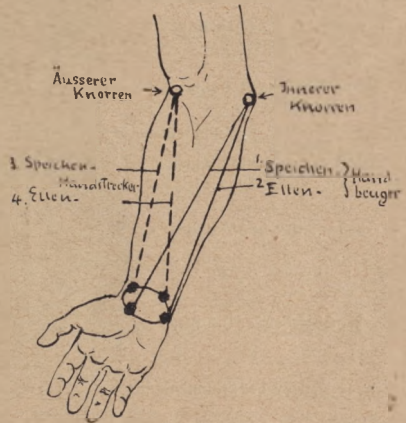


Fig. 299.

Finger-muskeln.

III. Bewegung der Finger.

Die Finger-muskeln zerfallen ihrer Wirkung nach in:

1. Beuger für { a) den zweiten bis fünften Finger, b) den Daumen.
2. Strecker für { a) den zweiten bis fünften Finger, b) den Daumen.
3. Anzieher und Abzieher (Spreizer) { a) der Finger, b) des Daumens.
4. Gegensteller { a) des Daumens zu den Mittelhandknochen, b) des Kleinfingers zu den Mittelhandknochen.

Sie zerfallen ferner in:

1. lange Finger-muskeln, die mit ihren Fleischbäuchen im Vorderarm liegen;
2. kurze Finger-muskeln, die mit ihren Fleischbäuchen in der Hand liegen (Fig. 300).

A. Beuger der Finger und des Daumens.

1. Lange Beuger sind zwei vorhanden: zwei gemeinschaftliche Fingerbeuger für den zweiten bis fünften Finger, an der Innenfläche des Vorderarms aufeinander-geschichtet; ein langer Beuger des Daumens (flexor digitorum sublimis und profundus, sowie flexor pollicis longus).

Beuger der Finger und des Daumens.

Die beiden gemeinschaftlichen Fingerbeuger, der oberflächliche und der tiefe, bilden die tiefe Lage des Vorderarmsfleisches. Sie erscheinen vor dem Handgelenk mit ihren Sehnen an der Oberfläche zwischen dem Ellen- und dem Speichen-Handbeuger, teilweise bedeckt durch den dünnen langen Hohlhand-muskel (palmaris longus); entspringt vom inneren Knorren und spannt das quere

Oberflächlicher und tiefer gemeinschaftlicher Fingerbeuger.

Handband. Die acht Sehnen der beiden Muskeln werden unter dem queren Handband zusammengehalten. Dort ordnen sie sich zu je zwei übereinander und treten in

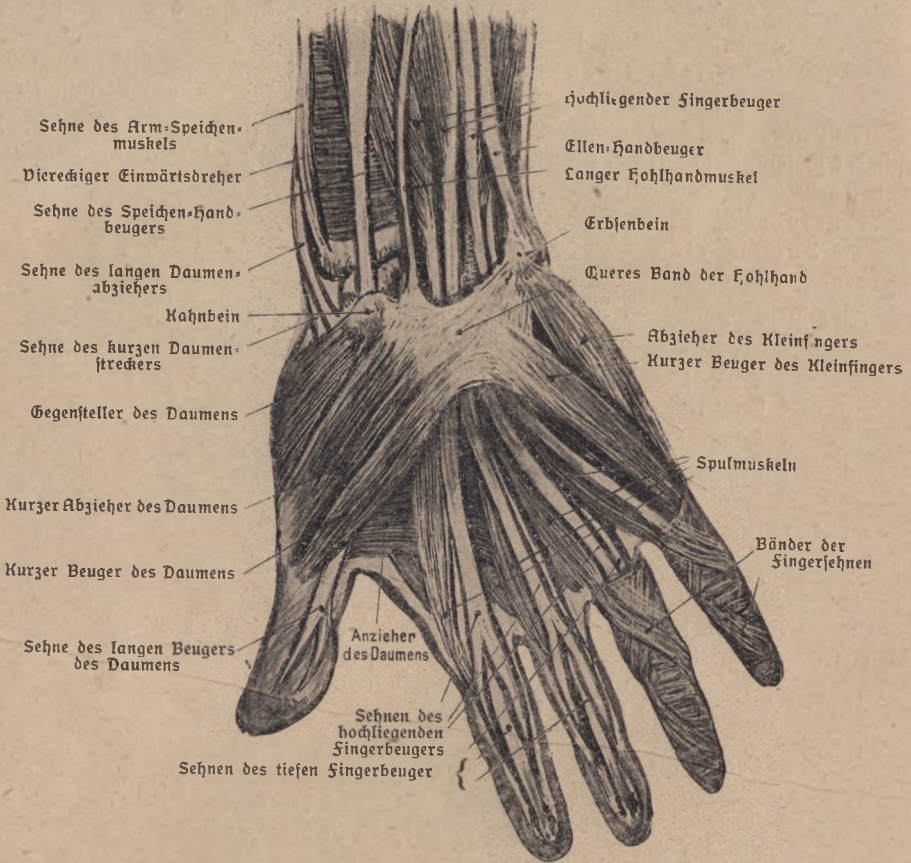


Fig. 300. Sehnen und Muskeln der Handfläche. Am Zeige- und Mittelfinger die umhüllenden Bänder entfernt.

einer an das Handskelett angewachsenen Scheide zu den Köpfschen der Mittelhandknochen. Hier spaltet sich die Sehne des oberflächlichen Beugers und setzt sich mit zwei Zipfeln an das zweite Fingerglied. Die Sehne des tiefen Beugers aber

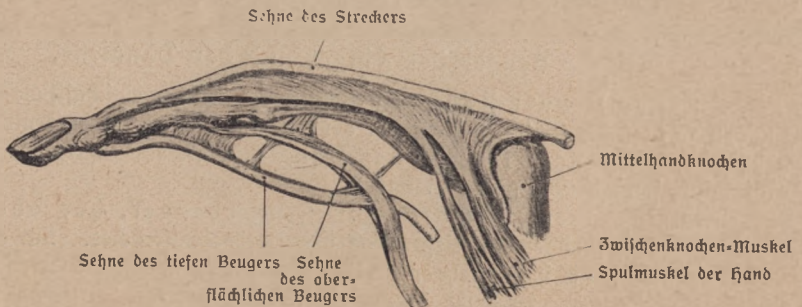


Fig. 301. Sehnen am Finger.

tritt zwischen den beiden Zipfeln des oberflächlichen hindurch, die überliegende Sehne gewissermaßen durchbohrend, und setzt sich am dritten, dem Endgliede, an (Fig. 301). Besondere Bänder, quere, schiefe und gekreuzte, halten die Sehnen gegen die Gliedknochen und Gelenke der Finger angepreßt.

Neben dem Fingerbeuger geht der lange Daumenbeuger zum Endglied des Daumens.

2. Kurze Beuger. Solche sind für den zweiten bis fünften Finger die vier spulförmigen Regenwurm- oder Spulmuskeln (mm. lumbricales). Sie verlaufen zu den speichwärts gelegenen Rändern je des ersten Gliedes des zweiten bis fünften Fingers.

Für den Daumen ist vorhanden der vom Handgelenk entspringende kurze Daumenbeuger (flexor pollicis brevis).

Langer Daumenbeuger.

Spulmuskeln.

Kurzer Daumenbeuger.

**B. Strecker der Finger und des Daumens (Fig. 302).**

Oberflächlich gelegen:

1. Der gemeinschaftliche Fingerstrecker (extensor digitorum communis).  
Ursprung: Äußerer Knorren.

Ansatz: Mit vier bandförmigen Sehnen zum zweiten Glied des zweiten bis fünften Fingers. — Die Sehnen des Streckmuskels sind auf dem Handrücken, mit Ausnahme meist der Sehne des Zeigefingers, durch sehnige Brücken miteinander verbunden; so die Sehne des Ringfingers mit der des dritten und des Kleinfingers. Daher ist es bei geballter Faust nicht möglich, den Ringfinger allein zu strecken.

2. Der besondere Strecker des Kleinfingers (flexor digiti V brevis).

- |                        |   |  |
|------------------------|---|--|
| In der Tiefe gelegen:  | { | 3. Der besondere Zeigefingerstrecker oder Anzeiger (extensor indicis proprius).                          |
| Ursprung von der Elle. | { | 4. Der lange Daumenstrecker (extensor pollicis longus). Seine Sehne springt an der Handwurzel stark vor. |
|                        | { | 5. Der kurze Daumenstrecker (ext. pollicis brevis).  |

Strecker der Finger und des Daumens. Gemeinschaftlicher Fingerstrecker.

Strecker des Kleinfingers.

Langer und kurzer Daumenstrecker.

**C. An- und Abzieher der Finger.**

1. Der lange Daumenabzieher (abductor pollicis longus, von der Elle entspringend). Seine Sehne zwischen Speiche und Daumen bildet den vorderen Rand der Hand.

2. Die sieben Zwischenknochenmuskeln — zwischen den Mittelhandknochen. Der stärkste ist am Zeigefinger, durch die Haut sichtbar und fühlbar (mm. interossei).

3. Der Abzieher des Kleinfingers am Erbsenbein entspringend (abductor dig. V.).

Anzieher: 4. der Anzieher des Daumens (adductor pollicis),

- |                           |   |                                   |
|---------------------------|---|-----------------------------------|
| 5. } der Gegensteller des | { | Daumens (opponens pollicis)       |
| 6. }                      |   | Kleinfingers (opponens digiti V). |

Diese Muskeln liegen im Daumen- und im Kleinfingerballen. —

Die Biegungen der Hand und die Biegungen der Finger schränken sich gegenseitig ein. Die stärkste Biegung der Hand nach der Hohlhand ist nur möglich bei gestreckten Fingern (Klaps mit der flachen Hand aus dem Handgelenk). Die Faust wird am kräftigsten geballt bei Streckung der Hand oder Biegung nach dem Handrücken.

An- und Abzieher der Finger.

Langer Daumenabzieher.

Sieben Zwischenknochenmuskeln.

Abzieher des Kleinfingers.

Anzieher und Gegensteller des Daumens und Kleinfingers.

Handband. Die acht Sehnen der beiden Muskeln werden unter dem queren Handband zusammengehalten. Dort ordnen sie sich zu je zwei übereinander und treten in

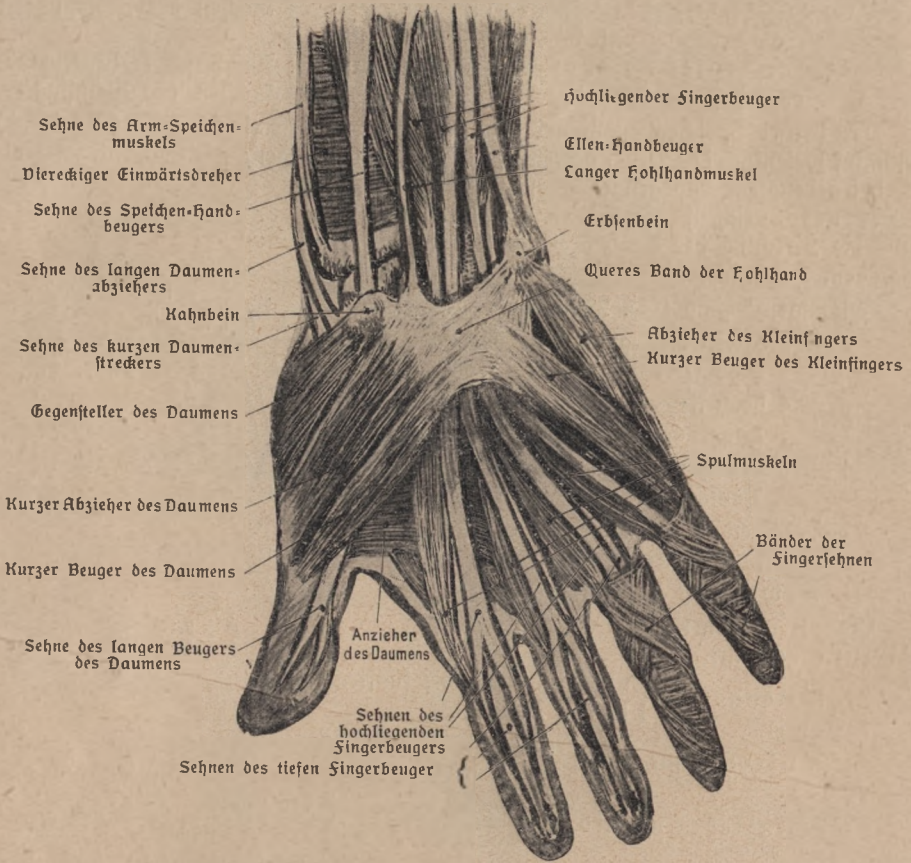


Fig. 300. Sehnen und Muskeln der Handfläche. Am Zeige- und Mittelfinger die umhüllenden Bänder entfernt.

einer an das Handskelett angewachsenen Scheide zu den Köpfchen der Mittelhandknochen. Hier spaltet sich die Sehne des oberflächlichen Beugers und setzt sich mit zwei Zipfeln an das zweite Fingerglied. Die Sehne des tiefen Beugers aber

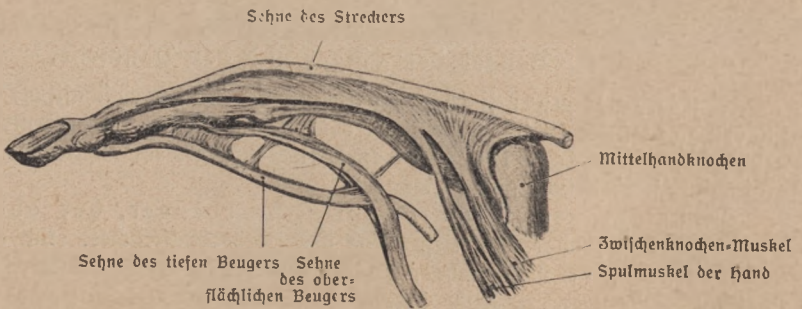


Fig. 301. Sehnen am Finger.

tritt zwischen den beiden Zipfeln des oberflächlichen hindurch, die überliegende Sehne gewissermaßen durchbohrend, und setzt sich am dritten, dem Endgliede, an (Fig. 301). Besondere Bänder, quere, schiefe und gekreuzte, halten die Sehnen gegen die Gliedknochen und Gelenke der Finger angepreßt.

Neben dem Fingerbeuger geht der lange Daumenbeuger zum Endglied des Daumens.

2. Kurze Beuger. Solche sind für den zweiten bis fünften Finger die vier spulförmigen Regenwurm- oder Spulmuskeln (mm. lumbricales). Sie verlaufen zu den speichwärts gelegenen Rändern je des ersten Gliedes des zweiten bis fünften Fingers.

Für den Daumen ist vorhanden der vom Handgelenk entspringende kurze Daumenbeuger (flexor pollicis brevis).

Langer Daumenbeuger.

Spulmuskeln.

Kurzer Daumenbeuger.

### B. Strecker der Finger und des Daumens (Fig. 302).

Oberflächlich gelegen:

1. Der gemeinschaftliche Fingerstrecker (extensor digitorum communis).

Ursprung: Äußerer Knorren.

Ansatz: Mit vier handförmigen Sehnen zum zweiten Glied des zweiten bis fünften Fingers. — Die Sehnen des Streckmuskels sind auf dem Handrücken, mit Ausnahme meist der Sehne des Zeigefingers, durch sehnige Brücken miteinander verbunden; so die Sehne des Ringfingers mit der des dritten und des Kleinfingers. Daher ist es bei geballter Faust nicht möglich, den Ringfinger allein zu strecken.

2. Der besondere Strecker des Kleinfingers (flexor digiti V brevis).

In der Tiefe gelegen:

3. Der besondere Zeigefingerstrecker oder Anzeiger (extensor indicis proprius).

4. Der lange Daumenstrecker (extensor pollicis longus). Seine Sehne springt an der Handwurzel stark vor.

Ursprung von der Elle.

5. Der kurze Daumenstrecker (ext. pollicis brevis).

Strecker der Finger und des Daumens. Gemeinschaftlicher Fingerstrecker.

Strecker des Kleinfingers.

Strecker des Zeigefingers.

Langer und kurzer Daumenstrecker.

### C. An- und Abzieher der Finger.

1. Der lange Daumenabzieher (abductor pollicis longus, von der Elle entspringend). Seine Sehne zwischen Speiche und Daumen bildet den vorderen Rand der Hand.

2. Die sieben Zwischenknochenmuskeln — zwischen den Mittelhandknochen. Der stärkste ist am Zeigefinger, durch die Haut sichtbar und fühlbar (mm. interossei).

3. Der Abzieher des Kleinfingers am Erbsenbein entspringend (abductor dig. V.).

Anzieher: 4. der Anzieher des Daumens (adductor pollicis),

5. } der Gegensteller des Daumens (opponens pollicis)

6. } des Kleinfingers (opponens digiti V).

Diese Muskeln liegen im Daumen- und im Kleinfingerballen. —

Die Biegungen der Hand und die Biegungen der Finger schränken sich gegenseitig ein. Die stärkste Biegung der Hand nach der Hohlhand ist nur möglich bei gestreckten Fingern (Klapp mit der flachen Hand aus dem Handgelenk). Die Faust wird am kräftigsten geballt bei Streckung der Hand oder Biegung nach dem Handrücken.

An- und Abzieher der Finger.

Langer Daumenabzieher.

Sieben Zwischenknochenmuskeln.

Abzieher des Kleinfingers.

Anzieher und Gegensteller des Daumens und Kleinfingers.

Spannung oder Ausholen versetzt die Muskeln, wie schon früher ausgeführt, in die günstigste Lage für eine rasche und ausgiebige Kraftleistung. Will einer kraftvoll zugreifen, eine Fingerbeugung mit Kraft ausführen, so stellt er sein Hand-

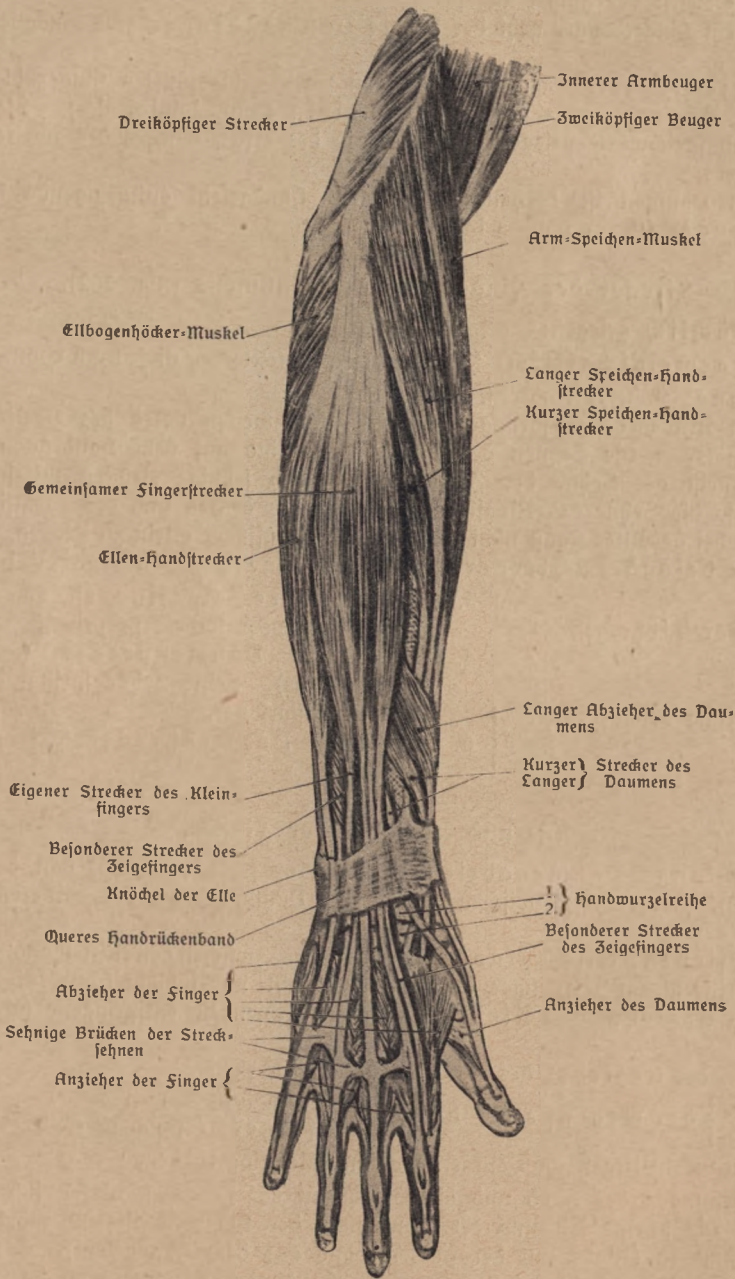


Fig. 302. Muskeln der Außenfläche (Streckseite) des Unterarms.



gelenk erst in Biegung nach dem Handrücken — Greifbewegung, z. B. um in den Hang am Red zu kommen.

Greif-  
bewegung.

Beim Tasten und Befühlen dagegen, wo ganz leichte, feine Bewegung erforderlich ist, wird umgekehrt die Hand nach der Hohlhand gebeugt — Tastbewegung.

Tast-  
bewegung.

Der Klavierspieler spielt mit abwärts gefenfter Hand piano, aus im Handgelenk aufwärts gebogener forte.

Umgekehrt, wenn eine Streckbewegung der Hand kräftig sein soll (Abwehrebewegung der Hand), wird sie zum Ausholen erst nach der Hohlhand gebeugt, weil die nach dem Rücken gebogene Handstellung die Fingerstrecke lahmlegt.

Abweh-  
bewegung.

## § 117. Die Muskeln am Becken und Bein.

Die Entwicklung der Formen der Muskeln am Becken und Bein ist beim Menschen bedingt durch den aufrechten Gang. Nicht die bloßen Beinbewegungen sind es, welche eine so starke Muskulatur verlangen, wie es die um Oberschenkel und Hüften ist, sondern es kommt hinzu die Tragung und Gleichgewichtserhaltung des Beckens mit dem Rumpfe auf den Schenkelköpfen. Namentlich ist dem Menschen allein eigen die starke Entwicklung des Gesäßes (*Les fesses n'appartiennent qu'à l'espèce humaine.* Buffon). Die mächtige Entwicklung der Muskeln um Becken und Oberschenkel verhüllt fast vollständig die starken Knochen dieser Gegend. Fühlbar sind vom Becken nur der Kamm des Darmbeins, im zusammengefaerten Zustand auch die Sitzknorren. Vom Oberschenkelknochen ist es allein der große Rollhügel, welcher an die Oberfläche tritt, am Seitenkontur der Hüftgegend sich bemerkbar macht und deutlich durch die Haut hindurch fühlbar ist.

Muskeln am  
Becken und  
Bein.

Die Haut der Schenkel, an der Leistengegend sowie in der Kniekehle besonders dünn und weich, wird auf dem Gesäß sehr derb, namentlich aber hart und rauh (schwierig) auf und unterhalb der Kniecheibe sowie an der Fußsohle.

Die Bewegungen der Beine sind, verglichen mit denen der Arme, weniger ausgiebig und verwickelt. Der Arm zeigt die besondere Mechanik des Schulterblatts, die Drehung der Speiche um die Elle, die freie Bewegung des Daumens, die vielseitige Beweglichkeit der Hand und der Finger. Beim Bein sind alle diese Verhältnisse weit einfacher: der Beckengürtel ist fest, die Dreh- oder Rollbewegungen sind geringfügig, die Zehenglieder sind kürzer und weniger beweglich als die Fingerglieder, der Großzeh kann keine Gegenbewegung ausführen.

Bein und  
Arm.

## § 118. Muskeln, welche die Beine im Hüftgelenk bewegen.

Die im Hüftgelenk möglichen Bewegungen sind:

1. Beugung und Streckung bis zu anderthalb rechtem Winkel (135°). Ganz auszunutzen ist dieser Spielraum nur bei gebeugtem Knie. Bei gestrecktem Knie hemmen die gespannten Beugemuskeln an der Hinterseite des Schenkels die stärkere Beugung im Hüftgelenk (s. o. § 68).

Bewegungen  
im Hüft-  
gelenk.

Die Überstreckung findet ihre Grenze in der Spannung des Bertinischen Bandes.

2. Anziehung: Annähern der gespreizten oder gegrätschten Beine zueinander, bis zum Zusammenklemmen der Schenkel, oder Vorbeiführen voreinander zur Kreuzung und

Abziehung: Entfernen der Beine voneinander, Spreizen oder Grätschen.

Der Spielraum dieser Bewegungen ist ein guter rechter Winkel: voll zu erreichen ist er aber nur in der halbgebeugten Stellung beim Sitzen (Übereinanderschlagen der Beine).

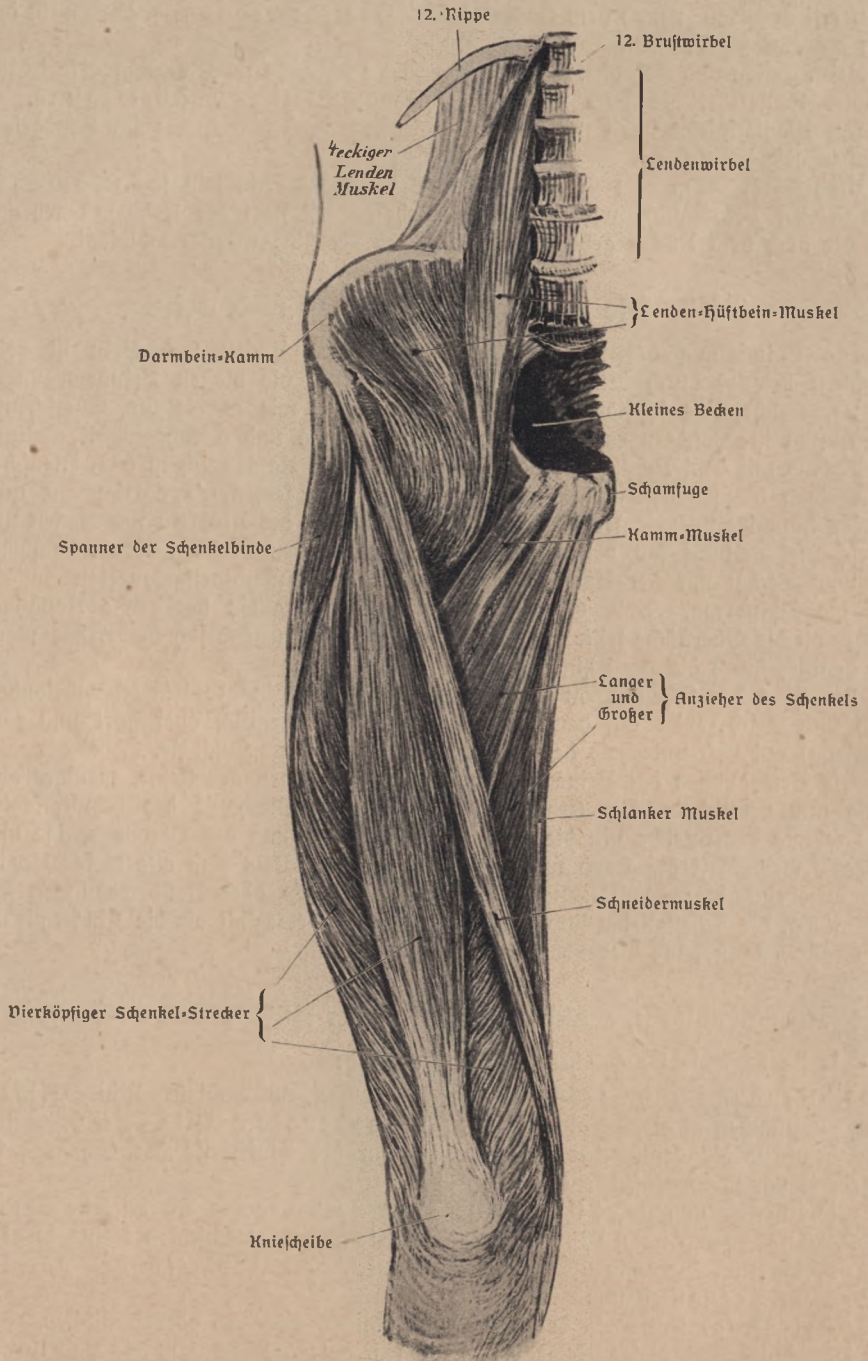


Fig. 303. Muskeln des Oberschenkels von vorn gesehen.

## 3. Rollbewegung: annähernd im rechten Winkel ausführbar.

Die äußersten Grenzen dieser Bewegung nach aus- wie nach einwärts führen zur turnerisch sogenannten Zwangstellung der Füße. Daß diese über den rechten Winkel in der Stellung der Fußachsen zueinander hinausgehen kann, liegt am Hinzu- kommen der geringen Bewegungsmöglichkeit des Aus- und Einwärtsführens des Fußes.

## A. Beugemuskeln.

- |  |   |   |   |                                 |
|--|---|---|---|---------------------------------|
| Lenden-<br>Hüftbein-<br>Muskel<br>(ilio-psoas)<br>(Sig. 303) | } | 1. Der Lendenmuskel.<br>Ursprung: Seitenfläche und Querfortsätze des zwölften Brust-<br>wirbels und aller Lendenwirbel. | } | Lenden-<br>Hüftbein-<br>Muskel. |
|  |   | 2. Der Darmbein- oder Hüftbeinmuskel.<br>Ursprung: Innere Fläche der Darmbeinschaukel.                                  |   |                                 |

Ansaß: als Lenden-Hüftbeinmuskel vereint unter dem Poupartischen Bande hervortommend am kleinen Rollhügel.

Wirkung des Muskels: Beugen des Schenkels zum Rumpf, d. h. Heben des Schenkels — oder umgekehrt, bei festgestelltem Bein: Beugen des Rumpfes gegen den Schenkel.

In letzterer Beziehung arbeitet der Muskel gleichsinnig mit den Bauchmuskeln.

Die Beugung des Schenkels gegen den Rumpf beim Steigen, Laufen, Gehen usw. wird vorzugsweise durch den Lenden-Hüftbeinmuskel bewirkt.

Der Muskel ist indes nicht nur Beuger, sondern gemäß seiner Faserrichtung und seinem Ansaß am kleinen Rollhügel auch Auswärtsroller des Schenkels.

3. Der Spanner der Schenkelbinde (tensor fasciae latae). Er entspringt vom vorderen oberen Darmbeinstachel und geht von dem großen Rollhügel herab zu der starken, die Schenkelmuskeln umhüllenden Haut, der Schenkelbinde. Der Muskel spannt aber nicht nur diese straffe Binde, sondern sein Zug bewirkt auch Beugung des Schenkels gegen das Becken oder umgekehrt des Beckens gegen den Schenkel. Zweifellos ist ferner nach seiner Faserrichtung der Muskel Einwärtsroller des Schenkels (Sig. 304).

Wirkt er zusammen mit dem Lenden-Hüftbeinmuskel, was zum Vorsetzen des Beins beim Gehen usw. der Fall ist, so verstärkt er einmal die Beugetätigkeit dieses mächtigen Muskels, sodann aber hebt er durch seine Wirkung als Einwärtsroller die Nebenwirkung des Lenden-Hüftbeinmuskels als Auswärtsroller auf, so daß die volle Kraft beider Muskeln lediglich Beugung bewirkt.

## B. Der Streckmuskel des Hüftgelenks.

4. Der große Gesäßmuskel (gluteus maximus). Das Gesäß wird überdeckt von dem zollthicken, grobfaserigen und mächtigen großen Gesäßmuskel. Er ist überzogen mit derber Haut und einer starken Fettschicht, daher die Haut des Gesäßes bei dickeren Menschen nicht faltbar ist. Bei den Weibern einzelner wilder Völkerschaften, so bei den Buschweibern, kann sich diese Fettmasse zu ungeheuerlicher Menge ansammeln und entsprechende Formentwicklung verursachen, welche über die Entwicklung einer Venus Kallipygos weit hinausgeht. Künstlich suchte eine Zeitlang die Modetracht europäischer Damen durch den cul de Paris solche monströse Gesäßentwicklung vorzutäuschen. — Das Fettpolster des Gesäßes hat diese Gegend als die geeignetste, weil ungefährlichste Körperstelle für körperliche Züchtigung beliebt gemacht. —

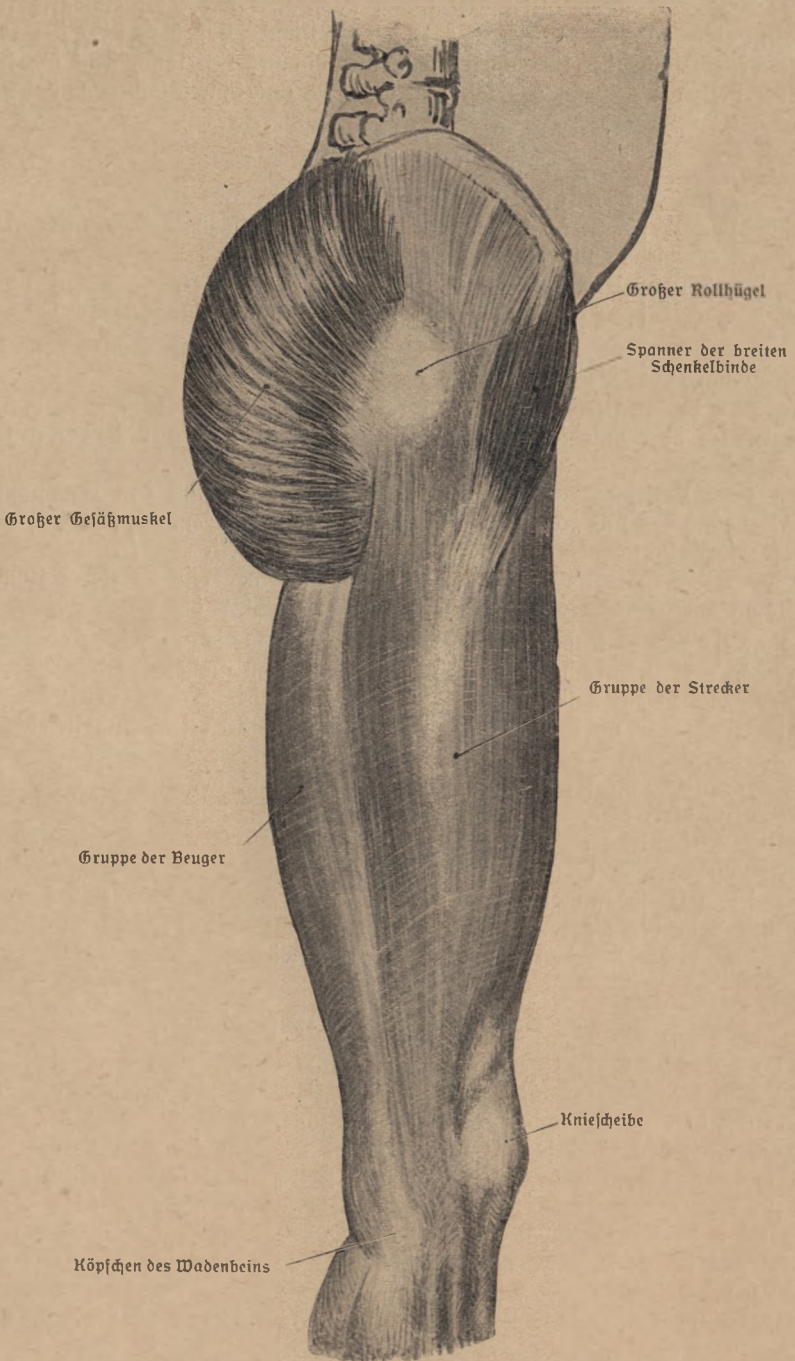


Fig. 304. Die breite Schenkelbinde von außen gesehen.

Beim aufrechten Stehen deckt der große Gefäßmuskel die Sitzknorren. Beim Sitzen dagegen gleitet der Muskel von den Knorren ab. Über dem Sitzknorren liegt jedoch zur Verhinderung des Druckes ein starkes Settpolster — „wir sitzen auf dem Fett des Gefäßes wie auf einem Luftpolster, stehen auf unsern Fußsohlen wie auf einer Matratze und greifen mit den Händen wie mit einem dicken Handschuh“ (Hyrtl).

Beim Sitzen auf ebener harter Unterlage ruht der Körper auf drei Punkten: den Sitzknorren und der Steißbeinspitze. Beim Sitzen auf weichem Polster teilt sich der Druck auch den Gefäßmuskeln mit und bewirkt Blutstauung in der gesamten Gefäßgegend. Leute, welche viele und anhaltende Arbeit im Sitzen verrichten, setzen sich daher nie in weiche Polster, sondern auf einen harten Schreibstuhl oder Bod.

Der große Gefäßmuskel ist der mächtigste Muskel der Hüftgegend. Seine Tätigkeit ist wesentlich für den aufrechten festen Stand sowie für bestimmte natürliche Bewegungen wie Marschieren, Laufen, Springen, Bergsteigen u. dgl.; er ist der Antagonist oder der gegensinnig wirkende Muskel des Lenden-Hüftbeinmuskels.

Ursprung: Hinteres Ende des Darmbeinkamms; Kreuz- und Steißbein. Von hier laufen die dicken Bündel des Muskels schräg nach unten und außen.

Ansatz: Die obersten Bündel des Muskels enden in einer breiten Schenkelbinde; die Hauptmasse des Muskels geht zum Oberschenkel unterhalb des großen Rollhügels.

Wirkung: Der große Gefäßmuskel ist ein kräftiger Streckter des Schenkels gegen das Becken, d. h. Rückheber des Beins — oder, und zwar ist diese Tätigkeit die ganz vorwiegende, ein kräftiger Streckter und Halter des Rumpfes bei fixiertem Bein. Das Bertinische Band setzt dem Spielraum der Streckbewegung eine Grenze. Neben seiner Strecktätigkeit ist der Muskel auch Auswärtsroller des Schenkels. — Die hinteren Teile des Muskels pressen bei feststehenden Oberschenkeln die Hinterbacken zusammen: so bei Bekämpfung eiligen Stuhlbranges.

### C. Die Anzieher des Schenkels.

Eine Gruppe von mächtigen Muskeln an der Innenseite des Schenkels bilden:

der große	} Anzieher;
der lange	
der kurze	
der Schambein- oder Kamm-Muskel;	
der schlanke Muskel (Fig. 305).	

Anzieher des Schenkels.

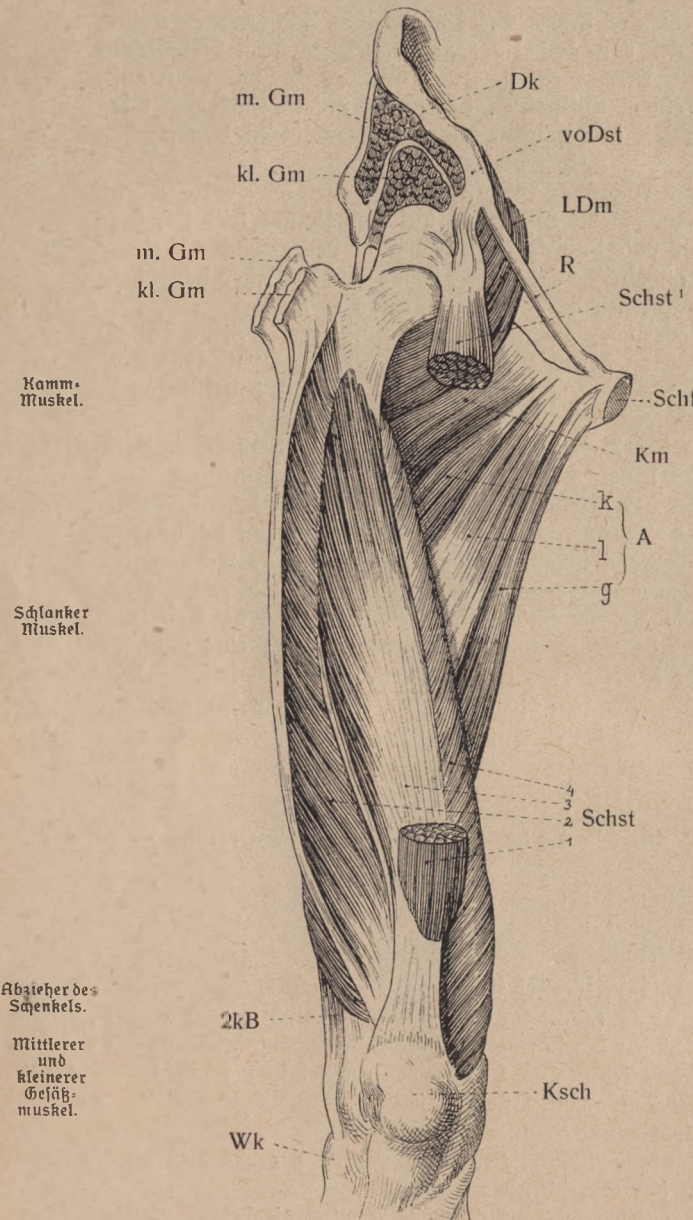
5., 6. und 7. Die drei Anzieher (adductor magnus, longus und brevis) an der inneren Seite des Oberschenkels bilden die innere fleischige Scheidewand zwischen den vorderen und hinteren Muskeln des Schenkels. Der große Anzieher ist der mächtigste Muskel der Gruppe und begrenzt den Schenkel nach innen.

Ursprung: Schambein, Sitzbein und Sitzknorren.

Ansatz: Hintere innere Kante des Oberschenkelknochens; der große An- oder Zuzieher reicht bis zum Knorren des Oberschenkels herab.

Wirkung: Kräftige Zuziehung der Schenkel (custos virginum). Diese Tätigkeit der Anzieher kommt wesentlich und unausgesetzt zur Anwendung beim Reiten zum Schenkelschluß um den Leib des Pferdes. Dabei kommt dem Reiter besonders zugute, daß der untere Abschnitt des großen Anziehers dem Schenkel gleichzeitig eine Rollbewegung nach innen verleiht, wodurch die Ferse des Fußes geradeaus nach hinten und nicht nach innen sieht, wie es bei der gewöhnlichen Drehung die Fußspitze nach außen der Fall wäre. Für den Reiter ist dadurch die Gefahr vermindert, unwillkürlich mit den Sporen den Bauch des Pferdes zu be-

Großer, länger und kurzer Anzieher.



rühren. — Vereint mit der Zusammenziehung des vierköpfigen Streckers an der Vorderseite des Schenkels bewirken die Anzieher des einen Beins über das andere. Die Anzieher sind ferner auch Vorheber des Schenkels bis zu 50° etwa. Bei Vorhebung darüber hinaus wird ihre Tätigkeit umgekehrt eine senkende.

8. Der Schambein- oder Kamm-Muskel (m. pectineus). Entspringt am oberen Rande des Schambeins und geht neben dem Lendenhüftbeinmuskel unter dem Poupartischen Bande hervor zum Oberschenkelknochen.

9. Der schlank Muskel (m. gracilis). Geht vom unteren Rande des Schambeins als dünnes breites Band abwärts und mit langer Sehne um den inneren Oberschenkelknorren herum zur vorderen Kante des Schienbeins (Fig. 303).

Der Muskel ist Anzieher und dreht bei gebeugtem Knie den Oberschenkel nach innen.

**D. Die Abzieher des Schenkels (Fig. 306).**

10. und 11. Der mittlere und der kleine Gefäß-muskel (m. glutaeus medius und minimus).

Ursprung: Außenseite des Darmbeins. Der kleine Gefäßmuskel liegt ganz unter dem mittleren, der mittlere zum Teil unter dem großen.

Ansatz: Oberer Rand des großen Rollhügels.

Wirkung: Ausschließlich abziehend oder seithebend (zur Grätschstellung)

Fig. 305. Muskeln des Oberschenkels (der lange Kopf des vierköpfigen Schenkelstreckers entfernt). m. Gm und kl. Gm Mittlerer und kleiner Gefäßmuskel (am Ursprung und Ansatz durchgeschnitten); Dk Darmbeinkamm; voDst vorderer oberer Darmbeinstachel; LDm Lenden-Darmbeinmuskel; R Poupartisches Band; Schf Schamfuge; Km Kamm-Muskel; k, l, g A kurzer, langer und großer Abzieher; 2, 3, 4 Schst 1. 2. 3. und 4. Kopf des Schenkelstreckers; 2kB zweiköpfiger Beuger; Ksch Kniesehne; Wk Wadenbeinköpfchen.

wirkt nur die mittlere Portion der Muskeln; die vordere und hintere nur dann, wenn sie gleichzeitig arbeiten und sich ihre Rollbewegungen aufheben. Denn die vordere Portion wirkt einwärts, die hintere auswärtsrollend, erstere zudem vor-, letztere rückhebend. Vor allem aber wirken die beiden Muskeln als Halter des Beckens (Balancierung), eine Tätigkeit, die im Stehen und Gehen unablässig notwendig ist.

### E. Die Roller des Schenkels.

A. Einwärtsrollung. Die Einwärtsrollung des Schenkels wird vorzugsweise durch den vorderen Teil des mittleren und kleinen Gesäßmuskels bewirkt, sowie durch den Spanner der Schenkelbinde.

Rollung des Schenkels.  
Einwärtsrollung.

Wenn die erstgenannten Gesäßmuskeln aber lediglich als Einwärtsroller tätig sein sollen, so muß die Abziehung, welche von ihnen außerdem bewirkt wird, durch entsprechende gleichzeitige Wirkung der Anzieher aufgehoben werden.

B. Auswärtsrollung. Die Auswärtsroller sind stärkere Muskeln als die Einwärtsroller. Vermöge dieses Übergewichts sieht in Ruhestellung das Bein mit seiner Vorderfläche nicht geradeaus, sondern ist nach auswärts gedreht. Der natürliche Gang erfolgt mit etwas nach außen gerichteten Fußspitzen: aufgerichtetes Gehen mit geradeaus und parallel gerichteten Füßen ist kein natürlicher, sondern ein Kunstschritt. Nur dann, wenn unter möglichster Entspannung der Beinmuskeln und Ersparnis an Muskelkraft unschön mit stetig gebeugten Knien gegangen wird, fällt die Auswärtsrichtung der Füße fort, so daß diese geradeaus gerichtet bleiben (Gang der Indianer; Beugegang s. u. § 289).

Auswärtsrollung.

Der kräftigste Auswärtsroller ist der große Gesäßmuskel; ferner bewirkt Auswärtsrollung der hintere Teil des mittleren und des kleinen Gesäßmuskels.

Weiterhin kommen hinzu eine Reihe kleinerer Muskeln, die vom Becken hinter dem Schenkelhals entspringen und zum großen Rollhügel gehen. Diese kleinen Rollmuskeln sind übrigens auch Beckenhalter.

Die kleinen Rollmuskeln.

Es sind folgende Muskeln:

12. Der birnförmige Muskel (m. piriformis).
13. Der innere Hüftbeinlochmuskel (m. obturator int.).
14. und 15. Die beiden Zwillingmuskeln (m. gemellus sup. und inf.).
16. Der äußere Hüftbeinlochmuskel (m. obturator ext.).
17. Der viereckige Schenkelmuskel (m. quadratus femoris).

## § 119. Muskeln, welche die Beine im Kniegelenk bewegen.

Beugung im Kniegelenk ist spitzwinklig möglich bis zu einem Spielraum von 160°.

Bei ganz gestrecktem Knie geschieht die Rollbewegung im Hüftgelenk; im Kniegelenk ist dann nur eine geringe Drehung der Fußspitze nach außen möglich. Die gespannten Seitenbänder des gestreckten Knies hindern weitere Rollbewegung des Unterschenkels. Werden diese Bänder entspannt durch rechtwinklige Beugung des Knies, so kann der Unterschenkel für sich eine Rollbewegung im Umfang von einem halben rechten Winkel ausführen. Diese Bewegung ist am äußern Schienbeinknorpel mittels der aufgelegten Hand gut fühlbar.

Bewegung der Beine im Kniegelenk.

Vorn am Oberschenkel liegen die Strecker, hinten die Beuger. Nach außen stoßen beide Gruppen aneinander; nach innen sind sie durch die Gruppe der Anzieher geschieden.

Kein Säugetier hat so gewaltige Kniestrecker als der aufrecht gehende Mensch. Es ist auch nur beim Menschen, daß die Kniebeuger so hoch oben am Schien- und Wadenbein ansetzen. Sie reichen sonst hier viel tiefer hinab. Einen Übergang bilden die anthropoiden Affen. —

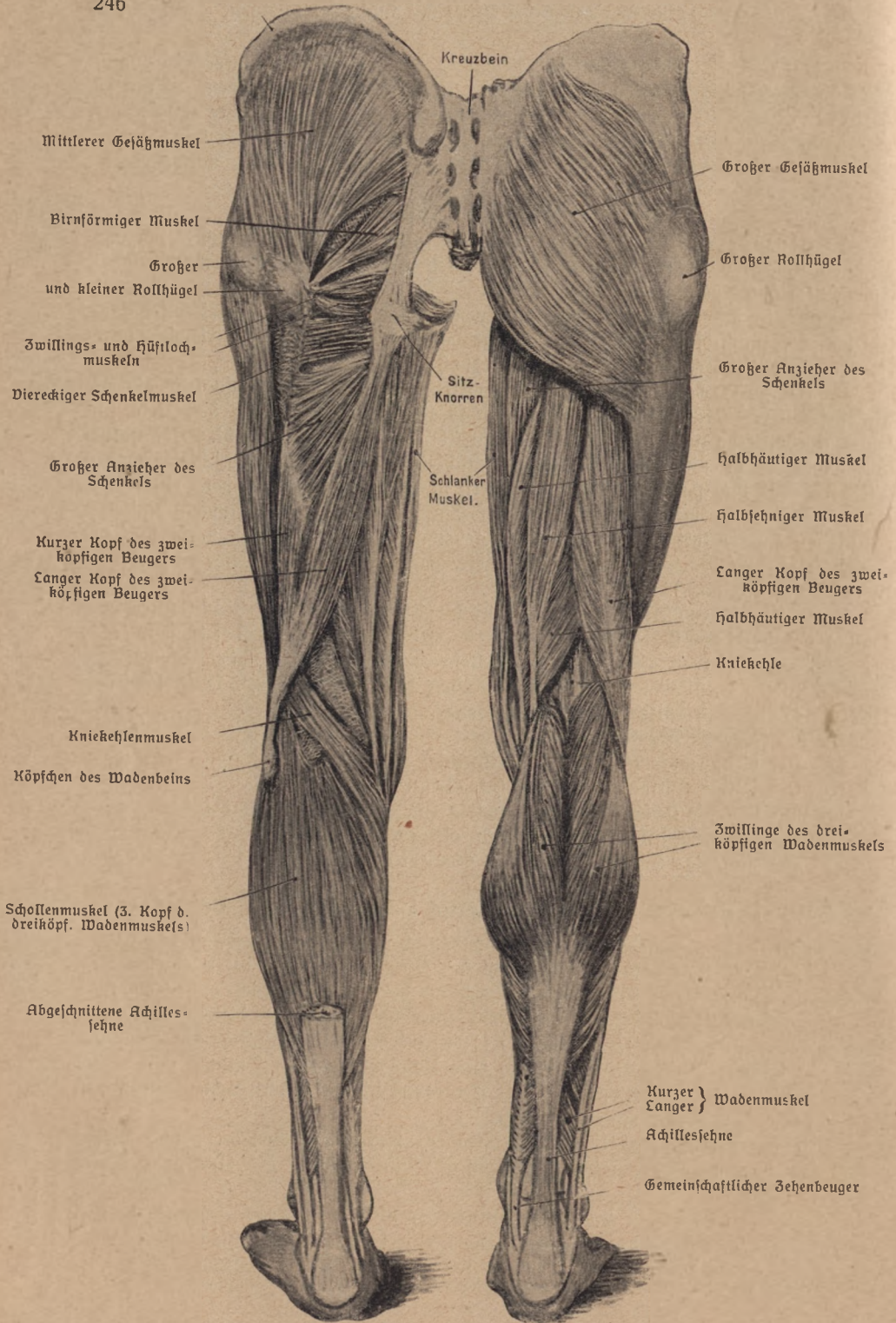


Fig. 306. Muskeln der Beine: hintere Ansicht. Links sind der große Gesäßmuskel, der halbhörnige und der halbhäutige Muskel, rechts die Zwillinge des dreiköpfigen Wadenmuskels entfernt.



## A. Beugung.

Beuge-  
muskeln.

Dem Sitzknorren nehmen ihren Ursprung:

1. Der lange Kopf des zweiköpfigen Beugers des Unterschenkels.
2. Der halbsehnige Muskel.
3. Der halbhäutige Muskel.

Alle drei bilden eine rundliche Muskelmasse (1 und 2 sind mit ihrem fleischigen Ursprung verschmolzen, 3 hat weiter unten einen starken Fleischbauch), die unter der Gefäßfalte zum Vorschein kommt.

Unter der Mitte des Oberschenkels teilt sich die Gruppe in zwei auseinandergehende Wülste, welche die spitzwinklige Grube (oberer Winkel) der Kniekehle zwischen sich lassen.

Der zweiköpfige Beuger (m. biceps femoris), dessen langer Kopf also vom Sitzknorren entspringt, während der kurze Kopf von der hinteren Mitte des Oberschenkels hinzutritt, geht zum Köpfchen des Wadenbeins.

Zwei-  
köpfiger  
Beuger.

Der halbsehnige und der halbhäutige Muskel (m. semitendinosus und semimembranosus) gehen zur inneren Fläche des Schienbeins.

Halb-  
sehniger und  
halb-  
häutiger  
Muskel.

Dort finden noch zwei Muskeln ihren Ansat: der oben bei den Anziehern des Schenkels bereits beschriebene schlanke Muskel und

4. der Schneidermuskel (sartorius). Der Schneidermuskel ist der längste aller Muskeln des Körpers. Er entspringt vom vorderen oberen Darmbeinstachel und geht spiralig um den Schenkel, indem er die an der Vorderfläche des Schenkels befindlichen Längsmuskeln kreuzt. Weiter bildet er die Grenze zwischen dem vierköpfigen Streckmuskel und der Gruppe der Anzieher, zieht am inneren Oberschenkelknorren hinab, wendet sich am inneren Knorren des Schienbeins nach vorn und endet am Schienbeinstachel (Fig. 303).

Schneider-  
muskel.

Alle diese Muskeln beugen also den Unterschenkel gegen den Oberschenkel oder umgekehrt.

Der Schneidermuskel dreht zudem bei gebeugtem Knie den Unterschenkel nach innen (Einwärtsrollung). Dagegen schlägt der Muskel nicht das eine Bein über das andere, wie es der Schneider tut — führt also den ihm beigelegten Namen zu Unrecht.

## B. Streckung.

Streckung.

Ein einziger mächtiger Muskel, an der Vorderseite des Schenkels gelegen, bewirkt die Streckung im Kniegelenk: der vierköpfige Streckmuskel des Beines (quadriceps femoris). Er ist der größte aller Muskeln des Körpers.

Vierköpfiger  
Streck-  
muskel des  
Schenkels.

Er setzt sich zusammen aus vier Muskeln oder Köpfen. Drei davon sind bei muskulösen Beinen äußerlich unter der Haut deutlich erkennbar:

1. Der gerade Schenkelmuskel oder gerade lange Kopf (rectus femoris).  
Ursprung: mit starker Sehne vom vorderen unteren Darmbeinstachel.
2. Der äußere Kopf oder äußere große Schenkelmuskel (vastus lateralis).  
Ursprung: äußere Leiste der Oberschenkelkante.
3. Der innere Kopf oder innere große Schenkelmuskel (vastus medialis).  
Ursprung: innere Oberschenkelkante, mit seiner Fleischmasse um den Knochen herumgreifend.

4. Zwischen diesen, durch den geraden äußeren Kopf verdeckt, liegt der mittlere Kopf oder innere äußere Schenkelmuskel, von der Vorderfläche des Oberschenkels entspringend (vastus intermedius).

2. und 3. liegen als große Fleischwülste zu beiden Seiten von 1., und zwar reicht der innere zwei bis drei Finger breit tiefer als der äußere.

**Ansaß:** Der Muskel endet mit seinen vier mächtigen Köpfen an einer gemeinsamen starken Sehne am oberen Rand der Kniescheibe, geht dann in das Kniescheibenband über (an dessen Innenfläche die Kniescheibe anhängt) und endet damit am Schienbeinhöcker. — Der gerade lange Kopf ist nicht nur als Strecker tätig, sondern auch zusammen mit dem Lenden- Hüftbeinmuskel sowie dem Spanner der Schenkelbinde als Vorheber des Beins. —

Unter dem Kniescheibenband liegt am Schienbeinhöcker ein (auch äußerlich in der Form der Kniegegend sich bemerkbar machender) Schleimbeutel. Er entzündet sich leicht bei häufigem anhaltenden Knien und schwillt dann an.

Rollung.

### C. Rollung.

Kniekehlen-  
muskel.

Für die wenig umfängliche Rollung des Unterschenkels ausschließlich ist nur der kleine Kniekehlenmuskel (m. popliteus) tätig. Er geht vom äußeren Oberschenkelknorren zum Schienbein in der Kniekehle unter der Wade.

Sonst bewirken die Rollung des Unterschenkels (bei gebeugtem Knie) folgende Muskeln:

Schneider-

Schlanter

Halbsehniger

Halbhäutiger

Muskel: drehen die Fußspitze nach einwärts.

Zweifköpfiger Beuger: dreht die Fußspitze nach auswärts.

Die Rollbewegungen erfolgen seitens der Beugemuskeln jedoch nur dann, wenn diese Muskeln einseitig und nicht gleichzeitig wirken. Andernfalls heben sich ihre Rollbewegungen nach außen oder innen gegenseitig auf, und es bleibt lediglich die Beugebewegung übrig.

## § 120. Muskeln, welche die Fußgelenke bewegen.

### A. Vordere Gruppe (3 Muskeln) (Sig. 307).

1. Der vordere Schienbeinmuskel (m. tibialis anterior).

Ursprung: Äußere Hälfte des Schienbeins. Die rundliche Sehne des Muskels geht von dem Schienbeinknöchel zum inneren Fußrand.

**Ansaß:** Erstes Keilbein und Grundteil des ersten Mittelfußknochens.

**Wirkung:** Beugen des Fußes gegen den Unterschenkel (Biegung nach dem Fußrücken); Drehung des Fußes um seine Achse, so daß der innere Fußrand nach oben sieht und die Fußspitze sich etwas nach innen begibt.

2. Der lange Strecker des Großzehs (extensor hallucis longus). Er geht von der inneren Wadenbeinfläche zum zweiten Glied des Großzehs. — Die Sehne des Muskels springt auf dem Fußrücken nach dem Großzeh hin stark vor.

3. Der lange gemeinschaftliche Strecker der Zehen (extensor digitorum longus).

Ursprung: Oberes Ende von Schien- und Wadenbein. An die Sehnen treten noch weit hinab Muskelbündel.

**Ansaß:** Die Sehne geht unter einer besonderen Bandschlinge (dem Schleuderband), welche verhindert, daß bei Einwärtsführung des Fußes das Sehnenbündel nach innen rutscht, zum Fußrücken und weicht hier in vier Sehnen, die zum zweiten bis fünften Zeh gehen, auseinander. Sie heben sich außen am Fußrücken deutlich ab. Von der Sehne des Kleinzehs geht als fünfte Sehne ein Sehnenstreifen zur Rückenfläche des fünften Mittelfußknochens.

**Wirkung:** Strecker der Zehen; Beuger des Fußes nach dem Fußrücken.

Bewegung  
der Fuß-  
gelenke.Vorderer  
Schienbein-  
muskel.Langer  
Strecker des  
Großzehs.Langer ge-  
meinschaft-  
licher  
Strecker.

**B. Äußere Gruppe.**

1. Der lange } Wadenbeinmuskel (m. peroneus longus und brevis).
2. Der kurze }

Langer und  
kurzer  
Wadenbein-  
muskel.

Ursprung: Obere zwei Drittel des Wadenbeins. Der lange Wadenbein-  
muskel liegt oberflächlicher.

Ansatz: Die platten Sehnen der beiden Muskeln liegen am unteren Teil des  
Wadenbeins aufeinander und biegen in einer Furche am äußeren Knöchel nach vorn  
und unten um. Hier geht die Sehne des kurzen Wadenbeinmuskels zum Höcker des  
fünften Mittelfußknochens, die des langen durch eine Furche des Würfel-  
beins unter die Sohle und schräg  
hinüber zum inneren Fußrand, wo sie  
am ersten Mittelfußknochen ansetzt.

Wirkung: Die beiden Wadenbein-  
muskeln strecken den Fuß (Biegung nach  
der Fußsohle), senken den Innen-  
rand des Fußes und wenden die Fuß-  
sohle etwas nach außen. Namentlich  
stammt der lange Wadenbeinmuskel das  
vordere Ende des Innenrands des Fußes  
(Großzehballen) mit großer Kraft fest  
abwärts gegen den Boden beim Gehen,  
Laufen und Hüpfen.

**C. Hintere Gruppe.**

a) Oberflächliche Schicht. Sie  
wird gebildet vom dreiköpfigen  
Wadenmuskel (triceps surae). Er  
setzt sich zusammen aus dem Zwillings-  
muskel der Wade (gastrocnemius) und  
dem darunterliegenden Schollenmuskel  
(m. soleus), bildet das dicke Fleisch der  
Wade und gibt dieser die äußere Form.

Der Zwillingsmuskel entspringt  
hinten über den beiden Knorren des  
Oberschenkels. Die beiden Zwillings-  
muskeln bilden hier die untere Be-  
grenzung (unterer spitzer Winkel) der  
Kniekehle. Die beiden Köpfe, an musku-  
lösen Beinen sich kräftig abzeichnend,  
gehen etwas über der Mitte des Unter-  
schenfels mit einer halbmondförmigen  
Bogenlinie in die breite und platte  
Achillessehne über.

Der Sohlenmuskel oder Schollen-  
muskel, von platter Form, bildet, unter  
dem Zwillingsmuskel liegend, das tiefe  
dicke Fleisch der Wade. Er nimmt seinen  
Ursprung von der oberen hinteren Hälfte  
des Wadenbeins wie des Schienbeins und

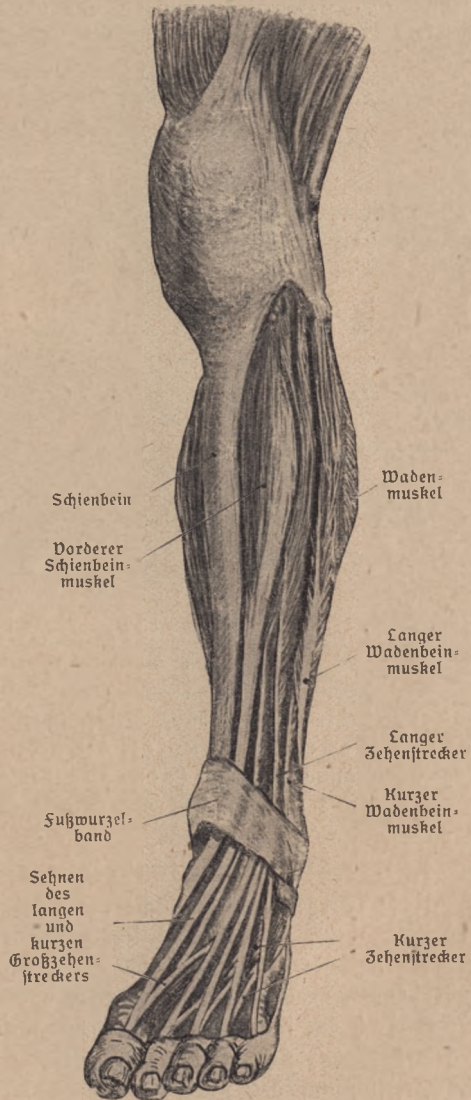


Fig. 307. Muskeln des Unterschenkels.

geht ebenfalls an die Achillessehne (daher als dritter Kopf des Wadenmuskels zu betrachten).

**Ansatz:** Die Achillessehne, mit die stärkste Sehne des Körpers, am Beginn breit und platt, wird am Fußgelenk schmaler und dicker. Hier kann man zwischen Knochen und Sehne greifen: die Stelle, wo Thetis ihren Sohn Achilles festhielt und dieser verwundbar blieb. Die Sehne setzt sich an die hintere Rauigkeit des Fußhöckers an (Fig. 306).

**Wirkung:** Der dreiköpfige Wadenmuskel streckt den Fuß gegen den Unterschenkel. Diese kräftige Strecktätigkeit ist für das Gehen, Laufen, Springen (Abstoßen des Fußes vom Boden) sowie für das Erheben des Körpers auf die Fußspitze von höchster Wichtigkeit. Verbunden mit der Streckung wird durch die Tätigkeit des Muskels die Fußspitze etwas nach innen gedreht, der innere Fußrand etwas ge-

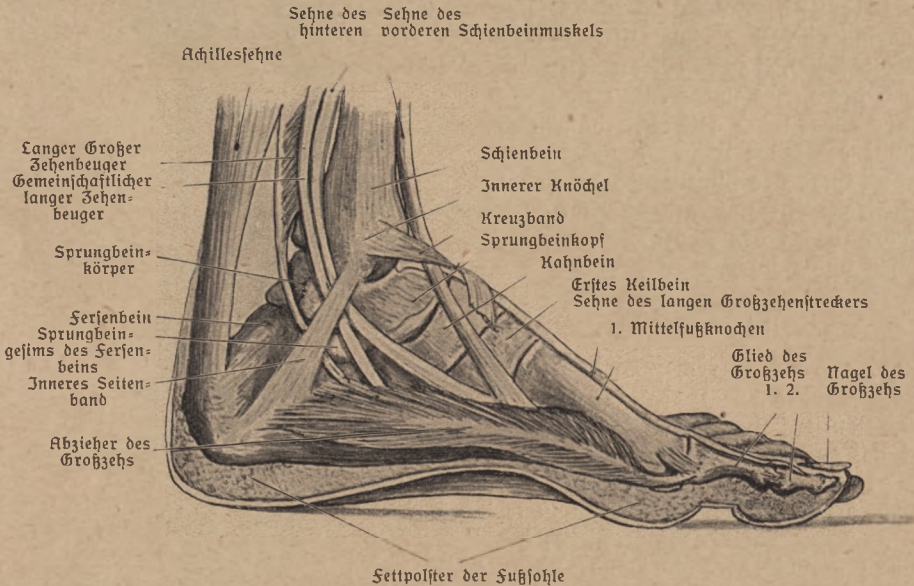


Fig. 308. Sehnen und Muskeln der Innenseite des Fußes.

hoben. Letztere begleitende Bewegungen werden durch den gleichzeitig wirkenden langen Wadenbeinmuskel, der neben seiner Strecktätigkeit die entgegengesetzten Begleitbewegungen macht (Senkung des inneren Fußrandes s. o.), aufgehoben.

b) Tiefe Schicht (drei Muskeln, entsprechend den drei Muskeln der vorderen Gruppe).

1. Der hintere Schienbeinmuskel (tibialis posterior).

**Ursprung:** hintere Fläche des Schienbeins und Zwischenhaut zwischen Schien- und Wadenbein. Der Muskel liegt zwischen den folgenden (langer Zehen- und langer Großzehenbeuger), kreuzt sich aber hinter dem unteren Schienbeinende mit dem langen Zehenbeuger, biegt um den inneren Knöchel vorn um und nimmt seinen

**Ansatz** am inneren Fußrand: Kahnbein und erstes Keilbein (Fig. 308).

**Wirkung:** Strecker des Fußes, Heber des inneren Fußrandes mit gleichzeitiger Einwärtsführung der Fußspitze. Dadurch erzielt der Muskel diejenige Bewegung, welche wir machen, um einen Gegenstand mit beiden Füßen zu umklammern. Der

hintere Schienbeinmuskeln wird daher besonders in Tätigkeit gesetzt beim Klettern an der Stange oder am Tau zum Kletterschluss der Füße.

2. Der lange Großzehenbeuger (flexor hallucis longus), ein kräftiger Muskel.  
 Ursprung: Wadenbein.

Langer  
 Großzehen-  
 beuger.

Ansatz: Die Sehne geht hinter dem Sprungbein und unter dem Gefims des Ferseubeins zur Fußsohle und zum Großzeh.

3. Der lange (gemeinschaftliche) Zehenbeuger (flexor digitorum longus).  
 Ursprung: Schienbein.

Langer  
 Zehen-  
 beuger.

Ansatz: in der Fußsohle zum zweiten bis fünften Zeh.

Übersicht.

a) im Sprunggelenk ist nur möglich:  $\left. \begin{array}{l} 1. \text{ Hebung (Beugung) } \\ 2. \text{ Senkung (Streckung) } \end{array} \right\}$  des Fußes.

Übersicht der  
 für die Fuß-  
 bewegung  
 tätigen  
 Muskeln.

b) im Fußwurzelgelenk: 1. Einwärtsführung der Fußspitze  
 mit:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Hebung des inneren} \\ \text{Senkung des äußeren} \end{array} \right\}$  Fußrandes.

2. Auswärtsführung der Fußspitze  
 mit:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Hebung des äußeren} \\ \text{Senkung des inneren} \end{array} \right\}$  Fußrandes.

Muskeln für a) 1.

Heber des Fußes: Der vordere Schienbeinmuskeln;  
 Der lange Zehen- }  
 Der lange Großzehen- } Strecker.

a) 2. Senker oder Strecker des Fußes: Der dreiköpfige Wadenmuskeln;  
 der hintere Schienbeinmuskeln;  
 der lange Wadenbeinmuskeln;  
 der lange Zehen- }  
 der lange Großzehen- } Beuger.

b) 1. Einwärts wender: Der vordere }  
 und besonders der hintere } Schienbeinmuskeln;  
 der lange Zehenbeuger.

b) 2. Auswärts wender: Der lange }  
 der kurze } Wadenbeinmuskeln;  
 der lange Zehenstrecker mittels der fünften Sehne, die  
 zum äußeren Fußrande geht.

§ 121. Kurze Muskeln am Fuße (Fig. 308 u. 309).

Kurze Mus-  
 keln am  
 Fuße.

A. Auf dem Fußrücken (s. Fig. 307):

1. Der kurze Zehen- }  
 2. der kurze Großzehen- } Strecker (extensor digit. und  
 ext. hallucis brevis).

Kurzer  
 Zehen- und  
 kurzer  
 Groß-Zehen-  
 strecker.

Ursprung: Obere Fläche des Ferseubeinfortsatzes.

Ansatz: an die Strecksehnen der langen Strecker.

B. In der Fußsohle (Fig. 309). Die Muskeln der Fußsohle bilden drei in der Richtung von hinten nach vorn zu den Zehen verlaufende Wülste. Muskeln der  
 Fußsohle.

Innerer Randwulst: 1. Abzieher des Großzehs (abductor hallucis).  
 2. Kleiner Beuger des Großzehs (flexor hall. brevis).

Ursprung: Unterfläche des Fersehens.

Äußerer Randwulst: 3. Abzieher } des Kleinzehs (abductor  
4. Kleiner Beuger } und flexor brevis digiti V).

Mittlerer Randwulst: 5. Kurzer Zehenbeuger (flexor digit. brevis).

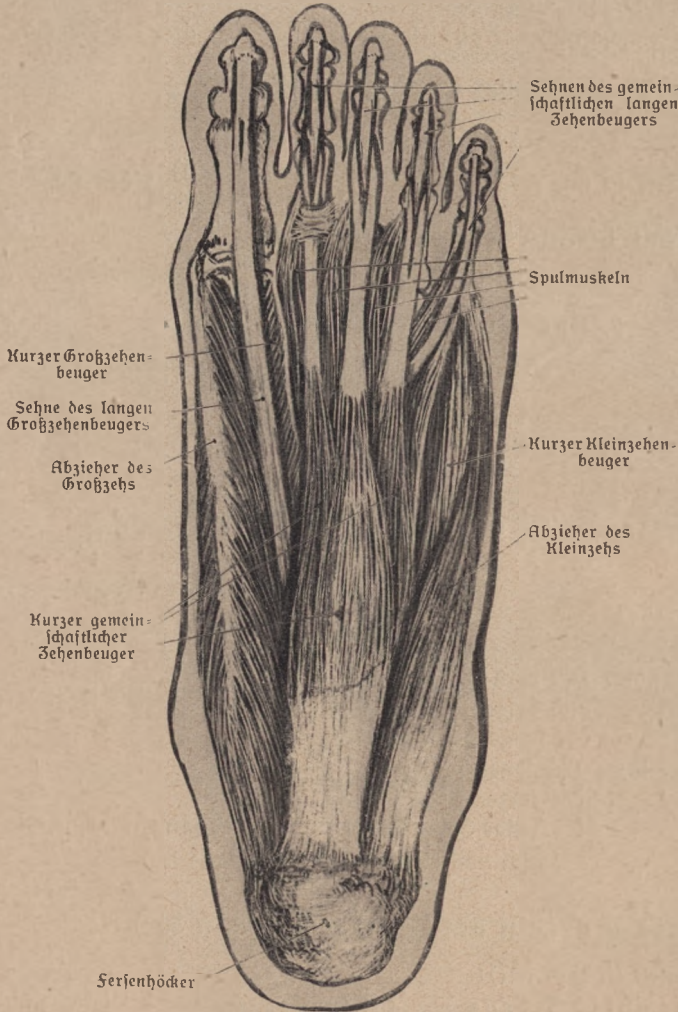
Mit drei Bäuchen vom Fersehensbein zu den mittleren (zweiten bis vierten) Zehen

gehend. Die Sehnen sind gabelig geteilt, die Sehnen des langen Beugers, denen sich in der Fußsohle noch der viereckige Sohlenmuskel (m. quadratus plantae) zugesellt, gehen durch die des kurzen hindurch (wie an der Hand). Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt der zweiföpfige Anzieher des Großzehs (adductor hallucis), der in der Tiefe des Großzehballens gelegen ist.

Außerdem finden sich an den Sehnen der langen Beuger vier Regenwurm- oder Spulmuskeln und drei äußere sowie vier innere Zwischenknochenmuskeln zwischen den Mittelfußknochen, ähnlich wie an der Hand.

Dagegen fehlen, im Gegensatz zur Hand, Muskeln, welche den Groß- oder Kleinzeh in Gegenstellung zu den andern Zehen bringen könnten.

Die Sohlenmus-



Sto. 309. Muskeln der Fußsohle.

gewölbe, wie eine Sehne den Bogen, und halten der gesamten Körperlast, welche das Fußgewölbe zu verflachen strebt, das Gleichgewicht. Hierbei werden die Muskeln unterstützt durch die Widerstandskraft der außerordentlich starken sehnigen Häute oder Bänder an der Fußsohle.

---

## Zweiter Teil

Herz und Kreislauf des Blutes. Lunge und  
Atmung. Haut. Verdauung und Ernährung.  
Harn- und Geschlechtsorgane. Nervensystem.

---





## Gefäßsystem und Kreislauf des Blutes.

### § 122. Allgemeine Übersicht über den Blutkreislauf.

Das Blut ist die im Körper stetig kreisende Flüssigkeit, aus welcher die zum Leben und Wachstum der Organe notwendigen Stoffe entnommen werden. Da die Lebensvorgänge an Stoffumsetzungen gebunden sind, die mit Verbrennungsvorgängen einhergehen, so führt das Blut den Organen ebensoviel verbrennliche Stoffe aus der Nahrung zu, als auch den zur Verbrennung notwendigen Sauerstoff. Fernerhin nimmt es aus den Organen die jenen Stoffumsetzungen entstammenden und unbrauchbar gewordenen, meist schädlichen Stoffe auf und befördert sie zu den verschiedenen Ausscheidungsorganen. Das Blut reinigt also auch die Organe und wäscht sie aus: so führt es zur Ausscheidung die gasförmige Kohlensäure nach der Lunge, andere Stoffe — als solche sind Harnstoff und die Ermüdungsstoffe schon früher erwähnt — zu den Nieren, zur Haut und zum Darm.

Blut-  
flüssigkeit.

Die Blutflüssigkeit ist eingeschlossen in ein System von allenthalben im Körper verzweigten Röhren. Diese Röhren besitzen die verschiedenste Dicke und werden schließlich in den Haargefäßen so fein, daß sie nur bei starker Vergrößerung wahrgenommen werden können.

Innerhalb der Röhren des Gefäßsystems ist das Blut in anhaltender Bewegung. Dies geschieht infolge der Tätigkeit eines besonderen Pumpwerkes, des *Herzens*, welches schon beim ungeborenen Kinde zu arbeiten beginnt. Das Herz bleibt das ganze Leben hindurch tätig, empfängt aus zuleitenden Blutgefäßen Blut und stößt dieses wieder in ableitende Blutgefäße aus. Erst mit dem Augenblick des Todes steht das Herz still; von allen Organen hört das Herz zuletzt auf zu leben: mit seinem Stillstand ist der Tod besiegelt. Diejenigen Gefäße, in welche das Herz Blut einpreßt, und welche das Blut zu allen Organen des Körpers hinleiten, heißen *Puls- oder Schlagadern* (Arterien). Sie haben ihren Namen daher, weil an ihnen eine rhythmische Bewegung, ein An- und Abswellen, der sogenannte *Puls*schlag überall fühlbar ist. Die Schlagadern verästeln sich durch unausgesetzte Teilung nach Art eines Wurzelwerkes in immer feinere Zweige oder Gefäßchen. Die letzten allerfeinsten Verzweigungen heißen *Haargefäße*. Diese Haargefäße fließen weiterhin wieder zu weiteren Gefäßen zusammen, die sich dann schließlich zu wenigen größeren Gefäßröhren vereinen. Dies sind die *Venen* (Blutadern), welche also das Blut, nachdem es die Organe des Körpers durchströmt hat, zum Herzen wieder zurückleiten. Diese Bewegung des Blutes vom Herzen in die Schlagadern, aus den Schlagadern in die Haargefäße, dann weiter in die Venen und in diesen zurück zum Herzen, heißt der große *Blutkreislauf*. Ihm gesellt sich der kleine *Blutkreislauf* zu, welcher das gesamte Blut der Venen behufs der Aufnahme von Sauerstoff und der Abgabe von Kohlensäure aus dem Herzen zur Lunge hinführt und von der

Herz.

Pulsadern.

Haargefäße.

Venen.

Lunge das an Sauerstoff bereicherte und von Kohlensäure befreite Blut zum Herzen zurückbringt. —

Die einzelnen Teile des Röhrensystems der Blutgefäße sind also: 1. das Herz; 2. die Schlagadern (Arterien); 3. die Haargefäße (Kapillaren) und 4. die Venen (Blutadern).

### § 123. Gestalt und Lage des Herzens.

Das Herz ist ein Hohlmuskel, welcher in gleicher Weise wie die willkürlichen Muskeln aus quergestreiften Muskelfasern besteht, obschon die Muskelätigkeit des Herzens dem Einfluß unseres Willens entzogen ist. Die quergestreifte Muskulatur des Herzens weist jedoch manches Besondere auf. Zunächst verlaufen die Muskelfasern des Herzens nicht parallel oder strahlig geordnet nebeneinander, sondern sind vielfach verästelt, netzartig verbunden und durcheinander verfilzt (siehe S. 158). Ferner haben die Muskelbündel des Herzens nur ganz feine oder gar keine häutigen

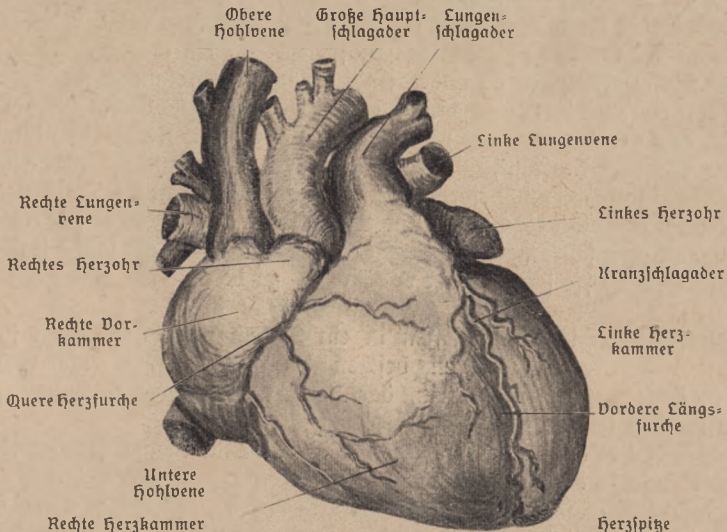


Fig. 310. Ansicht des Herzens und der abgeschnittenen großen Blutgefäße von vorn.

Überzüge. Das Herzfleisch ist dadurch härter als das der anderen Muskeln. Gewisse Hauptfaserrichtungen lassen sich aber auch in der Muskulatur des Herzens erkennen, und zwar verlaufen diese in Form spiralg um die Hohlräume des Herzens angeordneter Schleifen. Diese Anordnung der Muskulatur bewirkt, daß das Herz seinen flüssigen Inhalt ringsum unter gleichen Druck nehmen und in die vom Herzen abführenden Gefäße hineinpresseu kann, so wie man einen rings mit der Hand umfaßten, mit einer Öffnung versehenen Gummiballon ausdrückt.

Die gesamte Gestalt des Herzens (Fig. 310 und 311) ist die eines unregelmäßigen Kegels, dessen breiterer und dickerer Teil, die Herzbasis, nach oben rechts und hinten liegt, während die Herzspitze nach unten links und vorn gerichtet ist. Über der Herzbasis erheben sich die großen zu- und abführenden Blutgefäße. Die vordere Fläche ist stärker gewölbt, die hintere Fläche platter. Von der Basis gegen die Spitze läuft als äußere Andeutung der im Innern des Herzens liegenden und das Herz in eine rechte und eine linke Seitenhälfte teilenden Scheidewand eine Längsfurche. Senkrecht auf diese verläuft eine namentlich an der hinteren Fläche stark ausgesprochene Querfurche, welche das Herz in eine kleinere obere und eine

Gestalt und Lage des Herzens.

Herzbasis und Herzspitze.

untere größere Hälfte teilt. Die obere Hälfte ist der Vorkammerabschnitt, die untere der Kammerabschnitt. In den beiden Furchen verlaufen die den Herzmuskel selbst ernährenden Blutgefäße: die Kranzschlagader und die Kranzvenen des Herzens.

Die Größe des Herzens stimmt gewöhnlich überein mit der Größe der Faust. Die relative Größe des Herzens zur Körperlänge und zur Weite der großen Schlagadern ist aber in den verschiedenen Entwicklungszeiten und Lebensaltern eine verschiedene. Wir werden auf diese Verhältnisse, welche für die Wirkungsweise und die richtige Auswahl der Leibesübungen in den verschiedenen Altersstufen sehr wichtig sind, noch ausführlicher zurückkommen.

Das Gewicht des Herzens beträgt bei erwachsenen Männern im Mittel gegen 300 g. Bei Weibern ist das Herz kleiner und leichter, und zwar um 40–50 g.

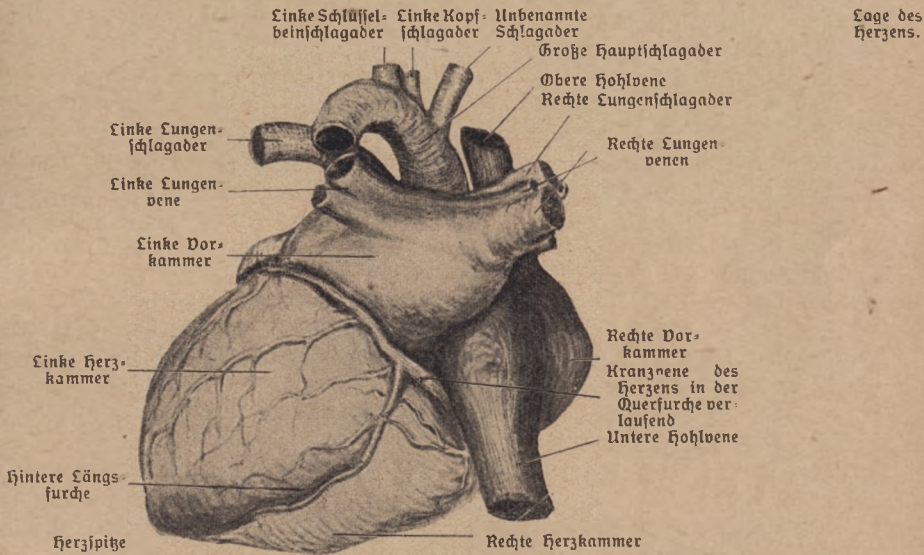


Fig. 311. Ansicht des Herzens und der abgeschnittenen großen Blutgefäße von hinten.

Das Herz ist in der Brusthöhle zwischen rechter und linker Lunge dicht hinter dem Brustbein etwas nach links hin gelagert. Die Basis liegt hinter dem Mittelstück des Brustbeins und den Knorpeln der vierten bis fünften Rippe, die Herzspitze liegt links zwischen oder hinter den Enden der sechsten bis siebenten Rippe. Die vordere gewölbte Fläche sieht gegen das Brustbein, die hintere plattere Fläche liegt auf dem sehnigen Mittelstück des Zwerchfells. Die rechts und links liegenden Lungenflügel bedecken die Vorderfläche des Herzens je nach ihrer Füllung mit Luft bei der Ein- und Ausatmung in verschiedener Ausdehnung.

### § 124. Der Herzbeutel.

Das Herz wird nebst den Anfängen der großen, mit ihm zusammenhängenden Blutgefäße umschlossen von einer sackartigen häutigen Hülle, dem Herzbeutel (pericardium). Dieser vollkommen geschlossene Beutel besitzt ein äußeres und ein inneres Blatt. Das äußere Blatt hängt mit der äußeren Gefäßhaut der großen Blutgefäße zusammen, schlägt sich von da auf das Herz hinüber und umkleidet es als

inneres Blatt in Gestalt einer dünnen glatten, mit der Herzoberfläche verwachsenen Haut. Unter dieser lagert sich, namentlich in den Furchen des Herzens und an der Herzspitze etwas Fett ab, welches bei fettreichen, körperlich wenig arbeitenden Personen leicht an Menge zunimmt und sogar die Herzthätigkeit stören kann (Fett Herz). In dem Herzbeutel, also zwischen dem äußeren und inneren Blatt befindet sich eine dicke flüssige Flüssigkeit, kaum ein Löffel voll. Diese Herzbeutelflüssigkeit hält die Herzoberfläche glatt und schlüpferig und erleichtert damit die Herzbewegungen. — Bei Herzbeutelentzündung oder Herzbeutelwassersucht wird der flüssige Inhalt des Herzbeutels stark vermehrt.

### § 125. Innerer Bau des Herzens.

Der Hohlraum der Herzens wird von oben nach unten durch eine — der äußeren Längsfurche entsprechende — Scheidewand (septum cordis) durchzogen. Diese Scheidewand teilt das Herz in ein rechtes (oder Lungenherz), im Brustraum mehr nach vorn liegend, und ein linkes Herz (oder Aortenherz), welches ganz nach links liegt und nach hinten sich wendet. Durch eine der Quersfurche entsprechende Querscheidewand wird jede dieser Hälften geschieden in Vorkammer (atrium) und Herzkammer (ventriculus). Wir zählen mithin am Herzen vier Abteilungen: eine rechte und eine linke Vorkammer, eine rechte und eine linke Herzkammer.

Die Wände der Vorkammern sind dünn und erscheinen mehr häutig; die Wände der Herzkammern sind dagegen ziemlich dick und bestehen aus Muskelfleisch. Die Muskulatur der linken Herzkammer ist um das Dreifache stärker als die Muskulatur der rechten Herzkammer. Der Grund liegt darin, daß das linke Herz das Blut in den großen Kreislauf durch den ganzen Körper zu pressen hat: das rechte nur in den kleinen Kreislauf, d. h. durch die Lungen. Zur Füllung des großen Kreislaufs ist eben eine weit größere Arbeitskraft notwendig.

Die an der Basis des Herzens gelegenen, mit einer kleinen Ausstülpung, den Herzohren (auricula dextera und sinistra), versehenen Vorkammern nehmen die großen Blutadern oder Venen auf. Und zwar münden in der rechten Vorkammer die obere und die untere Hohlvene, welche das Venenblut der oberen und der unteren Körperhälfte dorthin führen; in der linken Vorkammer münden die vier Lungenvenen mit dem aus den Lungen kommenden gereinigten Blute.

In jede der beiden Herzkammern führt von der Vorkammer eine venöse Öffnung hinein zum Zutritt des Venenblutes; aus jeder Herzkammer führt eine arterielle Öffnung hinaus, durch welche das Blut aus der Herzkammer in die Schlagader tritt, und zwar in die Lungenschlagader aus der rechten, in die Hauptschlagader des Körpers, die Aorta, aus der linken Herzkammer.

Die venöse Öffnung zwischen rechter Vorkammer und rechter Herzkammer kann geschlossen werden durch eine Klappe, die dreizipfelige Klappe (valvula tricuspidalis). Sie bildet ein häutiges Ventil, durch Sehnenfäden mit den muskulösen Hervorragungen der Innenwand der Herzkammer verbunden. Diese Klappe gestattet unbehindert den Blutzufluß von der Vorkammer zur Herzkammer. — Sowie sich aber die Muskelwand der Herzkammer zusammenzieht, werden die Häute der Klappe zusammengedrängt und die Kammer gegen die Vorkammer abgeschlossen, so daß das auszutreibende Blut seinen Weg nur durch die arterielle Öffnung zur Schlagader nehmen kann (Fig. 312 u. 313).

In gleicher Weise kann im linken Herzen die Verbindung mit der Vorkammer durch ein Klappenventil, die zweizipfelige Klappe (oder, weil einer Bischofsmütze oder Mitra ähnlich gestaltet ist: Mitralklappe, valv. bicuspidalis s. mitralis), geschlossen werden (Fig. 314).

Innerer Bau  
des Herzens.

Dor-  
kammern  
und Herz-  
kammern.

Drei-  
zipfelige  
Klappe der  
rechten Herz-  
kammer.

Zwei-  
zipfelige  
Klappe.

Auf dem genauen Schluß dieser Klappen bei der Zusammenziehung der Herzkammern beruht wesentlich das ungestörte Zustandekommen des Blutkreislaufs. Sind durch bestimmte Erkrankungen die Ränder dieser Klappen derart verändert oder verdickt, daß ein vollkommener Verschluss nicht stattfindet, besteht also ein Herzklappenfehler, so wird bei der Zusammenziehung der Herzkammern nicht das gesamte Kammerblut in die Schlagadern gepreßt, sondern ein Teil wird in die Vorhöfe zurückgeworfen. Daraus ergeben sich erhebliche Störungen — Stauungen — im Kreislauf durch das Aderjystem. Bis zu einem gewissen Grade kann das Herz durch Verdickung seiner Muskulatur und damit durch Mehrleistung oft für viele Jahre solche Störungen ausgleichen. Sobald aber außer-

Herzklappenfehler



Fig. 312. Rechte Vorkammer und Herzkammer. Die dreizipfelige Klappe geöffnet, die arterielle oder Schlagaderöffnung geschlossen.



Fig. 313. Rechte Vorkammer und Herzkammer bei Zusammenziehung der Kammerwand. Dreizipfelige Klappe geschlossen, Schlagaderöffnung offen.

gewöhnliche Anforderungen an die Herzarbeit, z. B. durch starke Körperbewegungen, gestellt werden, ist es mit dieser ausgleichenden („kompensierenden“) Tätigkeit vorbei, und die Störungen im Blutumlauf machen sich doppelt bemerkbar. Aus diesem Grunde dürfen bei vor-

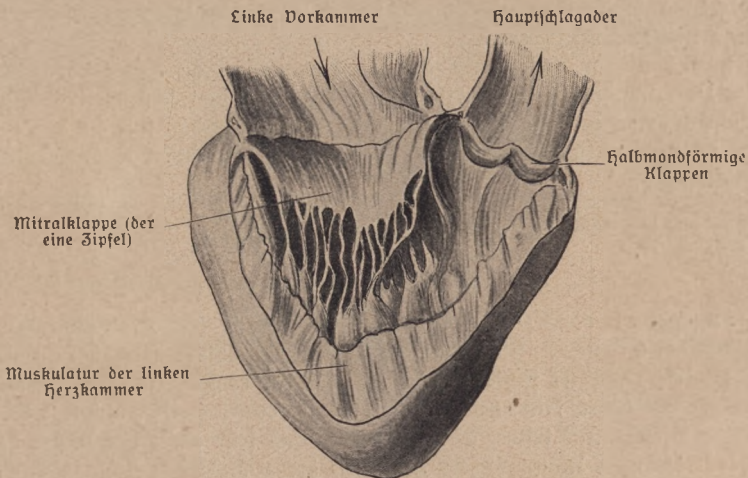


Fig. 314. Die linke Herzkammer geöffnet. Die Pfeile geben die Richtung des Blutstromes an.

handenem Herzklappenfehler nur ganz leichte körperliche Übungen vorgenommen werden, alle heftigeren und kräftigen Übungen sind dann unbedingt schädlich. Schüler mit Herzfehlern sind vom gewöhnlichen Turnunterricht ebenso gut wie vom Spielen auszuschließen. Besonders verderblich ist hier das Radfahren; auch das Rudern und Schwimmen verbietet sich. Inwieweit mäßiges und genau nach Vorschrift betriebenes

Bergsteigen bei Kreislaufstörungen von Nutzen sein kann, wird unten noch besprochen werden.

Sowohl die von der rechten Herzkammer ausgehende Lungen Schlagader als die von der linken Herzkammer ausgehende Hauptschlagader besitzen ebenfalls Klappenventile an ihrer Ausmündungsstelle aus der Herzkammer. Diese halbmondförmigen Klappen (valv. semilunares) haben die Form dreier der Schlagaderwand ringsum ansitzender halbmondförmig gestalteter Taschen. Strömt das Schlagaderblut bei Zusammenziehung der Herzkammerwände in die Schlagadern hinein, dann legen sich diese Taschen an die Schlagaderwand an, so daß der Blutstrom ungehindert die Schlagader hinaufgeht; ist aber die Zusammenziehung der Herzkammern beendet, sind die Herzkammern entleert, so verhindern diese Klappen ein etwaiges Zurückströmen des Schlagaderblutes, und zwar derart, daß die Taschen durch das zurückfließende Blut sich füllen und sich so genau mit ihren Rändern zusammenlegen, daß die Verbindung nach der



Fig. 315. Durchschnitt durch das Rohr der Hauptschlagader über den halbmondförmigen Klappen. Bei I sind die Klappen geöffnet, bei II geschlossen

Herzkammer abgeschlossen ist (Fig. 315). Auch an diesen halbmondförmigen Klappen der großen Schlagadern können krankhafte Störungen einen vollkommenen Verschluss nach jeder Zusammenziehung des Herzens hindern und damit schwerere Ungleichmäßigkeiten im Blutumlauf verursachen. Für diese Klappenfehler gilt also dasselbe, was vorhin für die Klappenfehler an der zwei- und dreizipfeligen Klappe gesagt ist. Zu den

Allgemeinerkrankungen, welche besonders häufig Herzfehler nach sich ziehen, gehören der Gelenkrheumatismus, Diphtherie und Scharlach. Sind solche Herzfehler vorab noch von geringfügigem Umfang, so bleiben sie oft eine Zeitlang unerkannt.

Die vier häutigen Klappenventile des Herzens — an den beiden Mündungsstellen der Vorkammern in die Herzkammern sowie an den Anfangsstücken der beiden großen Schlagadern — gestatten mithin eine Blutbewegung nur in einer Richtung, und zwar im Sinne des Blutkreislaufs, während sie sich einem Rückwärtsströmen des Blutes widersetzen.

## § 126. Die Schlagadern.

### A. Allgemeines.

Die Schlagadern oder Pulsadern (Arterien) führen das Blut vom Herzen weg zu den einzelnen Organen. Sie haben die Eigenschaft, daß sie pulsieren und hellrotes Schlagaderblut führen. Nur die von der rechten Herzkammer ausgehende Lungen Schlagader führt kein hellrotes, sondern dunkles Venenblut. Die Schlagadern stellen Röhren mit fester, gelblich weißer und sehr elastischer Wand dar. Nach Ablauf des kräftigsten Mannesalters beginnen die Wände der Schlagadern, bei dem einen früher, bei dem anderen später, an Elastizität einzubüßen. Es lagern sich oft Kalksalze in ihnen ab (Arterienverkalkung). Namentlich die Schlagadern des Gehirns werden auf diese Weise durch Verkalkung brüchig. Bei irgendeinem Anlaß, der Blutdruck und Blutfülle im Gehirn stark steigert, können sie dann zerreißen und so Gehirn Schlag herbeiführen.

In dem Gefäßrohr der Schlagadern liegen — als mittlere Gefäßhaut — überall organische oder glatte Muskelfasern, welche bei starker Zusammenziehung das Gefäß-

Halbmondförmige Klappen.

Die Schlagadern.

rohr verengen, so daß zu dem Bezirk, welchen das betreffende Gefäß mit Blut versorgt, weniger Blut gelangt, während bei Erschlaffung der Muskeln umgekehrt das Gefäß sehr weit, der von ihm versorgte Bezirk sehr blutreich wird. Unwillkürliche Nerven beherrschen diesen Muskelapparat. Er tritt namentlich bei der mechanischen Wärmeregulierung des Körpers durch die Haut (s. unten) bedeutungsvoll in die Erscheinung.

Die Schlagaderstämme sind um so stärker, je näher sie dem Herzen liegen. Sie verzweigen sich in immer dünnere Stämmchen, wie die Äste eines Baumes, und gehen dann schließlich in die feinsten Haargefäße über.

Zwischen den kleineren Schlagadern bestehen quere Verbindungen, wodurch Ungleichheiten im Blutstrom verhindert werden. Wird eine kleinere Schlagader verschlossen (z. B. durch Durchschneidung, Unterbindung u. dgl.), so wird der sonst von ihr mit Blut versorgte Bezirk mittels der Verbindungen mit benachbarten kleinen Schlagadern weiter ernährt. Bei dauerndem Verschuß einer größeren Schlagader können diese Verbindungsgefäße beträchtlich weiter werden und den Ausfall so decken.

## B. Die wichtigsten Schlagadern des Körpers (Fig. 316).

1. Die große Hauptschlagader (aorta), die den Stamm aller Schlagadern des großen Kreislaufs bildet. Sie steigt vom linken Herzen aus zunächst aufwärts (aufsteigender Teil), biegt sich dann im Bogen über den linken Ast der Luftröhre nach links und hinten (Bogen der Aorta), läuft an der Wirbelsäule entlang nach abwärts (absteigender Teil), durchbohrt das Zwerchfell und gelangt so bis zum vierten Lendenwirbel, wo sie sich gabelförmig in zwei große Äste, die Hüftschlagadern teilt.

Hauptschlagader  
ober Aorta.

Aus dem aufsteigenden Teil entspringen die ernährenden Schlagadern des Herzmuskels selbst: die beiden Kranzschlagadern, eine rechte und eine linke (art. cordis coronaria sinistra und dextra).

Kranzschlagader.

2. Aus dem Bogen der Hauptschlagader entspringen die zum Kopf und den oberen Gliedmaßen gehenden Schlagaderstämme, und zwar so, daß die rechte Kopfschlagader sowie die rechte Schlüsselbeinschlagader aus einem gemeinsamen Stamme, der unbenannten Schlagader (a. anonyma) entspringen, während links die Kopf- und die Schlüsselbeinschlagader jede für sich aus dem Aortenbogen abgehen. — Dies Verhältnis ist nicht immer dasselbe: es kommen verschiedenerlei Abweichungen von dieser Art des Ursprungs vor.

Die Kopfschlagader (carotis) steigt am inneren Rande des Kopfwenders in die Höhe; vor der Mitte dieses Muskels ist in der Tiefe durch den prüfenden Finger deutlich die Pulsierung der Ader zu fühlen. Die Kopfschlagader teilt sich sodann am Halse in eine äußere und eine innere Kopfschlagader (carotis externa und int.). Letztere geht hinauf zum Gehirn, erstere versorgt die Halsorgane und das Gesicht mit seinen Höhlen — mit Ausnahme der Augenhöhle, deren Schlagader aus der inneren Kopfschlagader, also aus der Schädelhöhle herauskommt, daher Blutüberfüllung der Augen Blutüberfüllung im Gehirn anzeigen kann (rot unterlaufene Augen).

Kopfschlagader.

Die Schlüsselbeinschlagader (a. subclavia), rechts also aus der unbenannten Schlagader, links aus dem Aortenbogen kommend, verläßt die Brusthöhle, indem sie über die erste Rippe hinweggeht und hinter das Schlüsselbein tritt. Das Gefäß geht dabei zwischen dem vorderen und mittleren Rippenheber hindurch. Diese Lage der

Schlüsselbeinschlagader.

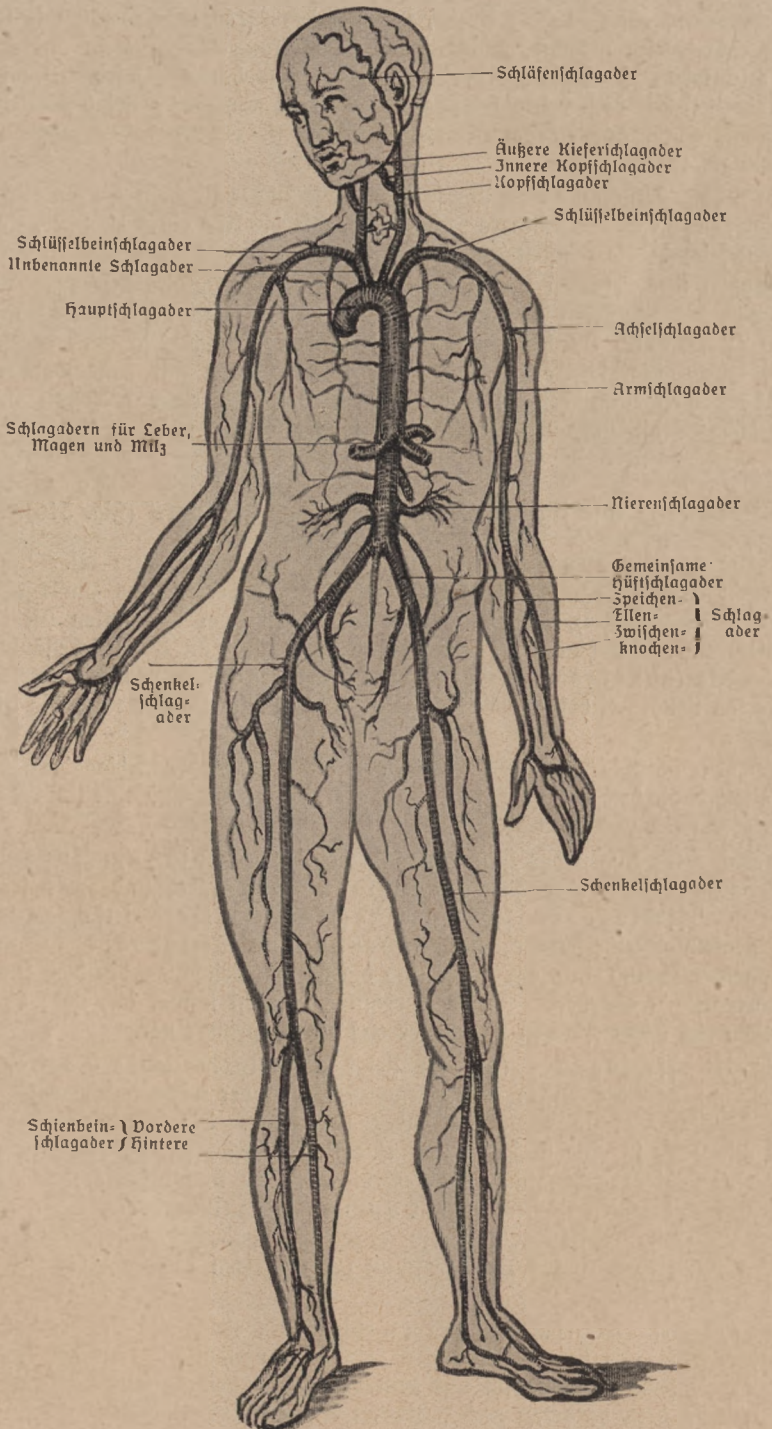


Fig. 316. Übersicht der Hauptschlagadern des Körpers.



Schlagader ermöglicht es, daß die Ader in der Oberschlüsselbeingrube, an einer etwas nach innen von der Mitte des Schlüsselbeins gelegenen Stelle gegen die unterliegende erste Rippe angedrückt und zur Vermeidung von Verblutung bei schwerer Verletzung am Oberarm geschlossen werden kann. Der Finger oder ein fester stumpfer Gegenstand wird dabei hinter dem Schlüsselbein kräftigst in die Tiefe gedrückt. — Die Schlüsselbeinader gibt von Ästen ab die Wirbelschlagader (art. vertebralis), welche durch die Löcher in den Querfortsätzen der Halswirbel zur Schädelhöhle tritt, sowie Äste für die Hals- und Nackengegend.

Unter dem Schlüsselbein her geht die Schlüsselbeinschlagader als Achselschlagader (a. axillaris) in die Tiefe der Achselhöhle, wo man sie an der vorderen äußeren Grenze des Haarwuchses pulsieren fühlen kann.

Unterhalb des Schultergelenks heißt das Gefäß Armschlagader (a. brachialis, Fig. 317) und verläuft am inneren Rande des zweiköpfigen Armbeugers mit einem Bündel von Nerven und Blutaderstämmen in einer Furche hinab zur Ellenbogenbeuge. Auf diesem Wege läßt sich die Ader — welche der aufgelegte Finger deutlich pulsieren fühlt — leicht gegen den Oberarmknochen andrücken und zusammenpressen, was zur Stillung von Schlagaderblutungen im Bereiche des Unterarms und der Hand sehr wichtig ist.

In der Ellbogenbeuge teilt sich die Armschlagader in zwei Zweige: die Speichenschlagader und die Ellenschlagader (a. radialis und ulnaris). Erstere geht an der Daumen-, letztere an der Klein-Fingersseite zur Hand hinab, wo sie sich mit ihren Endästen zu zwei Gefäßbögen in der Hohlhand vereinen. — Die Speichenschlagader liegt unmittelbar vor dem Handgelenk, nach innen von der Sehne des Speichenhandbeugers, ganz oberflächlich: daher diese Stelle zum Fühlen des Pulses bevorzugt wird. —

Die Äste der Hauptschlagader in der Brust versorgen die Brustorgane und die Rumpfwandungen; in der Bauchhöhle unterhalb des Zwerchfells gehen ab von der Bauchorta starke Äste für die Verdauungsorgane (Magen, Darm, Leber, Milz) sowie die Nierenschlagadern zu den Nieren (Ausscheidung des Harns).

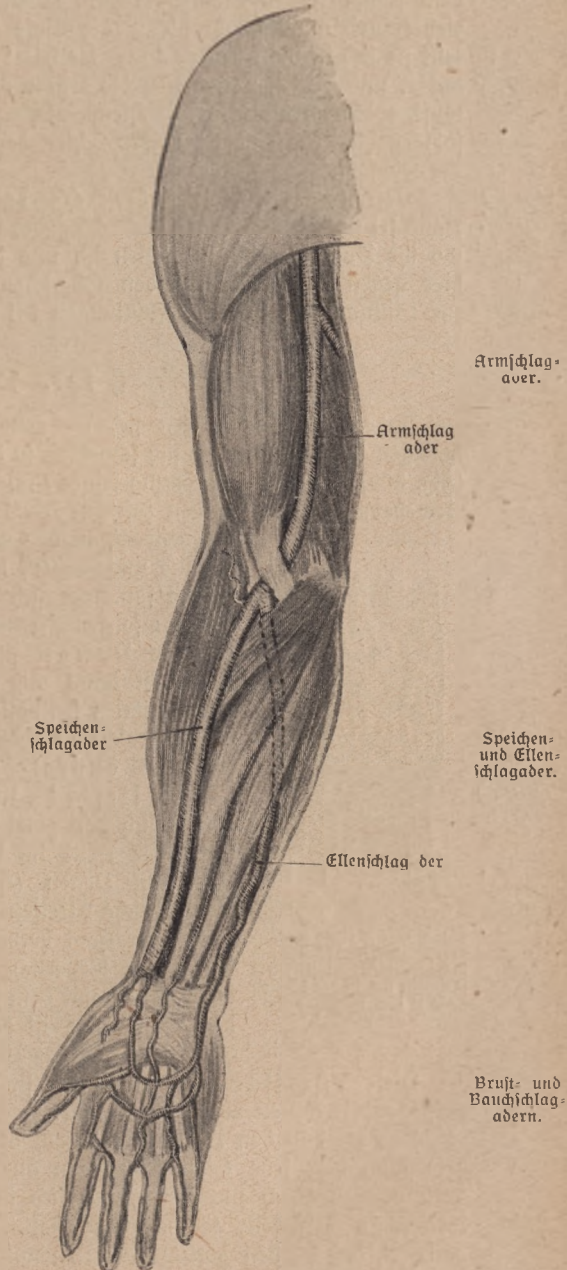


Fig. 317. Die Schlagadern des Armes.

Die Hauptschlagader (oder Bauchaorta) teilt sich schließlich in die beiden gemeinsamen Hüftschlagadern (a. iliacae communes) und jede dieser in die innere Hüftschlagader, die zu den Beckenorganen geht, und die äußere Hüftschlagader (a. il. int. und ext.). Letztere tritt als Schenkelschlagader (a. femoralis) unter dem Poupartischen Bande her zum Oberschenkel und geht abwärts, die großen Anziehermuskeln durchbohrend, in die Tiefe der Kniekehle. Unterhalb des Kniegelenks teilt sie sich in die vordere und die hintere Schienbeinschlagader (a. tibialis anter. und post.), von denen die erstere über dem Sprunggelenk zum Fußrücken verläuft, während die hintere Schienbeinschlagader unter dem inneren Knöchel zur Fußsohle geht. Die Endäste beider Schlagadern verbinden sich zu einem Gefäßbogen in der Fußsohle.

Betreffs des Durchtritts der Schenkelschlagader unter dem Poupartischen Band sei noch bemerkt, daß die Schlagader unter der Mitte des Bandes hervorkommt, wo ihr Puls deutlich zu fühlen ist, und daß durch entsprechenden Druck das Gefäß hier gegen den unterliegenden Oberschenkelknochen zusammengedrückt werden kann zur Stillung von Schlagaderblutungen bei Beinverletzungen.

### § 127. Die Venen.

Indem die Schlagadern sich mehr und mehr verästeln und zu immer feineren Zweigen werden, lösen sie sich schließlich in das engmaschige Netz der Haargefäße auf (Fig. 309). In der Anordnung seiner Maschen paßt sich das Haargefäßnetz der Art des Gewebebaues an. In den fasnigen Muskeln und Nerven erscheinen die Haargefäße langgestreckt, in den Geweben mancher Drüsen, wo sie runde Räume umschließen, bilden sie forbartige Netze usw. Die Haargefäße sammeln sich nun weiterhin zu Venenstämmchen; sie bilden also gewissermaßen die Wurzeln der Venen.

Die Venen sind zahlreicher als die Schlagadern. Ihre Wand ist dünn und dehnbar. Sie zeigen keine Pulsbewegung. Das in ihnen befindliche Blut ist — mit Ausnahme der Lungenvenen, welche hellrotes, in den Lungen bereits gereinigtes Blut führen — dunkelrot gefärbt.

Die tiefer im Körpergewebe gelegenen Schlagadern werden gewöhnlich von zwei Venen begleitet; außerdem besteht dicht unter der Haut im Unterhautzellgewebe ein reich entwickeltes Netz von Venen (Hautvenen, s. Fig. 319). Man sieht sie als bläuliche Streifen oder gar als dicke blaue Stränge deutlich unter der Haut hervorschimmern. Namentlich schwellen sie an bei starker körperlicher Arbeit und hier besonders dann, wenn diese Arbeit mit dem Vorgang der Pressung verbunden ist. Denn das rechte Herz ist dabei an der Entleerung seines Inhalts behindert, so daß das Blut in dem Venensystem zurückgestaut wird.

Diese oberflächlichen Venen sind durch zahlreiche Zwischenäste mit den tiefliegenden Venen vielfach verbunden.

Das Blut in den Venen fließt nach dem Herzen hin sehr träge, so daß die Blutbewegung hier sehr leicht Störungen ausgesetzt ist. Der Blutstrom in den Venen wird aber dadurch unterstützt, daß sich in den Venen, namentlich der Gliedmaßen, Klappen befinden, säckenartige Faltungen der inneren Venenhaut. Sie sind so gerichtet, daß sie den Zustrom des Venenblutes zum Herzen nicht hindern, sich dagegen füllen und das Gefäß verschließen, sobald das Venenblut in der umgekehrten Richtung



Fig. 318. Ast eines Schlagaderstämmchens (S), der sich in Haargefäße auflöst. Diese sammeln sich in der kleineren Vene B (bei stärkerer Vergrößerung).

Hüftschlagader.

Schenkelschlagader.

Vordere und hintere Schienbeinschlagader.

Lage der Schenkelschlagader in der Schenkelbeuge.

Tiefliegende Venen.

Oberflächlich gelegene Venen.

Venenklappen.

strömen will (Fig. 319). An manchen oberflächlichen Venen zeigt sich bei starker Füllung — z. B. auf dem Handrücken und der Innenseite des Unterarmes bei herabhängendem Arm — die Lage solcher Venenklappen in Form von knötchenförmigen Erhabenheiten angedeutet.

Die Venen des Körpers fließen — abgesehen von den Lungenvenen — zuletzt zusammen zu den beiden großen Hohlvenen, und zwar führt die obere Hohlvene das Blut aller Venen der oberhalb des Zwerchfells gelegenen Körperteile, die untere Hohlvene das Blut der unterhalb des Zwerchfells gelegenen Venen.

Einen besonderen Verlauf nehmen die Venen der Baucheingeweide, bevor sie ihr Blut dem der unteren Hohlvene beimischen. Sie sammeln sich nämlich in einem gemeinsamen Stamme, der Pfortader. Diese verästelt sich in der Leber von neuem und löst sich in Haargefäße auf, welche die Leberläppchen umspinnen. Hier sondert die Leber bestimmte Stoffe aus dem Pfortaderblut ab und bereitet aus einem Teil dieser Stoffe die Gallenflüssigkeit. Diese Haargefäße sammeln sich sodann wieder zu neuen Venen, und letztere sammeln sich zu den Lebervenen, welche in die untere Hohlader münden.

Hohlvenen.

Pfortader-System.



Fig. 319.  
Die oberflächlichen Venen des Armes.

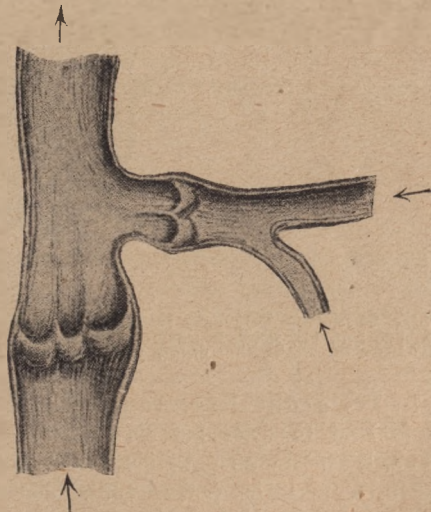


Fig. 320. Klappen einer aufgeschnittenen größeren Vene, in die eine kleinere Vene seitlich einmündet. — Die Pfeile geben die Richtung des Blutstroms an.

### § 128. Der Kreislauf des Blutes.

Der Weg, den das Blut durch das geschlossene Röhrensystem des Herzens, der Pulsadern, der Haargefäße und der Venen nimmt, ist im vorhergehenden schon angedeutet. Man nennt diese Bewegung der Blutmasse den Kreislauf des Blutes und unterscheidet einen großen und einen kleinen Kreislauf (Fig. 321).

Der Blutkreislauf.

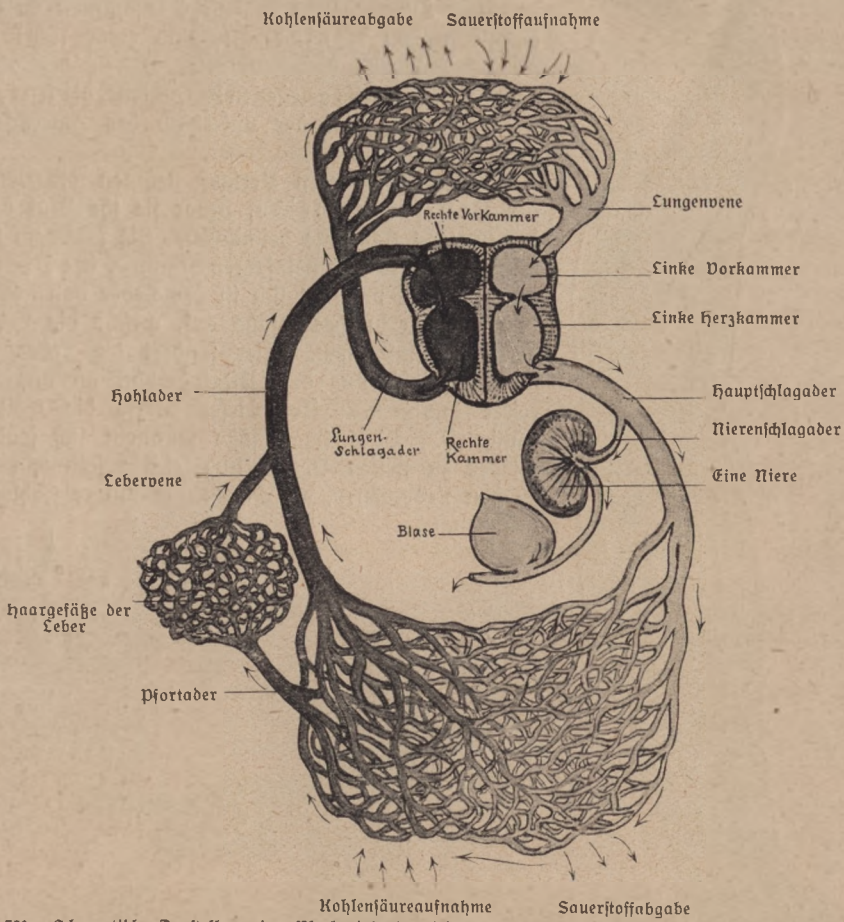


Fig. 321. Schematische Darstellung des Blutkreislaufs. Die Gefäße und Herzkammern, welche Schlagaderblut enthalten, sind hell, die, welche Venenblut enthalten, dunkel gefärbt. In den Haargefäßnetzen des großen wie des kleinen Kreislaufs gehen die Tönungen ineinander.

Großer Kreislauf.

1. Der große Kreislauf. Das aus den Lungen kommende sauerstoffreiche hellrote Blut (dasselbe hat etwa die Farbe feinen roten Siegellacks) geht von der linken Herzkammer in die große Hauptschlagader gepreßt, welche das Blut zu den Schlagadern des Körpers befördert. Die größeren Schlagaderstämme teilen sich in immer feinere Schlagadern, und diese endlich lösen sich auf in die allenthalben im Körper vorhandenen Haargefäße, die so dicht sind, daß der Stich einer feinen Nadel an keiner Körperstelle tiefer eindringen kann, ohne auf Haargefäße zu treffen und diese zu verletzen, so daß Blutropfen aus solcher Stichöffnung austreten oder doch ausgepreßt

werden können. In den Haargefäßen ist es, wo das Blut an die Körpergewebe Sauerstoff und Nährstoffe abgibt und dafür Kohlenäure und andere verbrauchte Stoffe zur Ausscheidung aufnimmt. Durch die Sauerstoffabgabe und Kohlenäureaufnahme verändert das Blut in den Haargefäßen seine Farbe: es wird dunkelrot. Die Haargefäße sammeln sich nun weiterhin zu kleinen Venen — den „Venenwurzeln“ — und letztere zu größeren Venen, die sich schließlich immer weiter zu großen Venenstämmen vereinend das gesamte Venenblut in den beiden Hohlvenen zum Herzen führen. Die Hohlvenen ergießen ihr Blut in die rechte Herzkammer. Damit ist der große Kreislauf abgeschlossen.

2. Der kleine Kreislauf. Das dunkle Venenblut nimmt seinen Weg weiter von der rechten Herzkammer zur rechten Herzkammer, und diese preßt das Blut in die Lungen Schlagader, welche also im Gegensatz zu den Körperschlagadern nicht hellrotes, sondern dunkles Venenblut führt. Die Lungen Schlagader verzweigt sich baumförmig in den Lungen und löst sich in Haargefäße auf, welche die Lungenbläschen umspinnen. Hier findet nun ein Gaswechsel des Blutes derart statt, daß der frisch eingeatmeten Lungenluft Sauerstoff entnommen und Kohlenäure zur Herausbeförderung mittels der Ausatmung an sie abgegeben wird. Dadurch gewinnt das Blut in den Haargefäßen der Lunge eine hellrote Farbe. Diese Haargefäße mit gereinigtem, sauerstoffreichem Blut sammeln sich schließlich zu den Lungenvenen, welche in die linke Herzkammer münden. Damit ist der kleine Blutkreislauf beendet, und es beginnt wiederum der große Blutkreislauf vom linken Herzen aus.

Kleiner  
Kreislauf.

Das linke Herz beherrscht also den großen Blutkreislauf, das rechte den kleinen. Es sind zwei verschiedene Stellen des Blutkreislaufs, an denen die Triebkraft des rechten und die des linken Herzens eingreift. Zwei an getrennten Orten arbeitende Muskeln sind mithin im Herzen räumlich zu einem Organ verbunden — dies ist äußerst vorteilhaft, weil die beiden Herzhälften gleichsinnig und gleichzeitig zu arbeiten haben. Nur dadurch, daß mit jeder Herzzusammenziehung gleichzeitig eine gleiche Menge Blut von der rechten Herzkammer in die Lungen Schlagader, von der linken Herzkammer in die große Körper Schlagader geworfen wird, und daß gleichzeitig während der Herzerschlaffung, die nach jeder Herzzusammenziehung folgt, die rechte wie die linke Herzkammer mit Blut — jene aus den Hohl-, diese aus den Lungenvenen — sich füllen, ist der große wie der kleine Blutkreislauf ein ununterbrochen gleichmäßiger.

### § 129. Blutdruck und Herztätigkeit.

Die Blutflüssigkeit, welche in dem geschlossenen Röhrensystem unserer Blutgefäße vorhanden ist, übt auf die geschlossenen Wände der Blutgefäße überall einen mehr oder minder starken Druck aus. Der höchste Blutdruck ist unmittelbar am Herzen. Er beträgt in der Aorta gegen 2 m (oder 140—160 mm Quecksilber). Weiterhin in den Verzweigungen der kleinen Schlagadern nimmt der Blutdruck stetig ab, sinkt noch tiefer in den Haargefäßen und Venen und wird schließlich in den großen Venenstämmen dicht am Herzen negativ. Die Venen sind daher für gewöhnlich schlaff und unvollständig gefüllt. Dadurch, daß also an verschiedenen Stellen des Stromsystems Druckunterschiede vorhanden sind, so daß die Blutflüssigkeit von den Stellen, wo höherer Druck vorhanden ist, abfließt nach den Stellen, wo der geringere Druck ist, entsteht die Strombewegung des Blutes. Diese Druckunterschiede schafft das Herz, indem es aus den Hohlvenen (rechtes Herz) und den Lungenvenen (linkes Herz) eine gewisse Blutmenge entnimmt und in die Schlagadern preßt. Der beständige Druck der elastischen gespannten Wände der Schlagader-

Blutdruck  
und Herz-  
tätigkeit.

rohre ist es, welcher die Druckunterschiede weiterhin unterhält. Die Klappen des Herzens und der Venen bewirken, daß die so erzeugte Strombewegung immer nur in einer Richtung erfolgen kann.

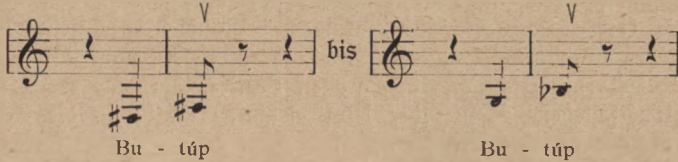
Die Herzbewegung besteht in stetem Wechsel von Zusammenziehung und Ausdehnung. Bei der Zusammenziehung, die mit den Vorkammern beginnt, wird das Blut aus den Vorkammern in die Herzkammern und weiter aus den Herzkammern in die Schlagadern gepreßt. Dann folgt eine Pause, in der das leer gewordene erschlaffte Herz sich wieder füllt. Das Herz arbeitet also wie eine Saug- und Drumpumpe.

Bei jeder Zusammenziehung des Herzens richtet sich die Herzspitze nach vorn und oben auf und schlägt gegen die Brustwand an, und zwar meist im fünften Zwischenrippenraum. Diese Erscheinung, welche dem tastenden Finger deutlich fühlbar ist, nennt man den Herzstoß.

Herztöne.

Herzstoß.

Legt man das Ohr auf die Herzgegend, namentlich in der Gegend des Herzstoßes, so hört man bei jedem Herzschlag zwei Töne, und zwar einen ersten dumpfen und längeren Herztönen und einen zweiten hellen, klappenden und kurzen Ton. Das Verhältnis dieser Töne und der folgenden Pause würde sich musikalisch folgendermaßen ausdrücken:



Der erste Herztönen entsteht durch die Zusammenziehung des Herzmuskels (Muskelgeräusch), der zweite durch den Zusammenschluß der halbmondförmigen Klappen.

Herznerven.

### § 130. Die Herznerven.

Die für gewöhnlich in streng rhythmischem Wechsel von Erschlaffung und Zusammenziehung erfolgende Arbeit des Herzens vollzieht sich rein automatisch, d. h. unwillkürlich. Unser Wille hat auf Art und Umfang der Herzbewegungen keinerlei Einfluß.

Die Nervenzellen, von welchen die Anregung zur Herzarbeit ausgeht, wenn nicht, wie Engelmann wahrscheinlich gemacht hat, die Muskelfasern des Herzens in sich schon die Fähigkeit besitzen, rhythmisch zu arbeiten — liegen in keinem unserer größeren nervösen Zentralorgane, sondern als besondere Anhäufung von Nervenzellen (Ganglien) in der Herzwand selbst. Das aus dem Körper ausgeschnittene Herz, z. B. eines Frosches, bewegt sich daher eine geraume Zeit lang im gewohnten Rhythmus weiter. Dieses selbständig arbeitende Nervenzentrum des Herzens steht aber wieder in Verbindung mit Nervenfäsern, die von außen an das Herz herantreten und regulierend auf die Herzarbeit einwirken. Das sind erstens Fasern des zehnten Gehirnnervenpaares, des Lungenmagennerven, und zweitens Fasern, welche vom sympathischen Bauchnervengeflecht zum Herzen hinüberziehen. Die ersteren Nerven üben einen hemmenden, d. h. die Herzbewegungen verlangsamenden Einfluß aus, die letzteren beschleunigen die Herzarbeit.

Diese Einrichtung arbeitet mit einer wunderbaren Genauigkeit, so daß die Herzarbeit sich jeder veränderten Leistungsanforderung augenblicklich anpaßt.

### § 131. Einfluß der Atmung und der Pressung auf die Herzbewegung.

Einfluß der Atmung auf die Herzbewegung.

Da unser Herz vom Lungengewebe umgeben ist, so bewirkt die Atemtätigkeit in ihrem Wechsel von Einatmung und Ausatmung und den dadurch bedingten Druckunterschieden im geschlossenen Brustraum einen gewissen Einfluß auf die Herztätigkeit.

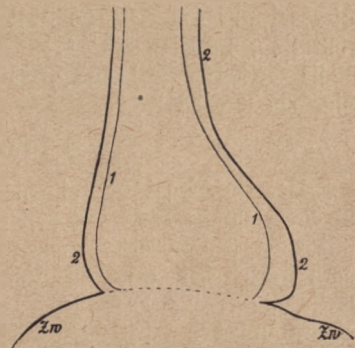
Die Einatmung, bei welcher durch die Vergrößerung des Brustraums die Lungenluft verdünnt wird, übt auf das Herz einen Zug aus, der die Vorkammern sich zwar leicht füllen, aber nur unvollkommen entleeren läßt; umgekehrt fördert Ausatmung, bei welcher die Lungenluft zusammen- und ausgepreßt wird, zwar die Entleerung der Herzkammern durch den Druck der Luft in den Lungen, erschwert aber die Füllung der Vorkammern. Diese Einwirkungen machen sich bei sehr tiefem und heftigem Ein- und Ausatmen besonders geltend, kaum aber bei ruhigem Atmen. Den Umfang dieser Einwirkung auf das Herz und die großen Blutgefäße gewahrt man besonders dann, wenn man (wie bei der Pressung) Mund und Nase verschließt und dann eine heftige Ausatmungsbewegung macht: sogen. Valsalvascher Versuch. Das Herz wird dadurch zusammengepreßt und verkleinert. Umgekehrt wird es durch Ansaugung des Blutes erweitert, wenn man bei Verschuß von Mund und Nase einzuatmen versucht (Müllerscher Versuch), wie die Umrißzeichnung Fig. 322 nach orthodiographischen Aufnahmen zeigt.

Die Einatmung erleichtert also die Füllung der Vorkammern und wirkt geradezu ansaugend auf den Zufluß des Venenblutes zum Herzen ein, während die Ausatmung die Entleerung des Herzens in die Schlagadern begünstigt.

Letzterer Einfluß der Ausatmung wird aber besonders stark und erschwert geradezu die Herzarbeit bei dem schon besprochenen Vorgang der Anstrengung oder Pressung. Um den Muskeln

des Oberarms und der Schultern festen Ansaß zu geben, wird bei der Pressung der Brustkorb festgelegt, und zwar so, daß nach vorheriger tiefer Einatmung bei geschlossener Stimmritze eine starke Ausatmungsbewegung gemacht wird. Es wird also die durch den Schluß der Stimmritze am Entweichen gehinderte Luft im Brustkorb durch die heftige Zusammenziehung der Ausatemungsmuskeln möglichst zusammengepreßt, und zwar je nach Art des durch Anspannung höchster Muskelkraft zu überwindenden Hindernisses und ganz flüchtig oder gar mehrere Sekunden lang (letzteres z. B. bei langsamem Gewichtstennen). Dieser starke Druck innerhalb des Brustkorbes fördert zwar sehr und augenblicklich die Entleerung der Herzkammern in die Schlagadern, preßt aber auch — da die ansaugende Einatmung ausbleibt — die schlaffen Wände der großen Venen dicht am Herzen wie die der Herzvorkammern zusammen und hindert ihre Füllung. Die Folge davon ist, daß das Venensystem, weil es sein Blut nicht in die Herzvorkammern ergießen kann, stark überfüllt ist. Daher wird während der Pressung das Gesicht rot, die Hauptvenen auf der Stirn, am Halse usw. treten prall gefüllt hervor. Gleichzeitig ist das Schlagaderesystem wenig gefüllt. Die ernärende Kranzader des Herzmuskels selbst hat sich fast entleert.

Mit Aufhören der Anstrengung wird das Bild ein anderes. Mit hörbarem Zischen entweicht aus dem geöffneten Munde die bisher zusammengepreßte kohlen-



Einfluß des Vorganges der Anstrengung oder Pressung.

Fig. 322. Herzumriß (nach orthodiographischer Aufnahme verkleinert). 1 Verkleinerung des Herzens bei starker Ausatmung unter Verschluss von Nase und Stimmritze (Valsalvascher Versuch). 2 Vergrößerung des Herzens durch tiefe Einatmung bei Verschluss von Mund und Nase. Zw Zwerchfell.

Einwirkung nach Aufhören der Pressung.

säureüberladene Lungenluft, und es folgt eine tiefe Einatmung. Damit sind die Hindernisse für den Kreislauf überwunden — und mit sonst nicht vorhandenem Druck und in übergroßer Menge stürzt das zurückgestaute Venenblut nun in das rechte Herz, dieses für den Augenblick über die Norm ausdehnend.

Wir haben also bei dem Vorgang der Pressung, abgesehen von der Störung des Kreislaufs, zweierlei schädigende Einflüsse auf das Herz zu verzeichnen:

1. Entleerung der ernährenden Schlagader des Herzens und damit mangelnde Sauerstoffzufuhr zu dem arbeitenden Herzmuskel.

2. Heftiges, plötzliches Einstürmen des zurückgestauten Venenblutes in das — weil muskelschwächere — wenig widerstandsfähige rechte Herz und womöglich vorübergehende Erweiterung des rechten Herzens.

Genau entgegengesetzt in bezug auf die Blutverteilung und auf die Druckverhältnisse im Brustraum liegt die Sache bei der Atemnot, wie sie nach heftigen Schnellkeitsübungen eintritt. Es wird davon später ausführlicher die Rede sein. Hier sei nur bemerkt, daß bei der Atemnot die Lungen und das Herz blutüberfüllt sind; insbesondere ist das Herz gedehnt, sind die Körpervenen blutleer (daher blasse Gesichtsfarbe!) und herrscht im Brust- und Bauchraum negativer Druck (s. u. Fig. 325 und 326).

Atemnot.

Puls-  
bewegung.

### § 132. Die Pulsbewegung.

Der Anschlag der Blutmenge, die bei jeder Zusammenziehung der Herzkammern in das elastische Rohr der Schlagader geworfen wird, erzeugt eine Welle, welche sich mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 9,24 m in der Sekunde über die Schlagadern vom Herzen her fortpflanzt und schließlich in den Haargefäßen erlischt. Diese Puls- welle ist an allen Schlagadern wahrnehmbar; bei oberflächlicher gelegenen Schlag- adern durch den aufgelegten Finger deutlich zu fühlen. Am leichtesten an der Speichen- schlagader kurz vor dem Handgelenk, weshalb diese Stelle auch zur Prüfung des Puls- schlagel mit dem Finger oder zur Aufzeichnung der Pulsbewegung mittels besonderer Instrumente (s. u.) vorzugsweise gewählt wird.

Häufigkeit  
des Pulses.

Die Häufigkeit des Pulschlagel ist in den verschiedenen Lebensaltern verschieden; beim weiblichen Geschlecht ist die Pulszahl im Durchschnitt eine etwas höhere.

Die Zahl der Pulschläge in der Minute beträgt im ersten Lebensjahr 120—130, im dritten etwa 100, im zehnten 90; im Alter von 15—50 beim Manne 71—72, beim Weibe 80. Im hohen Alter steigt sie dann wieder bis zu 90 im 80. Lebensjahr. Bei kleinem Wuchs ist sie etwas größer als bei Hochgewachsenen.

Es ist ferner im Stehen der Puls um einige (neun) Schläge häufiger als im Sitzen und im Sitzen um etwa drei Schläge häufiger als im Liegen.

Sonstige Einflüsse auf die Pulszahl sind:

1. Krankheitserrscheinungen. Namentlich steigert das Fieber (Erhöhung der Blutwärme über 38°) die Pulszahl.

Einfluß der  
Muskel-  
bewegungen.

2. Muskelbewegungen, und zwar in um so höherem Maße und um so schneller, je größer die in der Zeiteinheit geleistete Gesamtarbeit der Muskulatur ist und je weniger die Muskulatur zu solchen Leistungen geübt ist. Deshalb sind es vor allem die Schnellkeits- sowie die allgemeinen Kraftübungen, welche die Pulszahl ganz bedeutend und so gut wie augenblicklich steigern.

Beispiele: Bei einem schnellsten Lauf (Wettlauf), z. B. über 200 m in etwa 25 Sekunden, kann der Puls in dieser kurzen Zeitspanne von 75 Pulschlägen in der Minute hinaufschellen auf 150—200, ja noch mehr Pulschlägen bei Ankunft am Ziele.



Ähnlich steigt die Pulsziffer auf 150–200 und mehr beim schnellen und schnellsten Radfahren. Wird solches länger fortgesetzt, so fällt trotz beibehaltener gleicher Schnelligkeit der Bewegung die Pulsziffer wieder — schon ein Zeichen von Ermüdung des Herzens.

Denn die Steigerung der Pulszahl bei heftigen Leibesübungen als Ausdruck stark gesteigerter Herzarbeit ist eine im Wesen der dabei stattfindenden Vorgänge innerhalb des Körpers begründete physiologische Erscheinung.

3. Während des Trainierens zu Höchstleistungen, mit bestimmtem Maß täglicher Übung, bestimmter Kost, Enthaltung von Genußmitteln usw. sinkt bei Ruhe die Pulszahl unter die Norm. Nach den Beobachtungen von Kolb betrug die Pulszahl bei Rudern während des Trainierens (es handelte sich um kräftige junge Leute von 20–25 Jahren) morgens im Durchschnitt 63 und blieb den ganzen Vormittag unter 70. Die geringsten Ziffern, die er beobachtete, waren 58 und 45 (!) Pulschläge in der Minute.

Einfluß des Trainierens.

4. Der Puls wird endlich gesteigert durch starke geistige sowie durch geschlechtliche Erregungen. —

Der gesunde Pulsschlag erfolgt in regelmäßigem Rhythmus. Unregelmäßigkeiten des Rhythmus kommen jedoch dauernd (als krankhafte Erscheinungen) oder zeitweise vor. Solche Unregelmäßigkeiten sind: 1. Aussetzen des Pulses; bei sonst regelmäßigem Pulsschlag bleibt wiederholt ein Pulsschlag aus. 2. Kleinerwerden und Wiederaanwachsen der Höhe der Pulswellen, bei sonst rhythmisch erfolgenden Pulschlägen. 3. Vollständig unregelmäßiger, ohne Rhythmus erfolgender Puls.

Unregelmäßigkeit des Pulschlags.

Diese Erscheinungen können vorübergehend eintreten nach heftigen Leibesübungen, z. B. nach Höchstleistungen in Schnelligkeitsübungen wie Laufen, Radfahren, Rudern usw. oder während und nach heftigen Kraftübungen wie Stemmen schwerster Gewichte und Ringen. Es handelt sich dabei um Ermüdungserscheinungen des Herzens, die um so schneller zurückgehen, je mehr es sich um eine begrenzte kurzdauernde Schnelligkeits- oder Kraftleistung handelt, während bei heftigen Dauerleistungen die Wiederkehr zur Norm entsprechend langsamer erfolgt.

Im vorhergehenden war schon erwähnt, daß die Höhe der Pulswellen eine verschiedene sein kann. Da die Pulswelle einen Maßstab der jeweiligen Herzkraft sowie der Spannung der Schlagaderwände darstellt, so finden je nach dem Grad der Herzarbeit und der Spannung der Schlagaderrohre bedeutende Unterschiede in der Stärke der Pulswelle statt. Es kann der Pulsschlag hart sein, so daß die Schlagader sich gespannt und hart anfühlt, oder weich, so daß die Schlagader leicht zusammendrückbar erscheint. Die Pulswelle kann an die prüfende Fingerkuppe mehr voll oder mehr spitz anschlagen. Bei hartem und vollem Puls ist die Schlagaderwand stark gespannt, der Blutdruck hoch, die Herzarbeit kräftig. Umgekehrt ist die Herzarbeit matt, der Blutdruck gering bei weichem, spitzem Puls.

Stärke des Pulses.

### § 133. Aufzeichnung der Pulsbewegungen.

Da die Beschaffenheit des Pulses nicht nur nach der Zahl der Pulschläge in der Minute, sondern auch nach Größe und Fülle der Pulswelle ein Ausdruck der Art und des Umfangs der Herzarbeit ist, so ist es wichtig, ein genaues Gesamtbild der Pulsbewegung zu gewinnen.

Zu solcher Aufzeichnung des Pulses bedient man sich des Pulszeichners (Sphygmograph). Ein solcher besteht in seiner einfachsten Gestalt (Pulszeichner von

Aufzeichnung der Pulsbewegungen.

Pulszeichner.

Marey, Fig. 323) darin, daß auf eine oberflächlich gelegene Schlagader (Speichen-schlagader) das mit kleinem ovalem Polster P versehene Ende einer Feder F an- drückt. Die Pulsbewegung der Schlagader wird also das angedrückte Ende der Feder leicht auf und ab bewegen. Die Übertragung dieser Bewegung geschieht da- durch, daß sich senkrecht auf dem bewegten Ende der Feder eine kleine Zahnstange Z erhebt. Diese greift in eine kleine Rolle R ein, von deren Achse sich ein leichter

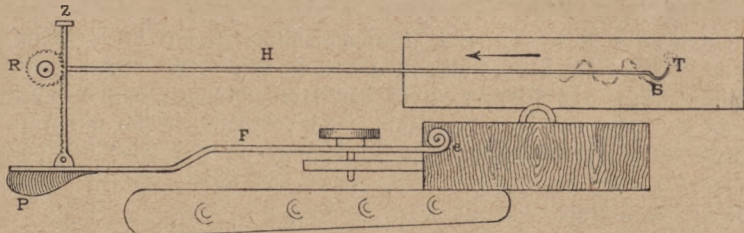


Fig. 323. Der Pulszeichner von Marey (schematisch dargestellt). — Beschreibung im Text.

Holzhebel H fast parallel mit der elastischen Feder erstreckt. Die zarte Spitze S dieses Schreibhebels berührt ganz leicht ein Täfelchen T, welches durch ein Uhrwerk vollkommen gleichmäßig an der Spitze vorbeigeführt wird. Die Oberfläche dieses Täfelchens (oder einer Schreibtrommel) besteht aus weißem glatten Karton, der schwarz beruht ist. Bei Vorbeiführung dieser Schreibfläche kratzt die Spitze des Schreibhebels die Bewegung des Pulses auf sie ein. Es erscheint so auf dem schwarzen Grunde eine weiße Linie mit regelmäßigen Wellenbergen und -tälern, welche aufeinanderfolgenden Pulsschlägen entsprechen: die Pulscurve (Sphygmogramm).

Ähnliche Instrumente erfanden Landois, Dudgeon, v. Frey u. a.

Pulskurve.

An jeder normalen Pulskurve (Fig. 324) unterscheidet man den kurzen aufsteigenden Kurvenschenkel, den Gipfel und den längeren absteigenden Kurvenschenkel. Während der aufsteigende Schenkel (Erhebung der Pulswelle) stets eine einfache Linie darstellt, zeigt der absteigende (Sinken der Pulswelle) noch eine oder mehrere kleinere Erhebungen. Worauf letztere beruhen, ist streitig und kann hier übergangen werden.

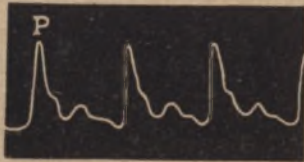


Fig. 324. Drei Pulsschläge mit dem Sphygmographen aufgenommen. P der Gipfel der Kurve des ersten Pulsschlages.

G. Kolb war es namentlich, der den Puls- zeichner benutzte, um einen Einblick in die Wirkung einer Reihe von Leibesübungen auf das Herz zu ge- winnen. Einigen seiner so gewonnenen Kurven werden wir weiter unten begegnen.

### § 134. Stromgeschwindigkeit des Blutes.

Die Hauptschlagader teilt sich derart, daß die Summe der Querschnitte ihrer Äste, je mehr sich diese verzweigen, immer mehr den Querschnitt des Anfangs der Schlagader übertrifft. Die Summe der Querschnitte aller Haargefäße ist sogar 700 mal größer als der Querschnitt der Hauptschlagader dicht am Herzen. Indem sich die Haargefäße weiterhin wieder zu Blutadern sammeln, wird das Strombett wieder verengt, ist aber schließlich in den Hohlvenen immer noch weiter als am An- fang des Schlagadersystems.

Da sich durch jeden Querschnitt in gleicher Zeit eine gleiche Blutmenge drängen muß, so ist die Stromgeschwindigkeit naturgemäß um so größer, je enger das Strom- bett, und um so geringer, je weiter das Strombett wird.

Strom-  
geschwindig-  
keit des  
Blutes.

Die Geschwindigkeit des Blutstroms beträgt:

in der Hauptschlagader . . . . .	260 mm in der Sekunde
in den Haargefäßen . . . . .	0,5—0,8 " " " "
in den großen Blutadern . . . . .	225 " " " "

Die gesamte Kreislaufzeit, während welcher die aus dem Herzen ausgepreßte Blutmenge also wieder zum Herzen zurückkehrt, beträgt nach Tigerstedt für den Erwachsenen bis zu 60 Sekunden.

### § 135. Blutverteilung im Körper.

Die Blutverteilung in den einzelnen Körperteilen ist nicht gleichmäßig, sondern wechselnd. Etwa  $\frac{1}{15}$  des Körpergewichts (4,5—5 kg beim Erwachsenen) beträgt die gesamte Blutmenge. Das Adersystem könnte aber das Doppelte fassen. Dadurch ist es möglich, daß der Blutgehalt der Organe verschieden groß sein kann und ein Organ um so blutreicher (bis zu 50%) wird, je mehr es tätig ist. Bei den Muskeln ist die Zunahme des Blutgehalts infolge dieser „Selbststeuerung“ des Gefäßsystems noch größer. So sah Ranke den Blutgehalt der Muskeln, der in Ruhe 25% der gesamten Blutmenge beträgt, bei starker Tätigkeit aller Muskeln (Tetanisierung) auf 66% des Gesamtblutes anwachsen. Indem tätige Organe stark blutreich werden, vermindert sich der Blutgehalt in den nicht tätigen Organen.

Blutverteilung.

Bei etwas stärkerer Muskelarbeit findet, wie wir sahen (§ 88), eine Blutverschiebung im Körper derart statt, daß alle willkürlichen Muskeln (mit Ausnahme der Gesichtsmuskeln) stark blutreich werden, die Bauchorgane dagegen blutleer. Bei geistiger Arbeit geht eine Blutverschiebung nach dem Gehirn (und den Bauchorganen) vor sich, während die Muskeln blutleer werden. Ebenso sind bei der Verdauung die Blutgefäße der Verdauungsorgane stark blutüberfüllt; bei Muskelarbeit während der Verdauung wird diese infolge der Blutverschiebung nach den Muskeln verzögert.

Wird die Haut sehr blutreich (Erhitzung durch Sonnenstrahlen, heiße Bäder) und gerötet, so werden gleichzeitig die inneren Organe blässer und blutärmer. Während die Haut dabei starken Schweiß absondert, wird gleichzeitig die Absonderung des Harns in den Nieren vermindert.

Daraus geht für die Zeit, welche zur Leibesübung verwendet werden soll, hervor, daß unmittelbar nach voller Nahrungsaufnahme jegliche stärkere Leibesübung, die Verdauung verlangsamte und daher nicht zuträglich ist. In die ersten zwei Stunden nach dem Mittagessen soll keine Turnstunde gelegt werden; ebensowenig soll man in diesen Stunden schwimmen, rudern, radfahren oder angestrengt marschieren.

Folgerungen für die beste Zeit zur Leibesübung.

### § 136. Die Arbeitsgröße des Herzens.

Die Arbeitsgröße des Herzens berechnet sich nach der Blutmenge, die das Herz unter einem gewissen Druck in die Schlagadern preßt. Das linke Herz wirft 60 bis 70 ccm Blut unter einem Drucke von 2 m in die Aorta. Die Arbeit des rechten Herzens beträgt ein Drittel von der des linken. Die Gesamtarbeit des Herzens beträgt bei jeder Herzzusammenziehung also nahezu 0,2 mkg, in der Minute bei 67 Pulschlägen 13,5 mkg, in der Stunde 815 mkg, so daß die tägliche Herzarbeit auf 20 000 mkg geschätzt werden kann. Bei angestrengter Muskelarbeit erhöht sich entsprechend auch die Herzarbeit (bis auf das 4—6fache nach Zuntz).

Arbeitsgröße des Herzens.

Der Herzmuskel übertrifft im Verhältnis zu seinem Gewicht die jedem Skelettmuskel mögliche Leistungsgröße bis zum 4—5fachen. Das Herz ist mithin durch

außerordentliche Leistungsfähigkeit ausgezeichnet vor den Skelettmuskeln. Dies aus folgenden Gründen:

1. Das Herz arbeitet vom Erwachen der ersten Lebensäußerungen bis zum Erlöschen des Daseins unaufhörlich, ohne Ruhe und Raft. Es ist der meistgeübte, der besttränigte Muskel.

2. Der Herzmuskel hat besonders günstige Verhältnisse bezüglich seiner Blutzufuhr wie Blutabfuhr. Dadurch werden lähmende Ermüdungsstoffe schnellstens weggeschwemmt, ihre Anhäufung vermieden.

3. Das Herz arbeitet automatisch und rhythmisch und gehorcht nicht willkürlichen Nervenankeregungen wie die andere Körpermuskulatur. Das Beispiel der Atembewegungen, welche, wenn auch willkürlichen Einflüssen in gewissem Grade unterworfen, sich ebenfalls für gewöhnlich unaufhörlich und automatisch vollziehen, zeigt, wie wenig automatisch, d. h. unwillkürlich arbeitende Nervenzentren und Muskeln den gewöhnlichen Gesetzen der Ermüdung unterworfen sind.

Leistet doch auch die willkürliche Muskulatur die weitaus größten Arbeitssummen bei allen solchen Bewegungen, welche, in gleichmäßigem Rhythmus wiederholt, wenigstens halbautomatisch geworden sind, wie dies beim Gehen, Laufen, Radfahren, Rudern oder auch bei gewerbsmäßigen Hantierungen, wie Hämmern, Dreschen usw., der Fall ist.

### § 137. Herzarbeit bei Muskelbewegung.

Eine doppelte Aufgabe erwächst den Kreislauf wie den Atemorganen bei der Muskelarbeit, nämlich: erstens den arbeitenden Muskeln mehr Sauerstoff zuzuführen; zweitens die Endprodukte der erhöhten Verbrennungsprozesse, und zwar vornehmlich die Kohlensäure, aus dem Körper auszuschleiden.

Diesen erhöhten Anforderungen entsprechen Herz und Lunge durch erhöhte Tätigkeit: das Herz treibt eine größere Menge mit Sauerstoff beladenen Blutes den arbeitenden Organen zu; die vermehrte und vertiefte Atmung scheidet die stark vermehrten Massen giftiger Kohlensäure aus dem Körper aus.

Die Größe des Sauerstoffbedarfs ist es also vor allem, welche den Umfang der Herzarbeit vorschreibt.

Zunächst fand beim Pferde den Sauerstoffverbrauch in der Ruhe = 1300—1400 ccm in der Minute. Bei mäßiger Arbeit stieg der Sauerstoffverbrauch auf 4300—4500 ccm, bei stärkerer — aber noch  $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden dauernd ausführbarer — Arbeit auf 7500 ccm. Im letzteren Falle war also der Sauerstoffverbrauch sechsmal so groß wie in der Ruhe. Bei scharfem Trab, also einer Anstrengung, die noch keine Höchstleistung bedeutet, wuchs der Sauerstoffverbrauch um das 15—18fache.

Nun wird aber bei Ruhe nicht aller im Blute vorhandene Sauerstoff ausgenutzt, sondern nur etwa die Hälfte. Daraus folgt, daß bis zu gewissem Grade — d. h. bis etwa auf das Doppelte der in der Ruhe des Körpers stattfindenden Verbrennungsprozesse — mäßige Muskelarbeit lediglich mit besserer Ausnutzung des im Blute vorhandenen Sauerstoffs geleistet werden kann, ohne daß eine vermehrte Triebkraft des Herzens beansprucht wird.

Ist aber diese Grenze überschritten, so muß das Herz je nach Bedarf in steigendem Grade mehr Blut umtreiben, d. h. die Herzarbeit steigt dann nahezu proportional dem Sauerstoffverbrauch.

Diesen vermehrten Anforderungen wird das Herz nach zwei Richtungen hin gerecht, indem es:

Ursachen der Arbeitsfähigkeit des Herzens.

Herzarbeit bei Muskelbewegung.

Ausnutzung des Sauerstoffs im Blute.

Steigerung der Herzarbeit.

1. die Zahl der Zusammenziehungen in der Zeiteinheit bis aufs Mehrfache steigert; und
2. bei jeder Zusammenziehung eine größere Blutmenge als gewöhnlich auswirft („vermehrtes Schlagvolum“).

### § 138. Einfluß der Blutmischung auf die Steigerung der Herzarbeit.

Einfluß der  
Blut-  
mischung.

Wir sahen oben, daß in der Ruhe nur ein Teil des im Blute vorhandenen Sauerstoffs in Anspruch genommen wird, und daß bei leichterer Muskelarbeit zunächst die bessere Ausnutzung des Sauerstoffs im Blute ohne gesteigerte Herzarbeit ausreicht, um den vermehrten Sauerstoffbedarf in den arbeitenden Muskeln zu decken.

Nun ist der Sauerstoff des Blutes gebunden an die roten Blutkörperchen (§ 148). Je reicher das Blut an solchen, desto größer sein Sauerstoffgehalt — desto größer sein Reservevorrat von ausnutzbarem Sauerstoff — desto geringer die Anforderung an die Herzkraft. Da die Herzkraft ihre Grenze hat und bei heftigen Leibesübungen diese Grenze bald erreicht wird, so geht daraus hervor, daß bei einem Blute, welches sehr reich an Sauerstoffträgern ist, die Herzkraft mehr geschont wird und länger vorhält zu heftigen Leibesübungen (z. B. schnellstem Lauf, schnellstem Radfahren u. dgl.), als dies bei einem an roten Blutkörperchen armen Blute der Fall ist.

Das heißt also: beim Blutarmen und Bleichsüchtigen ist schneller äußerster Herzarbeit notwendig und tritt schneller Herzerermüdung als gebieterischer Abschluß starker Muskelstätigkeit ein wie beim Vollblütigen.

Blutarme  
und Voll-  
blütige.

Des weiteren kommt der Wassergehalt des Blutes in Betracht. Es ist klar, daß bei einem wasserärmeren konzentrierten Blut jeder Herzschlag bei sonst gleichen Verhältnissen eine größere Anzahl von roten Blutkörperchen in die Adern treibt als bei einem sehr wasserreichen Blute.

Größerer  
oder  
geringerer  
Wasser-  
gehalt des  
Blutes.

Um bei großen Muskelleistungen Herzkraft zu sparen und dadurch die gesamte Leistungsfähigkeit zu erhöhen, hat man beim Tränieren einerseits durch entsprechende eiweißreiche Kost die Menge der Sauerstoffträger im Blute, d. h. den Gehalt des Blutes an Hämoglobin zu steigern und andererseits das Blut wasserärmer zu machen gesucht. Daher auch bei älteren Vorschriften für das Tränieren die Anwendung von Schwitzbädern sowie die Verminderung von Flüssigkeitszufuhr zur Eindickung des Blutes eine Rolle spielte. Übrigens ist die Wasserverarmung des Blutes z. B. beim Marsch in großer Hitze wegen Gefahr des Hitzschlags nicht unbedenklich. —

Bei der großen Arbeitsmenge, die das Herz als Muskel bewältigt, ist es klar, daß auf die Unterhaltung der Herzarbeit ein entsprechender Teil des gesamten Stoffverbrauchs entfallen muß. Dieser Verbrauch berechnet sich nach dem Sauerstoffbedarf. Zunk zeigte, daß bei geringster Herzarbeit  $3\frac{1}{2}\%$ , bei stärkster Herzarbeit aber  $11\frac{1}{2}\%$  des gesamten in den Körper aufgenommenen Sauerstoffs und damit auch der gesamten Nahrungszufuhr vom Herzen beansprucht wird. Rechnet man hierzu noch den Verbrauch der Atmungsmuskeln, so ergibt sich, daß bei Muskelarbeit im Durchschnitt bis zu  $15\%$  der gesamten umgesetzten Körpersubstanz allein für Unterhaltung der Herz- und Atemtätigkeit in Verwendung kommen.

Herz- und Lungentätigkeit sind also als solche — abgesehen von dem sonstigen Wert ihrer Organverrichtungen — an dem durch Übung unmittelbar verursachten Stoffwechsel in hohem Grade mitbeteiligt.

### § 139. Hilfskräfte des Kreislaufs.

Die Strombewegung des Blutes wird, wie wir oben sahen, durch die Druckunterschiede bewirkt, welche im geschlossenen Gefäßsystem zwischen den Schlagadern und Blutadern zugunsten der ersteren bestehen. Diese Druckunterschiede schafft in erster Linie das Herz durch seine Pumpthätigkeit.

Es gibt aber außer der Herztätigkeit noch andere Einwirkungen auf den Kreislauf, und zwar auf die Blutbewegung in den Venen. In den Venen herrscht ein außerordentlich geringer Druck, und es macht sich deshalb für die Blutbewegung in ihnen die Schwerkraft leicht und bald geltend: bei den von Kopf und Hals zur oberen Hohlvene abwärts verlaufenden Venen begünstigt die Schwerkraft die Entleerung in die rechte Vorkammer; bei den aus der untern Körperhälfte zur untern Hohlvene aufsteigenden Venen hindert die Schwerkraft die Entleerung. Hebe ich den Arm hoch, so werden die Blutadern der Hand und des Armes schnell entleert, so daß sie kaum sichtbar unter der Haut bleiben; lasse ich den Arm herabhängen, so füllen sich die Venen und treten deutlich als pralle blaue Stränge hervor. Dies macht sich namentlich für die Venen der untern Körperhälfte geltend. Bei andauerndem aufrechten Stehen füllen sich diese Venen übermäßig und ist der Kreislauf erschwert. Solche Störungen bleiben dann oft nicht ohne dauernde Nachteile. Die dünnen Wände der Venen geben dem Druck des gestauten Blutes nach; es entstehen Venenerweiterungen oder Krampfadern, sei es an den Beinen, sei es an den Venen des Mastdarmes (Hämorrhoiden). Bei Leuten, welche sich wenig Bewegung verschaffen und dabei viel und anhaltend stehen, ein nicht seltenes Übel.

Die Hilfskräfte des Kreislaufs helfen nun gerade diese hemmenden Einflüsse der Schwerkraft in den Venen überwinden, und zwar am wirksamsten bei stärkeren Muskelbewegungen.

**Einfluß der Atembewegungen.** 1. In erster Linie kommen als Hilfskraft des Kreislaufs die Atembewegungen in Betracht. Bei allen Leibesübungen, welche nicht nur vermehrte Herz-, sondern auch unbehindert vermehrte Lungentätigkeit anregen, werden die Einwirkungen der Tiefatmung auf den großen und kleinen Kreislauf, welche wir oben kennen lernten, in erhöhtem Maße Platz greifen, namentlich die ansaugende Wirkung tiefster Einatmung auf den Inhalt der großen Venen.

**Einfluß der Muskelbewegungen.** 2. Die zweite Hilfskraft des Kreislaufs ist die Muskelbewegung. Zu dem arbeitenden Muskel strömt mehr Blut hin; der arbeitende Muskel, zusammengezogen und fester geworden, drückt auf die schlaffen Wände der umgebenden Blutadern und hilft so das Blut in ihnen schneller umtreiben. Dieser Einfluß auf den Kreislauf wird um so energischer sein, je größere Muskelmassen bewegt werden; er wird ferner um so stetiger wirken, je regelmäßiger die arbeitenden Muskeln rhythmisch mit Zusammenziehung und Erschlaffung abwechseln. Solche rhythmische Bewegungen großer Muskelmassen, namentlich der Beine, sind aber die besonderen Kennzeichen der Schnelligkeits- und Dauerbewegungen.

**Saug- und Druckwirkung auf die Venen.** 3. Ausgiebige Muskelbewegungen wirken aber auch noch in anderer Weise auf den Kreislauf, und zwar infolge der Beziehungen, welche in der Lage großer Venenstämme zu den darüber gespannten Bändern und Muskelbäntern (Saxien) an bestimmten Stellen des Körpers bestehen. So liegt in der Schenkelbeuge die große Schenkelvene unter dem Poupartischen Bande (Fig. 325). Wird der Schenkel scharf nach außen gerollt und gestreckt, so spannt sich stark die große Oberschenkelbinde und mit dieser das Poupartische Band. Die darunter liegende Vene wird gestreckt und, da ihre Wand mit dem sich von ihr abhebenden Bande verklebt ist, erweitert. Dadurch

Hilfskräfte  
des Kreis-  
laufs.

Wirkung der  
Schwerkraft  
in den Venen.

Einfluß der  
Atem-  
bewegungen.

Einfluß der  
Muskel-  
bewegungen.

Saug- und  
Druckwir-  
kung auf die  
Venen.

wird auf den Inhalt der abwärts liegenden Venen des Beins ein ansaugender Einfluß ausgeübt; wird der Schenkel wieder gebeugt, so erschlafft die Vene wieder. Ähnlich wirken die Faszien der Beinmuskeln bei Beugung und Streckung des Beins auf die Venenstämme bis zur Kniekehle hinab. Werden die Bewegungen des Schenkels abwechselnd wiederholt, so erfährt also die große Schenkelvene abwechselnd Erweiterung und Erschlaffung, und da die Klappen in den Venen ein Gleiten des Blutes nur nach einer Richtung hin, dem Herzen zu gestatten, so wirkt also dieser Mechanismus wie ein Saug- und Druckapparat, der das Blut zum Herzen hinpumpt. Ein ähnlicher Mechanismus findet sich am Halse über dem Schlüsselbein für die Venenstämme der

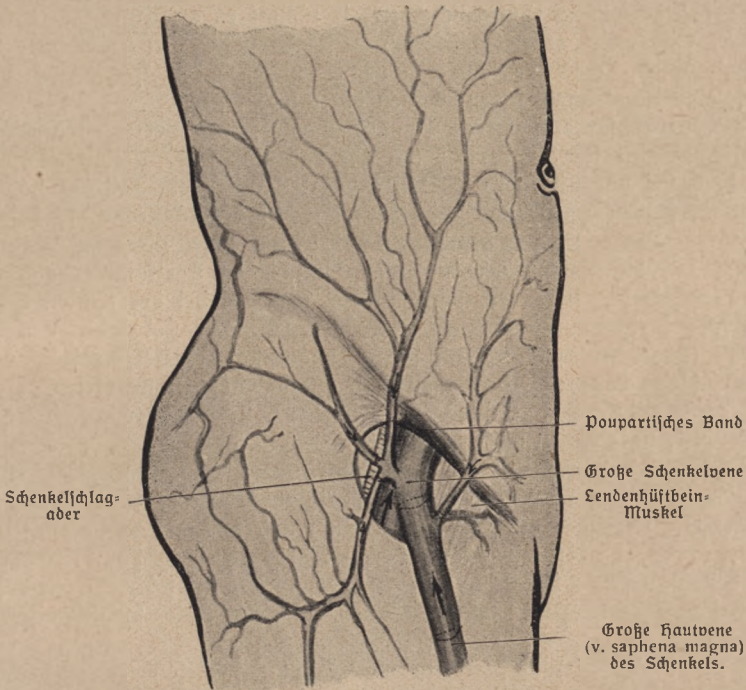


Fig. 325. Die Schenkelvene im Schenkelkanal und ihre Beziehung zum Poupart'schen Band. Die Pfeile geben die Richtung des Blutstroms an (nach Braune).

Arme und des Halses. — Bei längerem Stehen füllen sich die Venen der Beine stark: sie schwellen sofort ab, wenn zum Gehen das Bein erhoben und zum Weiterschreiten gestreckt wird.

Nun sind die Bewegungen, die beim Rudern auf dem Gleitsitz, beim Laufen, beim Bergsteigen, bei ausgreifendem Marschieren, beim Schwimmen usw. gemacht werden, solche, wo namentlich rhythmisch starke Streckung und Beugung des Schenkels wechselt, also auch rhythmisch dieser Saug- und Druckmechanismus zur Fortbewegung des Venenblutes in Tätigkeit gesetzt wird.

Allerdings wenn solche Bewegungen als Dauerbewegungen sehr langsam und mit geringfügigem Bewegungsumfang ausgeführt werden, so wird diese Anregung auf die Blutbeförderung in den Venen sehr gering, und es wird der oben erwähnte, entgegengesetzte Einfluß der Schwerkraft des Venenblutes nicht überwunden. Es bleiben daher bei langsamem, kleinschrittigem Gehen (behaglicher

Spaziergang, kurzschrittiges leises Gehen bei Ordnungsübungen) die Beine blutüberfüllt, werden schwer. Während der rüstige Wanderer bei ausgreifendem munteren Marschschritt frisch bleibt, ist der langsam schlendernde Spaziergänger bald der Ruhe bedürftig — und doch leistet der erstere das Vielfache an Muskelarbeit!

### § 140. Anstrengung und Ermüdung des Herzens.

Das Herz ist als Muskel so gut wie jeder andere Muskel dem Einfluß der Übung unterworfen. Da aber das Herz andauernd arbeitet, der besttränierte Muskel ist, so verhält es sich auch hierin wie andere auf Dauerarbeit geübte und tränierter Muskeln: bei gewohnter rhythmischer Arbeit nimmt es an Kraft und Umfang nicht weiter zu. Erst wenn es zeitweise auch zu stärkeren als den gewohnten Leistungen herangeholt wird, erhält es Wachstumsanregungen: der Herzmuskel wird dann kräftiger, seine Muskelwandungen werden dicker und fester.

Solche Mehranforderungen an die Leistungskraft des Herzens können bei krankhaften Störungen im Kreislauf sich dauernd einstellen. Wenn bei Herzklappenfehlern, d. h. bei ungenügendem Schluß der Herzklappen, ein Teil der in die Schlagadern zu werfenden Blutmenge bei jedem Herzschlag zurückströmt, so daß das Herz eine übergroße Menge Blut zu bewältigen hat, so übt dieses Mehr an Blutinhalte einen Gegendruck auf die Wände der in Frage kommenden Herzkammer aus und wirkt dehrend auf diese. Besonders leicht ist das der Fall bei der rechten Herzkammer, deren Wände meist dünner sind als die der linken. Die Folge dieser Dehnung ist: dauernde Herzerweiterung. Durch starke Verdickung der Herzmuskulatur sucht der Herzmuskel dieses dauernde Mehr an Arbeit auszugleichen, kann viele Jahre hindurch eine außerordentlich größere Leistung vollbringen: schließlich aber ermattet das Organ, die überangestrengte Muskulatur entartet.

Bei solchen Zuständen ist es verderblich, das schon überbürdete Herz durch starke Leibesbewegung nun noch mehr zur Überanstrengung zu bringen, das mühsam hergestellte Gleichgewicht von Anforderung und Leistung zu stören. Mit einem Wort: Herzranke sind von jeglicher Leibesübung fernzuhalten. Bestimmte heilgymnastische Übungen leichter Art, welche bei solchen Kreislaufstörungen eine Entlastung des Herzens bewirken können, sind nur unter fachmännischer Leitung vorzunehmen. —

Was nun die Einwirkung starker Muskelarbeit und insbesondere von Leibesübungen auf das gesunde Herz betrifft, so kann dieses entweder nur vorübergehend Anstrengung und Ermüdung erfahren oder dauernd beeinflusst werden. Im letzteren Falle muß unterschieden werden zwischen einer bloßen Anpassung des Herzens an starke Leistungen (Zunahme der Größe und Muskelstärke des Herzens oder sogen. Arbeitshypertrophie) und einer krankhaften Schädigung des Herzmuskels.

Bei Muskelarbeit steigert sich die Arbeitsgröße des Herzens. Das ist oben bereits gesagt (§ 140) dadurch, daß es mehr Blut umtreibt 1. durch Steigerung der Zahl der Herzzusammenziehungen und 2. durch Vermehrung des Schlagolums.

Letzteres würde eine Vergrößerung des Herzens während der Arbeit bedingen. Die Feststellung des Umfangs des Herzens nach den verschiedenen Arten von Anstrengung geschah früher durch Perkussion, d. h. durch kunstgerechtes Beklopfen der Brustwand zur Feststellung der Herzgrenze und die Bestimmung der Stelle, wo der Spitzenstoß des Herzens fühlbar ist. Zu dieser Untersuchungsart, auf der die früheren Untersucher fußten, ist nun hinzugekommen die direkte Aufnahme der Herzgröße mittels Röntgendurchleuchtung des Brustkorbes (Orthodiagraphie). Zweifellos liefert letztere Untersuchungsart die besten objektiven Ergebnisse. Mittels solcher Aufnahme gelang

Anstrengung  
und Ermü-  
dung des  
Herzens.

Anstrengung  
des Herzens  
bei Kreis-  
lauf-  
störungen.

Anstrengung  
des gesunden  
Herzens.



es Nikolai und Junz, den Herzumfang während der Arbeit (Treten am Bergsteigepapparat, wobei je nach Steile der Unterlage und Größe der Schritte eine große Arbeitssumme erreichbar ist) zu beobachten. Sie stellten dabei folgendes fest:

1. das Herz wird bei der Arbeit ein wenig größer;
2. nach der Arbeit wird das Herz plötzlich kleiner. Letzterer Umstand zeigt, daß
3. normalerweise nach jeder Herzzusammenziehung ein Restbestand von Blut im Herzen vorhanden ist (der also nach Muskelarbeit mit entleert wird).

Dieser Restbestand („Restvolum“) kann als eine Reserve betrachtet werden, welche für plötzlichen Blutbedarf eines Organs für gewöhnlich im Herzen vorhanden ist.

Fragen wir uns nun, wie sich die Inanspruchnahme des Herzens hinsichtlich seiner Anstrengung und seiner Ermüdung bei den verschiedenen Arten von Leibesübungen gestaltet.

### 1. Schnelligkeitsübungen.

Eine typische Anstrengung des Herzens mit folgenden, schnell vorübergehenden Ermüdungserscheinungen bietet der Schnelllauf. Nach einem schnellsten Lauf, etwa nach einem Wettlauf über 200 m in 25 Sekunden, schnellt die Zahl der Pulschläge von 75 hinauf auf 150–200 und mehr; der Puls wird klein, selbst unregelmäßig

Anstrengung  
des Herzens  
bei  
Schnelligkeits-  
übungen.

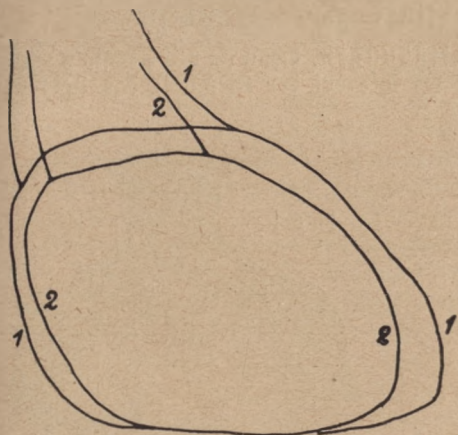


Fig. 326. Rekordschwimmer: 1 Herzumriß vor, 2 nach dem Wettschwimmen (orthodiatographisch aufgenommen). — Nach Mallwitz: Körperliche Höchstleistungen mit besonderer Berücksichtigung des olympischen Sports. — Halle 1908.

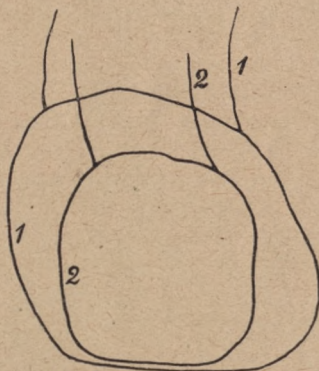


Fig. 327. Herzumriß eines Läufers. 1 (erweitertes) Herz vor, 2 nach einem 100-Meter-Lauf. — Nach Mallwitz a. a. O.

und setzt hin und wieder aus. Das bleiche Antlitz des am Ziel angekommenen Läufers verrät, daß die Herzkraft geschwächt ist: die Blutmasse im Körper ist schlecht verteilt, der große Kreislauf blutarm, der kleine in den Lungen dagegen überfüllt (s. Fig. 328). Alles dies dauert aber für gewöhnlich nur wenige Augenblicke. Der Puls wird dann wieder voller und regelmäßiger, die Wangen röten sich wieder. Die Herzarbeit bleibt noch eine Zeitlang beschleunigt, sinkt aber allmählich, etwa nach 12–15 Minuten, zur Norm zurück. Wollte man einen solchen Lauf mit ebenderselben Schnelligkeit fortsetzen, so würde die Herzermüdung schon bald derart sein, daß die Bewegung von selbst unterbrochen werden müßte. Der Läufer kann dann einfach nicht mehr. Denn ein schnellster Lauf über eine größere Strecke kann auch vom Bestgeübten nicht mit derselben Schnelligkeit gelaufen werden wie über eine kürzere Strecke. Der geübte Läufer muß eben gelernt haben, wie er je nach der zu durchlaufenden Strecke mit seiner Herzkraft haushält. —

Verkleinerung des Herzens nach Schnelligkeitsübungen.

Nun hat die Erfahrung immer wieder gezeigt, daß die Erscheinungen sowohl der Atemnot nach heftigen Schnelligkeitsübungen als insbesondere auch die des Versagens der Herzkraft um so geringfügiger sind und um so schneller sich verwinden, oft nach wenigen Minuten, je mehr der Läufer, Schwimmer, Ruderer usw. angeübt ist. Die orthodiagraphischen Untersuchungen (A. Smith, Moritz u. a.) lassen nach solchen Übungen sogar schon eine Verkleinerung des Herzmuskels erkennen, die als die Regel für eine kurzdauernde Muskelarbeit — falls sie nicht, wie bei Kraftübungen, mit Pressung verbunden ist — gelten kann. Bei den Röntgenaufnahmen, welche unter Nicolais Leitung von Lipschitz im sportwissenschaftlichen Laboratorium der Hygieneausstellung in Dresden 1911 gemacht wurden, war bei 65 Wettläufern in 43 Fällen Verkleinerung, in 19 Fällen Vergrößerung der Herzfigur vorhanden.

Schnelligkeitsübungen, wie überhaupt die Übungen der sogen. Leichtathletik (Springen, Werfen, Strecken- und Hindernislauf usw.) bedeuten, richtig betrieben, eine hervorragende Kräftigung des Herzens ohne Herzvergrößerung. So stellte A. Smith bei Gelegenheit der olympischen Spiele in Athen (1906) fest, daß die Sportsleute, die nur Leichtathletik trieben, eine besonders kleine Herzsilhouette bei der orthodiagraphischen Untersuchung darboten.

## 2. Kraftübungen.

Einfluß der Kraftübungen auf das Herz.

Anders liegt die Sache bei den Kraftübungen, wenn sie mit Pressung verbunden sind. Bei der Pressung sind (umgekehrt wie bei der Atemnot) das Herz und die

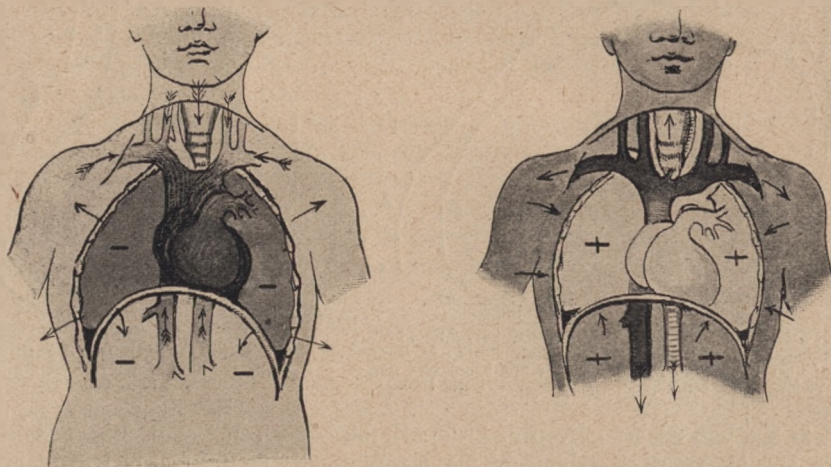


Fig. 328 u. 329. Blutverteilung bei der Atemnot und bei der Pressung. — In Fig. 328 (Atemnot) sind die Lungen und das Herz blutüberfüllt, das Herz gedehnt; die Körpervenen blutleer, im Brust- und Bauchraum negativer Druck. — In Fig. 329 (Pressung) ist umgekehrt im Brust- und Bauchraum starker positiver Druck; Lungen und Herz sind blutleer, die Venen des Körpers stark blutüberfüllt (Schemat. Darstellung nach De m e n t).

Einfluß der Pressung auf das Herz. Lungen blutleer, dagegen die Venen durch Rückstauung stark blutüberfüllt (s. o. § 134). Während der Läufer ein fahles blaßes Aussehen zeigt, unmittelbar nach Ankunft am Ziel, sind bei dem Ringer oder dem Athleten, der Zentnergewichte stemmt, im Augenblick der Pressung die Venen an Kopf und Hals stark hervortretend und ist das Antlitz stark gerötet. Das ändert sich mit dem Aufhören der Pressung, wo das zurückgestaute Venenblut sich nun plötzlich in das rechte Herz hinein ergießt, dieses durch den plötzlichen Anprall vorübergehend über die Norm dehnend.

Schott in Nauheim ließ zwei gesunde kräftige Männer so lange miteinander ringen, bis die ersten Zeichen von Atemnot eintraten — ein beim Ringkampf ziemlich gewöhnliches Vorkommnis. Nach dem Ringkampf fand er bei beiden eine Vergrößerung (Dehnung) des Herzens sowohl rechts wie links um 1–2 cm. Darauf ließ er die Ringer sich den Leib mit einem Riemen stark einschnüren, so daß das Zwerchfellatmen merklich beeinträchtigt war, und dann ringen. Es trat nunmehr nicht nur die Atemnot viel schneller ein, sondern die Herzdehnung wurde auch eine sehr viel größere (5½ cm). — Die Feststellung der Herzgrenzen erfolgte durch Perkussion — eine Methode, die Schott als Spezialarzt für Herzkrankheiten unbedingt beherrscht. Gleichwohl wiederholte er später den Versuch und stellte nun auch durch Röntgenaufnahme die Herzvergrößerung fest. Ebenso fanden mit der gleichen Untersuchungsart Smith und Mallwitz Herzerweiterung sowohl bei Ringern wie auch „ganz auffallend“ bei Gipsfellturnern. Im letzteren Falle zweifellos nach Übungen, welche mit Pressung ausgeführt wurden. Die alleinstehende Angabe von Mendl und Selig, welche zwei Ringkämpfer 25 Minuten lang bis zur Erschöpfung ringen ließen und bei dem einen keine Veränderung, bei dem anderen sogar Verkleinerung des Herzens fanden, hat gegenüber den entgegenstehenden positiven Ergebnissen keine Beweiskraft. Kein Zweifel, daß bei Kraftübungen das Herz stark angestrengt wird, und daß der Vorgang der Pressung wie die Störung des Atemganges meist zu Herzerweiterung führt. Ist letztere zunächst auch vorübergehender Art, so wird doch die häufigere oder gar gewohnheitsmäßige Herbeiführung solcher Störungen der Herztätigkeit durch schwere Kraftübungen sicherlich geeignet sein, den Herzmuskel schließlich dauernd zu schädigen. In der Tat zeigen sich oft genug nach dem vorwiegenden Betrieb nur solcher Kraftübungen, wie Heben und Stemmen schwerer und schwerster Gewichte, Ringen u. dgl., Herzerweiterungen, Herzschwäche, Entartungszustände des Herzmuskels, wenn auch erst nach einer geraumen Zeit, ja nach einer Reihe von Jahren. Wiederholt habe ich Gelegenheit gehabt, hervorragende Athleten zu untersuchen und den traurigen Gegensatz zwischen dem mehr als kraftvollen Oberkörper und dem nur matt arbeitenden Herzen festzustellen. „Unser Hausarzt“, so klagte mir die Frau eines seinerzeit überaus hervorragenden Hantelstimmers, „sagt mir immer: Ihr Mann hat den stärksten Arm und das erbärmlichste Herz in ganz München.“ —

Hinsichtlich der Schottschen Versuche sei besonders auf den Einfluß der Einschnürung des Leibes aufmerksam gemacht. Es erhellt daraus die Verkehrtheit und Gefährlichkeit des Tragens fester Leibriemen und Gürtel bei Männern wie von stark schnürenden Korsetten bei Mädchen und Frauen zum Turnen, Radfahren oder Tanzen. Die Behinderung der Atmung ist es, welche dabei für die Herztätigkeit unheilvoll wird.

### 3. Dauerübungen.

Mit Bezug auf angreifende Dauerübungen liegen zahlreiche Feststellungen vor, die sich allerdings zum Teil widersprechen. Einfluß von Dauerübungen.

Ganz besonders wertvoll sind die genauen Feststellungen, welche Junk und Schumburg über Vergrößerung des rechten Herzens (und zugleich Schwellung der Leber) nach Marschübungen junger Leute (Studierende) mit vollem kriegsmäßigen Gepäc über eine Strecke von nahezu 25 km machten. In 89 sorgfältig untersuchten Fällen ließ sich 64 mal (= 72%) eine Dehnung des rechten Herzens und Vergrößerung der Leber nachweisen. Hierbei spielte nicht nur die Belastung des Körpers durch den Tornister usw., sondern auch die Einschnürung des Leibes durch die Säbelfoppel mit zwei gefüllten Patronentaschen eine wesentliche Rolle. Insbesondere aber die infolgedessen stark erschwerte Atmung. Übrigens war die Herzdehnung so gut

wie stets am anderen Morgen wieder ausgeglichen, oft schon am Abend des Marsch-tages selbst, ja bisweilen bereits nach zwei bis drei Stunden.

Diese Ergebnisse sind allerdings durch Perkussion, nicht durch Röntgendurchleuchtung gewonnen — indes sei auch mit Rücksicht auf die gleich zu erwähnenden Untersuchungen von Henschen gesagt, daß in der Hand durchaus geübter Beobachter die Feststellung der Herzgrenzen durch Perkussion noch immer als ganz zuverlässig gelten muß. Übrigens wandte Zuntz gemeinsam mit A. Smith sowie Caspari im Sommer 1907 bei drei Veranstaltungen, nämlich einem Gepädmarsch mit militärischer Belastung über 50 km, dem in seinen Anforderungen unverantwortlichen Wettmarsch „Rund um Berlin“ über 216 km (!) sowie der Radwettfahrt „Rund um Berlin“ über 248,4 km orthodiographische Aufnahmen bei den Teilnehmern vor und nach den Wettkämpfen an. Bei dem erstgenannten Gepädmarsch über 50 km waren, trotzdem es sich um völlig gesunde Leute handelte, akute Herzerweiterungen in fast allen Fällen nachweisbar. Bei dem Wettmarsch über 216 km kamen von 29 Teilnehmern nur 12 bis zu der ärztlichen Kontrollstation (bei etwa 120 km), von denen nach Mallwitz über die Hälfte den Anblick völlig Erschöpfter darboten und bei den Untersuchungen in Ohnmacht fielen. Eine ähnliche vollkommene Erschöpfung, wobei die Leute kaum noch fühlbaren Puls hatten, sah ich selbst im Jahre 1904 bei den vier ersten „Siegern“ des „Marathonlaufs“ (49 km) gelegentlich der olympischen Spiele in St. Louis, allerdings an einem tropisch-schwülen Tage mit bedecktem Himmel. Das Bild des ersten Siegers, der zusammengebrochen, von Kameraden gestützt im Untergeschoß der Washington-Universität auf einer Kiste saß und nicht imstande war, den ihm mit schwungvoller Rede überreichten Siegespreis, den goldenen Marathon-Pokal, zu fassen und zu halten, wird mir unvergeßlich bleiben. — Bei dem Marathon-Lauf der olympischen Spiele 1908 in London brach der Erstankommene vor dem Ziel zusammen und konnte nur noch auf Händen und Knien kriechen. Zuletzt von seinen Landsleuten über das Ziel geschleppt, schwebte er 2½ Stunden zwischen Leben und Tod. Der Sieg wurde dem armen Teufel verjagt. — Bei dem Marathon-Lauf in Stockholm 1912 brach ein Teilnehmer, der

Portugiese Lazaro, bewußtlos zusammen und starb nach 12 Stunden wohl infolge von Hitzschlag. — Ich führe diese Erfahrungen, denen der Berliner Wettmarsch über 216 km zur Seite steht, nur an, um vor Übertreibungen zu warnen, die mit gutem Sport nichts zu tun haben. —

Nicht mit Röntgenuntersuchung, sondern nur durch Perkussion sind die Ergebnisse festgestellt, welche Professor Henschen in Upsala bei mehreren Wettkämpfen im Ski-(Schneeschuh-)Lauf erhielt.

Bei dem ersten dieser Wettläufe über 5 km bei Schneesturm und — 12°C handelte es sich um 15—16jährige, also mitten in der Entwicklungszeit stehende junge Leute, die wenig vorgeübt waren.

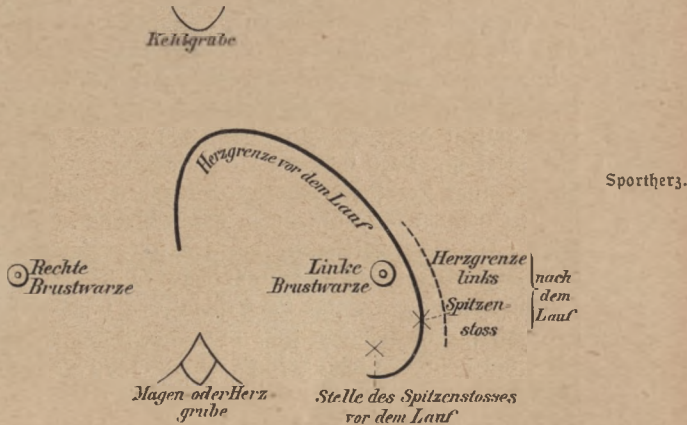
Der erste Sieger legte die 5 km in 55½ Minute zurück. Bei 6 von den 34 Skiläufern trat nach dem Wettlauf eine Erweiterung des Herzens ein — die bei allen nach mehreren Tagen zurückging. —



Fig. 330. Herzdehnung nach einem Schneeschuh-Wettlauf über 5 km nach Henschen.

Ein anderes Bild bot der „Salun-Lauf“ über 95 km (!) mit 37 rüstigen Teilnehmern (2 Offiziere, 2 Studenten, 8 Soldaten, die übrigen Arbeiter). Von diesen 37 zeigten nachher 11 durch den Lauf entstandene (vorübergehende) Herzvergrößerung. Von besonderem Interesse aber ist, daß die meisten der Wettläufer (26 von den 37) schon vorher ein zum Teil stark vergrößertes Herz hatten mit kräftigem Pulsschlag: eine Folge häufiger Übung. Diese waren es, welche die besten Leistungen boten. Auch diese schon vergrößerten Herzen erlitten aber durch den Lauf zum Teil eine stärkere Dehnung (Sig. 331).

In diesen Fällen von Henschen war also zum Teil eine Herzvergrößerung als „Sportherz“ dauernd zurückgeblieben. Eine solche Vergrößerung des Herzens, wenn sie mit entsprechender Dicken- und Kraftzunahme der Herzmuskulatur einhergeht, bedeutet lediglich eine Anpassung des Herzens an gesteigerte Leistungen, ist eine Arbeitshypertrophie



Sig. 331. Dehnung eines bereits vergrößerten Herzens nach einem Schneefuß-Wettlauf über 95 km nach Henschen.

eben so gut, wie sie beim Herzen eines Vollbluthengstes vorhanden ist, das 6—7 kg wiegt, während das Herzgewicht eines gewöhnlichen Pferdes 3,5 kg beträgt. Anders natürlich, wenn es sich um Herzdehnung ohne Dickenzunahme der Muskulatur handelt, wobei im wesentlichen das muskelschwächere rechte Herz in Frage kommt. Solche Erweiterung des rechten Herzens ist eben der Ausdruck dafür, daß dieses, als der muskelschwächere Teil des Herzens, der Aufgabe nicht gewachsen war, die Mehrarbeit zu leisten, welche die Unterhaltung des bei Leibesübungen stark gesteigerten Lungenkreislaufs erfordert. So tritt Stauung im Venensystem ein, wie auch die von Junk und Schumburg festgestellte Leberschwellung Ausdruck einer solchen Stauung ist. Diese Aufgabe des Herzens wird natürlich noch erschwert, wo die Atmung durch unpassende Kleidung (Einschnürung der Flanken), schlechte Körperhaltung, Pressung usw. behindert wird.

Atemnot und Blutüberfüllung der Lungen mit Stauung und hochgradiger Rückstauung im kleinen Kreislauf ist also die erste und wichtigste Ursache der Herzdehnung bei Überanstrengung durch Leibesübungen.

Dazu kommt die Ermüdung des Herzens selbst. Ein ermüdeter Muskel ist leichter dehnbar. Nun übt die Blutmenge, welche bei jeder Zusammenziehung des Herzens, unter starkem Druck genommen, in die Schlagadern gepreßt wird, einen Gegendruck auf die Herzwände aus. Da bei heftiger Muskelarbeit diese Menge — „vermehrtes Schlagvolum“ — eine größere ist als gewöhnlich, so ist auch dieser Gegendruck gesteigert. Je stärker ermüdet der Herzmuskel ist und je weniger kräftig und widerstandsfähig das Herz von vornherein war, um so eher werden die Wände der Herzkammern, namentlich die der rechten Kammer, dem Gegendruck des Blutes nachgeben und eine Dehnung erfolgen.

Endlich ist des schwächenden Einflusses der Ermüdungsstoffe zu gedenken, dem bei der Allgemeiner müdung auch der Herzmuskel und die Herznerven unter-

worfen sind, so daß Überarbeitung des Herzens eintritt. Der Puls wird ganz klein, matt, sehr häufig und selbst aussetzend. Die dabei eintretende Dehnung der rechten Herzkammer kann sogar für immer bleiben und dauernde Störungen der Herzarbeit hinterlassen. Ja, es kann solche Überarbeitung — wie das klassische Beispiel des Siegesläufers von Marathon zeigt — selbst zu Herzstillstand und damit zum Tode führen. —

Verkleinerung des Herzens nach Dauerübungen.

Aus der Zahl der mitgeteilten Beobachtungen sehen wir, daß bei Dauerübungen bald die Mehrheit, bald nur ein Teil der Übenden vorübergehende Herzerweiterung zeigt. Ja, es liegen orthodiagraphische Aufnahmen vor, wonach wenigstens bei wohltränierten auserlesenen Sportsleuten nach anstrengenden Dauerleistungen sogar Verkleinerung des Herzens eintritt, wie das bei einer vereinzelt kurzen Anstrengung die Regel ist. Dazu gehören die Aufnahmen von Dietlen und Moritz bei Radfahrern, die an einer Fernfahrt Leipzig—Straßburg (558,2 km) teilgenommen hatten. Ferner sind zu nennen die Aufnahmen der schwedischen Ärzte Jundell und Sjögren, die auch keine akute Herzerweiterung bei tränierten Sportsleuten fanden. Sie beziehen aber die Herzverkleinerung auf verringerte Füllung des Herzens. Bei der heftigen Pulsbeschleunigung werde die Erschlaffung (Diastole) des Herzens bei jedem Pulschlag verkürzt, so daß sich das Herz nur unvollkommen wieder fülle; zudem werde infolge der Lungenblähung nach heftiger Anstrengung sowie der Anstrengung der Bauchmuskeln der Blutzufuß zum rechten Herzen verhindert.

Inwieweit diese Erklärung zutrifft, sei noch dahingestellt. Die vorliegenden Beobachtungen zeigen aber, daß eine vorübergehende Herzerweiterung nach Dauerleistungen am ehesten da eintritt, wo es sich um Leute handelt, die nicht sportsmäßig träniert und besonders vorgeübt sind. Es ist eben zu unterscheiden zwischen einer schnell auftretenden Herzdehnung, die ein Zeichen geringerer Widerstandskraft der Herzmuskulatur sein kann — und der durch Übung sich allmählich einstellenden Vergrößerung des Herzens. Je mehr die Muskulatur in umfassendem Maße gewohnheitsmäßig geübt wird, wie bei Schnelligkeits- und Dauerübungen, um so größer wird auch das Herz.

Einwirkung schneller Bewegung auf das Herz bei Tieren.

Diejenigen Tiere, welche zu ihrer Fortbewegung das größte Maß von Muskelarbeit aufwenden müssen, haben auch das verhältnismäßig größte Herz. So ist durchgängig bei den Vögeln, welchen der Aufenthalt in der Luft beim Fliegen ständige starke Muskelarbeit auferlegt, das Herz im Verhältnis zum Körpergewicht größer als bei den Vierfüßlern. Und bei Vögeln sowohl wie bei Vierfüßlern haben alle Tiere, welche mehr oder weniger eingepfercht bleiben und der freien Bewegung entbehren, ein verhältnismäßig weit kleineres Herz als die, welche in der Freiheit an reichliche schnellste Bewegung gewöhnt sind. Auf je 1000 Körpergewicht entfallen z. B. nach Ranke beim Schwein nur 4,52, beim Menschen 5,00, beim Hasen 7,70, beim Reh 11,55 Herzgewicht. Letzteres hat also ein verhältnismäßig doppelt so großes Herz als das Schwein.

Es ist nun von besonderem Interesse, daß auch bei nahe verwandten Tierarten der Unterschied in der Lebensweise sich hier stark geltend macht. So ist nach den Angaben von Prof. Grober = Jena das Verhältnis des Herzgewichtes (1000 × Herzgewicht) zum Körpergewicht z. B. bei Tieren aus der Reihe der Nagetiere folgendes:

Stallkaninchen . . . . .	2,40	Eichhorn . . . . .	6,40
Wildes Kaninchen . . . . .	2,76	Hamster . . . . .	4,40
Hasen . . . . .	7,75		

Ähnlich bei Vogelarten, z. B.:

Hausente . . . . .	6,98	Moor-schneehuhn . . . . .	11,08
Wildente . . . . .	11,02	Alpen-schneehuhn . . . . .	16,30
Möwe . . . . .	8,49		

Das Herz des Stubenhockers in der Stadt verhält sich zum Herzen eines Menschen, der regelmäßig Leibesübungen treibt, etwa wie das Herz des Stallkaninchens zu dem des wilden Kaninchens oder das der Hausente zu dem der Wildente, d. h. es ist zu klein. Grober zeigte auch, daß an der Zunahme der Herzmuskulatur insbesondere das rechte Herz beteiligt ist.

Vergrößerung des Herzens braucht also nicht gleichbedeutend zu sein mit Erkrankung des Herzens, wohl aber ist es gleichbedeutend mit geringerer Leistungsfähigkeit, wenn das Herz zu klein ist. Bei ungenügender Bewegung in der Jugend bleibt aber das Herz zu klein — weshalb auch der Jüngling durchschnittlich ein größeres Herz hat als das gleichalterige Mädchen, welches sich eben weniger kräftig bewegt. Wir wissen aber auch, daß Kleinheit des Herzens auffallend oft vorhanden ist bei Tuberkulose.

### § 141. Übung und Kräftigung des Herzens.

Im vorhergehenden haben wir uns vor Augen geführt, wie bei anstrengenderen Leibesübungen die Herztätigkeit anwachsen kann, wie erst leichtere und bald vorübergehende, dann stärkere und langsame abklingende Ermüdungserscheinungen auftreten und schließlich selbst für Gesundheit und Leben bedrohliche Grade der Überanstrengung des Herzens leicht möglich werden. Es ist durchaus nicht so leicht, die Grenze anzugeben zwischen kräftigender nützlicher Anstrengung und schädlicher Überanstrengung des Herzmuskels. Dies um so weniger, als unter Umständen der Übergang vom einen zum anderen, also das Versagen der Herzkraft recht unvermerkt und plötzlich erfolgen kann.

Bei Beurteilung der Frage, welcher Grad von Übung und Anstrengung noch von Vorteil für das Herz ist, kommt mehr als sonst die besondere körperliche Verfassung jedes einzelnen in Betracht. Das Vorhandensein eines Herzfehlers schließt von jeder angreifenden Leibesübung aus. Bei Blutarmen und Bleichsüchtigen, ebenso wie bei Schlechnährten, sind die Ansprüche an die Herzkraft größer (s. o. § 138), und der Herzmuskel ermüdet schneller — und doch bedarf bei solchen das kleine und schwächlich entwickelte Herz in besonderem Maße der Übung und Kräftigung.

Darauf muß namentlich hingewiesen werden mit Bezug auf die Bekämpfung der Tuberkulose, denn bei Schwindsüchtigen ist sehr häufig der Herzmuskel schwach entwickelt. Eine rechte Übung und Kräftigung des Herzens bei unserer Jugend erhöht ohne Zweifel die Widerstandskraft gegen diese mörderischste aller Volkskrankheiten. Stark herabgesetzt ist weiterhin die Leistungskraft des Herzens bei Fettleibigkeit. Es sind einerseits die Fettmassen in der Haut, welche den Blutlauf in den Venen dort erschweren, andererseits ist es die starke Anhäufung von Fett im Darmgefäße, welche das Zwerchfell nach oben drängt und dessen Arbeit stark erschwert. Dazu kommt dann noch die Anhäufung von Fett unmittelbar unter dem Überzug des Herzmuskels selbst. Alles dies bewirkt, daß bei Fettleibigen schon nach mäßiger Anstrengung leicht Atemlosigkeit und Herzermüdung eintritt. Der verstorbene Oertel in München hat zuerst das methodische sorgsam überwachte Bergsteigen, in Verbindung mit Beschränkung jeglicher Flüssigkeitsaufnahme, d. h. also ein richtiges Trainieren des Herzmuskels als heilgymnastische Maßnahme bei Fettherz und Fettleibigkeit eingeführt.

Weiter kommt hier in Betracht, daß die Herzarbeit und deren Regulierung wesentlich beeinflusst wird durch das Nervensystem. Die Lustgefühle wirken anregend und kräftigend auf den Gang der Herztätigkeit, die Unlustgefühle hemmend und beeinträchtigend. Vor allem aber üben durch Vermittlung des Nervensystems zahlreiche Stoffe — einen Teil dieser kann man direkt als Herzgifte bezeichnen —

Besondere  
Einflüsse auf  
die  
Herzkraft.

Oertelkur.

Herzgifte.

eine oft ungemein tiefgreifende Einwirkung auf die Arbeit des Herzmuskels aus. Die hierher gehörigen Arzneikörper — genannt sei nur der giftige Fingerhut (*Digitalis*), welcher die Herztätigkeit stark zu verlangsamen vermag — entfallen aus dem Rahmen unserer Betrachtung. Verschieden ist der Einfluß einer Reihe von Genußmitteln. Von diesen wirken die Fleischbrühe, der Kaffee, der Tee, der Kakao belebend und anregend auf das Nervensystem und damit auch auf die Herztätigkeit. Anders verhält es sich mit dem Alkohol, der in kleineren Mengen zwar auch eine anregende Wirkung besitzt, bei dem aber schon bald die lähmenden Wirkungen überwiegen. Alkohol, kurz vor oder während einer Leibesübung genossen, bedeutet niemals einen Gewinn für die Herzkraft, abgesehen vielleicht von dem Fall, wo die erregende Wirkung einer kleineren Alkoholmenge am Ende einer außergewöhnlichen Anstrengung, z. B. kurz vor dem Ziel einer großen Bergbesteigung, den letzten Rest der Mühe überwinden hilft. Dagegen setzt oft der Alkohol in anscheinend noch harmlosen Mengen die Leistungsfähigkeit des Herzmuskels für wirkliche Anstrengung schon merklich herab. Eine größere Alkoholmenge tut dies in erheblichem Grade. Gewohnheitsmäßiger Alkoholgenuß beeinträchtigt dauernd den Umfang der möglichen Herzarbeit und damit die Fähigkeit wenigstens zu außerordentlichen Leistungen auf dem Gebiet der Leibesübungen. Ein gleiches wird auch vom Tabakgenuß behauptet.

Einfluß des  
Geübtheits.

Bei keinem Organ endlich kommt es für die Schätzung der Leistungsfähigkeit und der zuträglichen Betätigung so sehr darauf an, in welchem Maße der Körper vorgeübt ist zu bestimmten Leistungen. Von zwei jungen Leuten, welche sich sonst eines gleichen Standes von Körperkraft und Gesundheit erfreuen, von denen der eine sich aber durch Laufübungen entsprechend vorbereitet hat, während der andere vielleicht sonstige Körperübungen betreibt, wie z. B. Geräteturnen, aber im Lauf gar nicht vorgeübt ist, wird ganz sicher der erstere die Anstrengung des Laufs leicht überwinden, der andere aber durch Blässe, Atemnot sowie kleinen und aussetzenden Puls nach Ankunft am Ziel die Zeichen eines stärkeren Grades von Herzermüdung darbieten.

Wer ins Gebirge reist, wird nach einer anstrengenden Bergbesteigung, die er sofort in den ersten Tagen unternimmt, leicht starker Erschöpfung unterliegen, während er die gleiche Leistung, nachdem er bereits eine Reihe von mäßigeren Bergwanderungen hinter sich hat, mit Leichtigkeit erträgt. Es ist das Herz, welches erst geeigneter Übung und Kräftigung bedarf, bevor ihm eine größere Leistung zugemutet werden kann. Was in dem einen Falle eine zuträgliche, ja nützliche Übung bedeutet, ist im anderen Falle eine Überanstrengung, die selbst bedenklichere Folgen nach sich ziehen kann.

Über die Unterschiede, welche außerdem noch für die verschiedenen Lebensalter obwalten, wird weiter unten noch das Nötige zu sagen sein. Jedenfalls sind alle jene Punkte zu berücksichtigen, wenn man den Einfluß der verschiedenen Arten von Leibesübungen auf die Herztätigkeit sich vor Augen führen will.

Gehen wir nun auf diese kurz ein!

Geschichtliche-  
heits- und  
örtliche  
Kraft-  
übungen.

Die einfachen Geschichtlicheitsübungen, welche meist zugleich Kraftübungen kleinerer Muskelbezirke darstellen, haben auf die Herztätigkeit den geringsten Einfluß. Sie steigern nur ganz vorübergehend die Pulszahl. So sah Leitenstorfer bei Soldaten, daß nach einer zehnmal wiederholten Kniebeuge die Pulsziffer auf 100 bis 120 anstieg, nach Aufhören der Übung aber auch in einigen wenigen Minuten wieder zur Norm absank.

Allgemeine  
Kraft-  
übungen.

Anders bei schweren, d. h. allgemeinen und die Höchstkraft größerer Muskelgebiete in Anspruch nehmenden Kraftübungen, wie Ringen, Stemmen, Heben und Tragen schwerster Gewichte u. dgl. Bei diesen wird stets der Vorgang der Pressung in Szene gesetzt, um die äußerste Muskelkraft ausnützen zu können. Nicht nur flüchtig, sondern mit wachsender Anstrengung auch eine wachsende Anzahl



von Sekunden hindurch. Wie verderblich der so erzielte Überdruck im Brustraum auf das Herz zu wirken vermag, haben wir oben gesehen. Der Ungeübte oder fehlerhaft Angewiesene ist geneigt, auch bei solchen Übungen, welche gar nicht das höchste Kraftmaß fordern, bereits den Vorgang der Pressung eintreten zu lassen. Diese Gewohnheit erleichtert zwar die bezügliche Bewegung, aber sie ist eine mißbräuchliche und soll durch die Willenskraft unterdrückt werden. Es ist daher eine wichtige Aufgabe des Turnlehrers, auf die Atemführung namentlich bei Gerätübungen genau zu achten. Den Schülern ist, solange es sich nicht um ausgesprochen äußerste Kräfteanwendung handelt, zu untersagen, daß sie die Übung mit Unterbrechung des Atemganges und festem Schluß der Stimmriße ausführen.

Am schnellsten und umfassendsten wird die Herzarbeit gesteigert bis zu ihrem höchstmöglichen Umfang bei den Schnelligkeitsübungen. Bei jeder Schnelligkeitsbewegung, die den Zweck verfolgt, in bestimmter Zeit eine möglichst große Strecke oder — was zumeist geübt wird — eine bestimmte Strecke in möglichst kurzer Zeit zurückzulegen, also beim Wettlauf, Wettrudern, Wettschwimmen, Wettreden u. dgl., wird die Herzarbeit stets bis zur Grenze der möglichen Leistungsfähigkeit gesteigert und zeigt schließlich entsprechende Ermüdungserscheinungen. Diese Übungen bedeuten für den Herzmuskel daselbe, was höchste Kraftübungen für andere Muskeln. Um die Ermüdungserscheinungen gut ertragen zu können, ist es notwendig, sich auf derlei Höchstleistungen sorgfältig vorzuüben. Dies gilt namentlich für Wettkämpfe über größere Strecken.

Anders bei den Schnelligkeitsübungen im weiteren Sinne, bei denen es nicht gerade auf die nach Raum und Zeit engbegrenzte Höchstleistung an Schnelligkeit ankommt. Hier liegt das Gebiet der auf den Übungsplätzen unserer Jugend vornehmlich betriebenen Schnelligkeitsübungen, also des schnellen Laufs auf Befehl, der Übung im schnelleren Rudern, Radsfahren und Schwimmen und vor allem der Laufbewegung bei den Bewegungsspielen. Zwar wächst auch bei solchen die Herzarbeit (sowie die Atemtätigkeit) bis zum Höchstmaß an: indes wird die Bewegung hier sofort gemäßiget oder unterbrochen, sobald sich die Anzeichen von Atem- und Herzererschöpfung, Herzklopfen und Außer-Atem-Kommen bemerkbar machen. Gerade dieser Umstand gestaltet die Bewegungsspiele der Jugend zur besten und zuträglichsten Form der Herzübung.

Nun kann weiterhin jede Schnelligkeitsbewegung so weit gemäßiget werden, daß zwar Herz- und Lungenarbeit ansteigen, aber nicht bis hinan zur Grenze der Erschöpfung. Vielmehr bleibt die Herztätigkeit bei langandauernder Fortsetzung der Bewegung auf einer gleichen Höhe von Mehrarbeit, so daß ein Gleichgewicht zwischen Anforderung und Leistung dauernd hergestellt ist: die Schnelligkeitsbewegung wird zu einer Dauerbewegung. Auch hier gibt es eine Höchstleistung, die aber in der Dauer begründet ist. Sie findet ihren natürlichen Abschluß nicht allein in der Ermüdung der Muskeln und der Nerven, wie dies bei den Kraftübungen der Fall ist, nicht allein in der Ermüdung des Herzens und der Lungen, wie bei den Schnelligkeitsübungen, sondern in der Erschöpfung aller körperlichen Organverrichtungen: dem Zustand der Allgemeiner müdung. Dabei stehen der Herzmuskel und die Herznerven mit unter dem Einfluß der im Blute angehäuften und umkreisenden Ermüdungsstoffe.

Nun ist zu Dauerübungen, wenn sie in stetigem rhythmischen Gleichmaß und mit mittlerer Geschwindigkeit vor sich gehen, unser Herzmuskel in sehr hohem Grade leistungsfähig. Auch nur halbwegs Geübte ertragen mit Leichtigkeit Wandern und Marschieren, Bergsteigen, Rudern, Reiten u. dgl. viele Stunden lang. Meist sind es besondere Umstände bei solchen Dauerleistungen, welche tiefergreifende Erschöpfung

Schnelligkeitsübungen als Höchstleistung.

Schnelligkeitsübungen im weiteren Sinne.

Dauerübungen.

bewirken. Dazu gehört zunächst der Versuch, die durchgängige Schnelligkeit bei Dauerleistungen möglichst zu steigern, also z. B. die Verwandlung des Wanderschritts in einen Eilmarsch. Dies liegt besonders dann nahe, wenn solche Dauerleistung zu einer Wettübung gestaltet wird, wie bei dem oben erwähnten Skilaut über 95 km, wie es bei sogenannten Distanzmärschen, bei überweiten Radfahrten, bei Distanzritten über weite Strecken der Fall ist. Es sind übrigens gerade solche Leistungen, deren die Neuzeit zahlreiche aufzuweisen hat, welche die außerordentliche Leistungsfähigkeit des Herzmuskels beweisen. — Weitere Umstände, welche die gesteigerte Arbeit des Herzens leicht zur Überarbeit bringen, sind bei Märschen starke Belastung mit Gepäc und unzuweckmäßige Kleidung. Starke Mehrarbeit in der Zeiteinheit erfordern ferner bei Märschen und auch bei Radfahrten schlechte, durchweichte, nachgiebige Wege. Ebenso zwingt es zu erheblicher Mehrarbeit beim Gehen, Rudern und namentlich beim Radfahren, wenn die Bewegung unter entgegenstehendem stärkeren Winddruck zu erfolgen hat. Besonders erschöpfend wirkt es aber, wenn einem durch Dauerarbeit bereits angestregten Herzen noch unvorhergesehene plötzliche Mehrarbeit zugemutet wird: wenn ein Platzregen am Ende einer langen Wanderung oder etwa die Notwendigkeit, den Eisenbahnzug noch zu erreichen, bereits ermüdete Wanderer zu schnellem Lauf zwingt; wenn zum Schluß einer Bergwanderung noch eine besonders steile und schwierige Wand zu erklettern ist usw. Bei langen Radfahrten ist es vor allem das Bestreben, mit dem Aufgebot aller Kraft eine stärker ansteigende Wegestrecke zu nehmen, welche schon vielfach zu verderblicher Herzüberanstrengung geführt hat. Überhaupt verführt wohl keine Leibesübung mehr dazu, das Herz in schädlichem Maße zu überanstrengen, als gerade das Radfahren. Bei langen Märschen ist es das Druckgefühl in den Knie- und Fußgelenken, welches zur Mäßigung der Marschgeschwindigkeit, wenn nicht zum Aussetzen der Fortbewegung Anlaß gibt; beim Laufen und Rudern gibt die Atemanstrengung und beginnende Atemnot gewissermaßen das Warnungssignal und erzwingt Unterbrechung der heftigen Bewegung; beim Radfahren dagegen ist das Gefühl der Überanstrengung das denkbar geringste, und unvermerkt steigert sich die Anstrengung des Herzens zur Überanstrengung, ja zur Erschöpfung. Neben der schweren Athletik gibt daher das Radfahren vielleicht von allen Leibesübungen am meisten Anlaß zu dauernden Störungen der Herztätigkeit und bleibenden Herzerkrankungen: zu Herzerweiterung und nervösem Herzklopfen. Radfahrern ist daher ganz besondere Vorsicht bei Dauerfahrten geboten, damit nicht die schöne und gesunde Bewegung der Radfahrt verkehrt werde in eine Quelle körperlichen Unbehagens und tieferegreifender Störungen der Kreislauforgane.

Es ist nötig, daß man sich beim Betrieb von Leibesübungen stets klar ist über die Folgen möglicher Überanstrengungen, um solche vermeiden zu können. Der Spielraum innerhalb der Grenzen des Zuträglichen ist wahrlich groß genug gesteckt, um den Körper nach allen Richtungen hin aufs ausgiebigste üben zu können. Werden diese Grenzen innegehalten, so muß andererseits betont werden, daß gerade die Schnelligkeits- und Dauerübungen diejenigen sind, welche auf das Wachstum und die Leistungsfähigkeit des Herzens den tiefstgehenden Einfluß ausüben. Ja sie sind für die normale Entwicklung des Herzens geradezu unersetzlich.

Die Bedeutsamkeit, welche die Schnelligkeits- und Dauerübungen für die Erhaltung der Gesundheit und der vollen Leistungsfähigkeit haben, steht außer Frage. Bei genügendem Umfange ihres Betriebs schaffen diese Übungen wohlentwickelte und kräftige Herzen. Denn man muß wohl unterscheiden zwischen einem kräftigen „Sportherz“ (Henschen), welches entsprechenden Pulsschlag erzeugt, und einem krankhaft erweiterten Herzen, dessen Arbeit eine matte ist, und welches früher oder später besonderen Schwäche- und Entartungszuständen entgegengeht.

Erschwernungen bei Dauerleistungen.

Wirkung des Radfahrens auf das Herz.

Wert der Schnelligkeits- und Dauerübungen auf das Herz.

Sportherz.

**§ 142. Entwicklung des Herzens und der Blutgefäße.**

Entwicklung  
des Herzens  
und der  
Blutgefäße.

Um zu beurteilen, welche Leibesübungen mit Rücksicht auf die Inanspruchnahme der Kreislauforgane in diesem oder jenem Lebensalter die bestgeeigneten sind, ist es wichtig, die Wachstumsverhältnisse des Herzens und der Blutgefäße in Betracht zu ziehen.

Bencke, dessen Angaben hier noch immer als die maßgebenden gelten müssen, fand aus zahlreichen Messungen und Wägungen folgende Mittelzahlen:

Alter:	Körper- länge: cm	Volum des Herzens: ccm	Umfang der Hauptschlagader (Aorta) dicht über dem Herzen: min
nach der Geburt . . . . .	49—52	20—25	20
Schluß des 1. Lebensjahres . . . . .	68—72	40—45	32
" " 3. " . . . . .	88—90	56—62	36
" " 7. " . . . . .	112	86—94	43
13.—14. Lebensjahr . . . . .	140—150	120—140	50
nach vollendeter Entwicklung . . . . .	167—175	215—290	61,5
im reifen Mannesalter . . . . .	167—175	260—310	68

Rechnete er diese Ziffern gleichmäßig auf 100 cm Körperlänge um, so ergab sich:

Lebensalter:	Verhältnismäßiges Volum des Herzens: ccm	Verhältnismäßiger Umfang der Hauptschlagader: mm
nach der Geburt . . . . .	40—50	40
Schluß des 1. Lebensjahres . . . . .	46—54	45
" " 3. " . . . . .	63—70	43
" " 7. " . . . . .	75—80	39
13.—14. Lebensjahr . . . . .	83—100	38
nach vollendeter Entwicklung . . . . .	130—168	37,5
im reifen Mannesalter . . . . .	150—180	40,0

Letztere Ziffer besagt also, daß der erwachsene Mann auf die gleiche Körperlänge eine 3—4mal so große Muskelmasse des Herzens besitzt als das neugeborene Kind.

Für die Wachstumsgröße des Herzens, auf je ein Jahr berechnet, ermittelte Bencke folgende Ziffern, wobei das erste Lebensjahr mit seinen großen Wachstumsziffern außer acht gelassen werden kann:

Das Herz wächst im:

2.—4. Lebensjahr jährlich um	9	ccm	
5.—7. " " "	7	"	
7.—14. " " "	5,6—7,6	"	
während der Entwicklungszeit	19—30	"	wenn die Entwicklung 5 Jahre andauert,
	47,5—75	"	" " " " 2 " "

Aus alledem geht hervor:

1. Während die Größe des Herzens vom Kindesalter bis zur vollendeten Entwicklung um das Zwölffache zunimmt, wächst der Umfang der Schlagader nur um das Dreifache.

Beim Kinde ist das Herz verhältnismäßig klein, die Blutgefäße sind weit. Daher ist hier der Blutdruck gering, das schneller arbeitende Herz treibt in schnellerem Strom die Blutflüssigkeit durch den Körper. Der Stoffaustausch zwischen Blut und Geweben ist ein großer. Wachstum und Stoffansatz sind beim Kinde von vorzugsweiser Bedeutung.

2. Der entscheidende Umschwung in dem Verhältnis der Herzgröße zur Weite der Schlagader vollzieht sich in der Zeit der Reifeentwicklung. Das Herz wird tatsächlich in den Entwicklungsjahren um das Doppelte größer. In derselben Zeit wird die Hauptschlagader nur wenig, etwas mehr als um ein Fünftel weiter. Hier entspricht also nach vollendeter Entwicklung ein verhältnismäßig großes Herz einem engen Schlagadersystem, der Blutdruck steigt, das Herz muß langsamer und mit weit größerer Kraft arbeiten.

### § 143. Übungsbedürfnis des Herzens.

„Wenn eine praktische Hygiene Wahrheit werden soll,“ sagt B e n e t e, „so sollte sie an erster Stelle die Entwicklung eines kräftigen Herzens ins Auge fassen.“ In der That: eine normale Entwicklung des Herzens vor und in der Reifezeit ist für die gesamte Körperentwicklung, für den Bestand der Gesundheit, für die Gesamthöhe der körperlichen Leistungsfähigkeit und Widerstandskraft von ausschlaggebender Bedeutung.

Die vorher erörterten Entwicklungsgesetze zeigen aber schlagend, daß gerade bei den Heranwachsenden vor und in der Entwicklungszeit das Herz besonderer Anregung zum Wachstum, d. h. besonderer Übung bedarf.

Dies Bedürfnis wird jedoch doppelt dringend gegenüber den besonderen Einwirkungen, welche das Schulleben, die andauernde Sitzhaltung der Kinder für einen großen Teil des Tages mit sich bringt. Förderung des Wachstums und der Ernährung durch Belebung der Atmung, des Kreislaufs und des Stoffwechsels ist im Sinne gesundheitlicher Erziehung der Hauptgesichtspunkt, nach welchem Leibesübung und Leibesbewegung der Jugend vor begonnener Entwicklung geboten werden muß; dies um so mehr, als die Sitzstunden in der Schule dem sogar entgegenwirken.

Das erste Erfordernis zur allseitigen Anregung des Stoffwechsels ist ein reger, ungehinderter Kreislauf des Blutes, und gerade der Blutkreislauf wird in den Sitzstunden erschwert. Galleu doch hier die beiden Hilfskräfte des Kreislaufs gänzlich aus: Bewegung und ausgiebige Atmung. Denn auch die Atmung wird beim Sitzen auf der Schulbank auf ein Mindestmaß herabgedrückt. Erst reichliche Bewegung belebt den Kreislauf wieder, entlastet das unter ungünstigen Verhältnissen in der Sitzhaltung arbeitende Herz und schafft ihm befreiende Übung im rechten Gleichmaß.

Wir wissen aus den zahlreichen Erhebungen der Schulärzte an unseren Schulen, eine wie große Zahl — oft bis zur Hälfte aller! — von unseren Schulkindern blaß und blutarm ist. Wir sehen ferner die Ziffer der Blutarmen mit der Dauer des Schulbesuchs gewöhnlich noch zunehmen.

Entwicklungsgeschichtliche Gründe sowohl wie die besonderen Einwirkungen des Schullebens lassen daher die Übung des Herzens als eine Hauptaufgabe der Leibesübungen unserer Jugend erscheinen. Die Schnelligkeitsübungen, vornehmlich in Form der Bewegungsspiele, werden dieser Aufgabe zumeist gerecht. Denn der Umstand, daß das Herz klein, die Schlagader aber weit und so der Kreislauf ungemün erleichtert ist, macht die heranwachsende Jugend zu Schnelligkeitsübungen besonders tauglich: Herz- und Atemerschöpfung gleichen sich schnellstens aus. So anhaltend zu laufen und zu rennen, wie der Knabe stundenlang beim Spiel, vermag der Erwachsene nicht mehr: seine Blutdruckverhältnisse sind eben ganz andere geworden. Wie spielend läuft ein Knabe treppauf zur drei oder vier Treppen hoch gelegenen elterlichen Wohnung, so und so oft im Tage. Der Erwachsene schreitet bedächtiger hinan, und oben angekommen, verspürt er Herzklopfen und beschwerliches Atmen, welches ihn oft zwingt, einen Augenblick stehenzubleiben und zu „verschlaufen“, bis Herz- und Atemgang sich wieder beruhigt haben.

Diese Leistungsfähigkeit des Herzens zu Schnelligkeitsbewegungen bleibt noch während der Entwicklungszeit eine ähnlich große. Die besten Stürmer im Fußball sind meist junge Leute von 16—19 Jahren; gute Leistungen im Wettlauf werden schon in diesen Jahren erreicht und später wenig mehr übertroffen.

Ganz anders sind die Verhältnisse beim Erwachsenen bis zum kräftigen Mannesalter. Das Herz wird verhältnismäßig groß, muß mit starker Kraft unter hohem Druck das Blut in die engen Schlagadern pressen. Störungen der Herztätigkeit durch Herbeiführen höchster Herzanstrengung bis zu beginnender Herz-

Übungs-  
bedürfnis  
des Herzens.

Einwirkung  
des Schul-  
lebens.

Wert der  
Schnellig-  
keits-  
übungen für  
die Jugend.

Leistungs-  
fähigkeit des  
Herzens bei  
Er-  
wachsenen.

ermüdung werden nicht mehr so leicht und schnell ausgeglichen: Schnelligkeitsübungen greifen weit stärker an als vor und während der Entwicklung.

Andererseits ist der Stoffwechsel verhältnismäßig geringer geworden. Da das Wachstum vollendet ist, stören angreifende Kraft- und Dauerübungen nicht mehr die Entwicklung, wie beim heranwachsenden Knaben und Jüngling. Daher im Alter von 20—40 Jahren starke Leistungen nach Kraft und Dauer am ehesten zu erreichen sind und am besten vertragen werden.

Dann aber beginnen sich langsam Verhältnisse geltend zu machen, welche vor allem in bezug auf die Leistungsanforderungen an das Herz größere Vorsicht erheischen, da sie die Leistungsfähigkeit herabsetzen. Bei vielen stellt sich schon von den dreißiger Jahren an stärkere Fettleibigkeit ein und erschwert die Herzarbeit. Namentlich kommen nun auch die Altersveränderungen der Blutgefäße, und zwar besonders der Schlagadern, in Betracht. In der Zeit nämlich um das 40. Lebensjahr, beim einen früher, beim anderen später, beginnen die Wände der Schlagadern an Elastizität einzubüßen: sie werden starrer, es lagern sich oft jetzt schon Kalksalze in ihnen ab. Die Schnelligkeitsübungen, in der Jugend die vornehmste Übungsart zur Kräftigung des Herzens und Anregung des Kreislaufs, sind nunmehr die ersten, welche sich verbieten. Nur in beschränkter Form, nämlich den Dauerbewegungen in mittlerem Zeitmaß sich nähernd, werden sie ohne Atem- und Herzer schöpfung ertragen. Anregende, nicht allzu anstrengende Fußmärsche, maßvolles Bergsteigen sind besonders zuträglich. Ebenso mäßiges Radfahren. Bedenklich werden Kraftübungen und wahre Muskelanstrengungen: das ohnehin unter erschweren Verhältnissen arbeitende Herz erleidet dadurch leichter als früher dauernde Schädigung, Erweiterung des Herzens oder Entartungszustände der Herzmuskulatur. Durch verminderte Geschicklichkeit büßt das Gerätturnen an Reiz ein. Und doch ist es besonders wertvoll, die Bewegungsanreize für das Herz gerade in diesen Jahren sich nicht entgehen zu lassen. Namentlich wer in jüngeren Jahren sein Herz stark anzustrengen gewöhnt war, kann nichts Unvernünftigeres tun, als beim Versagen des Herzens für stärkere Kraftleistungen nun die Glinte ganz ins Korn zu werfen und mit Leibesübungen überhaupt aufzuhören. Solch schroffen Wechsel erträgt der Herzmuskel nicht ohne Schaden. Wie bei jedem anderen Muskel entarten auch seine Muskelfasern bei einem Mindermaß von Arbeit. Wenn auch der Jugend Kraft und überschäumende Lebensfülle dahinschwinden, einen erfreuenden Grad leiblicher Friische und Tatkraft wahrt sich sicherlich auch der Bejahrte am ehesten durch stetige Leibesübung und ausreichende Bewegung.

### § 144. Das Blut.

Die Blutmenge, welche in unserem Gefäßsystem freist, beträgt beim erwachsenen Menschen im Mittel etwa 4,5—5 kg, d. i. ein Dreizehntel des gesamten Körpergewichts. Das Blut hat eine rote Farbe: hellrot in den Schlagadern, dunkelrot in den Blutadern. Das Blut stellt jedoch keine gleichartig gefärbte Flüssigkeit dar, vielmehr besteht es aus einer farblosen Flüssigkeit, in welcher eine Menge kleiner Körperchen, die Blutkörperchen, schwimmen. Die letzteren sind es, welche dem Blute seine Farbe verleihen.

Die Blutkörperchen sind so klein, daß sie nur durch das Mikroskop zu erkennen sind. Entnimmt man durch Einstich mit einer Nadel z. B. in das Ohrläppchen dem Körper ein Bluttröpfchen, legt dieses auf ein Glasstückchen (Objektträger) und bedeckt es mit einem haardünnen, etwa 1 qcm großen Glasscheibchen (Deckgläschen), so wird nach leichtem Druck das Bluttröpfchen sich als dünne gelbliche Schicht zwischen Objektträger und Deckgläschen, also über 1 qcm ausbreiten. Legt man nun das Blutpräparat unter das Mikroskop, so wird man bei etwa 500facher Vergrößerung eine

Altersveränderungen der Blutgefäße

Das Blut

Blutkörperchen.

kaum dem Umfang eines Stednadelkopfs gleichkommende Stelle der über 1 qcm ausgebreiteten Schicht vor Augen haben. In diesem kleinen Bruchteil des Bluttröpfchens gewahrt das Auge aber sofort viele Hunderte von gelblichen, in der Mitte leicht eingedrücktten Scheibchen: die roten Blutkörperchen; denn sie sind es, welche in dickerer Blutschicht dem Blute tiefrote Farbe verleihen. Ganz vereinzelt zwischen diesen roten Blutscheiben sehen wir auch farblose, leicht geförnte, matt glänzende Scheibchen, meist etwas größer als die roten Blutkörperchen; dies sind die weißen Blutkörperchen (Fig. 332 u. 333).

Der erste, welcher die Blutkörperchen im menschlichen Blute sah, war der holländische Anatom Leeuwenhoeck, und zwar im Jahre 1673.

Im Mittel kommt beim Erwachsenen ein weißes auf 700 rote Blutkörperchen, in den Jahren vor der Reifung eins auf 500. Bei Bleichsucht steigt die Verhältniszahl

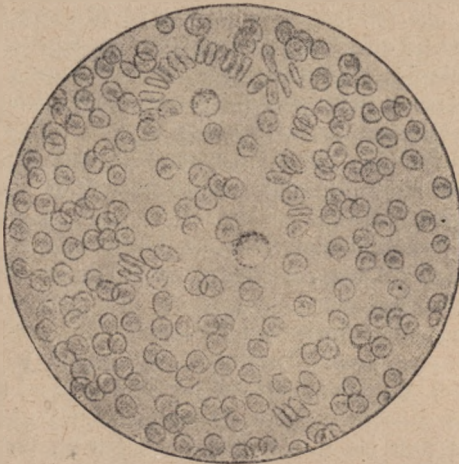


Fig. 332. Bluthkörperchen bei 500facher Vergrößerung. An einzelnen Stellen legen sich rote Bluthkörperchen, auf den Rand gestellt, in „Geldrollenform“ zusammen. In der Mitte und nach links zu ein weißes Blutkörperchen.

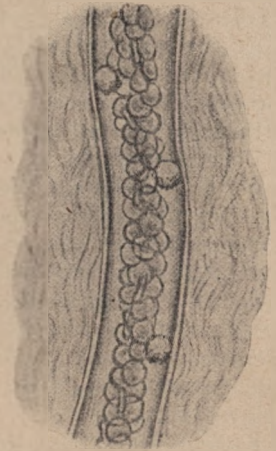


Fig. 333. Blutstrom in einem Blutgefäß unter dem Mikroskop. Die roten Bluthkörperchen bewegen sich dichtgedrängt in der Mitte des Gefäßes, die weißen langsamer am Rande, d. h. an der Gefäßwand.

der weißen Blutkörperchen erheblich; noch mehr bei Bluterkrankungen mit Untergang der roten Blutkörperchen und starker Vermehrung der weißen (Leukämie = Weißblutsucht).

Die roten Blutkörperchen sind runde und flache, in der Mitte leicht eingedrücktte Scheibchen, mit einem Durchmesser von 7–8 tausendstel Millimeter. In einem Kubikmillimeter Blut befinden sich etwa fünf Millionen rote Blutkörperchen. Sie enthalten einen mit Eiweiß verbundenen eisenhaltigen roten Farbstoff, das Hämoglobin. Die Lebensdauer eines roten Blutkörperchens beträgt drei bis vier Wochen. Zum Ersatz für die zerfallenen Blutkörperchen werden fortgesetzt neue, namentlich im roten Knochenmark gebildet.

Die weißen Blutkörperchen, die roten zum Teil an Größe übertreffend, stellen hüllenlose Zellen dar, welche, bei steter Blutwärme unter dem Mikroskop beobachtet, sich bewegen, Fortsätze ausenden und wieder einziehen genau so, als wären es selbständige Organismen. Sie sind in stände, kleine, im Blute umherzuschwimmende Körperchen und Körnchen einfach in sich aufzunehmen. Diese „Fresszellen“ wie der Forscher Metschnikoff sie nannte, können so krankmachende Eindringlinge ins Blut, also Pilze, einfach durch Auffressen unschädlich machen.

Während die roten Blutkörperchen mit dem Blutstrom in der Mitte der Blutgefäß-

Rote Blutkörperchen.

Weißes Blutkörperchen.

Größe und Zahl der roten Blutkörperchen.

Weißes Blutkörperchen.

röhrchen dahinschießen, bewegen sich die weißen langsam an der Blutgefäßwand fort und können gelegentlich durch feine Spalträume in der Blutgefäßwand durchkriechen und in das umgebende Gewebe „auswandern“. Dies geschieht namentlich bei entzündlichen, mit Blutgefäßerweiterung einhergehenden Vorgängen im Körper. Die ausgewanderten weißen Blutkörperchen vermehren sich dann massenhaft durch fortgesetzte Teilung und tragen so wesentlich zur Bildung von Entzündungsprodukten, d. h. von Eiter bei.

Außer den Blutkörperchen befinden sich im Blute noch zahlreiche farblose, vielgestaltige sogenannte Blutplättchen. Ihre Herkunft und Bedeutung ist noch ungewiß.

Die farblose Blutflüssigkeit, in welcher die Blutkörperchen schwimmen, heißt Blutflüssigkeit oder Blutplasma. Das Blutplasma enthält:

1. gegen 8% gelöste Eiweißstoffe,
2. Faserstoff oder Fibrin (0,1–0,3%),
3. Salze, namentlich Kochsalz (etwa 0,85%);

außerdem in wechselnder kleiner Menge Zucker und Fett.

Solange das Blut sich im Röhrensystem der Gefäßwände befindet und letztere unverletzt und gesund sind, bleibt das Blut gleichmäßig flüssig. Wenn aber das Blut aus der Gefäßwand austritt und mit der Luft in Berührung kommt oder ein fremder Körper (durchgezogener Faden z. B.) innerhalb der Gefäßwand mit dem Blute sich berührt, oder wenn die innere Gefäßhaut mechanisch (z. B. beim chirurgischen Unterbinden eines Gefäßes) oder durch Erkrankung Veränderungen erleidet, so geht an der betreffenden Stelle mit dem Blute eine Veränderung vor: es gerinnt. Nämlich es scheidet sich der Faserstoff des Blutes in fester Form als Gerinnsel (Fig. 334) aus und bildet zusammen mit den roten Blutkörperchen eine rote Masse, den Blutkuchen. Vermöge dieser Eigenschaft können bei kleineren Verletzungen die angeschnittenen oder zerrissenen Blutgefäße durch die entstehenden Gerinnsel sich von selbst verstopfen, und damit ist dann dem Weiterbluten ein Ziel gesetzt: die Blutung hört auf, sie „steht“. Auf diese Weise stillen sich Blutungen aus Venen ohne jedes Zutun, zumal die dünnen Wände einer Vene leicht zusammenfallen; bei verletzten Schlagadern dagegen bewirkt das starre Rohr der Schlagader und der starke Blutdruck vom Herzen her, daß ein eben gebildetes Gerinnsel bei jedem Herzstoß immer wieder von neuem herausgeschleudert wird, daher bei Schlagaderblutungen die Blutung nicht von selbst aufhört, sondern durch Verschuß des Gefäßes Verblutung verhindert werden muß.

Entfernt man aus dem Blute sowohl die Blutkörperchen wie das Fibrin (durch Schlagen), so bleibt eine klare und nicht weiter gerinnbare Flüssigkeit übrig: das Blutserum. Es hat bei dem Kampfe des Menschen gegen schwere, sein Dasein bedrohende Krankheiten neuerdings eine besondere Bedeutung gewonnen. Es bilden sich nämlich bei Menschen und Tieren, welche an einer sogenannten Infektionskrankheit leiden, die durch kleinste, in den Körper eingewanderte Organismen hervorgerufen werden, bestimmte Stoffe im Blute, welche Gegengifte (Antitoxine) gegen die Eindringlinge und ihre Giftwirkung darstellen, — also eine Art Selbsthilfe des Körpers. So enthält das Blutserum von Tieren, welche z. B. an Diphtheritis erkrankt waren, das Gegengift oder das Antitoxin gegen die Diphtheritispilze. Indem man solches „Diphtherieserum“ einem an Diphtheritis erkrankten Kinde in die Gewebe einspritzt, führt man ihm dieses von der Natur gebildete Kampfmittel gegen diese Krankheit zu. Es ist das hohe Verdienst von Behrings (1890), der Menschheit diesen verheißungsvollen Weg zur Heilung schwerer Infektionskrankheiten erschlossen zu haben.

Blut-  
flüssigkeit.



Gerinnung  
des Blutes

Fig. 334. Kleines Blutgerinnsel unter dem Mikroskop.

Blutserum.

Blutgase.

## § 145. Die Blutgase.

Außer den festen und flüssigen Stoffen enthält unser Blut beträchtliche Mengen von gasförmigen Stoffen. Und zwar in der Hauptsache Sauerstoff und Kohlen- säure; der in geringer Menge vorhandene, der Atemluft entnommene gasförmige Stickstoff ist ohne weitere Bedeutung.

Im Schlagaderblut befindet sich mehr Sauerstoff als im Venenblute, in letzterem mehr Kohlen- säure. Der Sauerstoff ist es, welcher dem Schlagaderblut seine hellrote Farbe gibt; sowie das Blut ärmer an Sauerstoff wird, färbt es sich dunkler, bis zur Farbe des Venenbluts. Schüttelt man dunkles Venenblut mit Sauerstoff, so färbt es sich hellrot. Die Kohlen- säure an sich hat keinen Einfluß auf die Blutfärbung.

Im Schlagaderblut des Menschen fand man 17 Volumprozent Sauerstoff und 30,8 " Kohlen- säure.

Im Venenblut sind weniger, etwa 8 Volumprozent Sauerstoff und mehr, etwa 9 " Kohlen- säure.

Bei Ersticken verschwindet fast aller Sauerstoff des Blutes, während der Kohlen- säuregehalt stark zunimmt (bis zu 52,6 Volumprozent).

a) Der Sauerstoff des Blutes ist chemisch in loserer, leicht trennbarer Verbindung gebunden an das Hämoglobin, den eisenhaltigen Bestandteil der roten Blutkörperchen. Je reicher das Blut an roten Blutkörperchen, d. h. an Hämoglobin oder mit anderen Worten: je reicher das Blut an Eisen, um so mehr Sauerstoff vermag das Blut aufzunehmen. Die roten Blutkörperchen sind also die Sauerstoff- träger; sie entnehmen der Lungenluft bei der Einatmung diesen Sauerstoff, tragen ihn durch den Körper und geben in den Haargefäßen den Sauerstoff zum Unterhalt der Lebensprozesse ab.

Das Blut entnimmt der Lungenluft, welche 21% Sauerstoff und 79% Stickstoff enthält, bei jeder Einatmung eine gewisse Sauerstoffmenge. Sie beträgt beim Er- wachsenen in der Minute etwa 360 ccm oder 0,36 l Sauerstoffgas (bei 0° und mittlerem Barometerdrucke bestimmt). Bei heftigen Leibesübungen kann die Menge des ins Blut aufgenommenen Sauerstoffs auf das 5—6fache anwachsen. Rechne wir das 5fache, so wären das in der Minute 1800 ccm oder nahezu 2 l Sauerstoffgas.

Die Möglichkeit, daß in so kurzer Zeit, während des Durchströmens des Blutes durch die Wandungen der Lungenbläschen, eine so große Menge von Sauerstoffgas von den roten Blutkörperchen chemisch gebunden und in den Körper transportiert wird, ist dadurch gegeben, daß die Gesamtheit der Blutkörperchen eine außerordentlich große Oberflächenwirkung auszuüben vermag.

Man hat die Oberfläche eines roten Blutkörperchens beim größten Durchmesser von 0,00774 mm berechnet auf 0,000128 qmm.

Da in einem Kubikmillimeter Blut sich fünf Millionen roter Blutkörperchen befinden, so beträgt die Gesamtoberfläche dieser

$$5\,000\,000 \times 0,000128 = 640 \text{ qmm.}$$

Das macht für den Kubikzentimeter Blut: 640 qcm

und für 1 l Blut: 640 qm.

Rechnen wir die Gesamtblutmenge nur zu 4,4 l, so beträgt demnach die Gesamt- oberfläche aller roten Blutkörperchen

$$4,4 \times 640 = 2816 \text{ qm oder über } 28 \text{ ar!}$$

Die Verbindung des Sauerstoffs mit dem eisenhaltigen Hämoglobin der roten Blutkörperchen heißt Oxyhämoglobin. Es gibt noch eine andere Gasart, welche eingeatmet sich mit dem Hämoglobin verbindet: das ist das Kohlenoxyd. Es entsteht u. a. dann, wenn Kohlen (z. B. in unserem Stubenofen) unvollkommen, bei

Schlagader- und Venenblut.

Sauerstoff des Blutes.

Gesamtober- fläche der roten Blut- körperchen.

Oxyhämoglobin. Giftiges Kohlenoxyd.



ungenügendem Zug, verbrennen. Ist dabei durch eine geschlossene Klappe am Ofenrohr oder durch sonst eine Ursache bewirkt, daß das gebildete Kohlenoxyd in die Zimmerluft eintritt, so droht bekanntlich in solcher Stube weilenden Personen der Erstickungstod. Das Kohlenoxydgas, welches sich außer einem leicht süßlichen Geruch kaum bemerkbar macht, verbindet sich, in die Lungen eingeatmet, mit dem Hämoglobin des Blutes zu Kohlenoxydhämoglobin, verdrängt also den Sauerstoff, was dann Aufhören des Lebens zur Folge hat.

Außer im Kohlendunst kommt das Kohlenoxyd auch im Leuchtgas vor (18–28%), welches letzteres in gleicher Weise giftig wirkt.

b) Die Kohlensäure des Blutes ist zum größten Teil in der Blutflüssigkeit enthalten. Es wird bei jeder Ausatmung ein Teil davon ausgeschieden. Nur in stark kohlenstoffhaltiger Luft (z. B. in tiefen Kellern, Schächten, Bergwerksgruben) vermag die Kohlensäure des Blutes nicht auszutreten, sie häuft sich vielmehr schnell im Blute an und führt dadurch Erstickung herbei. —

### § 146. Die Lymphgefäße.

Außer den Blutgefäßen befindet sich innerhalb der Gewebe des Körpers allenthalben noch ein anderes System von saftführenden Gefäßen, die Lymphgefäße. Die Bewegung der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit, der Lymphe, geht nur nach einer Richtung, nämlich zu den beiden größeren Lymphröhren, von denen die weitaus größere, weil sie allein sämtliche Lymphgefäße der unteren Körperhälfte aufnimmt, an der Wirbelsäule entlang laufend sich als Milchbrustgang (ductus thoracicus) in die linke Schlüsselbeinvene ergießt.

Die größeren Lymphgefäße sind wie die Venen mit Klappen versehen, welche dem Lymphstrom nur in einer Richtung sich zu bewegen gestatten.

Der Lauf der Lymphgefäße wird durch zahlreiche Lymphdrüsen unterbrochen. Die Lymphdrüsen sind an verschiedenen Stellen des Körpers besonders angehäuft, so z. B. in der Achselhöhle (Durchgangsstelle für die Lymphgefäße des Armes), in der Leistenbeuge (Durchgangsstelle für die Lymphbahnen der Beine), am Untertieferwinkel am Halse, wo namentlich die von der Mundhöhle herkommenden Lymphgefäße münden. Zahlreiche Lymphdrüsen liegen ferner zwischen den Eingeweiden.

Die Lymphdrüsen, welche aus Knäueln von Lymphgefäßen bestehen, sind gewissermaßen Filter für den Inhalt der letzteren. Krankheitsregende Stoffe, im Lymphstrom fortgetragen, z. B. von einer kleinen vergifteten Wunde oder einem Eiterherd her, bleiben oft in den Lymphdrüsen haften, bringen diese zur Schwellung, Entzündung, selbst Eiterung. So schwellen bei einem Geschwür am Fuß oder an den Zehen die Drüsen in der Leiste oft schmerzhaft an, bei Erkrankungen in der Mund- und Rachenhöhle die Lymphdrüsen am Halse. Innere Organe erhalten so einen Schutz gegen das Eindringen von Infektionsstoffen.

Die Lymphgefäße saugen die Durchtränkungsflüssigkeiten der Gewebe auf und führen sie den Blutgefäßen wieder zu. Diese Durchtränkungsflüssigkeiten entstammen den Haargefäßen, sind aus diesen durchgesiebert. Die Lymphgefäße sind es also, welche diese durchgesieberten Flüssigkeiten wieder ableiten, als „Drainage-Apparat“ wirken.

Eine andere Rolle noch spielen die Lymphgefäße der Verdauungswerkzeuge. Sie nehmen aus dem Darmkanal den verdauten Speisebrei auf und führen ihn als milchige trübe Flüssigkeit durch den Milchbrustgang in den Blutstrom ein. Die Menge des Speisebreis, welche durch den Milchbrustgang in die linke Schlüsselbeinvene sich ergießt, wird beim erwachsenen Menschen auf 3 kg in 24 Stunden geschätzt.

Lymph-  
gefäße.Lymph-  
drüsen.

## Atmungsorgane und Atmung.

### § 147. Übersicht über die Atmungsorgane.

Die Atmungsorgane bringen 1. die Außenluft in den Körper und ermöglichen deren Wechselwirkung mit dem Blute derart, daß das Blut aus der eingeatmeten Luft die zur Unterhaltung des Stoffwechsels nötige Sauerstoffmenge entnehmen kann; 2. entfernen sie die durch den Stoffwechsel gebildete giftige Kohlenäure aus dem Blute und reinigen so das Blut.

Die Atmungsorgane beginnen im Kopfe mit der Nasen- und der Mundhöhle, welche beide in die Rachenhöhle einmünden. Es folgen weiterhin in der vorderen Halsgegend der Kehlkopf, die Luftröhre und in der nach unten vom Zwerchfell abgeschlossenen Brusthöhle die Lungen. Letztere stellen den eigentlichen Luftbehälter dar. Die in die Lungen durch Erweiterung der Brusthöhle einströmende Luft muß also vorher die Nasenhöhle, den Rachen, den Kehlkopf und die Luftröhre nacheinander passieren; die durch Zusammensinken der Wände der Brusthöhle ausströmende Luft muß denselben Weg wieder zurücknehmen.

### § 148. Die Nasenhöhle.

Die Nasenhöhle hat als Eingang im Gesicht die Nasenlöcher und mündet nach hinten mit zwei großen Öffnungen, den Choanen, in die Rachenhöhle. Der Bau der Nasenhöhle ist bereits oben (§ 27) näher beschrieben.

In der Schleimhaut der Nasenhöhle enden, durch die Löcher des Siebbeins von der Schädelhöhle her hinabtretend, in zahlreichen Endästen die Geruchsnerven.

Die Nasenhöhlen bieten dadurch, daß die durch die engen Nasengänge hindurchstreichende Einatemluft allenthalben mit der feuchten warmen Schleimhaut sich berührt, einen wirksamen Schutz für die tieferen Atmungsorgane. Die Einatemluft wird hier vorgewärmt, angefeuchtet; gröbere Staubteilchen bleiben an der feuchten klebrigen Nasenschleimhaut haften. Mit Recht wird darauf gehalten, daß bei Leibesübungen, welche stärkere Atemtätigkeit erfordern, z. B. beim Radfahren, Bergsteigen, Laufen, Rudern usw., gleichwohl, solange es eben geht, durch die Nase geatmet wird. Denn bei gesteigerter Atemtätigkeit müssen sich auch die möglichen Schädigungen, welche trockene, kalte und vor allem staubhaltige Einatemluft auf die Atmungsorgane bewirken kann, entsprechend steigern.

Nicht immer ist diese Vorschrift durchzuführen. Bei Höchstanstrengung der Atmung bis zur Atemnot hin ist man schließlich stets genötigt, den weiteren Luftweg zu benutzen und mit geöffnetem Munde ein- und auszuatmen, nach Luft mit dem Munde zu „schnappen“. Bei den nicht seltenen Schwellungen der Schleimhaut der Nasenmuscheln wird aber der Weg, den die Atemluft durch die Nase nehmen soll, oft derart

enge, daß entweder stets auch durch den leicht geöffneten Mund geatmet wird, oder doch schon geringere Steigerung der Atemtätigkeit, z. B. bei Turnübungen, etwas schnellerem Marsch, langsamem Lauf, dazu zwingt, die Mundatmung zu Hilfe zu nehmen.

In der weichen Nasenschleimhaut finden sehr leicht Zerreibungen kleiner Blutgefäße statt und geben zu mehr oder minder starken Blutungen Anlaß. Für gewöhnlich stehen diese Blutungen bald von selbst; dauern sie aber etwas länger an, so mag man kaltes Wasser aufschnaußen lassen oder, wenn man es in der Hand hat, etwas Alaunlösung (eine kleine Messerspiße auf eine Tasse Wasser). Auch Hochheben des der blutenden Nasenseite gleichsinnigen Armes ist empfohlen worden. Bei sehr heftigen Nasenblutungen ist zur Verstopfung der Nasenhöhle von vorn und von hinten (Choane der betreffenden Seite) ein Arzt zu holen. In seltenen Fällen tritt jedesmal bei Nasenbluten ein bedenklich großer Blutverlust ein, nämlich bei der Bluterkrankheit (Hämophilie). Bei damit behafteten Schülern ist alles zu vermeiden, was Anlaß zum Nasenbluten geben kann. Dazu gehören auch Turnübungen, namentlich solche, die mit Anstrengung verbunden sind, ferner Sturzhänge, Abhänge, Wellen usw. Es empfiehlt sich daher, derlei Angstkinder von der Teilnahme am Turnunterricht oder wenigstens von den Gerätübungen zu entbinden.

### § 149. Die Mund- und Rachenhöhle (Fig. 335).

Mund- und  
Rachen-  
höhle.

Die Mundhöhle beginnt mit der von den Lippen umsäumten Mundspalte. Sie wird seitlich begrenzt von den beiden Backen; ihr Dach bildet der harte Gaumen, an welchen sich der weiche Gaumen anschließt; den Boden der Mundhöhle bildet die fleischige und bewegliche Zunge. In der oberen Fläche der Zunge oder dem Zungenrücken verbreiten sich die Enden der Geschmacksnerven.

Der weiche Gaumen hängt als bewegliche Scheidewand zwischen Mund- und Rachenhöhle vom harten Gaumen herab und heißt daher auch Gaumensegel (velum palatinum). In seiner Mitte verlängert sich das Gaumensegel nach abwärts zu dem über dem Zungenrücken schwebenden Zäpfchen (uvula). Seitlich von diesem endet der weiche Gaumen in zwei auseinandergehende Schenkel, die Gaumenbögen (arcus glossopalatinus und pharyngopalatinus). Zwischen den Gaumenbögen liegen die Mandeln (tonsillae palatinae), drüsige Gebilde, die bekanntermaßen häufig den Ausgangspunkt schwererer Erkrankung bilden (Mandelentzündung, Diphtherie).

Hinter dem Gaumensegel beginnt die geräumige Rachenhöhle oder der Schlundkopf (pharynx). In diesen münden oben die Nasenhöhlen mit ihren beiden Öffnungen, den Choanen. Seitlich davon die kleinen Mündungen der Ohrtrumpeten, welche zum Gehörorgan führen. Daher Erkrankungen des Rachens oder des hinteren Teils der Nase leicht das Gehörorgan in Mitleidenschaft ziehen. Nach vorn steht die Rachenhöhle mit der Mundhöhle in Verbindung durch die Rachenenge zwischen dem unteren freien Rand des Gaumensegels und dem Zungenrücken. Nach unten hinten setzt sich der Schlundkopf trichterförmig fort in die Speiseröhre, während sich unten vorn der Eingang zum Kehlkopf, vom Kehldedeckel überdacht, befindet.

### § 150. Der Kehlkopf.

Kehlkopf.

Der Kehlkopf ist ein hohles, aus Knorpeln zusammengesetztes Organ, welches der Luftröhre aufsitzt. Der mächtigste dieser Knorpel, welcher namentlich am mageren männlichen Halse einen starken Vorsprung bildet (den „Adamsapfel“), ist der Schild-

Knorpel (cartilago thyreoides). Er sitzt dem Ringknorpel (cart. cricoidea), der die Verbindung mit der Luftröhre herstellt, auf. Am oberen Schildknorpelausschnitt ist der Kehldedeckel (epiglottis) angeheftet, ein dünner, biegsamer Knorpel. Mit der Zungenwurzel verbunden, stellt der Kehldedeckel eine bewegliche Klappe über dem Kehlkopf eingange her. Der freie Rand des Kehldedeckels ragt in den Schlundkopf hinein. Der Kehldedeckel legt sich beim Schlucken derart über den Eingang des Kehlkopfes, daß der Kehlkopf vollkommen geschlossen wird (Fig. 336 u. 337). Es wird so verhütet,

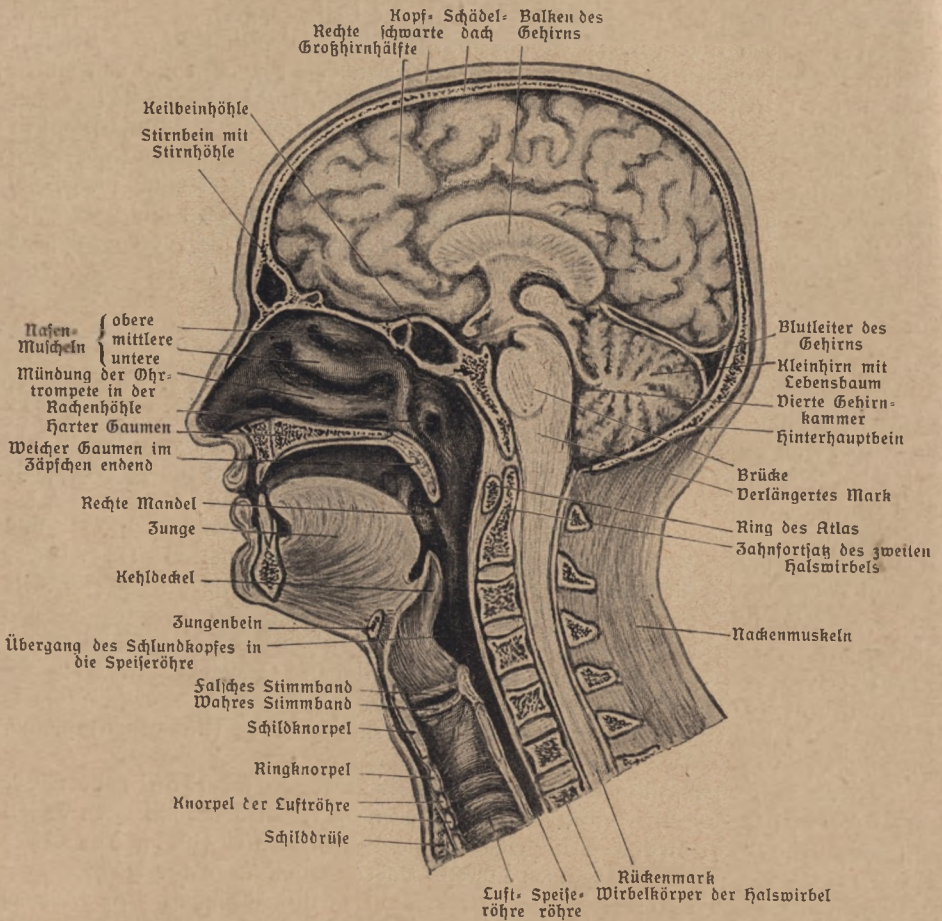


Fig. 335. Durchschnitt durch den Kopf des Menschen in der Mittellinie.

daß Bissen oder Flüssigkeiten, welche auf dem Wege zur Speiseröhre den Schlundkopf passieren, einen falschen Weg nehmen und in den Kehlkopf eingange und in die tieferen Luftwege geraten.

Im Inneren des Kehlkopfes liegen die zwischen innerer Fläche des Schildknorpels und den kleinen Gießbecken- oder Stellknorpeln ausgespannten wahren Stimmbänder (plica vocalis), elastisch, sehnig und von weißer Farbe. Über den wahren die weicheren falschen oder oberen Stimmbänder, auch Taschenbänder genannt (plica ventricularis). Die wahren Stimmbänder lassen zwischen sich die Stimmrinne (rima

glottidis), eine dreieckige Öffnung, welche beim Anlauten mehr oder weniger durch parallele Annäherung der Stimmbänder zu einem schmalen feinen Spalt verkleinert wird (Fig. 338). Fest geschlossen wird die Stimmritze bei dem früher beschriebenen Akt der Pressung oder Anstrengung.

Der Kehlkopf ist nach Art einer Zungenpfeife gebaut, deren „Zungen“ die wahren Tonbildung. Stimmbänder darstellen (Fig. 335). Die Schwingungen der wahren Stimmbänder



Fig. 336 u. 337. Stellung des Kehlideckels und des Gaumensegels beim Atmen (Fig. 336) und beim Schlucken (Fig. 337). L = Lufttröhre. S = Speiseröhre.

sind es allein, welche den Ton erzeugen; die Lunge ist es, welche wie ein Blasebalg den genügend starken Luftstrom der Ausatmung gegen diese Zungen bläst und sie in Schwingungen versetzt. Je nachdem die Länge und Spannung der Stimmbänder verändert wird — dies bewirken die zahlreichen Muskeln des Kehlkopfs —, ist die Tonhöhe eine verschiedene. Da beim Knaben bis zur Entwicklungszeit und bei dem Weibe stets die Stimmbänder kürzer sind und der Kehlkopf kleiner als beim reifen Manne, so liegt die Kinder- und Frauenstimme höher als die Männerstimme.

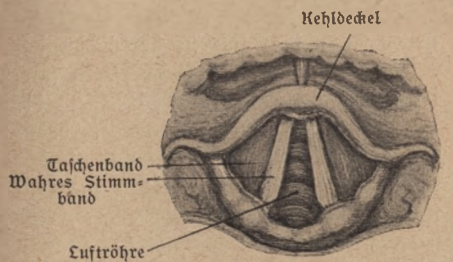


Fig. 338. Blick in den Kehlkopf von oben mittels des Kehlkopfspiegels beim ruhigen Atmen.



Fig. 339. Blick in den Kehlkopf von oben beim Anlauten. Die Stimmritze bis zu einem ganz feinen Spalt geschlossen.

Der von der Rachen-, Mund- und Nasenhöhle gebildete Raum ist das Ansaugrohr für die Zungenpfeife der Stimmbänder, d. h. für den Kehlkopf. Je nachdem dieser Raum durch verschiedene Stellung der Zunge, des weichen Gaumens usw. eine veränderte Gestalt annimmt, weiter und enger, höher oder niedriger wird, bildet die tönende Stimme die verschiedenen Vokale. Diese sind also musikalische Klänge, welche man auch künstlich hat erzeugen können. Fernerhin entstehen dadurch, daß an bestimmten Stellen des Ansaugrohres, zwischen Lippen, Zähnen, Zunge und Gaumen

Sprechstimme.

Verengerungen hergestellt werden, durch welche die tönende Stimme gepreßt wird, oder daß sich Verschlüsse bilden, welche durch die Stimme gesprengt werden. Mitgeräusche oder Konsonanten. Zusammen mit den Vokalen rufen sie die artikulierte Sprache, diesen stolzen Besitz der Menschheit hervor. Das Zustandekommen des deutlichen Sprechens erfordert eine genaue Zusammenarbeit der Atembewegungen (die Sprechatmung erfordert langgedehnte Ausatmung, nach kurzer tiefster Einatmung im Gegensatz zur gewöhnlichen Atmung, bei der die Zeiten der Ein- und der Ausatmung fast gleich sind), der Bewegungen der Kehlkopfmuskeln und endlich der Muskeln des Gaumens, der Zunge und der Lippen. Die Bewegungen dieser verschiedenen Muskelgruppen so zu beherrschen, daß sie genau einheitlich zusammenwirken, das muß das Kind in den ersten Lebensjahren durch stetig wiederholte Versuche erst mühsam erlernen. Unvollkommenheiten in der Bildung der Konsonanten, d. h. das teilweise Stehenbleiben auf einer kindlichen Stufe der Sprachentwicklung, nennt man **Stammeln**. Es können dem allerdings auch Verbildungen der Zähne, des Gaumens usw. zugrunde liegen. Störungen in der Zusammenarbeit (Koordination) der beim Sprechakt in Betracht kommenden Muskeln bzw. deren Nerven liegen dem als **Stottern** bekannten Sprachfehler zugrunde.

Stammeln  
und Stottern.

### § 151. Die Luftröhre.

Luftröhre.

Die Luftröhre (trachea) ist ein beim Erwachsenen etwa 10–12 cm langes Rohr, welches in der Mittellinie des Halses nach vorn vor der Speiseröhre gelegen senkrecht nach abwärts verläuft. In die Wand der Luftröhre eingelassene Knorpelstücke, 16–20 an der Zahl, geben dem vorderen und seitlichen Umfang der Röhre einen gewissen Grad von Steifheit und Widerstandskraft. Diese Knorpelstücke haben die Form von unvollständigen — nämlich nach hinten offenen — Ringen; denn die hintere Wand der Luftröhre ist nur häutig verschlossen und hängt mit der vorderen Wand der Speiseröhre zusammen.

Die Luftröhre geht in der Tiefe der Kehlgube hinter das Brustbein herab und teilt sich in der Höhe des dritten bis fünften Brustwirbels in zwei seitlich auseinandergehende Äste, die Luftröhrenäste. Der rechte Luftröhrenast, welcher weiter und kürzer ist als der linke, geht zur rechten Lunge und teilt sich wieder in drei Luftröhrenäste, entsprechend den drei Lappen der rechten Lunge. Der linke Luftröhrenast geht zur linken Lunge und teilt sich in zwei Zweige. Diese Luftröhrenzweige verästeln sich dann in der Lunge weiter zu feineren und feinsten Luftröhren (Fig. 340).

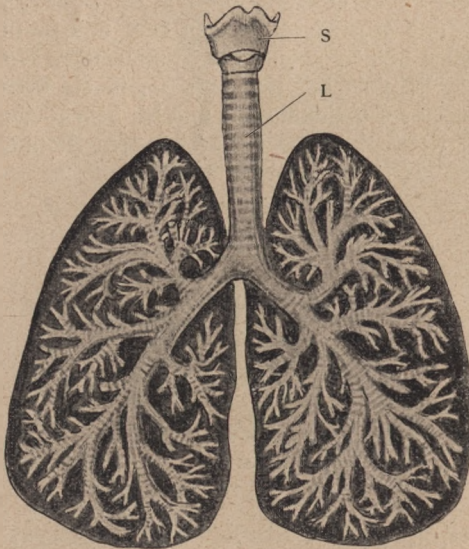


Fig. 340. Verzweigung der Luftröhren in den Lungen.  
S = Schilddrüsenknorpel. L = Luftröhre.

Äußeres der  
Lungen.

### § 152. Äußeres der Lungen.

Die Lungen füllen als zwei schwammige elastische Eingeweide von kegelförmiger Gestalt mit stumpfer Spitze, das Herz zwischen sich fassend, die Brusthöhle aus. Mit

der breiten Grundfläche (oder Lungenbasis) liegen sie der Wölbung des Zwerchfells auf, während die Lungenspitzen in die obere Brustöffnung hineintragen und vorn in der Tiefe der Oberschlüsselbeingrube kurz über dem Schlüsselbein enden (Fig. 341). Beim Neugeborenen rosenrot gefärbt, nehmen die Lungen bald eine blaugraue Farbe an, meist mit schwärzlichen Punkten — von dem im Lungengewebe eingelagerten Staub, namentlich Kohlenstaub — durchsetzt. Schon die Lage des Herzens mehr auf der linken Brustseite bedingt, daß die linke Lunge kleiner sein muß als die rechte. Die linke Lunge zerfällt durch einen tiefen, von hinten nach vorn gehenden Einschnitt in zwei Lungenlappen, die rechte Lunge durch mehrere solcher Einschnitte in drei Lappen.

An den inneren einander zugekehrten Flächen der Lungen treten sowohl die Luftröhren als die großen vom Herzen kommenden zu- und abführenden Blutgefäße in die Lungen ein. Diese Stelle heißt die Lungenwurzel.

Die Oberfläche der Lungen ist von einer glatten Haut, dem Brustfell, überzogen. Es schlägt sich an der Lungenwurzel derart um, daß es (als Rippenfell) die innere oder Rippenwand des Brustkorbs ebensowohl als die obere Fläche des Zwerchfells überzieht. Das Brustfell bildet also einen geschlossenen Saß, in welchen die beiden Lungen derart eingestülpt sind, daß die beiden Platten dieses Sackes, der glatte Überzug der Lungen und die Auskleidung der Innenwand des Brustkorbs dicht aufeinanderliegen. Die Lungen hängen also, nur an den Lungenwurzeln fest angeheftet, frei in den Brustraum hinein.

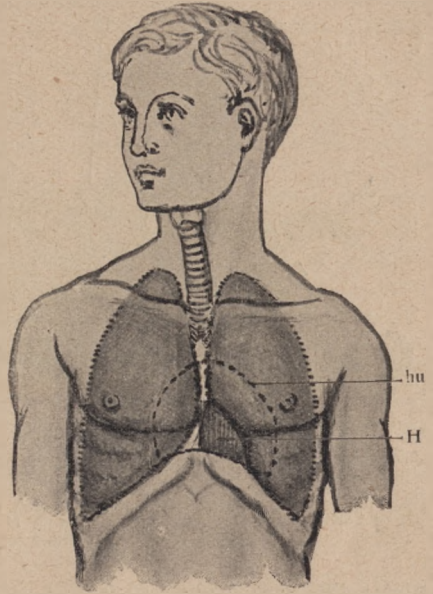


Fig. 341.  
Die Lage der Lungen und des Herzens im Brustraum. H der von den Lungen nicht überdeckte, unmittelbar hinter der Brustwand gelegene Teil des Herzens; hu Linie des Herzumfangs in der Tiefe des Brustraums.

**§ 153. Bau der Lungen.**

Wie oben beschrieben, teilt sich die Luftröhre zunächst in einen rechten und linken Ast, und deren jeder in so viel Äste, als die Lunge der betreffenden Seite Lappen besitzt, also rechts drei, links zwei. Diese Luftröhrenäste teilen sich nun wiederholt in feinere und feinste Luftröhren (bronchi). An den trichterförmig erweiterten Enden der feinsten Luftröhrenäste sitzen zahlreiche (20—60) kugelige Bläschen, die Lungenbläschen, deren Hohlraum mit dem Hohlraum des betreffenden Luftröhrenendes in Verbindung steht. Diese Endbläschen sitzen also den Enden der Luftröhren auf, wie die Trauben dem Stiel (Fig. 342). Die kugeligen Wände der Lungenbläschen sind



Fig. 342.  
Endäste eines Luftröhrens mit den aufstehenden Lungenbläschen (etwa 25fache Vergrößerung).

dicht übersponnen mit dem Haargefäßnetz der Blutgefäße der Lungen (Fig. 343) — und hier in den Lungenbläschen ist es, wo die durch die Luftröhren eingeatmete Luft mit dem Lungenblut in Wechselwirkung tritt: Sauerstoff an das Blut abgibt und Kohlenäure daraus aufnimmt.

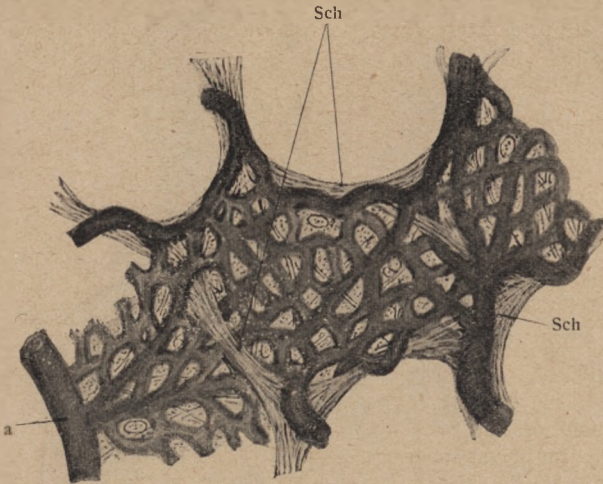


Fig. 343. Einige Lungenbläschen mit dem Netz ihrer Haargefäße. — Sch = Scheidewände der Lungenbläschen. a = kleiner Ast der Lungenarterie. — Vergrößerung 300.

Die Zahl der Lungenbläschen hat man auf 1700 bis 1800 Millionen berechnet. Die Oberfläche aller Lungenbläschen, nebeneinander ausgebreitet, würde 200 qm Fläche bedecken, wovon 150 qm auf die Haargefäße kommen. Nur dadurch, daß sich der chemische Gaswechsel in den Lungen auf eine so außerordentliche Atemfläche verteilt, wobei man noch die früher gegebene Ziffer der Gesamtoberfläche der roten Blutkörperchen des

Blutes sich vor Augen halten muß (s. o. S. 294), erklärt sich die außerordentliche Leistungs- und Anpassungsfähigkeit unserer Atemorgane und des Stoffwechsels in den Geweben.

### § 154. Äußere und innere Atmung.

Die Lungenatmung oder der Gaswechsel in den Lungen, bestehend aus Sauerstoffaufnahme und Kohlenäureabgabe, heißt auch „äußere“ Atmung. Ihr steht gegenüber die „innere“ Atmung, d. h. der Gaswechsel, welcher sich zwischen dem Haargefäßblut und den Geweben vollzieht, indem hier umgekehrt vom Blute Sauerstoff abgegeben und Kohlenäure aufgenommen wird. Der Umfang der äußeren oder Lungenatmung und der der inneren Atmung stehen in Wechselbeziehung zueinander derart, daß der Umfang der inneren Atmung den der äußeren beherrscht und eine stärkere Steigerung der inneren Atmung, also der Stoffwechselforgänge in den Geweben, entsprechende Steigerung der Lungenatmung selbsttätig sofort hervorruft.

### § 155. Mechanismus der Atmung.

Die Atmung setzt sich aus zwei verschiedenen rhythmisch im Wechsel erfolgenden Vorgängen: der Ein- und der Ausatmung zusammen. Bei der Einatmung wird durch die Einatemmuskeln der Brustkorb erweitert. Da die Lungen der Brustwand dicht anliegen, so folgen sie dem Zug der Brustwände, indem in die Lungen Luft eingesogen wird, welche die Lungen vermöge des äußeren Luftdruckes passiv erweitert, und zwar um so viel, als die Vergrößerung des Brustkorbes beträgt. Hören die Einatemmuskeln auf zu wirken, so vollzieht sich die Ausatmung derart, daß die Elastizität und Schwere der Brustwände, die Erschlaffung des Zwerchfells sowie die Elastizität des Lungengewebes die vorher gedehnten Lungen wieder zusammendrückt und bewirkt, daß eine entsprechende Menge Luft aus ihnen wieder



entweicht. Nur bei heftiger Ausatmung wird Muskeltätigkeit auch zur Verkleinerung des Brustraums in Anspruch genommen. Für gewöhnlich vollzieht sich bei ruhigem Atmen allein die Einatmung aktiv durch Muskeltätigkeit, während die Ausatmung ein passiver Vorgang ist. (Siehe die Übersicht über die bei der Atmung tätigen Kräfte S. 227.)

Die Arbeit der Einatmungsmuskeln geschieht, wie alle Muskelarbeit, auf Anregung von bestimmten Nerven aus. Für gewöhnlich erfolgen diese Bewegungsreize vollständig selbsttätig, d. i. automatisch, wie auch beim Herzen. Vollkommen selbsttätig wird die Atmung tiefer und schneller, sobald ein gesteigertes Bedürfnis dazu vorhanden ist, und kehrt zum gewohnten ruhigen Gang zurück, wenn Ursachen zu vermehrter Atemtätigkeit nicht mehr vorliegen. Die augenblickliche Anpassung an die vorhandenen Anforderungen bezüglich des Atemumfangs reguliert sich unwillkürlich mit wunderbarer Genauigkeit. Die Atemmuskeln können aber auch zeitweilig — zum Unterschied von der Herzbewegung — unmittelbar unserem Willen unterworfen werden. Wir können willkürlich bis zu einer gewissen Grenze die Atmung beschleunigen oder verlangsamen, ja für 1–2 Minuten ganz unterbrechen, wir können willkürlich flacher atmen oder die Atmung vertiefen usw. Sowohl diese willkürliche Beeinflussung des Atemgangs als die Ausnutzung der unwillkürlichen Regulierung der Atmung können wir zur Übung und Kräftigung der Atemorgane in Anspruch nehmen.

### § 156. Umfang der Atmung.

Umfang der Atmung.

Die Lungen können im Brustkorb ihren Luftgehalt niemals ganz abgeben: nur ein Teil der Lungenluft ist es, welcher beim Atmen dem Wechsel unterworfen oder „ventiliert“ wird.

Wir unterscheiden hinsichtlich des größtmöglichen Umfangs der Atmung folgende Luftmengen:

1. Die Residualluft oder rückständige Luft, das ist diejenige Luftmenge, welche auch bei stärkster Ausatmung in den Lungen zurückbleibt. Die Menge der Residualluft beträgt beim Erwachsenen im Mittel 1200 ccm.

2. Reserveluft oder Ergänzungsluft nennen wir diejenige Luftmenge, welche bei ruhiger Ausatmung ebenfalls noch in den Lungen verbleibt, aber durch angestrengte Ausatmungsbewegung noch aus den Lungen ausgetrieben werden kann. Die Menge der Reserveluft beträgt beim kräftigen Erwachsenen etwa 1600 ccm.

3. Respirationsluft oder Atmungsluft ist die stetige Luftmenge, welche bei ruhiger Einatmung eingenommen, bei ruhiger Ausatmung abgegeben wird. Diese bei ruhigem Atmen allein ventilierte Luftmenge beträgt nicht mehr als etwa 500 ccm.

4. Komplementärluft oder Hilfsluft ist die Luftmenge, welche nach ruhiger Einatmung noch obendrein durch weitere angestrengte Einatmungstätigkeit in die Lungen aufgenommen werden kann. Diese Luftmenge beträgt im Mittel 1600 ccm.

Nach einer ruhigen Einatmung enthält also die Lunge die Luftmengen

$$1 + 2 + 3 = 3300 \text{ ccm,}$$

$$\text{nach ruhiger Ausatmung } 1 + 2 = 2800 \text{ ccm.}$$

Es ist mithin bei ruhigem Atmen nur  $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{7}$  (500 ccm) der Lungenluft dem Luftwechsel unterworfen. Bei heftigster Ein- und Ausatmung werden noch mit beteiligt die Reserve- und die Hilfsluft (2 und 4), so daß die Atmungsluft um etwa 3200 ccm,

d. h. um mehr als das Sechsfache vermehrt werden kann. Es werden dann also ventilert:  $2 + 3 + 4 = 3700$  ccm.

Werden bei ruhiger Ein- und Ausatmung und 15 Atemzügen in der Minute

$$15 \times 500 = 7500 \text{ ccm} = 7,5 \text{ l}$$

ventilert, so vermehrt tiefste Ein- und Ausatmung bei gleichbleibender Zahl der Atemzüge den Atemumfang schon auf das Siebenfache:

$$15 \times 3700 = 55\,500 \text{ ccm} = 55,5 \text{ l.}$$

Wird dabei — wie dies bei heftiger Ein- und Ausatmung stets der Fall ist — auch noch die Zahl der Atemzüge vermehrt, so steigt die ventilerte Luftmenge bei 30 Atemzügen in der Minute auf

$$30 \times 3700 = 111\,000 \text{ ccm} = 111 \text{ l,}$$

bei 40 Atemzügen auf

$$40 \times 3700 = 148\,000 \text{ ccm} = 148 \text{ l,}$$

d. h. im ersteren Fall wird der Atemumfang um mehr als das 14fache, im letzteren Falle fast um das 20fache erhöht. Tatsächlich können derartige Steigerungen des Atemumfanges bei sehr heftigen Leibesübungen, wie z. B. bei schnellstem Lauf, beim schnellsten Rudern u. dergl. schon vorkommen, wie unten noch gezeigt werden soll.

### § 157. Fassungskraft der Lungen.

Die Luftmenge, welche nach stärkster Einatmung durch stärkste Ausatmung wieder ausgetrieben werden kann (also die Luftmengen  $2 + 3 + 4$ , wie wir sahen), nennen wir die Fassungskraft oder die vitale Kapazität der Lungen. Sie wird

mittels des Spirometers (Fig. 344) bestimmt. Es besteht in seiner einfachsten Form aus einer großen Glocke, welche in einem größeren Gefäß mit Wasser, durch Gewichte im Gleichgewicht gehalten, hängt. In diese Glocke mündet eine Röhre mit Mundstück. Macht man eine tiefste Einatmung und bläst dann mit aller Kraft (tiefste Ausatmung) mittels des Mundstücks in die Röhre, so gelangt diese Ausatemungsluft in die Glocke; diese hebt sich in dem wasserhaltenden Gefäß und läßt auf einer Skala die Menge der eingeblasenen Luft unmittelbar ablesen. — Diese Messung wird vielfach angewendet, um den Erfolg von Leibesübungen hinsichtlich der Steigerung der Atemtätigkeit ziffernmäßig festzustellen.

Das Maß der größten Fassungskraft der Lungen steigt mit der Körperlänge (im allgemeinen ist das Volum des Rumpfes 17 mal so groß als die vitale Kapazität). Es ist jedoch beim Weibe ein geringeres als beim Manne und verhält sich zu dem des Mannes bei gleicher Körperlänge wie

7 : 10. Bei gesunden erwachsenen Männern beträgt die Vitalkapazität im Mittel 3400 ccm, bei Weibern 2500 ccm. Hinsichtlich des Lebensalters wächst die Fassungskraft der Lunge bis zu den Jahren der Vollkraft und ist etwa im 35. Lebens-

Fassungs-  
kraft oder  
vitale Kapa-  
zität der  
Lungen.

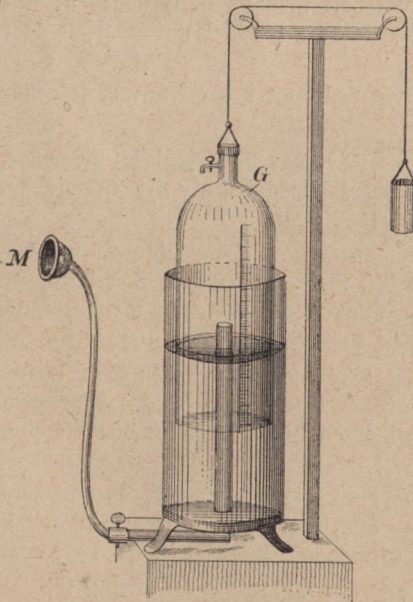


Fig. 344. Spirometer. M Mundstück der Röhre. G Glocke mit der Skala.

jahre am größten; vermindert wird sie in zunehmendem Grade bei einer über das normale Mittel hinausgehenden Körperfülle.

Hinsichtlich der Berufsarten fand Ammon bei seinen zahlreichen Messungen, daß eine normal entwickelte Brust die Regel ist bei Landwirten und anderen Berufsarten, welche Arbeit im Freien bedingen; die in Werkstätten tätigen Arbeiter hatten eine geringere, die in Fabriken, Kontoren und Läden beschäftigten Leute die am geringsten entwickelte Brust.

Brustmaß bei den verschiedenen Berufsarten.

Bei den Teilnehmern unserer Turnkurse (Lehrer und Studierende im Alter von 20–30 Jahren) stellte ich eine Reihe von Jahren hindurch die Fassungskraft der Lungen mit dem Spirometer fest. Das Gesamtmittel betrug 3388 ccm, die geringste beobachtete Kapazität war 2200 ccm, die höchste 5500 ccm. Nach den halbjährigen Turnkursen hatte eine durchschnittliche Zunahme von 415 ccm stattgefunden. In dieser Ziffer spricht sich aber nicht etwa vorwiegend eine Zunahme des Brusttraums aus, sondern mehr die infolge der Muskelübung erhöhte Fähigkeit, tiefste Ein- und Ausatmungsbewegungen zu machen. Dies zeigte sich auch darin, daß durchgängig bei allen denjenigen Kuristen, welche schon früher reichlich Leibesübungen betrieben hatten, kräftige Muskulatur und starke Lungenkapazität besaßen, gar keine oder nur geringe Zunahme der Kapazitätswerte erreicht wurde. Bei zweien, die sichtlich übertrainiert waren, war die Fassungskraft sogar bei wiederholten Versuchen eine verminderte.

Vitalkapazität bei Teilnehmern von Turnkursen.

Für den Stuttgarter Turnkursus stellte Seher höhere Ziffern fest: Durchschnitt von 3833 ccm vor, 4290 ccm nach dem Kursus. Die Zunahme schwankte hier zwischen 100 und 1000 ccm. Der Grund liegt wohl darin, daß in Stuttgart mehr Landlehrer und gar keine Studierenden an den Kursen teilnehmen.

Jedenfalls ist bei jungen Leuten, die regelmäßig Leibesübungen treiben, eine vitale Kapazität von 3800–4500 ccm häufig. Kolb stellte bei der „schweren“ Mannschaft des Berliner Ruderklubs sogar ein Durchschnittsmaß von 5600 ccm, bei der „leichten“ Mannschaft ein solches von 4700 ccm fest.

## § 158. Die Zahl der Atemzüge.

Zahl der Atemzüge.

Die Zahl der Atemzüge in der Minute unterliegt ähnlichen Schwankungen wie die Zahl der Pulschläge. Auf eine Atmung kommen drei bis vier Pulschläge.

Bei 5jährigen Kindern ist die Zahl der Atemzüge in der Minute etwa 25, im Alter von 10–15 Jahren gegen 20; bei geübten jungen Leuten mit wohlentwickelter Brust betragen sie in der Ruhe beim Sitzen oder Stehen 12–15 in der Minute.

Am geringsten ist die Zahl der Atemzüge im Liegen; sie wächst an beim Sitzen und noch mehr im Stehen. Erheblich wächst die Zahl der Atemzüge bei Muskelarbeit.

Von den beiden Akten der Atmung, die sich im rhythmischen Wechsel folgen, ist der der Einatmung etwas kürzer als der der Ausatmung. Nur bei einer Verengerung der Luftwege, welche die Einatmung zu einer mühsamen gestaltet, sowie bei eigentlicher Atemnot wird die Einatmung verlängert. Umgekehrt wird die Ausatmung mühsam und verlängert bei Lungenblähung (Emphysem), bei welcher die Elastizität des Lungengewebes schwindet (s. o. „faßförmige“ Brust). Übermäßig häufige Anwendung des Aktes der Anstrengung oder Pressung beim Betrieb von Kraftübungen ist imstande, solche Lungenblähung, namentlich der unteren Lungenpartien, hervorzurufen.

### § 159. Atemsteigerung und Atemnot.

Atemsteigerung und Atemnot.

Die Atmung wird stets vermehrt und vertieft, wenn durch Lungenerkrankung die Atemfläche stark verkleinert ist; wenn Verengerungen der Luftwege bestehen; wenn starke Verminderung der roten Blutkörperchen bei Blutarmut den Umfang des Gaswechsels in den Lungen wie in den Geweben verringert; wenn der Blutkreislauf gestört ist usw. Da in allen diesen Fällen krankhafter Veränderungen die gewöhnliche Atmung nicht ausreicht, um genügenden Gasaustausch in den Lungen zu unterhalten, das Blut vielmehr bald sauerstoffarm und kohlenensäureüberladen sein würde, so tritt entsprechende Steigerung der mittels Ein- und Ausatmung in der Zeiteinheit ventilirten Luftmenge ein, um den Mangel auszugleichen.

Eine gleiche Steigerung tritt ein, wenn durch vermehrten Stoffwechsel infolge von Muskelarbeit sich einerseits größere Mengen von Kohlenensäure bilden und aus dem Blute fortgeschafft werden müssen, andererseits auch ein vermehrter Verbrauch von Sauerstoff durch gesteigerte Zufuhr zu decken ist. Wie wir oben sahen, wird der größere Sauerstoffbedarf zunächst dadurch befriedigt, daß der im Blute vorhandene Sauerstoff besser ausgenutzt wird, und daß weiterhin das Herz durch stark gesteigerte Tätigkeit das Mehr-, ja das Vielfache von sauerstoffhaltigem Blute durch die arbeitenden Muskeln treibt. Die Lungentätigkeit aber ist es, welche vor allem die stärker auftretenden Kohlenensäuremengen zu bewältigen, d. h. durch Steigerung des Atemumfangs aus dem Körper zu entfernen hat.

Zunahme der Kohlenensäure bei Muskelarbeit.

Die Steigerung der Atemtätigkeit geht in gleichem Schritt mit der Steigerung der Kohlenensäuremenge im Blute, und letztere steht im gleichen Verhältnis zu der in der Zeiteinheit geleisteten Arbeitssumme. Die größten Arbeitssummen leistet aber der Körper bei einer auf viele große Muskeln verteilten Arbeit. Eine solche kann geleistet werden, ohne daß ein einziger der in Anspruch genommenen Muskeln übermäßig zu arbeiten braucht und ermüdet. Umgekehrt kann eine geringfügige Muskelarbeit, wenn sie einem verhältnismäßig sehr kleinen Muskelbezirk aufgebürdet wird, letzteren bis zur vorübergehenden Arbeitsunfähigkeit überbürden und übermüden, ohne daß die geleistete Arbeitssumme von größerem Belang war, und ohne daß eine wesentliche Steigerung des Atemumfangs, eine stark vermehrte Ventilation der Lungenluft eintrat. Der Grad der örtlichen Muskelermüdung ist also durchaus kein Gradmesser für eine umfängliche und wirksame Steigerung der Atem-, Kreislauf- und Stoffwechselvorgänge im Körper.

Eine solche Steigerung wird vielmehr, abgesehen von umfänglichen schweren Kraftübungen, am wirksamsten und eingreifendsten durch Schnelligkeitsübungen in ihren verschiedenen Formen bewirkt.

Gesteigerte gleichmäßige Atmung.

Bei einer Schnelligkeitsbewegung tritt zunächst eine einfache Steigerung der normalen Atemtätigkeit ein: die Atemzüge werden vertieft, indem der Brustkorb unter stärkster Tätigkeit der eigentlichen Atemmuskeln und Zuhilfenahme der Arbeit der Hilfsatemmuskeln nach allen Richtungen hin erweitert wird; die Atemzüge werden ferner vermehrt, auf das Doppelte ihrer Zahl in der Zeiteinheit und mehr. Die Atembewegungen behalten dabei ihren gleichmäßigen Rhythmus.

Eine solche Steigerung der Atemtätigkeit zeigt sich bald bei Bewegungen wie Bergsteigen, munterem Marsch in der Ebene, langsamem Lauf, Radfahren, Rudern u. dgl. Werden solche Bewegungen derart in ihrer Schnelligkeit gemäßiget, daß nicht mehr Kohlenensäure in den arbeitenden Muskeln auftritt, als die bewirkte Atemtätigkeit andauernd zu bewältigen, d. h. auszuscheiden vermag, so können sie lange Zeit hindurch in gleichem Schnelligkeitsmaß fortgesetzt werden, die Schnelligkeitsübung wird zur Dauerübung.

Was eine Dauerübung für die Atemtätigkeit bedeuten kann, lehrt folgendes Rechenexempel. Wir sahen oben, daß bei ruhiger Atmung mit jedem Atemzug 500 ccm Luft, das sind in der Minute bei 15 Atemzügen 7,5 l, in der Stunde  $60 \times 7,5 = 450$  l ventilert werden. Nehmen wir an, daß bei einer tüchtigen Dauerübung der Atemumfang bei jedem Atemzuge auf das Dreifache gesteigert werde und die Zahl der Atemzüge auf das Doppelte, so würden bei jedem Atemzug ventilert 1500 ccm, bei 30 Atemzügen in der Minute  $30 \times 1500$  ccm = 45 l, und in der Stunde  $60 \times 45 = 2700$  l.

Dauerübungen mit solchem Atemumfang — z. B. strammer Marsch, Bergsteigen — können aber über mehrere Stunden ausgedehnt werden. Es leuchtet ein, welche Summe von Lungenübung sich in solchen Ziffern ausspricht.

Anders wird das Bild, wenn eine heftige Schnelligkeitsübung, die anfangs nur jene rhythmische Steigerung des Atemumfangs hervorrief, mit dem Bestreben, ein Höchstmaß von Schnelligkeit zu erreichen, fortgesetzt wird (Lauf, Rudern). In solchem Falle wächst die Kohlenensäuremenge im Blute derart an, daß der Atemumfang immer mehr gesteigert werden muß, die Zahl der Atemzüge auf 50–60 in der Minute, ja weit darüber anwächst. Dabei stellt sich zunächst eine Veränderung in der Art des Atemganges derart ein, daß die Einatmung länger wird, die Ausatmung kürzer. So kamen bei einem mittleren Lauf nach einiger Zeit 13 Lauffschritte auf die Ein-, nur 5 auf die Ausatmung.

Weiterhin kommt dann aber eine Grenze — sie liegt je nach Übung und Leistungsfähigkeit bei dem einen früher, bei dem anderen später —, wo die gesteigerte Atemtätigkeit die wachsende Mehrbelastung nicht mehr zu bezwingen vermag: wo die Atmung und mit ihr die Körpermuskulatur zu versagen beginnt.

Dabei sind die Lungen mit Blut überfüllt; der große Kreislauf ist blutleer: eine Folge der gleichzeitig in die Erscheinung tretenden Herzmüdigung (s. o. Fig. 328). Das Antlitz wird fahl und bleich, alle Atem- und Hilfsatemmuskeln arbeiten mit äußerster Anstrengung. Am Zwerchfell äußert sich diese heftige Muskelarbeit, und zwar meist auf der linken Seite, in Schmerzhaftigkeit bei jedem Atemzug: Seitenschmerzen (wohl fälschlich auf die Milz bezogen). Der Mund ist weit offen, die Nasenflügel spielen. Die Änderung im Atemrhythmus, schon vorher begonnen, tritt noch stärker in die Erscheinung: die Ausatmung wird ganz kurz und stoßend, die Einatmung im Verhältnis dazu lang und tief, der Läufer, der Ruderer „ringt nach Atem“, schnappt mühsam nach Luft. Auch nach heftigem Ringen oder schwerem Hantelstemmen kann sich ein solches Bild von Atemermüdung auf kurze Zeit einstellen. Die Störung des Atemrhythmus, d. h. die Verlängerung der Einatmung erklärt sich dadurch, daß der Übende instinktiv die Füllung der Herzvorhöfe durch die ansaugende Wirkung der Einatmung zu fördern und sich damit des äußerst quälenden Gefühls der Beengung auf der Brust zu erwehren sucht.

Diese ganze Summe von Erscheinungen nennen wir Atemnot oder Atemermüdung.

Wird bei den ersten Zeichen eintretender Atemnot die veranlassende heftige Bewegung entweder unterbrochen oder stark gemäßigt, so kehrt allmählich der normale Atemrhythmus wieder, indem Aus- und Einatmung ruhiger und gleichmäßiger werden. Das gleichzeitig sich erholende Herz stellt das Gleichmaß im Kreislauf her, die Lungen werden von ihrer Blutüberfüllung entlastet, die Brust wird freier, das Antlitz rötet sich wieder. In wenig Minuten ist die Atemermüdung überwunden, ohne Spuren zu hinterlassen, und die frühere Leistungsfähigkeit ist wieder vorhanden.

In seltenen Fällen, wo man der beginnenden Atemlosigkeit nicht Rechnung trägt, wo man die Bewegung nicht einstellt oder doch mäßigt, sondern mit einer äußersten Willensanstrengung in dem erreichten Höchstmaß von Schnelligkeit noch fortzusetzen

Atemgang bei heftigen Schnelligkeitsübungen.

Atemnot oder Atemermüdung

Nieberstürzen bei äußerster Atemlosigkeit.

sucht, können Atemnot und Herzermüdung sich zu einer gefahrdrohenden Höhe steigern: das Bewußtsein schwindet, der überhitzte Läufer oder Radfahrer bricht nieder. So kann selbst einmal tödlicher Ausgang eintreten. Nicht gar so selten sind solche Fälle von Niederbrechen bei Berufsläufern oder Berufsfahrern vorgekommen, die ihr alles daran setzten, um einen neuen unerhörten Rekord herauszuschlagen. Ähnlich können auch überhitzte Tiere mitten in schnellster Bewegung tot niederstürzen; z. B. Rennpferde bei Rennen oder Brieftauben.

Die Erscheinungen der Atemnot werden nach großen Arbeitsleistungen von selbst herbeigeführt einmal durch die Überladung des Blutes mit Kohlensäure, dann aber auch durch bestimmte im Blut kreisende Stoffe, welche dem Stoffwechsel der Muskeln entstammen, mithin zu den Ermüdungsstoffen gehören. Diese Reizstoffe erregen heftig das Atemzentrum, d. h. diejenige Stelle des Zentralnervensystems, von welcher aus die unwillkürlichen Atembewegungen reguliert werden. Diese Stelle befindet sich im verlängerten Mark (Übergang vom Rückenmark zum Gehirn) am Boden der vierten Hirnhöhle (s. u. § 214).

### § 160. Der Gaswechsel in den Lungen.

Die uns umgebende Luft ist ein Gemisch von Gasen. Abgesehen von ihrem Wassergehalt besteht sie aus etwa

20,95	Volumprozent	Sauerstoff,
79,02	"	Stickstoff (wozu noch die neuentdeckten indifferenten Gase Argon und Helium gehören),
0,03	"	Kohlensäure.

Vergleicht man mit dieser Zusammensetzung der eingeatmeten Außenluft die Zusammensetzung der ausgeatmeten Luft, so enthält diese im Mittel bei ruhigem Atmen etwa

16,033	Volumprozent	Sauerstoff,
79,58	"	Stickstoff,
4,38	"	Kohlensäure.

Die ausgeatmete Luft ist also:

1. reich an Kohlensäure, und zwar enthält sie davon mehr als 100 mal soviel, wie in der atmosphärischen Luft enthalten ist,
2. ärmer an Sauerstoff, und zwar enthält sie etwa 4,78 Volumprozent weniger als die eingeatmete atmosphärische Luft.

Die Stickstoffmenge ist dieselbe geblieben: d. h. der gasförmige Stickstoff ist für den Körper indifferent; wie er eingeatmet wird, so wird er auch wieder ausgeatmet, ohne irgendeine Wirkung auf den Körper auszuüben.

Fassen wir die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs (4,78 Volumprozent) und die der ausgeschiedenen Kohlensäure (4,38 Volumprozent) ins Auge, so ergibt sich, daß bei ruhigem Atmen etwas mehr Sauerstoff aufgenommen als Kohlensäure ausgeschieden wird. Namentlich ist die Kohlensäureausscheidung im Verhältnis zur Sauerstoffaufnahme in der Nacht während des Schlafes gering.

Wir nennen auch das Verhältnis  $\frac{\text{Kohlensäure}}{\text{Sauerstoff}} = \frac{4,38}{4,78} = 0,916$  den „respiratorischen

Quotienten“, der für gewöhnlich kleiner als 1 ist. Bei vermehrter Atmung infolge von Muskelarbeit wird meist mehr Kohlensäure ausgeschieden, als Sauerstoff aufgenommen wird, d. h. der respiratorische Quotient wächst über 1.

Den Gaswechsel in den Lungen hat man beim Erwachsenen in 24 Stunden — während welcher keine größere Muskelarbeit verrichtet wurde — bestimmt auf:

Ursache der Atemnot.

Gaswechsel in den Lungen.

Sauerstoffaufnahme: 744 g = 516 500 ccm oder 516,5 l,

Kohlensäureabgabe: 900 g = 455 500 ccm „ 455,5 l,

dazu noch Abgabe von Wasser (als Wasserdampf gelöst) 330—640 g.

Die Größe des Gaswechsels in den Lungen unterliegt mancherlei Verschiedenheiten.

1. In bezug auf das Alter. Bei Kindern ist die Kohlensäureausscheidung absolut zwar kleiner, aber doppelt so groß als beim Erwachsenen, wenn man ihre Menge im Verhältnis zum Körpergewicht berechnet. Der Stoffwechsel ist beim heranwachsenden Kinde also ein weit regerer.

Altersverschiedenheit.

2. In bezug auf Geschlecht und Körperverfassung. Bei Männern ist der Gaswechsel in den Lungen im allgemeinen um ein Drittel, zur Zeit der Geschlechtsreife sogar das Doppelte größer als beim Weibe. Ebenso verbrauchen muskelkräftige Menschen mehr Sauerstoff und scheiden mehr Kohlensäure aus als Schwächlinge. Eine gesunde Entwicklung der Muskelkraft steigert also die Lebensvorgänge.

Verschiedenheit nach Geschlecht und Körperverfassung.

3. Ebenso werden die Lebensvorgänge gesteigert im Licht, namentlich im Freien, im hellen Sonnenlicht.

Einfluß des Lichts und der Kälte.

4. Von Einfluß ist auch die Wärme der Außenluft, und zwar nehmen bei zunehmender Kälte Zahl und Tiefe der Atemzüge zu; es wird mehr Sauerstoff aufgenommen, mehr Kohlensäure abgegeben.

5. Der Gaswechsel steigt weiterhin infolge von Nahrungsaufnahme. So fand Junz den Sauerstoffverbrauch nach dem Frühstück morgens um 18,8 %, nach dem Mittagessen um 20,5 % gesteigert.

6. Eine erhebliche Zunahme erfährt der Gaswechsel in den Lungen als Ausdruck gesteigerten Stoffwechsels bei Muskelarbeit.

Steigerung des Gaswechsels bei Muskelarbeit.

Gegenüber der Atmung bei Muskelruhe wächst nach Junz die Lungenventilation beim Spazierengehen auf das 2½fache, bei strammem Marsch mit Gepäck sowie bei mäßigem Bergansteigen auf das 4fache, beim Radfahren, stärkerem Ansteigen sowie beim Dauerlauf auf das 6fache und mehr, bei schnellem Lauf auf das 9—13fache. Für das schnellste Rudern (Wettrudern über 2000 m in 8 Minuten) berechnete Kolb eine Steigerung des Gaswechsels auf das 20fache.

Es sei übrigens bemerkt, daß die Steigerung der Atemgröße auf das Mehr- und Vielfache nicht einer einfach gleichgroßen Steigerung des Gaswechsels entspricht. Bei sehr hastigem Atmen enthält die Ausatemungsluft nicht so viel Volumprozent Kohlensäure als bei ruhigem Atmen, wenn auch die Summe der ausgeschiedenen Kohlensäure größer ist und mit Zahl und Tiefe der Atemzüge wächst. Vierordt gibt u. a. folgende Ziffern:

Größe des Atemzugs:	in der Ausatemungsluft enthaltene Kohlensäure:
500 ccm	21 ccm = 4,2 Volumprozent
1000 "	36 " = 3,6 "
1500 "	51 " = 3,4 "
2000 "	64 " = 3,2 "
3000 "	72 " = 2,6 "

### § 161. Wassergehalt der Luft.

Mit der Ausatemungsluft wird aus dem Körper auch Wasser in Dampfform ausgeschieden: durch Anhauchen einer kalten Glasscheibe können wir uns leicht den Wassergehalt des Atems anschaulich machen. Die Menge des Wassers, welche durch die Atrnung aus dem Körper ausgedunstet wird, hat man auf 330—640 g in 24 Stunden berechnet.

Diese Ausscheidung von Wasser mit der Atmungsluft gestaltet sich verschieden je nach dem Wassergehalt der uns umgebenden Luft.

Wassergehalt der Luft.

Der atmosphärischen Luft sind stets Wasserdämpfe beigemischt. Die Größe des Wassergehalts ist aber eine stark wechselnde. Je wärmer die Luft, eine um so größere Wassermenge vermag sie aufzunehmen bis zur Sättigung mit Feuchtigkeit. Derselbe Wassergehalt, der bei hoher Luftwärme die Luft als wenig gesättigt, als „trocken“ erscheinen ließe, kann bei sehr niedriger Luftwärme den Sättigungsgrad darstellen und diese Luft als „feucht“ erscheinen lassen.

**Trockne und feuchte Luft.** Kann die uns umgebende Luft noch großen Feuchtigkeitsgehalt aufnehmen, so atmen wir viel Wasserdampf aus. Dieser wird unseren Atemorganen entzogen, und es entsteht so das Gefühl von Trockenheit. Umgekehrt: ist die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt, so können sich unsere Atemorgane ihres Wassergehalts gar nicht entlasten, es entsteht das Gefühl der Beklemmung. So in starkem Nebel, in heißer schwüler Luft, im Dampfbad. Dabei ist zu bemerken, daß die austrocknende Wirkung bei warmer, aber wenig mit Wasserdampf gesättigter Luft viel stärker empfunden wird als bei entsprechend trockner kühler Luft. Im großen und ganzen fühlen wir uns hinsichtlich der Atemorgane am wohlsten in einer Luft, die, ihrer Wärme entsprechend, nicht ganz, sondern nur bis zu 70% gesättigt ist.

## § 162. Verschlechterung der Atemluft durch Gase.

**Verschlechterung der Atemluft.** In jedem abgesperrten Raum, in dem sich zahlreiche Menschen befinden, wird, wenn nicht für unausgesetzte oder doch häufige Lufterneuerung gesorgt wird, durch die Ausatmung der Kohlen säuregehalt der Luft vermehrt, durch die Einatmung der Sauerstoffgehalt vermindert werden.

**Kohlen säuregehalt der Luft.** Nun kann allerdings der Kohlen säuregehalt der Außenluft schon ziemlich stark steigen, bevor er an sich schädlich wirkt und unangenehm empfunden wird. Erst bei einem Kohlen säuregehalt von 1% in der Atemluft tritt merkliches Unbehagen ein, bei höheren Graden über 5% unbedingt Gefährdung des Lebens.

Dagegen entstammen der Haut, dem Eingang und namentlich dem Ausgang des Verdauungsanals usw. eine Anzahl von gasförmigen Stoffen, welche schon durch den Geruch sich unangenehm bemerkbar machen. Für die Menge dieser Stoffe in der Atemluft eines geschlossenen Raums bildet der Kohlen säuregehalt einen Gradmesser. Wenn Pettenkofer eine Luft, die mehr als 0,1% Kohlen säure enthält, als schlechte Luft bezeichnet, so ist es nicht der Kohlen säuregehalt an sich, auf welchem die Luftverschlechterung beruht, sondern der Gehalt an jenen organischen Ausdünstungsstoffen, wozu noch das Weichardtsche Kenotogin (s. o.) kommt. Man hat in Schulzimmern nach der ersten Schulstunde 0,3—0,4%, nach der dritten Schulstunde 0,5—0,6%, ja sogar 1,2% Kohlen säure gefunden. Ob aber jene chemisch nicht bestimmbar Riechstoffe sowie das doch nur in Spuren vorhandene Kenotogin an sich die Gesundheit zu schädigen vermögen, hat man neuerdings in Zweifel gezogen (Slügge und Reichenbach). Die schädliche Luftverschlechterung in Binnenräumen sei nur verursacht durch Wärmestauung und Erschwerung der Wärmeabgabe. So stieg im Laufe des Vormittags die Temperatur einer Klasse um 6—8%. Aufgabe der Ventilation und der Art der Heizung wäre es daher, daß die Wärme eines Schulzimmers z. B. 20° nicht überschreitet. Rubner zeigte indes, daß in derartig verschlechterter Luft die gesamte Atemgröße herabgesetzt wird: es wird weniger Sauerstoff ein- und weniger Kohlen säure ausgeatmet. Dazu kommen noch die Schäden der Übersättigung der Binnenluft mit Wasserdämpfen. Die Luftverschlechterung durch jene gasförmigen Stoffe, welche sich beim Eintritt in eine gefüllte Schulklasse oft in geradezu ekelhafter Weise bemerkbar machen, kann für die Gesundheit nicht gleichgültig sein, zumal umgekehrt der günstige Einfluß reiner frischer Luft, ganz unabhängig von der Temperatur, genügend feststeht.



## § 163. Der Staub als schädliche Beimengung der Atemluft.

Kleinste feste Körperchen sind als Staub überall in der Atmosphäre unseres Erdballs enthalten. Meist sind es feste mineralische Abfallstoffe und Trümmerchen, wie sie der allenthalben an der Oberfläche der Erdrinde vorhandenen Verwitterung und Zerstörung entstammen. Diesen mischt die Pflanzenwelt ein lebendiges Element bei: nämlich keimfähige Samen namentlich der kleinsten pflanzlichen Lebewesen. Vielgestaltiger sind die Staubmassen dort, wo Menschen dicht beisammen hausen. Trocknende und in Staub zerfallende Abfallstoffe von Mensch und Tier, Abfälle des Haushalts und der Gewerbe, der Ruß der Feuerstellen, namentlich aus den Schloten der Großindustrie, die zermalmende und zerreibende Wirkung des Verkehrs auf Straßen und Verkehrswegen aller Art usw. sind mächtige Staubquellen, welche dem Dunstkreis der Städte besondere Eigentümlichkeiten verleihen. Besonders häuft sich feiner Staub in Binnenräumen. Wo in einen verhältnismäßig dunkeln Binnenraum durch einen Lichtspalt ein Sonnenstrahl hineinfällt, sieht man den Weg dieser Lichtstrahlen fast körperlich greifbar in der Luft sich abheben, und in diesen Sonnenstrahlen gewahrt schon das bloße Auge Millionen kleinster flimmernder Staubchen. Eine solche Staubluft verhält sich zu einer reinen Luft draußen, etwa nach einem Sommerregen, der die Luft auswusch, wie schwarzes, fast undurchsichtiges Schmutzwasser zu kristallklarem Quellwasser. Und doch fehlt uns der gebührende Ekel gegen solche Schmutzluft!

Herkunft des Staubes in der Luft.

Unsere oberen Luftwege, namentlich die Nasenhöhle mit den engen Nasengängen, fangen einen großen Teil des Staubes der Atemluft auf und machen ihn, bevor er in die tieferen Luftwege, in Kehlkopf, Luftröhren und Lungen gelangt, dadurch unschädlich, daß die Staubteilchen an der feuchten Schleimhaut der Nase und des Rachens kleben bleiben und mit dem Nasen- und Rachenschleim, diesen grau oder schwärzlich färbend — wie „Froschlaid“ —, wieder aus dem Körper entfernt werden.

Schicksal der in die Atemwege eingedrungenen Staubteilchen.

In die Lunge eingedrungene Staubteilchen werden schließlich von Lymphzellen (weißen Blutkörperchen) aufgenommen. Diese „Staubzellen“ mischen sich entweder dem Lungenschleim bei, mit welchem der Staub wieder ausgehustet wird, oder sie wandern in das Lungengewebe, wo der Staub dann dauernd eingelagert wird. So lassen sich in den Lungen von Arbeitern nach dem Tode Einlagerungen von Kohlenstaub, Kieselstaub, Eisenoxyd u. dgl. mikroskopisch wie chemisch oft in sehr beträchtlichen Mengen nachweisen.

Fragen wir uns nun, worin die Schädigungen bestehen, welche bis in die tiefsten Atemwege eingedrungene Staubteilchen für die Gesundheit mit sich bringen. Wir sehen dabei von den oft schweren Folgen ab, welche die Einatmung direkt giftiger Stoffe in Staubform veranlassen kann, also von Staub, welcher Blei, Phosphor, Arsenik, Quecksilber, Anilin u. dgl. enthält. Die Verhütung solcher Giftwirkungen, denen die Arbeiter bestimmter Industriezweige ausgesetzt sind, ist ein wichtiger Teil der Gewerbehygiene.

Schädigungen durch eingeatmete Staubluft.

Für uns ist hier am wichtigsten die einfache mechanische Wirkung des eingeatmeten Staubes. Die mannigfach gestalteten, oft spitzigen festen Staubteilchen üben, indem sie der zarten Schleimhaut des Kehlkopfs und der Luftröhren anhaften, hier einen starken Reiz aus, welcher Rötung, Schwellung und stärkere Absonderung auf der Schleimhaut hervorruft und häufigere Hustenstöße zur Entfernung der unbequemen Eindringlinge veranlaßt: also den Zustand herbeiführt, den wir als *Katarh* bezeichnen. Mag nun auch eine gesunde Schleimhaut mehr widerstandsfähig sein: stets ist Staubeinatmung schadenbringend, wo die Schleimhaut des Halses, des Kehlkopfes oder der Lungenwege bereits krankhaft verändert oder infolge früherer Krankheiten besonders empfindlich geworden ist. Die Zahl der Menschen, welche an Er-

Mechanische Wirkung des Staubes auf die Luftwege.

krankung oder erhöhter Reizbarkeit der Atemwerkzeuge leiden, ist immerhin eine recht große. Es sei hier vor allem der Lungentuberkulose gedacht, welche im Deutschen Reich alljährlich 60—70000 Menschen im erwerbsfähigen Alter von über 15 Jahren dahinarraffte: mehr als ein Drittel aller Todesfälle in dieser Altersstufe. Nach den Entbehrungen der schweren Kriegsjahre und der Schwächung unserer gesamten Volkskraft hat diese Zahl leider stark zugenommen. Am schwersten werden die Arbeiter solcher Industriezweige betroffen, mit welchen starke Stauberzeugung in den Arbeitsstätten verknüpft ist. So starben zu Beginn dieses Jahrhunderts, ehe der erfolgreiche Kampf gegen die Tuberkulose einsetzte, von den Metallschleifern des Kreises Solingen 72,5%, beinahe drei Viertel aller, an Lungenschwindsucht. Keiner dieser Schleifer war im Alter von über 45 Jahren noch gesund! Nun kommt noch eins hinzu: es ist nicht allein die mechanische Wirkung der eingeatmeten schmutzigen Staubluft, welche so unheilvoll ist, sondern dieser Staub ist auch mit Ansteckungsstoffen vermischt, welche entweder dem in feinsten Tröpfchen ausgehusteten frischen oder dem getrockneten und pulverförmig gewordenen Auswurf bereits Erkrankter entstammen. Diese Ansteckungsstoffe sind die Tuberkelbazillen und deren Keime. Im Staub von Zimmern, in welchen tuberkulös Erkrankte lagen, sind Tuberkelkeime vielfach nachgewiesen. Wenn man bedenkt, daß in Deutschland wohl gegen 800—900000 an Tuberkulose Erkrankte leben, von denen nur ein geringer Bruchteil in Krankenanstalten untergebracht ist, während die meisten in Schulen, Werkstätten, Kontoren, in geselligen Vereinen, in Kirchen, in Turnsälen usw. mit der übrigen Bevölkerung frei verkehren, so läßt sich daraus ermessen, wie reichlich solche Ansteckungskeime allenthalben ausgesät werden. Man ist stark bemüht, möglichst viel solcher Auswurfstoffe in den Schulzimmern, in den Turnhallen, in Eisenbahnwagen usw. durch sorgfältigere häufige Reinigung der Fußböden und Wände und durch Aufstellen von Spüdnäpfen unschädlich zu machen. Man sucht auch die Massen des Volkes immer wieder auf diese Dinge aufmerksam zu machen und zu belehren. In umfassendem Maßstabe und mit großen Geldmitteln werden zahlreiche Volkshelilstätten errichtet, um bei noch leicht Erkrankten die Tuberkulose zur Ausheilung zu bringen. Fest steht aber auch die erfreuliche Tatsache, daß ein großer Teil der Bevölkerung, selbst wenn er jenen schädigenden Einflüssen ausgesetzt ist und vielfach mit Schwindsuchtkeimen in Berührung kommt, gleichwohl nicht erkrankt. Sie zeigt, daß geeignete Widerstandskraft des Körpers den besten Schutz gegen Einnistung der Tuberkulose gewährt, und daß schließlich das mächtigste Mittel zur Bekämpfung der Tuberkulose als Volkskrankheit die Erhöhung der Widerstandskraft jedes einzelnen im Volke ist.

### § 164. Der Staub in Turnhallen.

Der Staubgehalt der Turnhallen verdient ganz besondere Beachtung, und zwar deshalb, weil turnerische Leibesübungen die Atemtätigkeit steigern, so daß ein Mehrfaches an Atemluft ventilirt wird gegenüber dem Atmen in der Schulbank. Nicht nur das. Die tiefe Einatmung, welche dem Akt der Anstrengung vorausgeht, starke vorübergehende Atemsteigerung nach Schnelligkeits- oder Kraftübungen sind zweifellos geeignet, in der Luft enthaltene Staubeilchen tief hinein bis in die Lungen zu treiben. Leibesübungen in schlechter Staubluft sind daher stets bedenklich: die Nachteile für die Gesundheit können hier die Vorteile aufwiegen.

Soweit wir genötigt sind, einen Teil der Leibesübungen der Jugend und des Volkes in den geschlossenen Raum der Turnhallen zu verlegen, ist daher äußerste Sorgfalt in der Vermeidung von Stauberzeugung und in der Entfernung des vorhandenen Staubes strenge Pflicht eines jeden, der das Turnen zu einer Wohltat für die Jugend gestalten will.

Ansteckungs-  
stoffe im  
Staub.

Tuberkulose.

Staub in  
Turnhallen.

Der Staubquellen in Turnhallen sind vielerlei. Die Turnenden bringen zum Turnsaal reichlichen Straßenschmutz an den Schuhen mit, sowie Staub in den Kleidern. Der vorhandene alte Staub im Fußboden wirbelt beim Marschieren, Laufen, Springen von neuem auf. Beim Turnen sind ferner besonders reichliche Staubquellen die Matten, die sowohl massenhaft Staub aufnehmen, als auch durch Zermalmung ihrer Fasern oder ihres Füllmaterials beim heftigen Aufspringen solchen stets neu liefern. Ebenso sind die zerfallenden Füllstoffe der gepolsterten Geräte Staubquellen. Endlich ist es die Beschädigung und namentlich die Entleerung der Ofen, welche der Turnhallenluft viel Staub und Schmutz beifügt.

Staub-  
quellen in  
der Turn-  
halle.

Von Vorbeugungsmaßregeln, welche streng zu handhaben sind, seien folgende aufgeführt. Um die Einschleppung des Straßenschmutzes zu hindern, sind am Eingang in die Turnhalle reichliche Vorkehrungen zum Reinigen der Schuhe anzubringen. Zu fordern ist, daß die Turnenden in der Kleiderablage, welche sich vor dem Eingang in den Turnraum befindet und von letzterem durch eine Tür getrennt sein soll, ihre Straßenschuhe ablegen und Turnschuhe anziehen. — Beim Turnen selbst ist der Gebrauch von Matten möglichst einzuschränken, wenn nicht überhaupt zu vermeiden.

Vor-  
beugungs-  
maßregeln.

Bezüglich der Einrichtung der Turnhallen ist folgendes zu beachten. Die Wände seien glatt, mit Öl- oder Emailfarbe bestrichen, vielleicht auch bis zu einer gewissen Höhe mit glasierten Kacheln belegt, so daß sie feucht abgeputzt werden können. Der Fußboden muß ohne Sugen sein: die Dielen müssen mit Salz und Nute fest ineinandergefügt werden. Parkettboden in Zement eingelegt hält zwar keinen Staub und ist leicht zu reinigen, ist aber sehr hart.

Am besten ist Linoleum als Fußbodenbelag. Es ist sehr dauerhaft und sehr leicht zu reinigen, da der Boden eine glatte Fläche ohne jede Fuge darstellt. Es muß aber sorgfältig verlegt werden, und vor allem muß der Boden erst gründlich — eine Reihe von Wochen, wenn nicht mehrere Monate — austrocknen, bevor er benutzt wird. Andernfalls hinterlassen die aufstehenden Geräte sofort dauernde Eindrückungen und Gruben in dem Boden.

Der Holzfußboden ist in bestimmten Zwischenräumen — mindestens einmal jährlich, besser jedes Halbjahr — mit Leinöl zu tränken. Teer anstrich färbt den Fußboden unangenehm dunkel, auch wird sein Geruch vielfach geschmeckt. Ziemliche Verbreitung haben in letzter Zeit die Stauböle gefunden. Sie hindern zwar in trefflicher Weise die Staubentwicklung, haben aber den Nachteil, daß sie sehr oft — alle zwei Monate — erneuert werden müssen und dann jedesmal für eine Reihe von Tagen den Fußboden sehr glatt und schlüpfrig gestalten. — Endlich sei noch erwähnt, daß vereinzelt nun auch Fußböden von Hallen mit Xylolith (aus Sägemehl und Magnesia-zement hergestellt), Torgament u. dgl. belegt worden sind. Hinreichende Erfahrungen darüber liegen noch nicht vor.

Der Fußboden der Turnhalle ist täglich wiederholt feucht aufzuwischen und wöchentlich einmal gründlich zu reinigen. Am einfachsten geschieht das Aufwischen mit einem großen Scheuerlappen. Man kann auch den Boden mit feuchten Sägespänen überstreuen und diese dann auskehren. Im Gebrauch sind auch walzenförmige Bürsten mit einer Sprengvorrichtung, welche Wasser fein verteilt in die Luft und auf den Boden vor der Maschine her sprüht. Einfacher ist ein an einem Querholz befestigter großer Scheuerlappen, der vor oder nach jeder Turnstunde von einigen Schülern im Laufschrift auf und ab über den Boden der Turnhalle gezogen und in einem blechgefüllten Kasten mit Wasser aufbewahrt wird. Dieses schnelle Aufwischen des Turnhallenbodens erfordert kaum 2—3 Minuten. Allerdings muß stets verhütet werden, daß der Fußboden für eine Weile stärker naß und schlüpfrig wird.

Reinigung  
des  
Fußbodens.

Heizung der  
Turnhalle.

Was die Heizung betrifft, so ist eine gute Zentralheizung (Niederdruck-Dampfheizung hat sich doch wohl am besten bewährt) vorzuziehen; Gasheizung ist zu kostspielig, und bei Ofenheizung sollten, wenn die Bauart der Halle es zuläßt, Füllöfen gewählt werden, deren Beschädigung nicht in der Halle selbst, sondern durch die Wand von außen her (vom Sturz) erfolgt.

### § 165. Die Übung der Lungen (Atemgymnastik).

Übung der  
Lungen.

Die Übung der Lungen oder die Atemgymnastik wird angewendet:

1. ganz allgemein bei jeder Art von Leibesübungen, welche allseitige Ausbildung aller Organe und Einrichtungen des Körpers zum Zwecke haben, und ist damit ein wichtiger Teil jeglicher erzieherischen Leibesübung;

2. zur möglichsten Ausgleichung und Beseitigung krankhafter Anlagen und Schwächezustände im Gebiet des Atemapparates, mögen solche nun angeboren sein oder durch mangelhafte Körperpflege in der Jugend sich erst herangebildet haben;

3. zur Heilung bestehender Erkrankungen der Atemorgane oder zur Beseitigung der Folgezustände solcher Erkrankungen.

Die Verschiedenheit der Verhältnisse in den Einzelfällen gestaltet die Anforderungen an Art und Umfang atemgymnastischer Einwirkung auf die mannigfache Weise. Die Ziele der Atemgymnastik im einzelnen sind folgende:

1. Kräftigung der eigentlichen Atemmuskeln, des Zwerchfells und der Zwischenrippenmuskeln;

2. Kräftigung der Hilfsmuskeln der Atmung, die von der Halswirbelsäule, vom Schultergerüst, von den Armen, von der Brust- und Lendenwirbelsäule, ja vom Becken her auf den Brustkorb einwirken können;

3. Schonung und Erhöhung der Elastizität der Lungen und des Brustkorbes, gleiche Entwicklung aller Lungenabschnitte;

4. Erweiterung des Brusttraums und dauernde Vermehrung der Fassungskraft der Lungen;

5. Vertiefung der gewöhnlichen Lungenatmung mit Verlangsamung des Atemganges.

Solgende Maßnahmen dienen zur Erreichung dieser Ziele der Atemgymnastik im ganzen oder im einzelnen:

I. Übung und Kräftigung der Brust-, Arm-, Schulter- und Rückenmuskeln. Damit werden die Hilfsmuskeln der Atmung kräftiger; es wird schöne Körperhaltung erzielt, welche die oberen Brustabschnitte sich besser entfalten läßt; es wird vor allem auch durch gute gerade Haltung und durch die erhöhte Spannung der Muskeln um Brust und Schulter der Brustkorb mit dem Brustbein gehoben. Letzterer Umstand ist besonders da wichtig, wo der Brustkorb infolge von Schwäche der Brustmuskeln wie lahm in ausgeprochener Ausatmungsstellung herabhängt, die Brust schmal und flach ist.

II. Willkürliche Atembewegungen. Wir unterscheiden hier:

A. Einfaches Tiefatmen. Solches wird unternommen in Grundstellung, die Oberarme leicht an die Seiten der Brust angelegt, die Unterarme rechtwinklig im Ellbogengelenk gebeugt, die Hände zur Faust geballt. Auch kann man dabei die Hände auf die Hüften stützen. In dieser Stellung wird dann willkürliches Tiefatmen ausgeführt in gleichmäßigem Rhythmus von Ein- und Ausatmung, beschleunigt oder verlangsamt; mit verlängerter Dauer der Ein- und Beschleunigung der Ausatmung oder umgekehrt; mit Anhalten des Atems nach tiefer Ein- oder nach tiefer Ausatmung; mit abwechselndem erfolgendem Einatmen; mit stoßweise erfolgendem Ausatmen; Atmen mit

Ziele der  
Atem-  
gymnastik.

Mittel der  
Atem-  
gymnastik.

Kräftigung  
der Brust-,  
Arm-, Schul-  
ter- und  
Rücken-  
muskeln.

Willkürliche  
Atem-  
bewegungen.  
Einfache  
Atem-  
übungen.

bestimmten Abschnitten des Brustraums: wie Schlüsselbein- oder oberes Brustatmen; starkes Flankenatmen; Bauchatmen. Zweck dieser Übungen ist eine Verbesserung der Mechanik des Atmens.

B. Atemübung in Verbindung mit besonderen Hilfsmitteln zur Erleichterung oder Erschwerung des Atemgangs.

a) Erschwerung der Einatmung: eine Art von Widerstandsgymnastik der Atemmuskeln. Hierher gehören z. B. Einatmen durch ein dünnes Rohr (Strohhalbm; Glasrohr u. dgl.); Einatmung nur durch ein Nasenloch, während das andere zugehalten wird; Einatmen verdünnter Luft usw.

b) Erleichterung der Einatmung. Während dort die Atemmuskeln verstärkt arbeiten mußten und die Füllung der Lungen erschwert war, ist hier das Umgekehrte der Fall: die stärkere Füllung der Lungen mit Luft und die mechanische Dehnung der Lungenbläschen bei der Einatmung soll gefördert werden, ohne daß entsprechende Mehrarbeit der Atmung einzutreten braucht.

Diese mechanische Dehnung der Lungen tritt namentlich zutage bei der Einatmung verdichteter Luft, wie solche die verschiedenen Respirationsapparate (z. B. der von Biedert und Fränkel nach dem Prinzip einer Ziehharmonika gebaute) oder die pneumatische Kammer zu Heilzwecken bei bestimmten Lungenerkrankungen bewirken.

c) Erschwerung der Ausatmung. Auch diese trägt zur mechanischen Blähung der Lungenbläschen bei, zugleich aber auch zur Kräftigung der Ausatemmuskeln, die dabei einer Art von Widerstandsgymnastik unterliegen. Hierher gehört der Versuch des Ausatmens bei geschlossenem Munde und zugehaltener Nase (Valsalvascher Versuch) und die oft erwähnte Pressung mit Schließen der Stimmritze bei stärkster Ausatemungsbewegung. Hierher gehört ferner das Ausatmen in verdichteter Luft, dann das Spielen von Blasinstrumenten, wie Trompete, Posaune, Horn, Oboe, Fagott, Flöte usw. Dabei wird die Ausatemungsluft durch die Tätigkeit der Ausatemmuskeln im Brustraum aufs heftigste zusammengedrückt, kann aber unter hohem Druck nur langsam durch den engen Lippenpalt oder das enge Mundstück des Instrumentes entweichen. Es wird so ein ähnlich hoher Druck der Lungenluft gegen das Lungengewebe bewirkt, wie es beim Vorgang der Anstrengung mit Pressung der Fall ist. Die Folgen für das Lungengewebe: Verlust der Elastizität der Wände der Lungenbläschen und ihre mechanische Dehnung, so daß sie zu größeren blasenförmigen Hohlräumen zusammenschließen, kurz die Veränderungen, welche man als Lungenblähung (Emphysem) bezeichnet, sind hier wie dort dieselben. Tatsächlich ist Lungenblähung bei Musikern, die ein Blasinstrument spielen, ganz ungemein häufig.

In gleicher Art wirkt jedes stärkere Blasen überhaupt. Als Atemübung ist namentlich das Ausblasen einer immer weiter abgeschobenen Kerzenflamme beliebt. Es gehört hierher auch die Lauterzeugung unter Verengerung der Stimmritze bei anhaltendem lauten Schreien, Singen und Sprechen. Wir kommen darauf bei Beschreibung der Sprechatmung unter C noch besonders zurück.

d) Erleichterung der Ausatmung. Eine möglichst weitgehende Entleerung der Lunge ist als Atemübung ebenso wichtig wie die Fähigkeit zu ausgedehntester tiefer Einatmung. Denn eine vollkommene Ausatmung bewirkt größtmögliche Entspannung des Lungengewebes und fördert sowohl die Elastizität des Lungengewebes wie der Brustwände.

Es gehört hierher zunächst — allerdings nur im Gebiet der Krankenbehandlung angewendet — das Ausatmen in verdünnter Luft. Es wird, wie das Einatmen verdünnter Luft, mit Zuhilfenahme von Respirationsapparaten ausgeführt. Ferner kann man die Ausatmung durch zusammenpressenden Druck auf den Brustkasten verstärken. Dies kann entweder vom Übenden selbst oder von einer zweiten Person vorgenommen

Blasen.

werden. Man benutzt dazu auch besondere Vorrichtungen, wie den von *R o s b a c h* und *Z o b e r b i e r* angegebenen Atmungsstuhl für Kranke, die an Asthma infolge von Lungenblähung leiden. Bei diesem Atmungsstuhl wirken die nach außen hin zu drehenden Stuhllehnen als Hebel, welche ein um die Brust gelegtes breites Band zusammenziehen und den Brustkorb bei der Ausatmung zusammenpressen. — Diese Verengerung des Brustkorbs durch Druck (in Verbindung mit dem Versuch, den Brustkorb gleich danach zu erweitern) wird in ausgedehntem Maße angewendet zur Wiederbelebung Ertrunkener oder Erstidarter, um bei diesen die Atembewegung wieder in Gang zu setzen (s. Anhang).

C. Die Sprech- und Singatmung. Zur Entwicklung des Brustkorbs und der Lungen trägt ganz wesentlich auch das Sprechlernen der Kinder nicht nur, sondern auch die Übung guten lauten Sprechens und Singens bei. Eine richtige gute Atemführung ist für die Kunst des öffentlichen Redens, ferner für die des Deklamierens und vor allem für die des Singens die erste Grundlage.

Das Sprechen erfordert gegenüber dem gewöhnlichen Atmen einen besonderen eigenartigen Atemtypus. Während beim gewöhnlichen oder Ruheatmen Ein- und Ausatmung annähernd die gleichen Zeiten in regelmäßigem Wechsel bedingen, ist bei



Fig. 345.  
Einatmung zum Sprechen: stark erweiterte Stimmrihre.

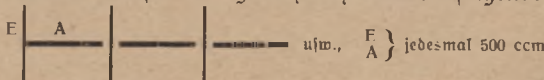


Fig. 346.  
Ein- und Ausatmung in Ruhe (Normalstellung der Stimmbänder beim Atmen).

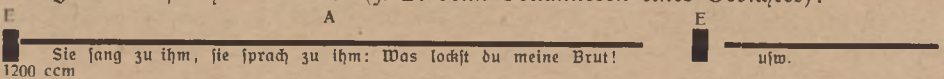
Nach photographischen Aufnahmen aus *H. Guzmann, Physiologie der Stimme und Sprache.*

der Sprech- und Singatmung die Einatmung ganz kurz (und geräuschlos), die Ausatmung aber sehr lang und geschieht, da bei der Stimmerzeugung die Ausatemungsluft nur durch einen ganz engen Spalt zwischen den Stimmbändern entweichen kann, unter hohem Druck auf die in den Lungen eingeschlossene Luft mittels der angestrengt dabei tätigen Ausatemungs- (insbesondere der Bauch-) Muskeln. Ferner: beim gewöhnlichen Atmen wird meist durch die Nase, beim Sprech- und Singatmen

dagegen durch den Mund eingeatmet. Die Luftmenge, welche beim gewöhnlichen Atmen ventilert, d. h. ein- und wieder ausgeatmet wird, beträgt, wie wir schon (§ 160) sahen, gegen 500 ccm für den Erwachsenen. Beim Sprechatmen dagegen kann man die Menge der Einatemungsluft auf 1000–1200 ccm, ja zuweilen noch mehr, schätzen. Das ist nur dadurch möglich, daß 1., wie erwähnt, durch den Mund eingeatmet wird und 2. die Kehlkopföffnung, die beim gewöhnlichen Atmen ein längliches Dreieck bildet (Ruhestellung der Stimmbänder, s. o. Fig. 338), beim Sprechatmen eine wesentlich erweiterte Form annimmt und eine große fünfeckige Öffnung darstellt. Man kann dies übrigens auf Photographien des Kehlkopfinnernen während der gewöhnlichen Atmung sowie beim Atemholen zum Sprechen oder Singen deutlich gewahren (Fig. 345 u. 346). Diese besondere Art der Sprechatmung ist eine willkürliche (wenn sie auch schließlich halb-automatisch sich vollzieht), während das gewöhnliche Atmen rein automatisch erfolgt. Bezeichnet man die Einatmung durch eine senkrechte, die Ausatmung durch eine waagrechte Linie, so gewinnen wir für das gewöhnliche Atmen folgendes Bild:



Sür das Sprechatmen indes (z. B. beim Deklamieren eines Gedichtes):



1200 ccm

Dementsprechend gestaltet sich auch die Aufzeichnung der Kurve der Bewegung der Brustwand beim gewöhnlichen Atmen und beim Sprechen oder Singen verschieden (Sig. 347).

Aus alledem geht hervor: 1. wie wesentlich für die Entwicklung der Atmungsorgane das Sprechen, das Deklamieren, das Singen und selbst — das Schreien ist; 2. daß alles das, was oben über die Nachteile schlechter und staubhaltiger Atemluft gesagt wird, infolge der Art der Sprechatmung durch den Mund und des Umfangs der Atemgröße beim Sprechen und Singen in doppeltem und dreifachem Maße gelten muß.

Für die körperliche Erziehung der Jugend sind indes weitaus am wichtigsten:

D. Die Atemgymnastik, d. h. die Verbindung sowohl der Ein- wie der Ausatmung mit entsprechenden Übungen zur Förderung der Mechanik der Atmung, und

E. die Übung der Lungen durch Anregung unwillkürlicher Tiefatmung. Die Bedeutung, welche diesen beiden Arten der Atemübung zukommt, rechtfertigt es, daß sie im folgenden eine gesonderte Erörterung erfahren.

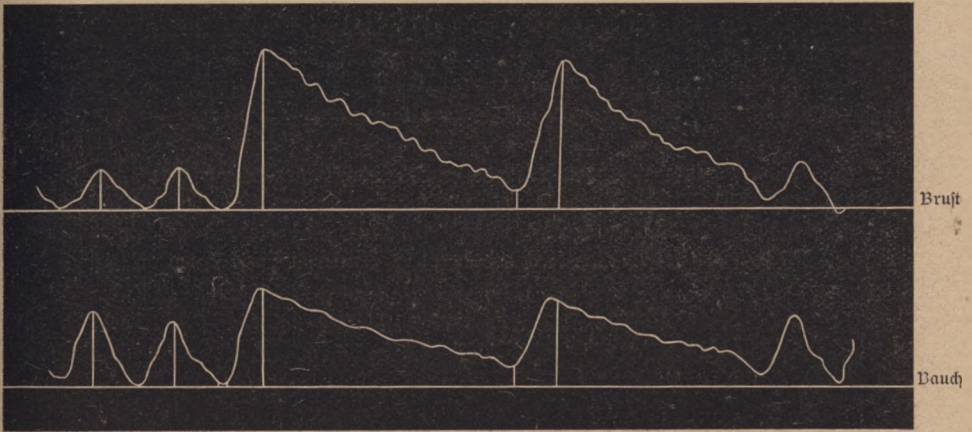


Fig. 347. Kurven der Atembewegungen, an der Bauchwand mittels eines Gürtelpneumographen aufgenommen nach Prof. H. Guhmann. — Die beiden ersten Erhebungen registrieren die gewöhnliche (Ruhe-) Atmung; die beiden folgenden Erhebungen die Sprechatmung.

## § 166. Lungenübung in der erzieherischen Gymnastik durch Anregung unwillkürlicher Tiefatmung.

Wir stellen hier zunächst an die Spitze, daß die Schnelligkeits- wie die Dauerübungen, in gewissem Grade aber auch alle Kraftübungen selbsttätig und unwillkürlich eine Steigerung des Atemumfangs nach allen Durchmessern der Lunge veranlassen. Diese Steigerung geht leicht bis zur äußersten Grenze der Atemfähigkeit und steigert den Atemumfang um das Mehr-, ja Vielfache. Weder nach Dauer noch nach Umfang können willkürliche Atemübungen eine solche Steigerung der Atmung erreichen. Hierher gehörige Übungen und Bewegungen sind: Marschieren, Schnellgehen, Laufen, Bergsteigen, Springen, Schwimmen, Rudern, Radfahren; weiterhin Arbeiten an dem Ergostaten von Gärtner (Kurbeldrehung), am Zimmer-Ruderapparat, Holzsägen und ähnliche Bewegungsarten, die große Muskelmassen gleichzeitig zu umfassender rhythmischer Arbeit veranlassen.

Dabei ist zu unterscheiden:

a) Mehr kurzdauernde, bis zur Grenze der Atemerschöpfung hinaufführende Atemsteigerung. Solche tritt stets ein, wenn eine Schnellig-

Anregung unwillkürlicher Tiefatmung.

keitsübung als Höchstleistung ausgeführt wird, also bei schnellstem Lauf (Wettlauf, selbst wenn er nur nach Sekunden zählt), Wettrudern, Wettfahren mit dem Rad usw.

b) Andauernde — oft stundenlang mögliche — Erhöhung des Atemumfangs bei Dauerleistungen, wie Marsch in der Ebene, Bergsteigen, langsamer Dauerlauf, Dauerschwimmen, weite Ruder- und Radsfahrten u. dgl.

Diese Form der Lungenübung beansprucht im Ganzen der körperlichen Erziehung unserer Jugend eine weitgehende Pflege an allererster Stelle. Das geht schon aus den engen Beziehungen hervor, welche zwischen dem Atemgang einerseits und dem Stoffwechsel, dem Blutkreislauf und der Blutbildung andererseits bestehen.

Die körperliche „Gesundheit“, welche wir durch Leibesübung während der Schuljahre und darüber hinaus bis zur vollendeten Entwicklung anstreben, beschränkt sich nicht etwa auf die bloße Fernhaltung krankmachender Einflüsse. Eine solche kann auch bei schwächerer und unvollkommener Entwicklung erreicht werden. Eine rechte Leibeserziehung der vaterländischen Jugend hat auch nicht etwa bestimmte enge Daseinsverhältnisse ins Auge zu fassen, in welchen allenfalls bei ganz mäßigen Anforderungen an die körperliche Widerstandskraft und Leistungsfähigkeit und bei ungestörtem, regelmäßigem Gang sich eine leidliche Gesundheit erhalten läßt. Im Gegenteil sollen die Anlagen und Kräfte unserer Jugend so entwickelt werden, daß sie allen, auch außerordentlichen Lebenslagen zu genügen imstande sind. Eine gesundheitlich recht erzogene Jugend soll ins Leben hinaustreten mit einem Körper, der ebenso ausdauernd wie schnellkräftig ist; sie soll die Fähigkeit besitzen, diesen Körper in vollkommener Gewandtheit zu beherrschen; sie soll ausgestattet sein mit den moralischen Eigenschaften der Entschlossenheit, des Selbstvertrauens, des Mutes — Eigenschaften, welche ebensowohl geistige wie körperliche Tüchtigkeit zur Voraussetzung haben. Eine solche Jugend wird den oft recht großen Anforderungen an Arbeitskraft, Fähigkeit und Frische, wie sie das Ringen um die Lebensstellung und den Lebensunterhalt mit sich bringt, körperlich sich voll gewachsen fühlen; sie wird dem Vaterland zur kraftvollen Wehr dastehen; eine solche Jugend endlich, die mit offenen Sinnen und gesundem Leib hinaustritt in die weite Welt, wird auch erfüllt sein von jener Gesundheitsfreudigkeit und jener Daseinslust, welche allein den vollen Lebensgenuß verbürgen.

In einer solchen allseitig gerichteten Leibeserziehung beansprucht aber die volle Entwicklung der Atmungsorgane einen hervorragenden Platz. Denn, wie wiederholt oben gezeigt ist: die ganze Fülle der Lebenstätigkeiten baut sich auf der geregelten und stets ausreichenden Arbeit der Atmungs- wie der Kreislauforgane auf. Genügt für den Gang des Alltagslebens mit mäßiger Anspannung der Körperkräfte eine mittlere Lungen- und Herzkraft; brauchen wir bei Körperruhe nur mit einem Siebentel der Lungenfläche zu atmen, und brauchen wir bei leichteren körperlichen Bewegungen diese Lungenarbeit verhältnismäßig nur wenig zu steigern, so sind größere Leistungen nach Schnelligkeit und Dauer nicht möglich ohne Atmungswerkzeuge, die derart geschult sind, daß sie mit Leichtigkeit und je nachdem so gut wie augenblicklich den gewohnten Atemumfang auf das Vielfache vermehren können. Dazu ist es notwendig, daß die für gewöhnlich am Atemgang nicht beteiligten Lungenabschnitte, die bei anhaltendem Nichtgebrauch verkümmern müssen, durch zeitweise geeignete Inanspruchnahme voll entwickelt und stets leistungsfähig erhalten werden. Die bestentwickelte Beinmuskulatur taugt nicht zu schnellstem oder zu andauerndem Lauf, wenn die Lungen nur unvollkommen zu arbeiten imstande sind: denn wir laufen mehr mit den Lungen (und dem Herzen!) als mit den Beinen. Sowie die Lungen ermüden und Atemerschöpfung beginnt, versagt auch die kräftigste Rumpfmuskulatur. Der Genuß frischen munteren Wanderns, namentlich in die Gebirgswelt, ist nur dem voll gegeben, der den überaus gesteigerten Anforderungen an die Atemkraft stundenlang mit Leichtig-

Gesundheit  
im Sinne der  
Leibes-  
erziehung.

Bedeutung  
der vollen  
Lungenent-  
wicklung für  
körperliche  
Leistungs-  
fähigkeit.



keit und ohne Beschwer zu genügen vermag. Der Lungen schwache empfindet beim Bergsteigen (oder beim Rudern, beim Dauerlauf, beim Schwimmen usw.) bald Seitenstechen, kommt häufig außer Atem und muß immer wieder die Steigebewegung unterbrechen, haltmachen und sich „verschlaufen“.

Wesentlich ist fernerhin eine volle Lungenentwicklung für die Widerstandskraft gegen Lungenkrankungen. Brechen solche aus, so werden sie von einer atemtüchtigen Lunge weit besser und schneller überwunden. Am Atemgang nicht beteiligte Lungenabschnitte, namentlich die Lungenspitzen, büßen an Elastizität ein und werden blutarm. Sie gestatten daher leicht die Einnistung der Tuberkelkeime. Was das besagen will, lehrt die unheimliche Ziffer der in unserem Vaterlande an Tuberkulose Erkrankten: keine Volkskrankheit ist so mörderisch. Während bei schlechter Atemtüchtigkeit, bei lahmem herabhängenden Brustkorb oder umgekehrt bei einer in Ausatemungsstellung verharrenden saßförmigen Brust der in den Luftröhren und Lungenbläschen sich ansammelnde Schleim nicht ausgehustet werden kann und Katarrhe sich dauernd einnisten, werden gut entwickelte Lungen solcher Schädlichkeiten leicht Herr. Hat eine Lungenentzündung ganze Abschnitte der Lungen einfach atemunfähig gemacht, so daß nur Reste der Atemfläche zum Atemgang verfügbar bleiben, so hängt es mit von der Atemtüchtigkeit dieser frei gebliebenen Bezirke der Lunge ab, ob sie für die Dauer der Erkrankung den Verlust decken und lange genug die Sauerstoffzufuhr und Kohlenäureabfuhr einigermaßen unterhalten können, bis die Lösung der Entzündung den bisher ausgeschalteten Lungenabschnitten ihre natürliche Tätigkeit wieder gestattet.

Diese Gesichtspunkte erweisen schon allein den Wert einer zur vollen Atemtüchtigkeit entwickelten Lunge für die körperliche Widerstandskraft und Leistungsfähigkeit. Die Notwendigkeit, gerade diese Seite der Leibeserziehung bei unserer Jugend zu pflegen, erhellt aber vor allem, wenn wir die Einflüsse des Schullebens mit in Betracht ziehen. Daß der Atemumfang beim Sitzen ein sehr geringer ist und sich nur sehr wenig über den Atemumfang beim Liegen erhebt, sahen wir oben. Das Kind in der Schulbank atmet mithin nur mit einem sehr geringen Teil seiner Atemfläche. Namentlich werden die oberen Lungenabschnitte kaum ventilert, was sich bei der Schreibhaltung besonders geltend macht. Der Sitzzwang in der Schule läßt also während einer Reihe von Tagesstunden das wachsende und regen Stoffwechsels besonders bedürftige Kind nur ungenügend atmen. Entfällt zugleich auch die Förderung, welche tieferes Atmen auf den Gang des Blutkreislaufs ausübt, rechnet man den Einfluß der in überfüllten Schulklassen oft mehr wie schlechten Schulluft hinzu, so ist nicht zu verwundern, daß das Schulleben eine starke Beeinträchtigung der Blutbildung und des Stoffwechsels bedeutet.

Die zahlreichen Erhebungen unserer Schulärzte haben ziffernmäßig festgelegt, daß in unseren Volksschulen jedes dritte oder vierte Kind blaß und blutarm ist.

„Die schädlichen Umstände,“ sagt Axel Key in seinen berühmten Untersuchungen über den Gesundheitszustand an den Schulen Stockholms (1899), „durch welche die Schule ihre unvorteilhafte Einwirkung auf die Gesundheit der Schulkinder ausübt, sind zweifellos vor allem das viele Stillsitzen und die damit zusammenhängende Unzulänglichkeit der Körperbewegungen.“

Fragen wir uns nach allem, welche Form der Lungenübung für die heranwachsende Jugend die beste und naturgemäße ist, so sind dies unzweifelhaft Schnelligkeitsübungen im Freien. Durch keinerlei Art willkürlicher Atemübung kann auch nur annähernd eine derartige Zunahme des Atemumfangs bewirkt werden wie durch die unwillkürliche Atemsteigerung mittels der Schnelligkeits- und Dauerübungen. Nach allen Durchmessungen wird dabei der Brustkorb erweitert; alle Teile der Lungen werden

Bedeutung  
voller  
Lungen-  
entwicklung  
für Erkran-  
kungen der  
Lunge.

Einfluß der  
Sitzhaltung.

Lungen-  
übung in der  
Wachstums-  
zeit.

zur Atemarbeit herangezogen, die gesamte Atemfläche zum Gasaustausch in Tätigkeit versetzt. Diese rhythmische Vertiefung und Beschleunigung der Atmung vollzieht sich unter vollkommenster Schonung, ja günstiger Beeinflussung der Elastizität des Lungengewebes. Von den Atemmuskeln werden zunächst die eigentlichen Atemmuskeln, Zwerchfell und Zwischenrippenmuskeln zur stärksten Arbeit herangezogen, weiterhin auch die Hilfsmuskeln der Atmung beteiligt. Da die Lunge von allen Organen des Körpers — abgesehen vom Herzen — namentlich um die Zeit der Reifeentwicklung am stärksten wächst, so bedarf sie um so mehr solcher Übung als Anregung zum Wachstum.

Eignen sich mehr anstrengende Dauerübungen — lange Märsche, Radfahrten usw. — erst für die Jahre der beginnenden Reife und werden sie am besten von voll Erwachsenen ertragen, so sind in den Jahren des Wachstums vor beginnender Reife der Jugend am zuträglichsten die reinen Schnelligkeitsübungen und von diesen vor allem der Lauf. In keinem Alter wird der Lauf so leicht überwunden; der Erwachsene ist nicht imstande, so viel und anhaltend zu laufen, bis zur Grenze der Atemlosigkeit sich abzuheizen und gleich darauf wieder frisch zu sein zur erneuten Bewegung, wie dies der kleine Knabe auf dem Spielplatze fertig bringt. Inwiefern das Verhältnis der Herzgröße zur Weite der Schlagadern beim heranwachsenden Kinde den schnellsten Lauf so leicht ertragen läßt, ist früher bereits ausgeführt.

Die Spiele.

Die Atemziehung durch Schnelligkeitsbewegung ist unstreitig in den ersten Schuljahren bis zur beginnenden Entwicklung eins der wichtigsten Übungsziele. Diese Übung ist aber in erster Linie dem Kinde auf seine natürliche Art zu gönnen, nämlich durch die Spiele im Freien, d. h. die Lauf- und Ballspiele.

Die Spiele haben vor allem den großen Vorzug, daß sie am ehesten das rechte Maß von Bewegung und Übung gewähren. Der munter spielende Knabe läuft so lange, bis er außer Atem zu kommen beginnt — dann aber hält er inne und läßt sich willig haschen. Gleich darauf ist er zu neuem schnellen Lauf wieder geschickt. Dies um so mehr, als beim Spiel das belebende Gefühl der Lust und Freude weit größere Leistungen nach Schnelligkeit wie Dauer „spielend“ bewältigen läßt, als dies bei Laufübungen auf Befehl des Lehrers der Fall ist. In sich selbst tragen somit die Kinder den besten Maßstab dafür, welches Maß der Bewegung ihnen frommt und zuträglich ist.

Als einen heilsamen Trieb, der dem gesunden heranwachsenden Kinde ebenso gut innewohnt als das Gefühl von Hunger und Durst, hat die Natur dem Kinde die Freude am wilden Tummeln, am Rennen und Abheizen bis zur Atemlosigkeit eingepflanzt. Nur künstlich hat in unseren Städten die Beschlagnahme der öffentlichen Straßen und Plätze für den Verkehr oder — für umgitterte Anlagen diesen Trieb der Jugend eingeschränkt und gehemmt und die Jugendspiele zum Verkümmern gebracht. Dadurch machte sich die mächtige neuere Bewegung zur Schaffung großer Jugend- und Volksspielplätze allerorts notwendig. Ihren Mittelpunkt fand sie in dem 1891 gegründeten „Zentralausschuß zur Förderung der Volks- und Jugendspiele“. In den Jahren 1895—1910 hat sich, soweit die Erhebungen reichen, die Zahl der Spielplätze in Deutschland um das Sechsfache vermehrt.

Der Wiederaufbau und die Erhaltung unserer Volkskraft heischt dringlich die weitere Erstellung von Spielplätzen, so daß auf den Kopf der Bevölkerung 3 qm Spielfläche etwa entfallen. Ebenso hoffen wir in Kürze an sämtlichen Schulen einen für alle Schüler und Schülerinnen verbindlichen Spielnachmittag in jeder Woche eingeführt zu sehen.

Neben das Spielen tritt dann, etwa vom 10. Jahre ab und namentlich die Entwicklungszeit hindurch, die systematische Pflege des Laufs, vor allem als Dauer-

Pflege des Laufs.

lauf, der langsam bis über 12—15 Minuten zu steigern ist; sodann aber auch als Schnelllauf, der in der Form des Streckenlaufs, des Staffellaufs sowie des Hindernislaufs gelegentlich auch als Wettübung vorzunehmen ist. —

Endlich sei auch noch hingewiesen auf die trefflichen Einwirkungen, welche namentlich nach den Feststellungen von Roeder und Wienecke sechstägige Wanderungen von 11—14jährigen Großstadtkindern auf das Wachstum nach Länge und Gewicht, die Blutfülle und den gesamten Gesundheitszustand besitzen. Es bedeutet eben für Großstadtkinder ungemein viel, eine ganze Reihe von Tagen hindurch ungehemmte Bewegung durch frisches Wandern draußen in Wald und Flur genießen zu können.

Sechstägige  
Wanderungen.

## § 167. Atemgymnastik im Schulturnen.

Wenn auch die Lungenübung durch Schnelligkeitsbewegungen, d. h. die Anregung zu selbsttätig sich vollziehender Tiefatmung für eine normal sich entwickelnde Jugend die wirksamste und auch naturgemäße Übungsform ist, so hat zur Verbesserung der Atemmechanik, zur Hebung des Brustkorbs und zur Kräftigung der Atemmuskeln, sowohl der eigentlichen wie der Hilfsatemmuskeln, eine planmäßige Pflege der Atemübungen im Rahmen des Schulturnens zweifellos einen beträchtlichen Wert. In der schwedischen Schulgymnastik bilden Atemübungen den Schluß einer jeden Turnstunde (Tagesübung). Sie haben hier allerdings noch den besonderen Zweck, als „ableitende“ Übungen zu dienen, d. h. die Herz- und Atemtätigkeit, insofern sie durch die vorangegangenen Übungen gesteigert war, zu beruhigen. Es wird damit der Übergang von der Turnstunde zu der nun wieder folgenden Unterrichtsstunde erleichtert: die Schüler sollen sich nicht in erhittem Zustand, mit noch stark beschleunigtem Puls auf die Schulbank setzen. Bei uns werden Atemübungen zugleich mit Haltungsübungen, insbesondere bei dem täglich — d. h. nur an den Tagen, an denen kein Schulturnen stattfindet — eingeführten 10-Minuten-Turnen gepflegt — oder sollten doch gepflegt werden. Vor allem wertvoll sind die Übungen der Atemgymnastik bei Schülern mit schwächlicher Rumpfmuskulatur und schlechter Haltung. Wo die Hals- und Brustmuskeln kümmerlich entwickelt sind, der Brustkorb platt und eingedrückt erscheint, die Schulterblätter flügelartig abstehen, Schultern und Arme kraftlos nach vorn pendeln, bleiben Schnelligkeitsübungen überhaupt zunächst noch wenig wirksam. Denn insofern der Muskelschwäche ist die Fähigkeit zu tiefen Atemzügen vorab noch gar nicht vorhanden, sie muß erst erworben, der Brustkorb durch geeignete Übungen gehoben und beweglich gemacht werden. Die oberen Rippen sind an Muskeln, welche von der Halswirbelsäule ihren Ursprung nehmen, aufgehängt. Sind diese Muskeln schwächlich entwickelt, wird ihre Spannung von dem Gewicht des Brustkorbs in seinem oberen Teil überwogen, so werden die Rippen herabhängen. Eine durch die obere Brustöffnung gelegte Ebene wird stark nach abwärts gerichtet sein in einem sehr großen stumpfen Winkel zur Halswirbelsäule. Der Schlußstein des Rings, welchen die ersten Rippen rechts und links bilden, nämlich der Handgriff des Brustbeins, wird um so mehr der Wirbelsäule angenähert und die obere Brustöffnung selbst in horizontaler Richtung um so mehr verengt sein, je tiefer seine Lage im Verhältnis zum ersten Brustwirbel sich befindet. Umgekehrt wird die obere Brustöffnung in der Richtung von vorn nach hinten um so breiter, die Entfernung des Handgriffs des Brustbeins von der Wirbelsäule um so größer sein und den Lungen spitzen um so mehr Raum zur Entfaltung bieten, je mehr der Winkel zwischen der Ebene der oberen Brustöffnung und der Halswirbelsäule sich einem rechten Winkel annähert. Jene ungünstige Stellung des oberen Rippenrings wird aber nicht nur bei bedeutender Schwäche der tragenden und haltenden Muskeln vorhanden sein, sondern auch bei schlechter vornüberhängender Haltung des Kopfes

Atemgymnastik  
im  
Schulturnen.

und der Halswirbelsäule, so daß die Achse der letzteren gleichfalls vornüber neigt; statt senkrecht zu stehen. Somit können zweierlei Ursachen zur Einengung und damit zur geringeren Atemfähigkeit der oberen Lungengegend wirksam sein: erstens die Muskelschwäche und zweitens schlechte vornübergeneigte Kopfhaltung, wie sie beim runden Rücken namentlich besteht. Häufig wirken beide Ursachen vereint dazu, daß die Lungenspitzen, eingeengt und an der Atmung kaum beteiligt, sich schlecht entwickeln und der Einnistung verderblicher Erkrankungsherde (Tuberkulose!) kaum Widerstand entgegenzusetzen vermögen (s. o. § 52).

Somit ist im Sinne der Atemgymnastik und zur Weitung des Brustkorbs die gymnastische Erziehung zu einer schönen aufrechten Haltung wie die Kräftigung der den Brustkorb tragenden Muskeln in gleicher Weise bedeutsam. Die vorzüglichsten Übungen der Atemgymnastik sind also die, welche zugleich Haltungsübungen sind und auch tiefste Einatmung sowohl wie Ausatmung begünstigen. Es kommt darauf an, solche Bewegungen miteinander zu einer Übung zu verbinden, welche erst die Ein-, dann die Ausatmung begünstigen (oder umgekehrt), und das Zeitmaß in der Folge dieser Übung dem gewöhnlichen Zeitmaß des Wechsels von Ein- und Ausatmung anzupassen. Es ist namentlich das große Gebiet der Übungen aus dem Stand (Freiübungen) — wobei es keinen Unterschied macht, ob der Übende dabei ganz frei steht oder Stütz oder Griff an irgendeinem Gerät nimmt —, welches in geeigneter Weise mit tiefer Ein- oder Ausatmung zu verbinden ist. Eine kurze Übersicht einiger besonders wirksamen Übungen ist die folgende.

Übungen vorzunehmen zugleich mit der

#### Einatmung

und diese fördernd:

Rückwärtsbiegen des Kopfes.  
 Rückwärtsbiegen der oberen Wirbelsäule (Spannbeuge).  
 Schultern nach hinten ziehen.  
 Schultern heben.  
 Ellbogen der in Hüftstütz befindlichen Arme nach hinten führen.  
 Arme wagerecht nach seitwärts ausbreiten, Handteller nach oben.  
 Arme vornauf oder seitwärts hochheben.  
 Die hochgehobenen Arme zum Hinterhaupt führen und die Handteller nach oben drehen.  
 Arme mit Stab zur Hochhehalte führen und sofort gegen die Schulterblätter senken.  
 Armkreisen vorwärts aufwärts.  
 Auswärts- und Aufwärtsheben der Arme mit Ferlenheben.  
 Aufrichten aus der Kniebeuge.  
 Kopf und obere Wirbelsäule leicht rückwärts beugen und Auswärtsdrehen der herabhängenden Arme und Hände.  
 Zwischen zwei Kletterstangen mit aufwärts geführten Armen möglichst hoch Griff nehmen und heben in den Zehenstand.  
 Starkes Rückbiegen des Rumpfes zur Bogenstellung mit Stütz der Lendengegend gegen eine niedere Reckstange u. dgl.

#### Ausatmung

und diese fördernd:

Kopf zur Brust senken.  
 Rumpfsenken und Rumpfsbeugen nach vorn.  
 Schultern nach vorn ziehen.  
 Schultern senken.  
 Ellbogen der in Hüftstütz befindlichen Arme nach vorn führen.  
 Arme wagerecht nach vorn parallel zusammenführen; Handteller einander zugekehrt.  
 Arme abwärts senken.  
 Arme nach vorn senken und gegen die untere Brustgegend andrücken.  
 Arme über den Kopf zurück vornab senken.  
 Armkreisen auswärts abwärts.  
 Seitensenken der Arme und Senken der Fersen.  
 Senken zu tiefer Kniebeuge.  
 Grundstellung und Zurückdrehen der Arme und Hände.  
 Senken der Fersen und Wiederabwärtsführen der Hände.  
 Wiederaufrichten bis zu leichtem Rumpfsenken vorwärts.

usw.

Zwischen solche Atemübungen im Stand kann man auch Marschübungen einschieben, daß auf eine bestimmte Zahl von Marschschritten je eine Ein- oder eine Ausatmung entfällt. Man lasse beim Marsch von 100 Schritten in der Minute — der militärische Marsch hat 114 Schritte — zunächst auf alle 3 Schritte eine Ein-, auf alle

3 Schritte eine Ausatmung machen. Weiterhin steigert man die Zahl der auf je einen Atemakt fallenden Schritte bis auf 6 und 8, jedoch am zweckmäßigsten so, daß bei stärkerer Steigerung auf die Einatmung mehr Schritte entfallen als auf die Ausatmung, also etwa 6 : 4, 7 : 5, 8 : 5. Es ist schon oben beim Lauf gezeigt, daß bei angestrengterem Atmen der Atemrhythmus sich insofern verändert, als die Einatmungszeit verlängert wird.

Zu diesen Marschübungen können gleichzeitig ausgeführte Freiübungen (mit Hanteln oder Stab), welche der Ein- oder der Ausatmung förderlich sind, zweckmäßig hinzutreten.

Ganz langames Bergsteigen derart, daß auf jeden Steigeschritt je eine Ein- oder eine Ausatmung entfällt, ist, wo es angestellt werden kann, in solchen Fällen gleichfalls von Nutzen.

Alle die oben angeführten Atemübungen, die zugleich Haltungsübungen sind, haben besonders eine eingehende sorgsame Pflege zu finden bei den sogenannten orthopädischen Sonderturnstunden, und zwar darum, weil, wie in § 44 näher ausgeführt ward, diese Kinder mit leichten Haltungsfehlern fast durchweg Schwächlinge und blutarm sind, welchen die Kräftigung der Atmungsorgane besonders not tut.

# V. Haut- und Wärmeregulierung.

## § 168. Bau und Tätigkeit der Haut.

Die Haut umgibt den Körper als äußerste Decke. Ihre Dicke und Festigkeit ist an den verschiedenen Gegenden des Körpers durchaus keine gleichmäßige. Besonders derb, dick und straff ist sie an der Fußsohle, an der Hohlhand, auf dem behaarten Kopfe (Kopfschwarte). Am übrigen Körper ist die Haut durchweg derber an den Streckseiten (z. B. Rücken, Gesäß, Streck- oder Außenseite des Arms, Vorderfläche des Schenkels und des Knies usw.) und dünner an den Beugeseiten (z. B. Bauchhaut, Innenfläche der Arme und Schenkel). Besonders dünn, so daß die oberflächlichen kleinsten Blutgefäße durchschimmern, ist die Haut am Vorderhals, an den Wangen und an den Augenlidern; ferner an den Brüsten, in der Leistenbeuge, in der Ellbogenbeuge und der Kniekehle.

Da, wo die Haut durch Bewegungen der Muskeln und Gelenke häufiger in Falten gelegt wird, bilden sich entsprechende dauernde Furchen. So im Gesicht, in der Hohlhand, an den Handgelenken, an den Beuge- und Streckseiten der Finger und Zehen usw. Im Alter graben sich mit Schwund des Hautfettes und zunehmender Sprödigkeit der Haut diese Furchen nicht nur tiefer ein, sondern werden auch als faltige Runzeln sehr viel zahlreicher.

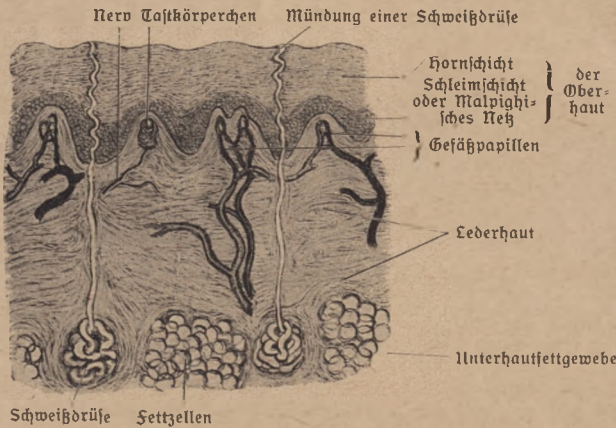


Fig. 348. Senkrechter Durchschnitt durch die Haut bei etwa 50 facher Vergrößerung.

wachsen mit einer neuen Haut, die erst zart und blutreich ist, später aber als Narbengewebe die umgebende gesunde Haut an Festigkeit und Derbheit übertrifft, weniger Blutgefäße hat (daher die mehr weißliche Färbung) und der Schweißdrüsen wie der Tastkörperchen entbehrt.

Die Haut besteht aus drei übereinanderliegenden Schichten: erstens der Oberhaut, zweitens der Lederhaut, drittens dem Unterhautfettgewebe (Fig. 348).

Von diesen Schichten bildet die Lederhaut als Trägerin der oberflächlichen Blutgefäße und Nerven der Haut das eigentliche Grundgewebe, die Oberhaut die äußere schützende Hülle, das Unterhautfettgewebe das Polster der Haut.

Bau und Tätigkeit der Haut.

Furchen und Runzeln.

Hautnarben.

Schichten der Haut.

Die Haut bildet keineswegs bloß eine äußere schützende Decke des Körpers, sondern es spielen sich in ihr auch wichtige Organtätigkeiten ab. Vor allem ist die Haut ein wichtiges Ausscheidungsorgan. Sie scheidet aus dem Körper Kohlenäure in ganz geringer Menge aus (man rechnet sie auf nur  $\frac{1}{110}$  der Kohlenäureausscheidung durch die Lungen), ferner Wasserdampf, Schweiß und Hauttalg; außerdem werden durch die Haut ausgeschieden Riechstoffe und, namentlich mit dem Schweiße, eine Reihe von Abfallstoffen des Stoffwechsels, die zwar in ganz geringen Mengen vorkommen, aber giftig wirken.

Eine weitere wichtige Tätigkeit der Haut besteht darin, daß sie durch die wechselnde Füllung ihrer Blutgefäße und die mehr oder minder große Schweißabsonderung den Wärmeverlust des Körpers, je nach der Wärme der Außenluft einschränkt oder vermehrt. Wir nennen diese Tätigkeit die Wärmeregulierung der Haut.

Endlich ist die Haut durch ihre zahlreichen Nerven ein wichtiges Sinnesorgan: sie ist der Sitz des Tastsinns.

### § 169. Die Oberhaut.

Die Oberhaut ist gänzlich blutgefäßlos und besteht aus dicht aneinandergesetzten Zellen. Man unterscheidet zwei Schichten der Oberhaut: in der Tiefe, auf und zwischen den Wurzchen der Lederhaut, die Schleimschicht oder das Malpighische Netz, darüber die Hornschicht. Die Zellen des Malpighischen Netzes sind weich und haben als Schicht ein schleimiges Aussehen, woher die irreführende Bezeichnung „Schleimschicht“. Denn mit eigentlichem Schleim hat diese Zellenlage gar nichts zu tun. Die tieferen Zellen des Malpighischen Netzes sind bei den verschiedenen Menschenrassen entweder nur ganz leicht gelblich bis bräunlich oder bis zu dunkleren Tönungen hin gefärbt. Außerdem können sich in ihnen Farbkörnchen (Pigment) anhäufen und so die Tönung der Hautfarbe noch dunkler gestalten. Die Hautfärbung bei den verschiedenen Menschenrassen ist also nur durch die Färbung der tieferen Zellen des Malpighischen Netzes bedingt (Fig. 349). Die oberen Zellen des Malpighischen Netzes sind ebenso wie die Hornhaut farblos oder etwas gelblich getönt. Hebt sich beim Neger z. B. die Hornschicht durch Blasenbildung unter dem Einfluß eines Zugpflasters oder nach einer Verbrennung vom Malpighischen Netze ab, so ist die Haut dieser Blase weißlich und nicht schwarz. Ebenso sind beim Neger diejenigen Stellen, wo die Hornschicht stärker entwickelt und undurchsichtiger ist, z. B. an den Nägeln, dem Handteller, der Fußsohle, hell getönt.

Unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen, d. h. der blavioletten Strahlen — denn rote Wärmestrahlen, wie das bleiche Aussehen von Bäckern und Heizern zeigt, erzeugen keine Pigmentierung —, färben auch beim Weißen sich an den unbedeckten Körperstellen (Gesicht, Hals, Arme, Hände) die Zellen der Schleimhaut dunkler. In Verbindung mit lebhafterem Blutumschlag entsteht so ein bräunlichroter warmer Farbton der Haut der betreffenden Körperstellen, gewissermaßen eine Schutzfärbung gegen die Einwirkung blavioletter Strahlen, daher auch ein brauner Puder (Ichthyol oder Mischung aus weißem, gelbem und rotem Pulver) am besten gegen die übermäßige Bestrahlung in den Alpen oder auf der reflektierenden Wasseroberfläche schützt. Dieser

Tätigkeit  
der Haut.

Oberhaut.

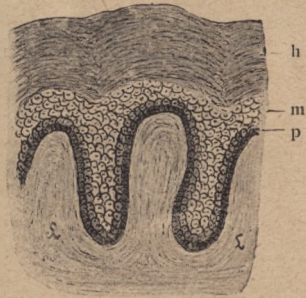
Malpighi-  
sches Netz  
oder Schleim-  
schicht.

Fig. 349. Senkrechter Durchschnitt durch die Negerhaut. l Hornschicht. m p Malpighisches Netz: m obere, p untere gefärbte Schicht. l Lederhaut.

braunwarme Ton setzt sich scharf gegen die Weiße derjenigen Hautstellen ab, welche stets bedeckt getragen werden, z. B. am Nacken. Da solch „sonnverbranntes“ Aussehen in ausgesprochenem Maße nur bei frischer Bewegung im Freien erworben werden kann, auch eine gesunde Blutfülle der Haut voraussetzt, so gilt es mit Recht als ein Zeichen rüstiger Gesundheit.

Indem die weichen Zellen des Malpighischen Netzes zu flachen trockenen Schüppchen sich umformen und verhornen, entsteht die Hornschicht. Die Oberfläche der Hornschicht nutzt sich stetig ab, indem sich vertrocknete Schüppchen von der Haut abstoßen. Dafür rückt aus den in fortwährender Vermehrung begriffenen Zellen des Malpighischen Netzes immer neuer Ersatz nach oben. Unsere Haut erneuert sich also unablässig.

Hornschicht.

Nägel und Haare.

### § 170. Nägel und Haare.

Mannigfache Gebilde, die als starker Schutz wie als zuweilen furchtbare Waffe dienen, erzeugt die Hornschicht im Tierreich. Hierhin gehören die Hörner, Geweihe, Klauen, Hufe, Borsten, Stacheln, Schuppen, Schilder usw. Beim Menschen sind es die Nägel und die Haare, welche ebenfalls verhornte Oberhautgebilde darstellen.

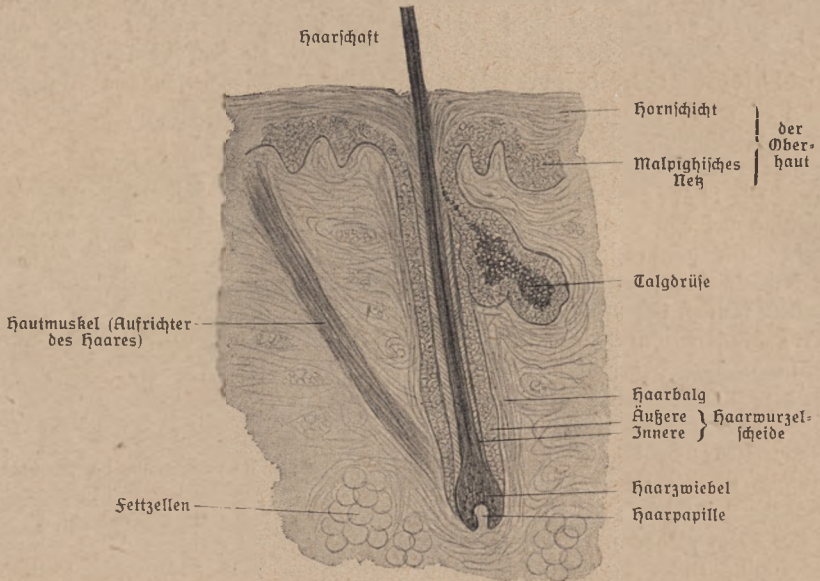


Fig. 350. Senkrechter Durchschnitt durch den Ursprung eines Haares in der Haut. Vergrößerung etwa 75.

Nägel.

Die Nägel sind feste gewölbte Hornplatten, auf der Rückseite aller Finger- und Zehenspitzen gelegen. Der Nagel ist mit seiner Unterlage verwachsen und schiebt sich, unablässig wachsend, aus dem Nagelbett vor. Er greift seitlich in den Nagelfalz, ein, während die Spitze meißelförmig über die Finger- oder Zehenspitze hervorragt. Als Angriffswaffe ist der Nagel harmlos — weniger harmlos ist die Schmutzschicht, welche sich stetig unter der Schneide des Nagels sammelt und namentlich bei der Berührung von Wunden durch Übertragung giftiger Keime gefährlich werden kann.

Haare.

Die Haare, als Zartheit, kaum sichtbare Woll- oder Flaumhaare beim Kinde über den ganzen Körper verbreitet, sind an einzelnen Körperstellen des Menschen (Kopf-, Bart-, Augenbrauen-, Wimper-, Achsel-, Schamhaare) besonders stark entwickelt und



gehäuft. Man unterscheidet (Fig. 350) bei jedem Haare die Haarwurzel, d. h. den in der Haut stekenden Teil des Haares, und den über die Haut hervorragenden Haarschaft, der in die Haarspitze endigt. Die Haarwurzel, an ihrem Ende zur Haarschiebel verdickt, steckt in einer flaschenförmigen Vertiefung der Haut, dem Haarbalg. Im Haarbalg ist die Haarwurzel umgeben von der Haarwurzelscheid. In diese münden ein oder mehrere Talgdrüsen, welche mit dem Haartalg, den sie absondern, das Haar ein fetten. Die das Haar zusammensetzenden verhornten Zellen enthalten einen Farbstoff, dessen geringeres oder stärkeres Vorkommen die Verschiedenheiten der Haarfarbe verursacht. Das Verschwinden dieses Farbstoffes aus den Haaren ist Ursache des Ergrauens und Weißwerdens der Haare.

**§ 171. Die Lederhaut.**

Lederhaut.

Die Lederhaut besteht aus sehr festem elastischen Bindegewebe, zwischen dessen Züge auch organische Muskelfasern, die namentlich zu den Haarwurzeln führen, eingestreut sind. Sie läßt sich durch das Gerben in Leder verwandeln, während die Oberhaut beim Gerben sich ablöst. — Die Oberfläche der Lederhaut erscheint nach Entfernung der Oberhaut besetzt mit zahllosen nagelförmigen Wärzchen, den Hautpapillen. Man hat deren an der Innenfläche der Singer 80, an der Haut des Handtellers 40 auf 1 qmm gezählt. In die Papillen der Haut dringen entweder Blutgefäße in Form von Haargefäßschlingen (Gefäßpapillen) oder Nervenfasern ein, die in kleinen bindegewebigen ovalen Körperchen, den Tastkörperchen (Fig. 348), oder auch, in die Oberhaut eindringend, zugespitzt oder in knopfförmigen Anschwellungen, den Nervenendköpfschen, enden. Die Tastkörperchen vermitteln den Tastsinn. An denjenigen Körperstellen, wo der Tastsinn besonders fein entwickelt ist, sind die Tastkörperchen auch besonders zahlreich. So zählt man auf 1 qmm Haut

Hautpapillen.  
Tastkörperchen.

am 3. Glied des Zeigefingers	ca. 21	Tastkörperchen,
" 2. " " "	" 8	"
" 1. " " "	" 3	"

— an der Innenfläche des Vorderarms nur ein Tastkörperchen auf 35 qmm Haut.

**§ 172. Das Unterhautfettgewebe.**

Unterhautfettgewebe.

Das Unterhautfettgewebe ist von der Lederhaut nicht scharf abgegrenzt. In ihm schieben sich zwischen die von zahlreichen Blutgefäßen durchsetzten Bindegewebszüge mehr oder weniger starke Nester von Fettzellen. Die Dicke des Unterhautfettgewebes ist je nach der Menge des Hautfetts bei den verschiedenen Menschen außerordentlich verschieden. Als schlechter Wärmeleiter schützt das Hautfett vor Kälte: der Speck und die tranige Haut läßt Wale und Robben die arktische Kälte ertragen. Kräftige und gut genährte Menschen haben weit bessere Anpassung an vermehrten Wärmeverlust wie magere und schlechtgenährte. Die Fettschicht der Haut dient der Haut als weiches Polster, welches die Körperformen gefällig rundet und alle scharfen Vorsprünge von Knochen oder Muskeln sanft vermittelt. Eine mäßige Entwicklung des Fettgewebes macht die Haut ebenso fest als elastisch und bei entsprechendem Blutreichtum der Haut und gesunder Hauttätigkeit geschmeidig. Mangelt das Fett, so wird die Haut bei schwächlichen Menschen dünn, leicht in Salzen abhebbar und welk. Bei kraftvollen Menschen, bei denen das Hautfett infolge starker Muskelarbeit aufgezehrt ist, bleibt auch die fettarme Haut noch fest um die Muskeln gelagert, und letztere treten in ihren Umrißen und bei Bewegung in ihrer An- und Abschwellung deutlich hervor (sehniger Körper). Nimmt die Fettschicht außergewöhnlich stark zu, so werden die Körperformen üppig; das Relief der

Knochenvorsprünge und oberflächlichen Muskeln verschwindet unter der gleichmäßig glättenden Fettschicht; die Hautfurchen an den Gelenkbeugen werden tiefer; die Haut fühlt sich weich und schwammig an und wird zudem, da die starken Fettmassen den Blutumlauf in der Haut erschweren, blaß.

Die Verteilung der Fettmassen in der Haut ist an den verschiedenen Körpergegenden sehr verschieden. Stets fettlos ist die Haut an den Augenlidern und an den Ohrmuscheln. Fettärmer ist ferner die Haut über den Gelenken. Am meisten häuft sich das Fett an über der Brust, am Bauche, namentlich der Unterbauchgegend (Schmerbauch), und bei Weibern besonders stark noch um die Hüften, auf dem Gesäß und um die Schenkel.

### § 173. Schweiß- und Talgdrüsen.

Die Schweißdrüsen liegen in der Tiefe der Lederhaut. Sie stellen lange Schläuche dar, welche in Form von Knäueln zusammengewickelt erscheinen, während der Ausführungsgang in gewundenem Verlauf die Oberhaut durchbohrt und an der Körperoberfläche endet. Die Zahl der Schweißdrüsen am Körper des Erwachsenen bestimmte Krause auf zwei Millionen. Am zahlreichsten sind die Schweißdrüsen im Handteller, an der Fußsohle und in der Achselhöhle.

Die Talgdrüsen, traubenförmig gebaut, sondern den Hauttalg ab. Sie münden meistens in die Haarbälge, doch endet ein kleiner Teil von ihnen auch, namentlich in der Gesichtshaut, unmittelbar an der Hautoberfläche. Die Talgdrüsen der Gesichtshaut entzünden sich häufig, namentlich in Folge von Verstopfung ihrer Ausführungsgänge, und bilden dann die als „Miteßer“ oder Sinnen bekannten Knötchen der Haut. In den Talgdrüsen häuft häufig ein kleines milbenartiges Tierchen, der übrigens harmlose *Demodex folliculorum*.

### § 174. Die Absonderungen der Haut.

Die Gesamtoberfläche der Haut eines Erwachsenen beträgt etwa  $1\frac{1}{2}$  qm. Diese Fläche sondert feste sowohl wie flüssige und gasförmige Stoffe ab. Diese sind:

1. Oberhaut, d. h. die sich abschilfernden trocknen und abgenutzten Schüppchen der Hornschicht. Dazu kommen noch die ausfallenden Haare sowie der Verlust von Haar- und Nagelsubstanz durch zeitweises Beschneiden der Haare und der Nägel.

2. Hauttalg. Der von den Talgdrüsen abgesonderte Hauttalg, welcher Haare und Haut eingefettet und geschmeidig erhält, besteht im wesentlichen aus Fett und Fettseifen. Besonders zu erwähnen ist die leicht zu größeren Klümpchen sich sammelnde und verhärtende Absonderung der Haut des äußeren Gehörganges, das Ohrenschmalz.

3. Schweiß. Der Schweiß wird von den Schweißdrüsen, nach Unna auch direkt durch die Oberhaut, und zwar je nach den äußeren Umständen in stark wechselnder Menge abgesondert. Für gewöhnlich, d. h. ohne daß eigentliche tropfbar flüssige Schweißbildung auftritt, beträgt die Menge des von der Hautoberfläche abgegebenen Wassers etwa 600–800 g in 24 Stunden, ist also viel größer als die Wasserabgabe durch die Lungen mit der Ausatemluft. Diese Schweißmenge kann leicht auf 1500–2000 g in 24 Stunden steigen. Im Dampfbad sammelte Favre in  $1\frac{1}{2}$  Stunden 2560 g Schweiß. Die Verstopfung der Mündungen der zahllosen Schweißdrüsen, d. h. die „Verstopfung der Poren“, welche in der Vorstellung des Volkes und namentlich bei Kurpfuschern eine so große Rolle spielt, kommt in Wirklichkeit außerordentlich selten vor. — Krause berechnet die Gesamtzahl der Schweißdrüsen beim Erwachsenen auf etwa zwei Millionen.

Schweiß- und Talgdrüsen.

Talgdrüsen.

Absonderungen der Haut.

Hauttalg.

Schweiß.

Die Schweißabsonderung wird vermehrt: 1. durch erhöhte Temperatur der Umgebung (hohe Luftwärme, Dampfbad, heißes Wasserbad); 2. durch starken Wassergehalt des Blutes, namentlich nach Aufnahme reichlichen warmen Getränks (z. B. schweißtreibender warmer Teeaufguß); 3. durch erhöhte Herztätigkeit, so namentlich bei starker Muskelarbeit; 4. durch seelische Erregung (Angstschweiß); 5. durch bestimmte Arzneistoffe. — Die Anlage zum Schwitzen ist übrigens bei verschiedenen Personen sehr verschieden. Besonders leicht geraten in Schweiß fettreiche Leute mit starkem Wassergehalt der Gewebe.

Der Schweiß besteht aus Wasser, welches in ganz geringen Mengen (0,6—2,5 %, im Mittel 1,18 %) feste Stoffe enthält. Diese sind namentlich Kochsalz, Fette und flüchtige Fettsäuren, die den Talgdrüsen entstammen, daher auch eine Schweißhand bekanntlich Fettseife auf Papier hinterläßt. Das Einsetzen der Haut (und der Haare) durch Talgdrüsen ist ein Schutz gegen das Aufquellen der Oberhaut durch Schweißwasser. Auch Harnstoffe sowie sogenannte Ermüdungsstoffe können im Schweiß enthalten sein.

4. Riechstoffe Teils die verschiedenen flüchtigen Fettsäuren des Schweißes, teils andere flüchtige Stoffe, welche durch die Haut abgedüngert werden, geben der nackten Hautoberfläche, namentlich an denjenigen Stellen, wo die Schweißbildung besonders stark ist (Achselhöhle, Fußsohle), einen besonderen Geruch. Dieser Duft der Haut kann, namentlich wenn er einem gesunden jugendfrischen Körper entströmt, angenehm empfunden werden und vermag selbst die Geschlechtslust zu steigern. Er kann aber auch auf Außenstehende unangenehm wirken (im Volksmund: „einen nicht riechen können“). Besonders starke Hauttätigkeit und abstoßenden starken Geruch haben die Neger. — Eine staunenswerte Unterscheidungsgabe für den eigentümlichen Geruch einer Persönlichkeit hat der Hund, welcher unter zahlreichen sich kreuzenden und sich deckenden Fußspuren die seines Herrn sicher herauswittert.

5. Atemgase. Auch durch die Haut wird Kohlensäure ausgeschieden und Sauerstoff aufgenommen. Indes ist diese Atemtätigkeit der Haut eine äußerst geringfügige und kommt der Lungenatmung gegenüber nicht in Betracht.

Es sei noch erwähnt, daß die Riechstoffe bestimmter Nahrungsmittel, z. B. Knoblauch, sowie ferner eine Reihe von Arzneistoffen in den Schweiß überzugehen vermögen.

Die gesamte Hauttätigkeit ist für den gesunden Ablauf unserer Körperverrichtungen von großer und unersetzlicher Bedeutung. Wird die Hauttätigkeit über größere Strecken der Haut unterdrückt, z. B. durch umfangreiche oberflächliche Verbrennung oder Verbrühung, oder dadurch, daß die Haut mit luftdicht abschließenden Stoffen (z. B. Lack) überzogen wird, so tritt leicht Tod ein.

## § 175. Natürliche Wärmeregulierung des Körpers.

Indem die Nahrungsmittel, welche dem Körper zugeführt sind, in diesem durch Sauerstoffzufuhr verbrannt werden, erzeugt der Körper Arbeit und Wärme. Beim ruhenden Menschen tritt diese Umsetzung der Spannkräfte in lebendige Kräfte fast völlig als Wärme auf — zur Unterhaltung der Atmung und des Kreislaufs ist allerdings stetig Arbeit notwendig. Selbst bei Pflanzen sind die Stoffumsetzungsvorgänge mit Erzeugung von Wärme verbunden. So fand man beim Sprossen von Hefezellen in einer Zuckeralösung eine Wärmeerhöhung von mehr als 14° C; bei den Blütesolben des Aronstabs eine solche bis zu 15° C. — Von Tieren haben Vögel die höchste Körperwärme. Sie beträgt z. B. bei der Schwalbe über 44° C.

Die Wärme des gesunden menschlichen Körpers ist — mit geringen Schwankungen am Tage — stets dieselbe, nämlich gegen 37° C. Die Schwankungen vollziehen sich

Riechstoffe.

Atemgase.

Wärme-  
regulierung.Körper-  
wärme.

so, daß die geringste Körperwärme morgens gegen 5 Uhr vorhanden ist, und zwar im Mittel  $36,7^{\circ}$ , während die Körperwärme von da langsam ansteigt bis  $37,5^{\circ}$ , um 4 Uhr nachmittags. Von da an sinkt sie wieder langsam. — Die Abweichungen von diesen Zahlen sind nur gering.

Fieber.

Die mittlere Körperwärme des Erwachsenen beträgt also gegen  $37^{\circ}$ ; etwas höher ist sie in den ersten Lebensjahren. Steigt die Körperwärme über  $37,8^{\circ}$  im Tagesmittel, so handelt es sich um einen krankhaften Zustand, den wir Fieber nennen. — Steigt die Körperwärme im Fieber bis zu  $43^{\circ}$ , oder sinkt sie unter  $34^{\circ}$ , so tritt fast stets der Tod ein. — Geringe Steigerungen der Körperwärme um einige Zehntelgrade werden bewirkt durch jede heftigere Muskelarbeit, geistige Anstrengung, starke Nahrungsaufnahme.

Die Wärme der umgebenden Luft übt so gut wie gar keinen Einfluß auf die Körperwärme aus. Mag der Mensch in der Tropenhitze der afrikanischen Sonne weilen, mag er sich im Eismeer nahe dem Nordpol befinden: seine Körperwärme beträgt hier wie dort  $37^{\circ}$ .

Die Möglichkeit, daß die Körperwärme des Menschen dieselbe bleibt, wenn auch die umgebende Luftwärme Unterschiede von mehr als  $40^{\circ}\text{C}$  aufweist, ist — abgesehen von dem Schutz der Kleidung — durch die Wärmeregulierung des Körpers gegeben. Sie besteht im wesentlichen darin, daß bei sehr kalter umgebender Luft oder Wasser die Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung möglichst eingeschränkt und übermäßige Abkühlung, welche die Körperwärme unter  $37^{\circ}$  sinken lassen würde, verhütet wird. Bei sehr warmer Umgebung, wo die Gefahr einer Überhitzung des Körpers und Steigen der Körperwärme über  $37^{\circ}$  vorliegt, wird umgekehrt die Wärmeabgabe des Körpers möglichst begünstigt.

Verchiedene  
Sättigung der  
Blutgefäße  
der Haut.

Es sind die Blutgefäße der Haut, welche auf selbsttätige Anregung, d. h. auf den Einfluß der Temperaturnerven hin die Wärmeabgabe des Körpers in ziemlich weiten Grenzen regulieren. Das Haargefäßnetz der Haut hat eine solche Flächen- ausdehnung, daß die Haut bis über die Hälfte der gesamten Blutmenge des Körpers aufnehmen kann. Bei Kälte ziehen sich die kleinen zuführenden Blutgefäße der Haut zusammen, ebenso kleine in die Haut eingelagerte organische Muskelfasern. Die Haut wird blaß und kalt, weniger weich, saftarm und spröde. Je weniger warmes Blut die äußere Haut durchströmt, um so geringfügiger wird der Wärmeverlust. Umgekehrt erweitern sich die Blutgefäße der Haut, die Haut wird rot, wird schwellend und saftreich, wird warm und kann viel Wärme ausstrahlen bei großer Wärme der Umgebung. Nicht nur das. Der starke Blutzufluß zur Haut bewirkt auch eine besonders starke Tätigkeit der Schweißdrüsen. Die ganze Hautoberfläche sondert Schweiß ab, zu dessen Verdunstung große Wärmemengen nötig sind, welche der Haut entzogen werden. Es ist mithin nicht nur die stärkere Wärmeausstrahlung der blutreichen Haut, sondern namentlich auch der Wärmeverlust durch Verdunstung des starken Hautschweißes, welcher bei großer Außenwärme abkühlend wirkt und Wärmestauung im Körper verhütet. Der Hund, welcher, wie viele Säugetiere, der Schweißdrüsen in der Haut entbehrt, muß durch gesteigerte Lungenventilation (Keuchen) den großen, enormen Wärmeüberschuß bei stärkerer Bewegung loszuwerden versuchen. Wie unheilvoll eine Behinderung dieser Regulierung der Wärmeabgabe für den Körper werden kann, zeigt der Hirschschlag, der unten kurz besprochen werden soll.

Verengerung  
und Erweite-  
rung der  
Hautgefäße  
durch Ner-  
veneinfluß.

Der Vorgang der Wärmeabgabe findet selbsttätig so statt, daß die Kälte- oder Wärmeempfindung, von der äußeren Haut dem Zentralnervensystem vermittelt, auf dem Wege der Blutgefäßnerven die glatten Muskelfasern der Hautblutgefäße entweder zur Zusammenziehung reizt — Verengerung — oder zur Erschlaffung bringt — Erweiterung der Blutgefäße. Die Temperaturnerven bilden auf der Haut gewisser-

maßen ein Mosaik verschieden empfindender, also Wärme- und Kältepunkte. Letztere überwiegen. So kommen z. B. am Unterschenkel auf 10 qcm Haut 23 Kälte- auf 4 Wärme- punkte (U n n a). Unsere Haut ist also viel besser auf Wahrnehmung von Kälte als von Wärme eingerichtet. — Ähnliche Wirkungen auf die Hautblutgefäße können auch bestimmte seelische Vorgänge durch Nerven einfluß auf die Blutgefäße der Haut ausüben. Bei Zorn, Furcht und Schreck wird namentlich die Gesichtshaut blaß durch Verengerung der Hautblutgefäße, die Muskeln der Haut ziehen sich bei Schrecken zusammen (Gänsehaut) und richten die Kopfhaare auf (Sträuben des Haars). Bei freudiger Erregung erweitern sich die Hautgefäße: das Antlitz färbt sich lebhafter. Die Erregung des Schamgefühls ferner übergießt die Haut des Gesichts, des Halses und der oberen Brustgegend mit Schamröte.

Zu der durch die Hautblutgefäße erwirkten Wärmeregulierung kommen aber noch weitere Hilfsmittel hinzu. Wie die Vermehrung der Kohlensäureabgabe bei Kälte und deren Verminderung bei Wärme zeigt, steigert äußere Kälte den Stoffumsatz im Körper und damit die Wärmeerzeugung. In der Kälte sucht ferner der Körper unwillkürlich durch Muskelbewegungen die Wärmeerzeugung zu steigern: Zittern, Frostschauern. Ebenso sucht man sich durch willkürliche Muskelbewegungen in der Kälte einen höheren Grad von Wärmeerzeugung zu verschaffen: Schlagen mit den Armen, Laufen auf der Stelle usw. In der Kälte ist man eben zu heftigerer Muskelbewegung besonders aufgelegt, man empfindet sie als wärmend und wohltuend. Anhaltende frische Bewegung läßt stärkere Kältegrade leicht und ohne Schaden ertragen. Übrigens, wie schon oben bemerkt, haben kräftige muskulöse Personen eine bessere Anpassung an vermehrten Wärmeverlust und frieren nicht so leicht als magere und schlecht genährte.

Weitere  
Hilfsmittel  
der Wärme-  
regulierung.

## § 176. Hitzschlag und Sonnenstich.

Unter Hitzschlag verstehen wir eine Wärmestauung im Körper infolge Störung der Wärmeregulierung. Wird bei starker Luftwärme eine anhaltende Körperbewegung (z. B. Marsch mit schwerem Gepäck) ausgeführt, hindert dichte Bekleidung die Wärmeausstrahlung, ist durch hohe Luftfeuchtigkeit (Gewitterschwüle) die Schweißverdunstung gehindert und herrscht dazu Windstille, oder ist durch spärliche Flüssigkeitsaufnahme das Blut eingedickt, so daß genügende Schweißmengen nicht auf die Haut treten können, dann ist das Gleichgewicht zwischen Wärmeerzeugung des Körpers und Wärmeabgabe auf der Haut gestört. Die Wärmeabgabe ist zu gering — und es findet eine Steigerung der Körperwärme bis zu hohen Fiebergraden (41,5—42°, ja 43° sind in solchen Fällen gemessen) statt. Es tritt meist auffallende Blässe bei trodener, welker Haut ein, das Gesicht erscheint von gealtertem Aussehen, der Puls wird sehr häufig und klein, und ohnmächtig bricht der vom Hitzschlag Betroffene plötzlich zusammen. Zuweilen tritt unter Herzlähmung dann der Tod ein — während in den meisten Fällen bei zweckmäßiger Behandlung sich die Leute wieder erholen. Besonders häufig sind solche Leute gefährdet, die sehr trodene Haut haben und schlecht schwitzen.

Hitzschlag  
und  
Sonnenstich.

Zur Verhütung des Hitzschlags bei längeren Marschen oder Radfahrten in starker Hitze dienen folgende Maßregeln: marschierende Abteilungen sollen nicht geschlossen sich bewegen, sondern in gelodeter Marschreihe; Tornister oder Rucksack sollen möglichst leicht sein; die Kleidung darf nirgendwo beengen und fest schließen und soll namentlich um den Hals lose sein; auf dem Marsche soll hinreichend und oft Wasser getrunken werden, wogegen alkoholhaltige Getränke zu meiden sind.

Die Hilfe bei einem von Hitzschlag Betroffenen besteht wesentlich in folgendem: Die Kleider sind zu lockern, Gepäcklast zu entfernen; man besprenge das Gesicht und

die entblößte Brust mit kaltem Wasser, reibe sie kalt ab oder übergieße sie mit Wasser; man halte dem Bewußtlosen Äther oder Salmiakgeist an die Nase und suche nach wieder-gekehrtem Bewußtsein erregendes Getränk einzulösen; in schweren Fällen muß künstliche Atmung zur Erhaltung des Lebens gemacht werden.

Die Erholung geht bei Hitzschlag sehr langsam vor sich. Der Tod kann noch nach Stunden eintreten.

Sonnenstich wird herbeigeführt durch die Einwirkung heißer Sonnenstrahlen auf den Kopf. Das Gesicht wird dabei stark rot, als Zeichen heftigen Blutandrangs zum Gehirn, der Gang wird taumelnd. Schließlich tritt Unfähigkeit zu weiterer Bewegung und Bewußtlosigkeit ein. Zur Verhütung dient eine gut ventilierte leichte und die Hitze abhaltende Kopfbedeckung: weißer Tropenhelm; leichter Strohhut; Schutz von Kopf und Nacken durch Auslegen eines weißen Tuches; Einlegen feuchter Blätter in den Hut. — Bei einem Anfall von Sonnenstich lege man den Befallenen mit dem Kopfe hoch; mache kalte Überschläge auf Kopf und Brust oder kalte Übergießungen usw.

Im ganzen ist der Hitzschlag gefährlicher als der Sonnenstich; hinterläßt auch nach Abwendung der unmittelbaren Gefahr weit längere Abspannung und Mattigkeit.

Leibesübung  
im Freien in  
den ver-  
schiedenen  
Jahres-  
zeiten.

### § 177. Leibesübung im Freien in den verschiedenen Jahreszeiten.

Fragen wir uns nach dem Vorhergehenden, unter welchen Umständen in den verschiedenen Jahreszeiten Leibesübungen im Freien zuträglich und empfehlenswert sind, so ergibt sich folgendes. Die Zuträglichkeit der Witterung wird bestimmt erstens durch die Luftwärme, zweitens durch die Luftfeuchtigkeit, drittens durch die Luftbewegung oder Windstärke.

Einfluß der  
Luftwärme.

1. Luftwärme. Bei zunehmender Luftwärme über 27,5° C hinaus ist bei körperlicher Arbeit, wie sie die Leibesübungen erfordern, die Wärmeregulierung erschwert, so daß leicht Überhitzung und Erschlaffung eintritt. Umgekehrt vollzieht sich mit sinkender Luftwärme die Wärmeregulierung bei Muskelarbeit immer leichter, das Gefühl der Frische nimmt zu. Nur wenn die Wärmeabgabe größer wird als die durch Muskelbewegung neu erzeugte Wärme, tritt an Stelle des Gefühls der Frische das der Kälte und wirkt erstarrend auf den Bewegungstrieb.

Einfluß der  
Luftfeuchtig-  
keit.

2. Luftfeuchtigkeit. Mit Feuchtigkeit gesättigte heiße Luft, die als erschließende Schwüle empfunden wird, erschwert bald die Wärmeregulierung und ist zur Vornahme stärkerer Leibesübung nicht geeignet. Trockene heiße Luft saugt dagegen den Schweiß bald auf und gewährt bei leichterer körperlicher Arbeit einen hinreichenden Grad von Abkühlung.

Bei niedrigen Wärmegraden bis zu größerer Kälte hinab wird Lufttrockenheit gut ertragen. Ist dagegen die kalte Luft mit Feuchtigkeit bis zur Nebelbildung übersättigt, so setzt sich die Luftfeuchtigkeit in den Kleidern fest, macht diese undurchlässig und bindet weit mehr Wärme, als die kalte Luft an sich tun würde, wenn sie trocken wäre. Wir frieren selbst bei Körperbewegung in Nebelluft mit + 6° C, während wir uns wohl fühlen und angewärmt sind von der strahlenden Winter Sonne an einem trockenen Wintertage mit - 5° C.

Luft-  
bewegung.

3. Luftbewegung. Mäßige Windstärke ist vor allem angenehm bei höheren Graden von Luftwärme, da sie die Abdunstung und damit die Abkühlung ungemein fördert. Bei niederer Luftwärme vermehrt dagegen Luftbewegung die Abkühlung zu sehr und verursacht bald Kälteempfindung. Stark, ja unangenehm empfindlich kühlt heftiger Wind bei Kältegraden ab.

Was die Art der im Freien vorzunehmenden Leibesübungen betrifft, so muß diese sich den augenblicklichen Witterungsverhältnissen anzupassen wissen. Nur dann

verhüten wir einerseits Überhitzung, andererseits Erkältung und Frostgefühl, wenn wir bei starker Wärme leichtere Körperbewegung machen, bei mittlerer Wärme uns schon mehr zumuten, bei Kälte aber anhaltende und möglichst ausgiebige Bewegung verlangen. So ist z. B. Fußball ein Spiel für die kühlere Jahreszeit, aber nicht für die Julihitze.

Jedenfalls können wir zu allen Jahreszeiten Leibesübungen im Freien betreiben. Es kommt nur darauf an, daß diese Leibesübungen den jeweiligen Witterungsverhältnissen entsprechend gewählt sind.

### § 178. Die Kleidung.

Die  
Kleidung.

Gründe der Gesundheit, Sittlichkeit und Schönheit zwingen uns, den Körper mit Kleidungsstücken mehr oder weniger zu umhüllen. Die Befriedigung des Schönheits sinns nach der Form der Kleidung sowie nach Farbe und Kostbarkeit des Kleiderstoffes und sonstigen Aufputzes steht dabei zunächst wohl in letzter Linie. Was die Sittlichkeit betrifft, so hat die größere oder geringere Vollständigkeit der Bekleidung an und für sich damit nichts zu tun; hier sind lediglich die entsprechenden Begriffe und Anschauungen bei den verschiedenen Völkern maßgebend.

Es ist also vor allem das gesundheitliche Bedürfnis, welches den Menschen, dem kein dichtes Haarkleid wie den Tieren gegeben ist, zwang, sich mit schlechten Wärmeleitern zum Schutze gegen Kälte und Nässe zu umhüllen. Nur so vermochte der Mensch allen Unbilden von Klima und Wetter zu trotzen und den Erdball vom Äquator bis in die Polarregionen zu besiedeln und zu bevölkern.

Die selbsttätige Wärmeregulierung der Haut erhält in der Kleidung eine sehr wirksame Unterstützung: sie wird zum Teil durch die Kleidung ersetzt. Der Austausch zwischen Körper- und Luftwärme, bei großen Wärmeunterschieden beider und bei starker Verdunstung für die bloße Haut mehr als empfindlich, wird durch die Kleidung verlangsamt und von der Haut weg an die Außenfläche der Kleidung verlegt.

Unsere Haut gibt Körperwärme an ihre Umgebung ab: erstens durch Leitung; zweitens durch Strahlung; drittens durch Wasserverdunstung (Schweiß). Indem die Kleidung diesen Wärmeverlust stark einschränkt, wird dem Körper Wärme erhalten. Es braucht weniger ungenutzt abzugebende Wärme im Körper durch Verbrennung von Nahrungstoffen erzeugt zu werden. Die Kleidung schützt also vor unnötigen Wärmeausgaben und spart Nahrung.

Die Wärme, welche unsere Haut ausstrahlt und durch Leitung verliert, wird zunächst in die Kleidung ausgestrahlt. Sie wärmt die Luftschicht zwischen Kleidung und Haut sowie die Luft in den Poren des Kleiderstoffes. Da Luft ein schlechter Wärmeleiter — im Gegensatz zum Wasser, das ein guter Wärmeleiter ist, weshalb dem entblößten Körper eine Luft von 22° C warm scheint, dagegen ein Bad von 22° C kühl —, so wird auf diese Weise die Körperwärme nur sehr langsam abgegeben. Schon daraus geht hervor, daß mehrere Lagen von dünnen Kleidungsstoffen übereinander, deren jede eine Luftschicht zwischen sich faßt, schlechter leiten und daher wärmer halten als ein einziges, wenn auch noch so dickes Kleidungsstück auf bloßem Leibe getragen. Es ergibt sich daraus ferner, daß ein lockerer poröser und lufthaltiger Stoff — entsprechend dem Pelz-, Woll- oder Federkleid der Tiere —, weil die Wärme schlecht leitend und langsam ausstrahlend, weit wärmer hält als ein gut leitendes, wenn auch noch so dickes und derbes Material, wie z. B. Leder.

Wärme-  
verlust durch  
Strahlung  
und Leitung

Am schlechtesten leiten und wärmen am meisten, weil viele Luft zwischen sich fassend: Pelzwerk, Dunen, rohe Seide, Schafwolle. Besser leiten und wärmen weniger: Baumwolle, Flach, gedrehte Seide.

Dabei ist vorausgesetzt, daß diese Stoffe trocken sind. Nasse und feuchte Kleider, deren Poren also statt mit Luft mit Wasser ausgefüllt sind, werden stets zu guten Wärmeleitern. Daher entziehen sie dem Körper weit mehr Wärme, durchfeuchten die Oberhaut und erzeugen das Gefühl des Fröstelns.

Wichtig hinsichtlich der Wahl der Kleidungsstoffe ist ihr Aufsaugungsvermögen für Flüssigkeit. Ein gleiches Gewicht Wolle vermag doppelt so viel Flüssigkeit (Hautschweiß) aufzunehmen als Leinen; das Leinen gibt aber die aufgenommene Flüssigkeit doppelt so schnell ab und trocknet um so viel schneller. Infolge dieser schnelleren Verdunstung wirkt Leinen nach Durchfeuchtung stark und plötzlich abkühlend; nicht so die Wolle und die Baumwolle, weil hier die Feuchtigkeit nur langsam wieder abgegeben wird.

Eine sogenannte „Normalkleidung“ gibt es nicht: denn die Regulierung der Wärmeabgabe, die wichtigste Aufgabe zweckmäßiger Kleidung, gestaltet sich verschieden je nach den vorhandenen äußeren Umständen, so daß die Art der Bekleidung diesen auch jedesmal in verschiedener Weise anzupassen ist.

Für unser Klima wird eine zweckmäßige Bekleidung sich nach den folgenden Grundsätzen gestalten müssen.

1. Hinsichtlich der Unterbekleidung ist vorab zu fordern, daß der Bekleidungsstoff gut lufthaltig und luftdurchgängig, d. h. locker gewebt sei und eine rauhe Oberfläche besitze. Solche Stoffe sind: lockere Baumwoll- und Wollstoffe (Tricot, Flanell); Mischungen beider (Hodelstoff); allenfalls auch handgewebtes grobes Leinen.

Die Rauigkeit eines Stoffes wird bewirkt durch die von seiner Oberfläche abstehenden Fasern und Fäserchen, welche, gewissermaßen als Stützfasern der Haut aufliegend, eine Luftschicht zwischen Haut und Stoff lassen. Ein glatter Stoff (feines Leinen) dagegen klebt schon bei leichtem Schweiß der Körperoberfläche an und verhindert die Verdunstung.

Rauhe Stoffe nehmen die abschilfernden Schüppchen der Haut sowie den anhaftenden Hauttalg, also den Hautschmutz, leicht auf: ein rauhes Hemd wird leicht schmutzig.

Glattes Unterzeug dagegen bleibt selbst zwar reiner, läßt aber jenen Schmutz auf der Haut sitzen. Wer glattes Leinen als Hemdstoff trägt, muß häufiger baden; wer rauhes Unterzeug trägt, muß häufiger seine Unterbekleidung wechseln und häufiger diese waschen lassen.

Wolle wirkt bei sehr empfindlicher Haut leicht reizend, namentlich im Sommer; es erzeugt Jucken der Haut und selbst Hautausschlag. Auch hierin steht Baumwolle günstiger da. Für die wärmere Jahreszeit sind die lockeren Baumwollgewebe als Hemdenstoff daher vorzuziehen, während Wollstoff allenfalls im Winter zweckmäßiger ist. Die Vorzüge des einen wie des anderen sind aber nicht so groß, als daß nicht auch die Gewöhnung entscheidend mit ins Gewicht fielen.

Ganz zu verwerfen ist das Tragen gebügelter und gestärkter Unterbekleidung. Denn das Bügeln und Stärken verdrängt die Luft aus den Stoffen und macht sie dicht und undurchlässig. Das gestärkte Oberhemd beeinträchtigt die Durchlüftung der Haut auf der gesamten Brust- und oberen Bauchgegend. Es widerspricht den Grundsätzen einer richtigen Gesundheitspflege auch dann, wenn darunter ein zweckmäßiges Unterhemd getragen wird.

Auch die Oberbekleidung muß luftdurchlässig sein. Dieser Bedingung genügen die gebräuchlichen Tuche übrigens in den meisten Fällen. Anders verhält es sich mit den Futterstoffen für die Oberbekleidung. Denn hier werden zumeist glatte, schlecht durchlüftbare und, wenn sie feucht geworden, gänzlich undurchlässige Stoffe bevorzugt, schon wegen des besseren Halts, welchen diese härteren glatten Zeuge für den „Sitz“

Aufnahme  
und Ver-  
dunstung von  
Flüssigkeit.

Unter-  
bekleidung.

Ober-  
bekleidung.



der Kleidung nach Schnitt und Form gewähren. Dies gilt besonders für die Rückenfläche sowie für die Futterung der Brustteile der Weste. Solch glattes Futterzeug sollte unter allen Umständen durch locher gewebten Stoff, z. B. leichten Flanell, ersetzt werden.

### § 179. Kleidung bei Leibesübungen.

Hinsichtlich der zweckmäßigsten Kleidung bei Leibesübungen muß unterschieden werden zwischen einer nur zeitweilig zur Vornahme anstrengenderer Bewegung angelegten und nachher mit dem Alltagsgewand wieder umgetauschten Turn- oder Sportkleidung und einer Kleidung, die zu Dauerübungen — wie mehrtägige Radfahrten, Fußwanderungen u. dgl. getragen werden soll. Die Anforderungen an beide werden sich vom gesundheitlichen Standpunkte verschieden gestalten. Wenn ehemend Jahr und seine Schüler nicht nur auf dem Turnplatze, sondern auch bei längeren Wanderfahrten Anzüge aus grauem Leinen (Leinenhemd, Jacke und lange Hose aus Leinen) trugen, so war diese Tracht höchstens für warme trockene Sommertage zweckmäßig, im übrigen aber so ungeeignet als möglich. Diese alte Turnerkleidung ist daher heute mit Recht gänzlich ausgestorben.

Für den Übungsplatz sei an die Spitze gestellt, daß dort die nackte Haut, soweit es eben tunlich ist, der Luft, dem Wind und der Sonne ausgefetzt sein soll. Je mehr die Haut durch Luft und Sonne trocken gehalten wird, um so besser paßt sie sich der Wärmeabgabe an, daher der große gesundheitliche Wert der Luft- und Lichtbäder sowie des Nackturnens. Im übrigen haben sich hier mit Recht die porösen und leichten Stoffe, wie sie namentlich aus Baumwolle, Wolle, gewebt oder gestricht, in so mannigfacher Art gefertigt werden, allenthalben Eingang verschafft. Namentlich der Flanell und die verschiedenen Trikotgewebe, neuerdings auch Hemden aus Ramiefasern, sind mit Recht bevorzugt. Hinsichtlich des Schnitts der Turn- und Sportkleidung ist alles zu vermeiden, was die volle Bewegungsfreiheit zu beeinträchtigen vermag; nirgendwo darf die Kleidung beengen, den Atemgang beeinträchtigen oder gar den Blutlauf in den oberflächlichen Blutadern hemmen, wie dies z. B. enge Halstragen oder Strumpfbänder unter dem Knie zu tun vermögen. Das Hemd sei daher um den Hals weit. Es sind ferner auf dem Übungsplatz die Ärmel des Hemdes kurz zu tragen. Zu verwerfen sind feste Leibriemen zum Halten der Hosen, weil sie die Bauchatmung behindern. Für Leibesübungen, welche ungehinderte Bewegung der Beine verlangen, wie Laufen, Fuß- und Schlagballspielen, Radfahren, Rudern usw., sind kurze Kniehosen, welche um das Knie selbst nicht fest schließen dürfen, am zweckmäßigsten. Dazu werden bei Dorfahrungen entweder lange, über das Knie reichende Strümpfe getragen oder ganz kurze, zum Anfang der dicken Wade reichende Strümpfe, so daß Knie und obere Wade nackt bleiben. Immer mehr tragen unsere Spieler und Läufer auf dem Übungsplatz überhaupt keine Strümpfe, sondern Sandalen über den nackten Fuß. Die lange Turnhose — ehemals auch noch mit einem Steg versehen! — ist völlig am Schwinden.

Übereinstimmung herrscht heute in der Bekleidungsfrage bei Übungen wie Turnen, Radfahren und Spielen für das weibliche Geschlecht. Steife Korsetts sind hier ebenso zu verwerfen als der einpressende Druck einer Reihe von Unterröcken, die über den Hüften fest umgeschnürt sind. Daß das plötzliche Ablegen des Korsetts wegen der Schwäche der Rückenmuskeln seine Bedenken hat, ist früher schon ausgeführt (s. § 54). Hygienisch richtige Unterkleidung macht die vielen Unterröcke entbehrlich. Das Oberkleid besteht zweckmäßig aus loser Bluse sowie dem sogenannten Rock (weite und faltige, bis zum Knie hinabreichende Pumphose).

Für Wander- und Bergfahrten, größere Radausflüge usw. ist auf gesundheitmäßige Bekleidung erst recht großes Gewicht zu legen. Poröse Unter-

Kleidung  
bei Leibe-  
übungen.

Turn- und  
Sport-  
kleidung.

Frauen-  
kleidung bei  
Leibes-  
übungen.

Kleidung bei  
Dauer-  
übungen.

kleidung, z. B. Nezhacke aus Flachsfaser, darüber Hemd aus Reformbaumwolle hat sich vielfach bewährt. Die Oberkleidung besteht am besten aus gewebtem oder gestrichtem Wollstoff, und zwar sind die Lodenstoffe zurzeit die mit Recht allgemein bevorzugten geworden. Der Lodenmantel als schützender Überwurf bei Wetter und Regen kann durch Imprägnierung undurchlässig gegen das Eindringen von Wasser gemacht werden. Der Stoff wird hierzu mit einer Lösung von Alaun, Bleiessig und Gelatine behandelt. Diese Imprägnierung vermindert zwar die Porösität und Durchlüftbarkeit, und zwar um 10 % etwa, hebt aber die Ventilation durch die Kleidung nicht auf, wie dies bei Gummi- und Kautschuküberziehern der Fall ist. Letztere sind daher durchaus unzweckmäßig. Es sei noch bemerkt, daß die so hergestellte Wasserdichtigkeit nur von beschränkter Dauer ist, so daß es sich empfiehlt, die Imprägnierung ab und zu wiederholen zu lassen.

Bezüglich der Kopfbedeckung wäre es wünschenswert, wenn das ekelhafte Schweißleder endlich einmal aus den Hüten verschwände. An dessen Stelle ist namentlich für Wanderungen und Reisen ein weicher Woll- oder Flanellstreifen unbedingt vorzuziehen.

Über die zweckmäßigste Fußbekleidung ist schon früher das Nötige gesagt.

### § 180. Erkältung und Abhärtung.

Nichts ist allgemein geläufiger geworden, als alle möglichen leichteren und schwereren Erkrankungen auf eine „Erkältung“ als Ursache zurückzuführen. Mit unfehlbarer Sicherheit weiß der Erkrankte oft, daß er an dem und dem Tage um so und so viel Uhr da oder dort im Zug gestanden, nachdem er vorher stark geschwitzt habe usw. So wenig es zu leugnen ist, daß durch Wechselwirkung reflektorischer Art rheumatische Schmerzen in Muskeln und Gelenken, und daß Katarrhe bestimmter Schleimhäute (Nase, Hals, Darm) bei plötzlichem starken Temperaturwechsel und dem damit verbundenen Wärmeverlust auf einem Teile unserer Haut entstehen können, so sicher ist es, daß die Erkältungsfurcht die schlimmste Wurzel der Erkältungskrankheiten bildet, indem sie die Veranlagung zu Erkältungskrankheiten erst heranzieht. Die Angst vor jedem Luftzug, z. B. auf Reisen, macht uns Deutsche oft geradezu zum Gespött bei anderen Nationen. Diese weitverbreitete Luftscheu, die Furcht vor jedem kühleren Luftzug, und was alles sonst noch geschieht, um unsere Haut so recht zu verweichlichen, ihrer natürlichen Fähigkeit der Wärmeregulierung zu berauben und gegen jeden Temperaturwechsel und jeden Luftzug empfindlich zu machen, schafft uns erst recht bei der harmlosesten Gelegenheit Schnupfen, Husten und rheumatisches Ziehen. Im bayrischen Gebirge sagen die Bauern: „er hat sich überhitzt“ — genau da, wo für uns eine Erkältung außer Zweifel zu stehen scheint. Wer weiß, ob es für die Gesundheit und Frische in manchen Volksschichten nicht besser wäre, wenn man statt der Furcht vor Erkältung anfinde, sich vor Überhitzung zu fürchten.

Und doch sehen wir, daß Leute, welche zu jeder Jahreszeit in Sturm und Wetter ihren Beruf ausüben, daß zahlreiche Arbeiter und Beamte, die tagtäglich sich schroff wechselnder Temperatur und scharfer Zugluft aussetzen müssen, dies ohne Schaden für ihre Gesundheit tun, ja von Erkältungskrankheiten mehr verschont sind als der stets für behagliche Wärme am Körper besorgte und jeden Luftzug ängstlich meidende Stubenarbeiter.

Es ist also möglich, sich so zu erziehen, daß die Haut gelegentliche Abkühlung durch starken Temperaturwechsel ganz gut ertragen kann, und daß all die Schreden der Zugluft, der schnellen Abkühlung nach Erhitzung usw. zu leeren Gespenstern werden.

Solche Abhärtung und Wetterfestigkeit ist zweifellos auch ein wertvolles Ziel rechter Leibeserziehung. Zu einer harmonischen Körpererziehung gehört auch die Erziehung der Hauttätigkeit. Deshalb muß immer wieder darauf hingewiesen

Erkältung  
und Ab-  
härtung.

Abhärtung.

werden, daß Leibesübungen im Freien, in rechter Form zu allen Jahreszeiten betrieben, ganz besonders den Körper zur Ertragung von Hitze und Kälte, von Wind und Wetter stählt. Für eine Jugend, welche den Hauptteil ihrer Tageszeit im Schulzimmer oder im häuslichen Arbeitszimmer zuzubringen hat, für den Handwerker, den Arbeiter, den Schreiber, den Kaufmann, die ihren Beruf von Morgen bis Abend im geschlossenen Raume ausüben müssen, sind körperliche Übungen ebenfalls und ausschließlich im geschlossenen Raum der Turnhalle nicht die richtige Art gesundheitlicher Leibesübung. Sie muß sich unbedingt mit entsprechender, und zwar reichlicher Bewegung im Freien ergänzen.

Insofern ist die starke Zunahme von Spiel und Sport im Sommer wie im Winter bedeutungsvoll für die allgemeine Gesundheitspflege, als dadurch der Freude an Bewegung im Freien auch bei ungünstigerer Witterung und in Winterkälte allenthalben in der Bevölkerung, namentlich auch bei der Jugend, Vorschub geleistet und das Bedürfnis nach frischer reiner Atemluft vermehrt worden ist.

Indes zur rechten Hautpflege und damit zur Bekämpfung der Erkältungsanlage und Erkältungsfurcht gehört noch mehr: nämlich neben richtiger Kleidung die stete Sorge für gut gelüftete und mäßig warme, aber nie überheizte Wohnräume. Außerordentlich verweichlichen geheizte Schlafzimmer sowie Häuser mit Zentralheizung, wo auch sämtliche Flur- und Treppenträume gleichmäßig erwärmt sind. Ein Drittel unserer Lebenszeit bringen wir im Schlafraum zu — und ob man dort verdorbene überwarme Luft einatmet oder stets frisch erneuerte, das macht für das körperliche Wohlfühlen viel aus. Es ist ein leichtes, durch ein geöffnetes Oberlicht oder einen halb offenen Fensterflügel die Nacht hindurch für stete Erneuerung der Schlafstubenluft zu sorgen — auch im Winter. Wer die Wohlthat davon empfunden, scheut das überwärmte, fest vor jedem Luftzug verschlossene und verhängte Schlafgemach. Von „Erkältung“ ist, wenn man genügend warm zugedeckt ist, keine Rede.

Es gehört vor allem aber zur Abhärtung eine regelmäßige Hautpflege durch kühle Bäder.

### § 181. Hautpflege durch Bäder.

Hautpflege  
durch Bäder.

Von den Ausscheidungen der Haut dünnen die gasförmigen durch die Kleidung ab; das Wasser des Schweißes wird von den Kleidern aufgesaugt. Dagegen bleiben mehr oder weniger auf der Haut nach Verdunstung des Schweißes dessen feste Bestandteile zurück, also Salze und Fette; ebenso Hauttalg. Dazu kommen die abgestoßenen Schüppchen der Oberhaut. So setzt sich durch die Hauttätigkeit allein schon stets eine Schicht von Fett, Salz und verhornten Schüppchen auf der Oberhaut an, verstopft die Ausführungsgänge der Schweiß- und Talgdrüsen und beeinträchtigt die so wichtige Absonderungstätigkeit der Haut. Dies namentlich, wenn jener fettige Hautüberzug noch eine Beimischung von Schmutz und Staub von außen erfährt. Daß zur Erhaltung einer ungehemmten gesunden Hauttätigkeit eine häufigere Entfernung dieses Hautüberzugs, und zwar mittels warmer Bäder erfolgen muß, ist ein allererstes Erfordernis der Gesundheitspflege wie der Reinlichkeit.

Warme  
Reinigungs-  
bäder.

Die hergebrachte Form dafür ist das warme Wannbad. Soll aber ein jeder im Volke, jung wie alt, regelmäßig die Wohlthat eines lauwarmen Reinigungsbades genießen, so ist das Wannbad wegen seines großen Wasserverbrauchs, seiner Dauer und der umständlichen Bedienung zu kostspielig. Daher wird jetzt mit Recht für Volks- wie für Schulbäder das Brause- oder Duschbad bevorzugt. Es ist billig zu beschaffen und zu unterhalten, unbedingt sauber und mit geringstem Zeitaufwand zu benutzen.

Ganz anders bei kühlen und kalten Bädern, bei denen der Gesichtspunkt der bloßen Reinigung zurücktritt gegenüber dem sonstigen tiefgreifenden Einfluß auf den Körper und seine Derrichtungen.

Wir-  
kungen  
der kalten  
Bäder.

Ganz allgemein bestehen die Einwirkungen des kalten Bades in folgendem: Die plötzliche Abkühlung der Haut — daß Wasser als guter Wärmeleiter weit mehr und schneller Wärme entzieht als gleich warme oder gleich kalte Luft, ist oben bereits erwähnt — ruft eine starke Zusammenziehung der kleinen glatten Hautmuskeln und namentlich der Hautblutgefäße hervor, dem kurz nach dem Bade eine entsprechende Erschlaffung derselben organischen Muskeln und damit eine starke Blutfülle der Haut mit dem Gefühl angenehmer Erwärmung folgt. Dabei sei darauf aufmerksam gemacht, daß eine gut eingefettete Hornhaut, auf der nach dem Bade das Wasser wie Perlen in Tropfen steht, ein besserer Wärmeschutz ist als eine fettarme oder künstlich durch Abseifen fettarm gemachte Haut (man denke hier an den Schutz, welchen die Spedschicht der Robben diesen gegen den Einfluß des eiskalten Wassers gewährt). Wo man längere Zeit hindurch dem kalten Wasser gegenüber möglichst wenig Wärme abgeben will, z. B. beim Dauerschwimmen über lange Strecken, empfindet sie sich, die Haut vorher durch Einreibung mit festem talgartigen Fett unbenehbar zu machen. — Das Rotwerden der Haut nach einem kalten Bad zeigt sich besonders nach dem kalten Seebad sowie dem Flußbad in stark fließendem Strome. — Es braucht hier nur daran erinnert zu werden, daß bei erstarrten Gliedern Reiben mit Schnee warmen belebenden Blutstrom erzeugt, daß Abreiben mit kaltem Wasser das beste Mittel gegen kalte Füße u. dgl. ist. Kalte Bäder stellen also geradezu eine Übung der Hautmuskeln und der Hautblutgefäße dar, ein „Turnen der Hautmuskeln“, wie es der Physiologe Du Bois-Reymond nannte. Die Haut wird so befähigter, plötzliche Wärmeentziehungen zu ertragen, d. h. sie wird abgehärtet. Die Kräftigung der kleinen Hautmuskeln gibt ferner der gesamten Hautdecke eine größere Festigkeit und schwellendes Leben. Festes Fleisch der Körperoberfläche verrät gesunde Abhärtung, schlaffes und welkes Fleisch ist ein Zeichen von Verweichlichung. Ersteres wahrt den Schein jugendlicher Frische, letzteres, leicht faltig und runzlig werdend, macht vorzeitig alt.

Die plötzliche Zusammenziehung der Blutgefäße der gesamten Hautoberfläche beim kalten Bade bewirkt weiterhin eine starke Steigerung des Blutdrucks, so daß das Herz zu kräftigsten Zusammenziehungen veranlaßt wird, sowie eine Vertiefung und Beschleunigung der Atmung. Kalte Bäder dienen also auch zur Übung und Kräftigung des Herzens.

Dazu kommt der Reiz der plötzlichen Abkühlung auf die gesamten Empfindungsnerven der Haut. Dieser Nerventreiz gibt die Empfindung wohlthuender Erfrischung und Kräftigung und weckt nach dem Bade Arbeitslust und Bewegungsfreude.

Die Summe all dieser Vorgänge: Wärmeverlust, Steigerung der Herzarbeit, Vertiefung der Atmung, Anregung der Nerventätigkeit, gestaltet den Stoffwechsel im Körper zu einem lebhafteren. Demgemäß steigt auch das Bedürfnis der Nahrungsaufnahme, der Appetit.

Sür gewöhnlich bezeichnet man Bäder von 12—20° C als kalt, solche von 20 bis 25° C als kühl, von 25—32° als lau und endlich von 32—40° als warm.

Schwimmen.

Die Vorteile des kühlen und kalten Bades werden am ehesten gesichert durch Verbindung des Badens mit einer kräftigen und tief eingreifenden Leibesübung: nämlich dem Schwimmen. Das Schwimmen macht das kalte Bad erst zuträglich und verschafft dem Körper die belebende, erfrischende und stählende Wirkung des kalten Bades. Das Schwimmen ist eine umfassende Schnelligkeitsübung. Die dabei stattfindenden Bewegungen haben eine starke Wärmeerzeugung zur Folge, welche den Wärmeverlust im kühlen Wasser in etwas ausgleicht. Das Atembedürfnis ist stark vergrößert: allein die zweckmäßige Verbindung der Atem- mit den Schwimmbewegungen kommt dem in trefflicher Weise entgegen. Stark belastet ist das Herz: die plötzliche Zusammen-

ziehung der Hautblutgefäße beim Springen in die kalte Wasserflut staut das Blut nach dem Herzen zurück, dem dieses durch kräftigste Zusammenziehung begegnen muß. Dazu kommt noch der Einfluß, den die Schwimmbewegung wie alle Schnelligkeitsbewegungen auf das Herz ausübt. Auf die weiteren Wirkungen und Vorzüge des Schwimmens kommen wir im Teil II noch zurück.

Wird das kalte Bad zu lange ausgedehnt, so folgt statt der wohltuenden Erwärmung nach dem Bade länger dauernde Kälteempfindung, Froststarre und Steifigkeit. Bläbwerden der Haut, bläuliche Verfärbung der Lippen zeigen beim Schwimmer an, daß die Herzkraft versagt und die Zufuhr sauerstoffhaltigen Blutes ungenügend wird. Bei Eintritt von Frostempfindung oder gar Frostzittern soll das kalte Bad sofort unterbrochen werden. Im allgemeinen gilt der Grundsatz: je kälter das Bad, um so kürzer währe es.

Hinsichtlich der Zusammensetzung des Badewassers ist zu bemerken, daß die Kälte weniger empfunden wird, wenn das Badewasser reizende Stoffe für die Haut, z. B. Salze, enthält. Kalte Seebäder — unsere Nordsee hat im Hochsommer durchschnittlich 14—17° C — werden daher selbst von empfindlicheren Personen gut ertragen, weit besser als gleich kühle Süßwasserbäder. —

Ähnlich wie lebhaftere Eigenbewegung durch Schwimmen wirkt die auf den Körper mechanisch übertragene Bewegung ein. So der Wellenschlag im Seebad mit seinem starken Anprall gegen den Körper; ferner der aufschlagende und die Haut wolkende Wasserstrom im Wellen- oder Sturzbad; das Gegenklatschen nasser Tücher und das Abreiben mit solchen bei kalter Einwicklung.

Betreffs des Brausebades sei kurz bemerkt, daß bei der kalten Brause oder Dusche die punktförmige Einwirkung der Kälte durch die Strahlen der Dusche weit reizender auf die Nerven der Haut wirkt als die flächenförmige Kältewirkung beim Vollbad oder beim Einschlagen oder Anklatschen mit großen nassen Tüchern. Reizbare Nerven werden dadurch nur noch überreizt, Unruhe und Schlaflosigkeit gesteigert. Dazu kommt, daß der Blutdruck bei der kalten Brause noch plötzlich ansteigt als im kalten Vollbad. Nervösen Personen sowie solchen, deren Kreislauforgane, Herz und Blutgefäße, erkrankt oder geschwächt sind, ist daher vom Gebrauch der kalten Dusche entschieden abzuraten.

Weit beförmlicher, überall und jederzeit anwendbar ist dagegen die kalte Abreibung des ganzen Körpers. Sie empfiehlt sich namentlich des Morgens unmittelbar nach dem Aufstehen aus der Bettwärme. Wie das Frottieren hierbei zu einer trefflichen hausgymnastischen Übung ausgestaltet werden kann, hat J. P. Müller gezeigt („Mein System“).

Nach einer anstrengenden schweißtreibenden Arbeit oder Leibesübung, wie Turnen, Radfahren, Rudern, Marschieren usw., gehe man nicht in ein kaltes Schwimmbad und noch weniger unter eine kalte Dusche. Hier ist vielmehr das geeignetste eine warme Brause. In Deutschland sind erst vereinzelt größere Vereinsturnhallen und Übungsplätze mit einem kleinen Brausebad verbunden, während in den Turnhallen Nordamerikas eine Badeeinrichtung so gut wie stets vorhanden ist.

Dauer  
des Bades.

Seebad.

Brause.

Kalte  
Abreibung.

# Verdauungsorgane, Stoffwechsel und Ernährung.

## § 182. Die Kraftquellen unseres Körpers.

In allen Naturreligionen nimmt der zur Persönlichkeit erhobene Träger des Himmelslichtes, d. h. die Sonne, die vornehmste Stelle ein. Und das mit Recht. Denn die lebendige Kraft der Sonnenwärme ist der Urquell aller Kräfte, welche sich in den Lebewesen unserer Erde äußern. Unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen baut die Pflanze aus einfachen, der Luft und dem Boden entnommenen Stoffen, wie Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Stickstoff, Stoffe von verwickelterer chemischer Zusammensetzung auf, und zwar mit Ausscheidung von Sauerstoff. Dabei wird die lebendige Kraft der Sonnenwärme in chemische Spannkraft umgesetzt. Die so gebildeten, an aufgespeicherter Spannkraft reichen Verbindungen sind teils stickstoffhaltige, wie die Eiweißstoffe, teils stickstofflose, wie die Fette, und die zucker- oder stärke-mehlhaltigen Stoffe, die sogenannten Kohlehydrate.

Eiweiß, Fett und Kohlehydrate, in den menschlichen Körper unmittelbar (pflanzliche Nahrung) oder mittelbar (Fleisch pflanzenfressender Tiere, Eier, Milch) aufgenommen, unterliegen hier dem umgekehrten Prozeß, wie er bei der Pflanze stattgefunden hat. Nämlich unter Aufnahme von Sauerstoff werden sie zu Kohlensäure, Wasser und Harnstoff verbrannt, welcher letzterer, aus dem Körper ausgeschieden, dann bald noch in Kohlensäure und Ammoniak weiter zerfällt. Das sind also dieselben einfachen Stoffe, aus welchen die Pflanze die Eiweiß, Fett und Kohlehydrate aufbaut. Während aber die Pflanze bei jenem Aufbau komplizierterer Stoffe aus einfachen die lebendige Wärme in Form chemischer Spannkraft aufspeicherte, werden im Tierkörper bei der Verbrennung oder dem Abbau dieser Stoffe die der Sonnenwärme entstammenden Spannkraft wieder frei, so daß sie in das entsprechende Maß von Wärme und Arbeit umgesetzt werden können.

„Das Licht, die beweglichste aller Kräfte, von der Erde im Fluge erhascht, wird von den Pflanzen in starre Form umgewandelt; denn die Pflanzen auf ihr erzeugen eine fortlaufende Summe chemischer Differenz, bilden ein Reservoir, in welchem die flüchtigen Sonnenstrahlen fixiert und zur Nutzung geschickt niedergelegt werden.“ (Jul. Robert Mayer, Entdecker des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft, 1845.)

## § 183. Aufgabe der Verdauung.

Folgende Stoffe bauen unseren Körper auf: Eiweißstoffe, Fette, Zucker und stärke-mehlhaltige Stoffe oder Kohlehydrate. Hierzu kommen noch Wasser und unverbrennliche Aschebestandteile (Salze und Erden), namentlich Verbindungen von Kalium, Natrium, Kalzium mit Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor.

Alle diese Stoffe sind im Blute enthalten, ebenso wie der Sauerstoff, welcher die Verbrennung des Eiweißes, der Fette und der Kohlehydrate in den Geweben unterhält. Das Blut ist es also, welches nicht nur die verbrauchten Stoffe aus den

Kraftquellen  
des Körpers.

Verwandlung der  
lebendigen  
Kraft  
der Sonne in  
chemische  
Spannkraft  
bei den  
Pflanzen.

Umsetzung  
der  
chemischen  
Spannkraft  
in Arbeit  
und Wärme.

Aufgabe der  
Verdauung.

Gewebe abführt, sondern auch den Geweben stetig neuen Ersatz zuführt. Damit es diese Aufgabe erfüllen könne, müssen ihm selber die nötigen Ersatzstoffe in gelöster Form aus der eingenommenen Nahrung zugehen. Nun sind in unserer Nahrung

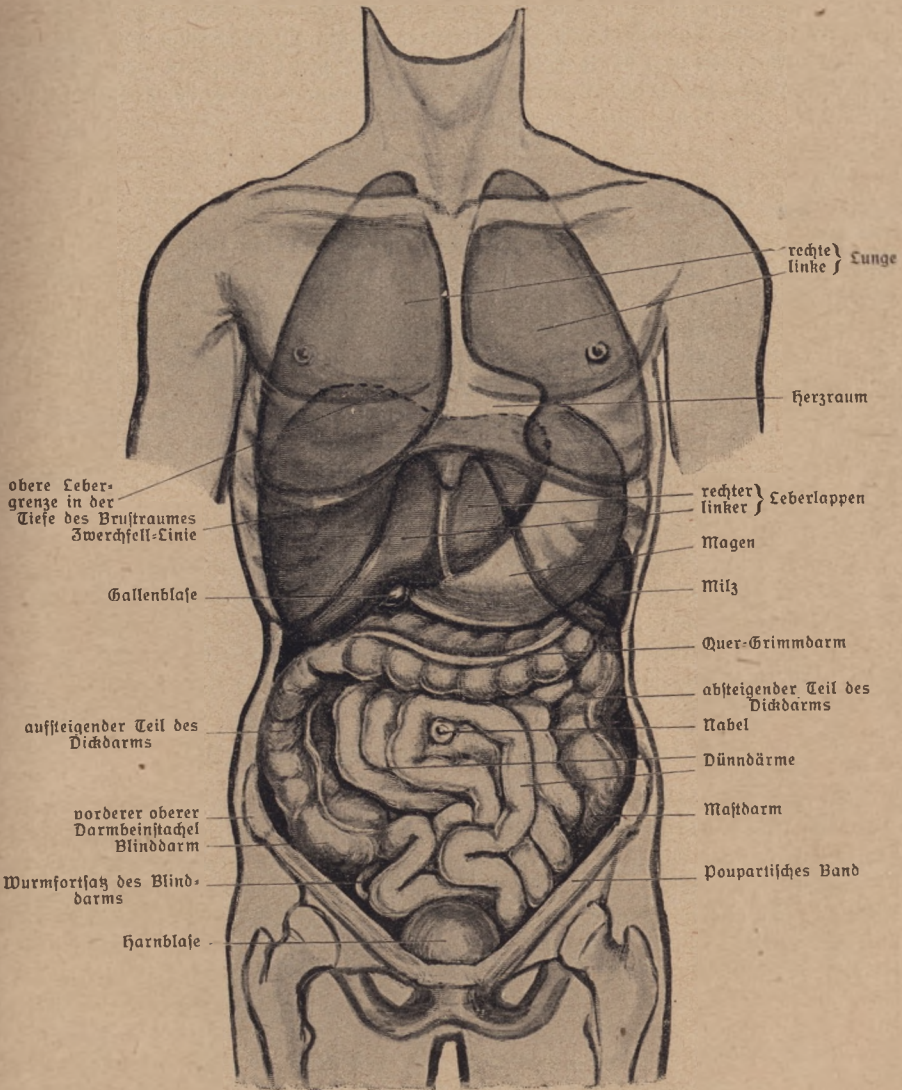


Fig. 351. Übersicht der Lage der Baueingeweide.

die eigentlichen Ernährungstoffe in den verschiedenartigsten Mischungen vorhanden; ihnen sind mehr oder weniger für die Ernährungsvorgänge unwesentliche Stoffe, ja auch solche Stoffe zugesellt, die überhaupt nicht verdaulich sind und unverändert aus dem Körper wieder ausgeschieden werden, so z. B. die Holzfasern der Pflanzen (Zellulose).

Es ist Aufgabe unserer Verdauungsorgane, die mannigfachen mehr oder weniger vorher zubereiteten Nahrungsmittel mechanisch zu zerkleinern, zu verflüssigen und unter Einwirkung der Verdauungssäfte chemisch derart umzuwandeln, daß die brauchbaren Nahrungstoffe, in Wasser gelöst, als Chylus oder Milchsaft dem kreisenden Blute beigemischt werden können. Es geschieht dies dadurch, daß die verdauten Stoffe aus dem Speisebrei des Darminhaltes in die Lymphgefäße der Verdauungsorgane aufgesogen und dann weiter dem Kreislaufsystem zugeführt werden. Sammelgefäß für diese Chylus- oder Lymphgefäße der Verdauungsorgane ist der Milchbrustgang, der in die linke Schlüsselbeinvene mündet.

Über-  
sicht der  
Ver-  
dauungs-  
organe.

### § 184. Übersicht der Verdauungsorgane (Fig. 351).

Die Verdauungsorgane bilden einen vom Mund bis zum After verlaufenden langen Schlauch von verschiedener Weite. In der Wand dieses Schlauches ist allenthalben eine Schicht von Muskelfasern, die zur Fortbewegung des Inhalts dienen; der Verdauungsschlauch stellt mithin ein Muskelrohr dar. Die Innenfläche dieses Rohres ist mit Schleimhaut ausgekleidet, die Außenfläche ist vom Magen bis zum Mastdarm mit dem glatten dünnen Bauchfell überzogen.

Die Muskelschicht des Verdauungsrohres besteht am Anfang, wo sie die Mundhöhle, den Rachen und den Schlundkopf umgibt, aus quergestreiften Muskeln, von da abwärts bis zum After nur aus glatten unwillkürlichen Muskeln. Der Schließmuskel des Afteres ist dagegen wieder quergestreift und willkürlich.

Die einzelnen Teile des Verdauungsschlauchs sind:

1. Die Mundhöhle mit den Speicheldrüsen;
2. der Schlundkopf und die Speiseröhre;
3. der Magen;
4. der Darmkanal;
5. die Bauchspeicheldrüse und die Leber als drüsige Nebenorgane.

Mundhöhle  
und Speichel-  
drüsen.

### § 185. Mundhöhle und Speicheldrüsen.

In der Mundhöhle (s. o. § 149) wird die feste Nahrung durch die Kaugewegungen des Unterkiefers gegen den Oberkiefer zerkleinert, durchtrennt (Beißbewegung in der Richtung von unten nach oben) und zerrieben (seitliche Mahlbewegung des Kiefers). Diese mechanische Verkleinerung der Speisen durch das Kauen ist das allererste Erfordernis zu ihrer Verdauung. Zahlreiche Magenkrankheiten und Ernährungsstörungen entstehen allein dadurch, daß die Nahrung unvollständig zerkaut herabgeschluckt wird. Abgesehen von Gründen der Schönheit ist deshalb der Besitz guter Kauwerkzeuge und insbesondere gesunder starker Zähne eine Vorbedingung guter Gesundheit. Leider nimmt bei unserem Geschlecht frühzeitiges Krankwerden und Ausfallen der Zähne in einem Grade zu, daß man, wenigstens bei der städtischen Jugend, von einer allgemeinen Entartung der Zähne sprechen kann. In unseren Schulen zeigt nur ein geringer Bruchteil der Kinder ein tadellos entwickeltes und gesundes Gebiß. Bei der überwiegenden Mehrzahl sind die Zähne mangelhaft und ungleich entwickelt, nicht mehr vollzählig und zum Teil krank und hohl (Zahnfarries). Daraus erhellt die Notwendigkeit einer steten richtigen Zahnpflege von früher Jugend an, insbesondere regelmäßige Reinigung der Mundhöhle und Zähne vor allem von anhaftenden Speiseresten, Mundspeichel usw. morgens nach dem Aufstehen, eine Stunde nach der Hauptmahlzeit und abends vor dem Schlafengehen. Das



massenhafte Vorhandensein von Zahnerkrankungen bei unserer Jugend hat zur Einführung besonderer „Schulzahnkliniken“ für die Schüler der größeren Städte geführt. —

Die durch das Kauen zerkleinerte Masse wird vom Mundspeichel durchfeuchtet, zu einem Bissen geformt und nach dem Schlundkopf hinbewegt. Der Mundspeichel entstammt zahlreichen Schleimdrüsen in der die Mundhöhle innen auskleidenden Schleimhaut, sowie den Speicheldrüsen, deren drei Paare ihren abgesonderten Speichel in die Mundhöhle fließen lassen. Die Speicheldrüsen sind: die Ohrspeichel-, die Unterkiefer- und die Unterzungendrüsen.

Speichel-  
drüsen und  
Speichel.

Die Ohrspeicheldrüse ist vor dem Ohre auf dem Kaumuskel gelegen (s. S. 201); die Unterkieferdrüse liegt jederseits am Winkel des Unterkieferrandes, umgeben von kleinen Lymphdrüsen, welche bei Erkrankungen der Mund- und Rachenorgane sehr leicht anschwellen; die Unterzungendrüse liegt am Boden der Mundhöhle beiderseits hinter der Zungenspitze.

Die Menge des Mundspeichels ist wechselnd; sie wird auf 200—1500 g, ja bis zu 2000 g in 24 Stunden angegeben und nimmt namentlich zu während des Kauens. Dabei nützt der Mundspeichel der Verdauung dadurch, daß er 1. den im Munde sich formenden Bissen durchfeuchtet, zusammenklebt und schlüpfrig macht, 2. leicht lösliche Stoffe des Bissens auflöst, so daß diese Stoffe auf die Geschmacksnerven des Zungenrückens einwirken und geschmeckt werden können, und daß er 3. das im Speisebissen enthaltene Stärkemehl in die löslicheren Stoffe Dextrin und Zucker (Maltose) überführt. Letztere, für die Verdauung der stärkemehlhaltigen Stoffe wichtige chemische Tätigkeit vollzieht sich unter dem Einfluß (Fermententwicklung) eines im Mundspeichel enthaltenen besonderen Stoffes, des Ptyalins.

Bei dieser Herrichtung des gefauten Bissens leistet auch die Zunge durch ihre Bewegungen wesentliche Dienste, indem sie während des Kauens die nicht ganz zerkleinerten Nahrungsstoffe immer wieder zwischen die Kauflächen der Zähne schiebt, indem sie ferner aus den verkleinerten, mit Mundspeichel verklebten Massen den eiförmigen Bissen formt und endlich den Bissen über den Zungenrücken hin zum Schlunde befördert.

Tätigkeit  
der Zunge.

## § 186. Schlundkopf und Speiseröhre.

Der hinter der Nasen- und Mundhöhle gelegene, von der Schädelbasis bis zum Kehlkopf hinabreichende trichterförmige Raum (s. Fig. 335) heißt der Schlundkopf. Sein mittlerer und Hauptteil ist die Rachenhöhle, die sich nach oben in den Nasenrachenraum fortsetzt. In den Schlundkopf münden von vorn her die Nasenhöhlen, darunter die Mundhöhle und unten der Kehlkopfeingang. Hinter dem Kehlkopf mündet der Schlund (fauces) in die Speiseröhre.

Schlundkopf  
und Speise-  
röhre.

Der Schlundkopf ist bei der Schlingbewegung in folgender Weise tätig. Der im Munde gebildete Bissen wird nach Schluß der Mundspalte und Zusammendrücken der Kiefer durch Andrücken der Zunge gegen den harten Gaumen, von der Zungenspitze anfangend über den Zungenrücken hin, hinter den weichen Gaumen in den Raum des Schlundkopfes befördert. Durch eine unwillkürlich auf dem Wege des Reflexes erfolgende kräftige Zusammenziehung der Muskeln des Schlundes (Schlund-schnürer) wird der Bissen oder die zu schluckende Flüssigkeit in die Speiseröhre hinabgefördert. Damit bei diesem Schluckakt der Speisebissen oder die zu verschluckende Flüssigkeit keinen falschen Weg nach der Nase zu, nach der Mundhöhle zurück oder

Schling-  
bewegung.

in den Kehlkopf nehme, werden gleichzeitig Nasen- und Mundhöhle durch Zusammenziehung der Gaumenbögen und des Gaumensegels, der Kehlkopf durch den Kehlkopfdeckel geschlossen.

Dieser in den quergestreiften Muskeln des Rachens und des Schlundes unwillkürlich erfolgende Vorgang beim Schluckakte wird am leichtesten ausgelöst bei einem Bissen von mittlerer Größe. Sehr große oder sehr kleine Bissen werden stets schlechter geschluckt.

Speiseröhre.

Die Bewegung des Bissens setzt sich in der Speiseröhre dadurch fort, daß der Muskelschlauch der Speiseröhre oberhalb des Bissens sich ringförmig zusammenschnürt, und daß dieser einschnürende Ring, die Speiseröhre hinab fortschreitend, den Bissen vor sich her in den Magen treibt (s. Fig. 236).

Die Speiseröhre verläuft, der Wirbelsäule aufliegend, hinter der Luftröhre in den Brustraum und gelangt zum Magen, nachdem sie das Zwerchfell durchbohrt hat.

Der Magen.

### § 187. Der Magen (Fig. 352, 353).

Der Magen ist die größte Erweiterung des Verdauungschlauches und ist unmittelbar unter dem Zwerchfell gelegen. Er erstreckt sich quer von links nach rechts, wobei seine Querachse sich nach rechts hin etwas senkt. Er ist links hin gegen die Milz, rechts hin gegen die Leber gewendet und liegt in der linken Bauchhöhle mit einem größeren Teil seines Umfanges als in der rechten.

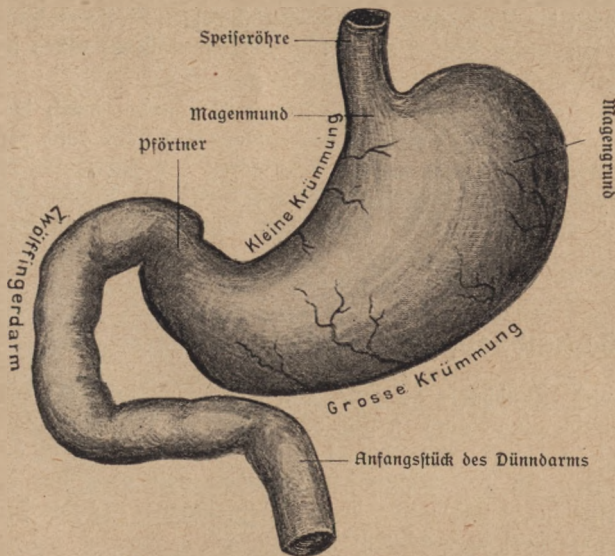


Fig. 352. Magen und Zwölffingerdarm.

Auf der linken Seite tritt von oben her die Speiseröhre in den Magen ein; diese Stelle heißt der Magenmund (cardia). Vom Magenmund an erweitert sich der Magen am stärksten und bildet einen halbfugeligen, nach links gewendeten Blindsack, den Magenrund (fundus ventriculi). Vom Magenrund an verengert sich nach rechts hin der Magen allmählich bis zur Übergangsstelle in das Anfangsstück des Dünndarms, den Zwölffingerdarm (duodenum). Diese Öff-

nung des Magens nach dem Darmkanal hin heißt der Pfortner (pylorus) des Magens und wird von einer starken ringförmig verlaufenden Muskelfaserschicht umfreist. Die obere konvex verlaufende Grenzlinie des Magens zwischen Magenmund und Pfortner heißt die kleine Krümmung, die untere, konvex verlaufende Grenzlinie die große Krümmung. Ist der Magen stark gefüllt, so erleidet er eine Achsendrehung derart, daß die große Krümmung nach vorn, die kleine nach hinten steht.

Mehrere Schichten von Faserzügen glatter Muskeln sind in die Magenwände eingebettet. Diese Muskelzüge verlaufen teils quer oder ringförmig um den Magen, teils in der Längsachse, teils in schiefer Richtung. Der erwähnte Schließmuskel des Pförtners ist besonders stark entwickelt.

Die Bewegungen, welche die Magenmuskeln ausführen, bezwecken 1. die eingeführten Speisen allseitig mit der Absonderung der Magenwände, dem Magenjaft, in Berührung zu bringen. Zu diesem Behufe führen die Magenwände gegeneinander eine kreisförmig reibende Bewegung aus. Man kann sie sich ähnlich der Bewegung vorstellen, welche man mit den Handflächen ausführt, wenn man zwischen ihnen eine weiche zähe Masse zu einer Kugel formen will. Bei den Körner fressenden Vögeln, deren Magen allerdings eine ungeheuer dicke Muskelwand hat, werden so harte Körnerschalen zerdrückt. Man sah, daß selbst verschluckte hohle Glaskugeln im Magen solcher Vögel zerbrochen wurden. Bei weichen, leicht verdaulichen Speisen sind diese Magenbewegungen nur in leichtem Grade erforderlich; es werden diese Bewegungen um so kräftiger sein müssen, je mehr es sich um härtere, vom Magenjaft nicht so leicht durchdringliche Nahrungsmittel (grobes Brot, harte Gemüse und Salate u. dgl.) handelt. Solche Speisen dienen also auf diese Weise geradezu zur Übung und Kräftigung der Magenmuskulatur.

2. Die andere Art von Magenbewegungen bezweckt die Fortbewegung des Mageninhalts in den Darmkanal. Diese Bewegung, schubweise erfolgend, schnürt den Magen fortlaufend vom Magenrund nach dem Pförtner hin ein, dessen Schließmuskel bei jedem Schub erschlafft, um Mageninhalt in den Darmkanal passieren zu lassen. Gewöhnlich hat der Magen bis zur fünften Stunde nach der Aufnahme einer Mahlzeit auf diese Weise seinen Inhalt weiterbefördert.

3. Sucht sich der Magen seines Inhaltes zu entledigen, während der Schließmuskel des Pförtners fest zusammengezogen ist, so nimmt der Mageninhalt seinen Weg zurück durch Magenmund, Speiseröhre usw. Gewöhnlich ist es nicht nur die Zusammenziehung der Magenwände allein, welche das Erbrechen veranlaßt, sondern es tritt beim Brechakt die Bauchpresse in kräftiger Weise mit in Tätigkeit; dies namentlich, wenn der Mageninhalt sehr geringfügig ist und es starker Anstrengung bedarf, um aus dem erschlafften und entleerten Organ noch kleine Mengen von Flüssigkeit, Speisebrei oder Schleim herauszupressen.

## § 188. Die Magenschleimhaut und die Magenverdauung.

Die Magenschleimhaut ist außerordentlich blutreich und enthält dichtgedrängt zahlreiche, meist schlauchförmige Drüsen, von denen die Labdrüsen, die am dichtesten im Magenrund vorkommen, besonders hervorzuheben sind. Man hat ihre Zahl auf fünf Millionen beim Erwachsenen bestimmt (Sig. 354).

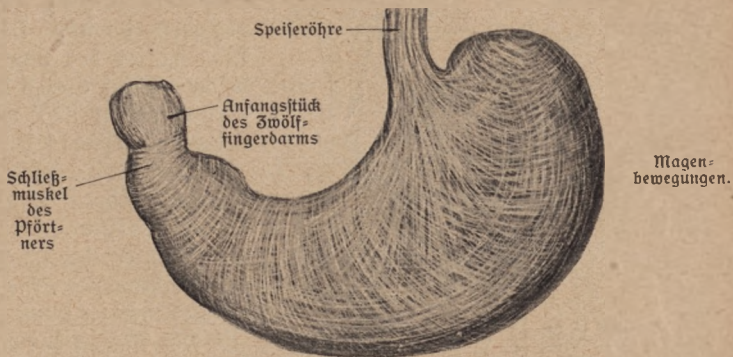


Fig. 353. Verlauf der Hauptmuskelfaserzüge des Magens.

Muskeln des Magens.

Magenbewegungen.

Erbrechen.

Magenschleimhaut.

Magen-  
saft.

Die Drüsen der Magenschleimhaut sondern einen klaren farblosen Saft, den Magen-  
saft ab. Er ist besonders reichlich während der Verdauung vorhanden,  
während bei ganz leerem Magen kein Magen-  
saft abgefordert wird. Die Menge des abgeforderten  
Magen-  
saftes hat man auf 260 g in 1/2 Stunde  
bestimmt, auf 6–6,5 kg in 24 Stunden. Die her-  
vorstechendsten und wirksamsten Bestandteile des  
Magen-  
saftes sind: 1. Pepsin und 2. freie Salzsäure.

Magen-  
verdauung.



Das Pepsin ist bei Anwesenheit von Salzsäure  
imstande, Eiweiß in Pepton zu verwandeln, d. h.  
das Eiweiß der Nahrung in eine lösliche Form  
überzuführen, die ins Blut gelangt und zum Ersatz  
der verbrauchten Eiweißstoffe des Körpers ver-  
wendet werden kann.

Der Magen hat also die Fähigkeit, die Eiweiß-  
stoffe der Nahrung, tierische wie pflanzliche, zu  
verdauen. Jedoch werden die verschiedenen Eiweiß-  
stoffe je nach ihrer Form und ihrer Zubereitung  
verschieden schnell verdaut.

Kaum oder gar nicht werden stärkemehlhaltige  
Stoffe und Fette im Magen-  
saft verändert. Die völlige  
Verdauung dieser findet also erst im Darmkanal statt.

Darmkanal.

Fig. 354. Querschnitt durch die Magen-  
schleimhaut. — Gr = Grübchen an der Ober-  
fläche der Schleimhaut, L = Leberdrüse,  
S = Saug- oder Lymphgefäße, Ss = Lymph-  
gefäßstämmchen. — Vergrößerung etwa 150.

§ 189. Der Darmkanal.

Dünndarm.

Der am Pfortner des Magens beginnende und  
am After endende Darmkanal stellt einen Schlauch  
dar, der beim Erwachsenen etwa fünfmal so lang ist als der Körper. Der weitaus  
größte Teil dieser Länge entfällt auf den Dünndarm, der beim Erwachsenen  
5,8–6,5 m lang ist. Der Anfangsteil des Dünndarms, etwa 12 Querfinger breit und  
nach rechts hin hufeisenförmig  
gebogen, heißt der Zwölf-  
fingerdarm. In ihn münden  
die beiden größten Drüsen des  
Körpers, die Leber und die  
Bauchspeicheldrüse, um  
ihre Absonderungsflüssigkeiten,  
die Leber mittels des Gallen-  
ganges die Galle, die Bauch-  
speicheldrüse mittels des  
Bauchspeicheldrüsenganges den  
Bauchspeichel, in den  
Darmkanal zu ergießen. Der  
Dünndarm bildet in seiner  
ganzen Länge ein zylindrisches  
Rohr mit einem Durchmesser  
von 3–4 cm, welches in zahl-  
reichen Windungen die Bauch-  
höhle ausfüllt und mittels des  
Gefäßes an der Wirbelsäule  
aufgehängt ist.

Zwölf-  
finger-  
darm.

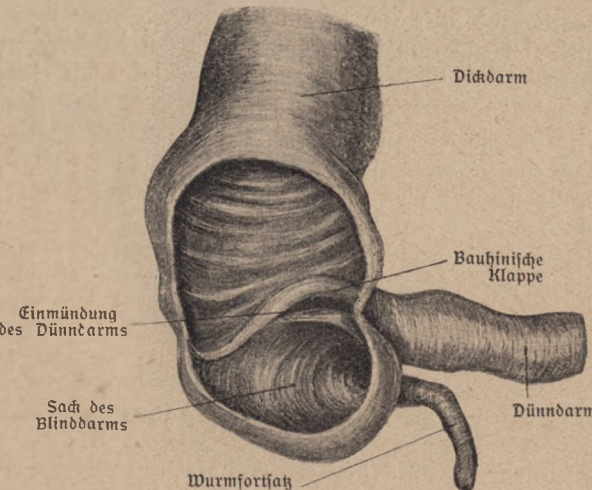


Fig. 355. Übergang des Dünndarms in den Dickdarm.  
Die vordere Wand des Blinddarms ist abgetragen, um einen Blick in  
das Innere zu erhalten.

In der rechten Darmbeingrube geht der Dünndarm in den Dickdarm über (s. Fig. 355), in welchen er im rechten Winkel einmündet. An der Übergangsstelle bilden zwei quere Falten der Schleimhaut die Bauhinische Klappe. Das Anfangsstück des Dickdarms bildet eine rundliche Ausbuchtung, der Blinddarm. Am Blinddarm hängt ein kaum kleinfingerdicker wurmförmiger Fortsatz, der Wurmfortsatz. Schädlichkeiten verschiedener Art können, in den Blindsaß des Wurmfortsatzes gelangt, gefährliche Erkrankung dieser rechts über der äußeren Hälfte des Poupartischen Bandes gelegenen Gegend veranlassen: die Blinddarmentzündung. — Der Dickdarm ist fast doppelt so weit als der Dünndarm. Er steigt in der rechten Bauchseite senkrecht empor bis unter die Leber, verläuft dann quer nach links und wendet sich vom unteren Ende der Milz in der linken Bauchseite nach abwärts, um mittels der S-förmigen Krümmung nach hinten zum Kreuzbein zu gelangen und als Mastdarm am After zu enden.

Dickdarm.  
Blinddarm  
und Wurm-  
fortsatz.

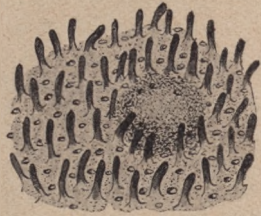


Fig. 356. Ein Stück Dünndarm-schleimhaut bei Vergrößerung mit starker Lupe. Zahlreiche Darmzotten, in der Mitte eine Lymphdrüse.

Mastdarm.

Die Schleimhaut (Fig. 356) des Darmkanals ist außerordentlich reich an Drüsen, welche den Darmsaft absondern. Dadurch, daß diese Schleimhaut nicht nur zahlreiche Quersalten bildet, sondern sich in zahllose feine Zotten erhebt, wird ihre Oberfläche außerordentlich vergrößert.

Die Muskulatur des Darmrohrs wirkt ähnlich fortbewegend auf den Darminhalt wie die Muskulatur der Speiseröhre.

**§ 190. Leber und Bauchspeicheldrüse.**

Die Leber ist das größte und schwerste der Baucheingeweide; sie liegt dicht unter dem Zwerchfell im rechten Unterrippenraum mit dem rechten, größeren Leberlappen, während der kleinere Leberlappen über die Mittellinie des Körpers hinaus nach links reicht. Die Leber ist fest, von bräunlicher Farbe und beim Erwachsenen im Mittel 1,6 kg schwer. Der obere und hintere Rand der Leber ist dick und stumpf, der vordere, unter dem rechten Rippenbogen sowie unterhalb des Schwertfortsatzes bis zum Anfang des linken Rippenbogens hin hervorkommend, ist dünn und scharf. Auf der unteren Fläche der Leber treten die zu- und abführenden Blutgefäße der Leber ein und aus; hier liegt ferner die Gallenblase, deren Ausführungsgang sich mit dem direkt aus der Leber kommenden Lebergang zum Gallengang vereint, um in den Zwölffingerdarm zu münden und in diesen die Galle zu ergießen.

Leber.  
Gallenblase  
und  
Gallengang.

Die Galle ist eine braungrün gefärbte Flüssigkeit von stark bitterem Geschmack. Unter ihren Bestandteilen sind die Gallensäuren und die Gallenfarbstoffe die hervorstechendsten. Die Gallenfarbstoffe geben den Kotscheidungen ihre bezeichnende braune Farbe. Ist — z. B. durch Verstopfung des Gallenganges — der Abfluß der Galle in den Darm verhindert, so tritt Gallenfarbstoff rückwärts ins Blut über; die Haut, die Bindehaut des Auges usw. färbt sich stark gelb, der Harn wird dunkelbraun, sein Schaum ist zitronengelb, während der Kot ganz hell, weißlich, hart und fettreich wird. Dieser Zustand wird Gelbsucht genannt. — Die Menge der täglich abgeforderten Galle schätzt man im Mittel auf 500 g. Die Galle trägt zur Verdauung der Fette bei. Im übrigen ist die Leber eine Art Vorratskammer des Körpers, in der Kohlehydrate (Glykogen) und Fett, vielleicht auch Eiweißstoffe abgelagert werden, die dann dem Körper nach Bedarf allmählich zutommen.

Galle.

Bauchspeicheldrüse.

Die Bauchspeicheldrüse (pancreas), von länglicher Form, ist in querer Richtung hinter dem Magen gelagert. Ihr Kopf ist von der hufeisenförmigen Windung des Zwölffingerdarms umgeben. Der Ausführungsgang, welcher den farblosen Bauchspeichel (seine tägliche Menge wird auf 200–350 g geschätzt) dem Darmkanal zuführt, mündet im Zwölffingerdarm dicht neben der Mündung des Gallenganges.

Darmverdauung.

### § 191. Darmverdauung.

Für die weitere Verdauung des aus dem Magen in den Darm fortbewegten Speisebreis innerhalb des Dünndarms kommen als wesentlich in Betracht: 1. der Bauchspeichel, 2. die Galle und 3. in geringerem Maße der von den Darmdrüsen abgesonderte Darmsaft.

Bauchspeichel.

Der Bauchspeichel besitzt zunächst, und zwar in viel höherem Grade als der Mundspeichel, die Fähigkeit, Stärke in Dextrin und Zucker umzuwandeln und löslich zu machen. Ferner vermag der Bauchspeichel die Eiweißstoffe in Peptone zu verwandeln, gleichwie der Magensaft, und endlich führt er Fettstoffe der Nahrung in feinste Verteilung über (Emulsion) und spaltet sie in Glycerin und Fettsäuren.

Galle.

Die Galle hat die Fähigkeit, Fettsäuren zu verseifen, d. h. löslich zu machen; sie regt die Darmmuskulatur zur Tätigkeit, d. h. zur Fortschaffung der unverdauten Massen an und macht letztere weich und schlüpfrig; endlich schränkt die Galle die faulige Zersetzung des Speisebreis im Darm ein. Die in den Darm ergossene Gallenflüssigkeit wird zum Teil mit dem Kot ausgeschieden, der ja durch die Gallenbeimengung seine Färbung erhält; ein Teil, wozu namentlich die Gallensäuren gehören, wird im Dünndarm wieder aufgesogen.

Darmsaft.

Dem eigentlichen Darmsaft kommt neben dem Bauchspeichel und der Galle ebenfalls eine verdauende Wirkung, namentlich auf Eiweiß und stärkehaltige Stoffe zu.

Im Dickdarm sind Absonderung und Verdauung nur noch in geringfügigem Grade vorhanden, um so stärker ist die aufsaugende Tätigkeit. Erst im unteren Abschnitt des Dickdarms werden die Auswurfstoffe, d. h. der Kot, fester und geformt. Die Masse des entleerten Kotes beträgt im Durchschnitt 170 g in 24 Stunden, kann jedoch bei reichlicher Aufnahme namentlich schwer verdaulicher Nahrung bis auf 500 g täglich anwachsen. Fleisch-, Eier- und Milch-nahrung gibt die wenigsten, Pflanzenkost die meisten festen Rückstände.



Fig. 357. Eine Dünndarmzotte, in der Mitte der Lymphgefäß, von glatten Muskel-fasern umgeben.

### § 192. Aufsaugende Tätigkeit der Verdauungsorgane.

Wie die Schleimhaut der Verdauungsorgane allenthalben verdauende Säfte absondert und dem durchtretenden flüssigen Speisebrei beimischt, so ist sie auch ausgerüstet, die verdauten Substanzen aus dem Speisebrei aufzusaugen.

Diese Aufsaugung geschieht durch die Haargefäße und die Lymph- oder Chylusgefäße der Schleimhaut. — Im Magen können nur Salz- und Zuckerlösungen, Alkohollösungen sowie Gifte und Arzneistoffe zur Aufsaugung gelangen.

Am bedeutendsten ist indes die Aufsaugung in den Zotten des Dünndarms (s. Fig. 357). Jede dieser Zotten besitzt in ihrer Achse einen Lymphraum, der sich durch die bedeckende Zellschicht der Zotte hindurch vollsaugt mit gelösten Eiweißstoffen (Peptonen), gelösten Kohle-

Aufsaugende Tätigkeit der Verdauungsorgane.

hydraten und in Lösung befindlichen verseiften Fetten. Der Inhalt der kleinen Lymphgefäße der Darmzotten wird in die Lymphgefäße der Darmwand dadurch weiter fortbewegt, daß sich die Zotte durch die Tätigkeit ihrer organischen Muskelfasern zusammenzieht. Zu den größeren Lymphröhrchen und schließlich zum Milchbrustgang wird der Milchsaft weiterbewegt durch Muskelzusammenziehung der Wände der Lymphröhrchen. Klappen in den Lymphgefäßen — ähnlich den Klappen der Venen — gestatten dem Inhalt eine Fortbewegung nur nach einer Richtung, nach der Ausmündung in den Blutstrom. Auch die Atembewegungen üben eine ansaugende, den Lymphstrom im Milchbrustgang fördernde Wirkung bei der Einatmung aus.

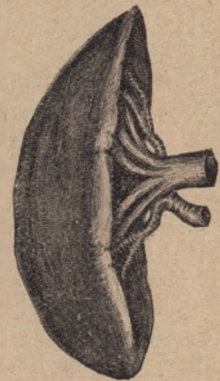
**§ 193. Die Milz. (Fig. 358.)**

Milz.

Die Milz ist ein violettrotlicher Körper von glatter ovaler Form, etwa 13 cm lang, 9–10 cm breit und 3–4 cm dick. Ihre Gestalt ist mit der einer Kaffeebohne verglichen worden. Die Milz liegt im linken Unterrippenraum zwischen Magengrund und Zwerchfell. Ihr Bau ähnelt dem Bau der Lymphdrüsen. Die Milz ist eine Blutgefäßdrüse und steht zur Blutbereitung in Beziehung. Es werden in ihr weiße Blutkörperchen gebildet und verbrauchte rote Blutkörperchen eingeschmolzen. Während der Verdauung zeigt sich die Milz stets etwas angeschwollen.

Starke, dauernde Schwellung zeigt die Milz bei bestimmten Krankheiten, so bei Sumpffieber (Malaria und Tropenfieber), beim Typhus u. a.

Ob das sogenannte Milzstechen bei heftigem und andauerndem Lauf durch eine plötzliche Blutüberfüllung und Schwellung der Milz verursacht wird, oder ob dieser Schmerz als Muskelschmerz des angestregten Zwerchfells zu deuten ist, sei dahingestellt. Bekannt ist das Märchen, daß den Läufern morgenländischer Herrscher, welche bei Ausfahrten und Aufzügen voranzulaufen und große Dauerleistungen auszuführen hatten, die Milz ausgeschnitten worden sei.



Milzstechen.

Fig. 358. Die Milz mit zugeführtem und abführendem Blutgefäß.

**§ 194. Grundstoffe der Ernährung.**

Alle Lebensvorgänge in unserem Körper sind in letzter Instanz bedingt durch den Stoffwechsel der lebendigen Substanz. Bei noch wachsendem Körper ist die Zufuhr geeigneter Stoffe notwendig, um in allen Organen neues Gewebe aufzubauen. Beim Körper des Erwachsenen ist die Erhaltung der Organe, die stete Abnutzung erfahren, zu sichern. Die hierzu nötigen Stoffe müssen, um dauernde Bestandteile des menschlichen Körpers zu werden, gewisse Umwandlungen erfahren. Stetig ist ferner der Bedarf vorhanden zur ausreichenden Aufnahme solcher Stoffe, die reich sind an auslösbarer Spannkraft, um die Bildung von Wärme und mechanischer Arbeit zu ermöglichen. Den zur Auslösung dieser Spannkraft im Körper nötigen Sauerstoff beziehen wir durch die Atmung. Im übrigen ist die Nahrung bestimmt, jenen Stoffverbrauch zu decken.

In der menschlichen Nahrung müssen vorhanden sein:

1. Tierische oder pflanzliche Eiweißstoffe. Sie sind unerlässlich zum Aufbau und zur Erhaltung der Organe, denn alle Zellen des Körpers enthalten Eiweiß. Sie können ferner beteiligt sein an der Bildung von Wärme und Kraft.
2. Fette und Kohlehydrate. Die Fette sind teils tierischen Ursprungs (Schmalz, Talg, Butter, Tran usw.), teils pflanzlichen (Olivenöl, Rüböl, Kakaobutter, Erdnußöl,

Eiweißstoffe.  
Seite  
und Kohlehydrate.

Palmöl usw.). Die Kohlehydrate entstammen mit Ausnahme des Milchzuckers sowie des in der Leber, aber auch im Fleisch, namentlich im Pferdefleisch enthaltenen Glykogens lediglich dem Pflanzenreich. Dahin gehören die verschiedenen Zuckerarten, Stärke, Dextrin oder Stärkeregummi, Pektinstoffe usw.

Die Fette sowie die Kohlehydrate dienen in erster Linie der Erzeugung von Wärme und mechanischer Arbeit.

Wasser. 6. Wasser. Es macht 60% unseres Körpers aus. Genügende Wasserzufuhr ist für alle Lebensvorgänge geboten, weil diese nur bei bestimmter Verflüssigung, Lösung oder Quellung der anderen Grundstoffe der Nahrung unterhalten werden können.

Salze. 4. Salze. Sie sind für den Aufbau und den Bestand der Gewebe unerlässlich. Ihr Verbrauch bedingt steten Ersatz.

Wird von diesen Nahrungsstoffen dem Körper genau so viel zugeführt, als er verbraucht, so spricht man von einem Gleichgewicht des Stoffwechsels. Zur Zeit des Wachstums ist über die zum Ersatz nötige Menge hinaus noch ein Mehr von Nahrungsstoffen zum Aufbau neuer Körpergewebe erforderlich.

Reserve-  
stoffe. In unseren Geweben können sich aber auch über den Bedarf hinaus Reservestoffe anlagern, die aus den Nahrungsstoffen unter bestimmter Umwandlung gebildet werden. Den weitaus überwiegenden Teil dieser Reservestoffe bildet das Fett des Körpers. Dazu kommt das Glykogen in der Leber und in den Muskeln, ein zu den Kohlehydraten gehöriger Körper, sowie im Blute befindliches und zirkulierendes Eiweiß. Diese Reservestoffe werden dann in den Stoffwechsel einbezogen und verbrannt, wenn der Bedarf für die aufgenommenen Nahrungsstoffe im Körper sich nicht decken läßt. Wären in solchem Falle keine Reservestoffe vorhanden, so müßte die lebende Substanz der Körpergewebe zur Erzeugung von Wärme und lebendiger Kraft umgesetzt und umgeschmolzen werden. Die Reservestoffe bilden somit einen Schutz für die Gewebs- oder Baustoffe des Körpers.

Hunger- und  
Durstgefühl. Die Gefühle des Hungers und des Durstes sind ein Regulator für die Ernährung. Denn sie bringen die Notwendigkeit erneuter Nahrungs- oder Wasseraufnahme zum Bewußtsein. Wie groß der Ersatz für den Verbrauch durch den Stoffwechsel sein muß, das läßt sich aus den Ausscheidungen des Körpers, als den Endprodukten des Stoffwechsels, feststellen.

Grundstoffe. Unsere Nahrungsstoffe sind in der Hauptsache zusammengesetzt aus Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Der Stickstoff ist neben den drei anderen genannten Grundstoffen nur in den Eiweißkörpern unserer Nahrung enthalten, während die Fette sowohl als die Kohlehydrate lediglich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen.

Von diesen Grundstoffen sind hinsichtlich der umgesetzten Menge mit Sicherheit in den Körperausscheidungen der Stickstoff und der Kohlenstoff zu bestimmen. Der Stickstoff der verbrauchten Eiweißkörper wird fast gänzlich im Harnstoff durch den Harn, der Kohlenstoff hauptsächlich durch die Lungen mit der Ausatemungsluft in Form von Kohlenäure ausgeschieden. Aus der Menge des ausgeschiedenen Stickstoffs und Kohlenstoffs läßt sich die Menge der im Körper umgesetzten stickstoffhaltigen und stickstofflosen Stoffe berechnen. Sollen Ausgabe und Einnahme sich decken und Gleichgewicht des Stoffwechsels vorhanden sein, so muß die einzuführende Nahrung mindestens so viel Stickstoff und Kohlenstoff enthalten, als im Harn und mit der Atmung ausgeschieden werden.

Gleich-  
gewicht des  
Stoff-  
wechsels. Dies Gleichgewicht des Stoffwechsels oder die Stoffwechselbilanz bewegt sich für jeden einzelnen innerhalb gewisser Grenzen, zeigt eine Mindest- und eine Höchstgrenze. Sinkt die Zufuhr unter die Mindestgrenze herab, so erfolgt Abnahme des Körpergewichts und namentlich Verarmung des Körpers an Eiweiß. Denn wenn



zum Unterhalt der Lebensvorgänge die Nahrungsmenge nicht genügt, müssen die Bestände des Körpers angegriffen werden. Steigt die Zufuhr zur Höchstgrenze hinan, so findet vermehrter Ansaß, d. h. Gewichtszunahme des Körpers statt. Über die Höchstgrenze der Stoffwechselbilanz hinausgehender Überschuß wird vom Körper nicht mehr aufgenommen, sondern unverdaut als Ballast wieder entleert.

Mit Zunahme des Körpergewichts steigt auch die Stoffwechselbilanz: bei größerem Körpergewicht muß stets ein entsprechendes Mehr von Nahrungstoffen aufgenommen werden.

## § 195. Energiewechsel im menschlichen Körper.

Im Eingangskapitel dieses Abschnittes über die Kraftquellen des Menschen war ausgeführt, daß die Pflanze aus einfachen Stoffen (Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Stickstoff) Stoffe von verwickelter Zusammensetzung und reich an Spannkräften, die der lebendigen Kraft der Sonne entstammen, aufbaut: nämlich Eiweiß, Fett und Kohlehydrate. Die gleichen Stoffe, unmittelbar (Pflanzenkost) oder mittelbar (Sleisch pflanzenfressender Tiere) in den Körper des Menschen aufgenommen, unterliegen hier dann der rückgängigen Veränderung: sie werden abgebaut, d. h. unter Zutritt von Sauerstoff verbrannt zu Kohlensäure, Wasser und Harnstoff, welcher letzterer dann außerhalb des Körpers noch in Kohlensäure und Ammoniak zerfällt. Bei diesem Abbau werden jene von der Pflanze aufgespeicherten Spannkräfte frei und verwendbar zum Umsatz in Wärme und Arbeit. So vollendet sich der Kreislauf des Lebens.

Gehen wir nun auf die Vorgänge in unserem Körper etwas näher ein, so handelt es sich dabei um

1. die Assimilation, d. h. die Umwandlung der Nahrungstoffe in Bestandteile des Körpers durch die Verdauung. Diese Umwandlung wird bewirkt durch besondere Stoffe, die wir Fermente nennen. Kleinste Mengen dieser reichen hin, um chemische Umsetzung großer Stoffmengen herbeizuführen. Allerdings wirkt jedes Ferment nur auf einen bestimmten Stoff — ist ein Schlüssel, der nur auf ein Schloß paßt. Wir haben ähnliches auch in der anorganischen Natur. So genügt  $\frac{1}{300\,000}$  mg Platinmoor (oder Platinschwarz), um eine millionenfach größere Menge von Wasserstoffsuperoxyd zu zerlegen. Assimilation.  
Fermente.

Wir haben Fermente, die Eiweiß zerlegen. Davon ist das von den Magendrüssen gelieferte Pepsin bereits genannt. Ebenso ist im Magen das Lab, welches aber nur auf den Eiweißstoff der Milch, das Kasein (Käsestoff) wirkt. Ein Teil Labferment kann 800 000 Teile Käsestoff fällen. Im Darmsaft sind es noch zwei Fermente, welche das Eiweiß zerlegen und aufspalten. Zerlegung  
des  
Eiweißes.

Von den Fermenten, welche die Kohlehydrate umändern, ist das erste bereits in der Mundhöhle wirksam, nämlich das Ptyalin, welches Stärkemehlstoffe in Dextrin und Zucker überführt. Die weiteren Umwandlungen der Kohlehydrate gehen im Darmsaft vor sich und laufen darauf hinaus, die Kohlehydrate der Nahrung in die chemisch einfachste Form zurückzuführen, nämlich den Traubenzucker. Zerlegung  
der Kohle-  
hydrate.

Endlich ist es ein Ferment im Darmsaft, welches Fett in Fettsäure und Stearin zerlegt. Spaltung  
des Fettes.

2. Aufbau (Synthese). Wenngleich die Nahrungstoffe des Körpers ihren Aufbau in der Pflanze erfahren haben, um durch die Verdauung zerlegt und in lösliche Form aufgespalten zu werden, so muß gleichwohl der menschliche Körper auch eine aufbauende Tätigkeit bis zu gewissem Grade ausüben. Denn die pflanzlichen oder tierischen Nahrungstoffe sind für den menschlichen Körper artfremde und müssen, um Bestandteile des menschlichen Körpers zu bilden, in menschliche, d. h. arteigene umgewandelt werden. Synthese.

Eiweiß-  
synthese.

Das Zelleiweiß des menschlichen Körpers ist anders zusammengesetzt und chemisch aufgebaut als Eiweiß von irgendeinem Tiere, geschweige das von Pflanzen. Genau so verhält es sich mit Kohlehydraten und Fetten.

Die chemisch kleinste Einheit des Eiweißes, das Eiweißmolekül, ist ein Körper von sehr verwickeltem Bau und ungeheuer großem Molekulargewicht (das Molekulargewicht z. B. der Schwefelsäure beträgt 98, das des Traubenzuckers 180, das des Bluteiweißes [Hämoglobin] 14000), welches eine Verkettung von sogenannten Aminosäuren darstellt. Diese sind in den verschiedenen Eiweißarten in durchaus verschiedenen Mengenverhältnissen und Verkettungsarten vorhanden. Im Darmsaft wird daher das Eiweiß der Nahrung in die organischen Bausteine der Eiweißstoffe, d. h. in Aminosäuren zerlegt oder aufgespalten. Der menschliche Körper besitzt die Fähigkeit, daraus arteigenes menschliches Eiweiß, und zwar zunächst „bluteigenes“ Eiweiß neu aufzubauen und zu verwenden. Man hat berechnet, wie viel Körpereiweiß durch Nahrungseiweiß so ersetzt werden kann. Dabei stellt sich heraus, daß die Möglichkeit der Umwandlung des Nahrungseiweißes, die man als dessen „biologische Wertigkeit“ bezeichnet, für die verschiedenen Eiweißarten sehr verschieden ist. Sie beträgt für das Eiweiß von

Biologische  
Wertigkeit.

Rindfleisch, Schellfisch, Milch . . . . .	100
Reis . . . . .	89
Kartoffel . . . . .	etwa 70
Spinat . . . . .	64
Erbsen . . . . .	54
Weizenmehl . . . . .	37—49
Mais . . . . .	30—40

Wer seinen Eiweißbedarf mit Fleisch deckt, braucht dafür 2—3mal weniger Eiweiß, als wenn er dies durch Weizenmehl oder Mais zu erreichen sucht. Diese größere oder geringere „biologische Wertigkeit“ hat aber nichts zu tun mit der verschiedenen Ausnuzbarkeit der Nahrungstoffe, von der noch unten die Rede sein wird. Wenn tierisches Eiweiß bis auf einen Rest von 2%, pflanzliches bis auf einen Rest von 15—20% ausgenutzt werden kann, so kommt im letzteren Falle noch die geringe biologische Wertigkeit des Pflanzeneiweißes hinzu.

Synthese bei  
Kohle-  
hydraten  
und Fett.

Hinsichtlich des Aufbaus oder der Synthese bei den Kohlehydraten ist zu sagen, daß der Traubenzucker, der das letzte Spaltungsprodukt bei der Verdauung der Kohlehydrate darstellt, in arteigene Kohlehydrate, und zwar vor allem auch — soweit er nicht zur Lieferung von Wärme und Arbeit gleich Verwendung findet — in Glykogen umgewandelt und namentlich in der Leber sowie auch in den Muskeln aufgespeichert wird, um als Reservenvorrat sei es bei Hunger, sei es bei angestrengter Muskelarbeit zu dienen.

Ebenso wird ein Teil des Fettes aus Nahrungsfett in Körperfett übergeführt und als Reserve aufgespart. Dazu wird das pflanzliche Fett genau so gut verdaut und gebraucht wie das tierische. — Übrigens können auch Kohlehydrate in Fett umgewandelt werden, z. B. bei einer überwiegend aus reichlich viel Kohlehydraten (Weizenbrot, Reis, Kartoffeln usw.) bestehenden Kost.

Der Aufbau von Körperstoffen im menschlichen Körper ist also ein durchaus beschränkter gegenüber der Pflanze, die aus ganz einfachen anorganischen Verbindungen wie Kohlenäure, Wasser und Ammoniak hochwertige Nahrungstoffe aufbaut.

Abbau oder  
Dissimila-  
tion.

3. Abbau (Dissimilation). Über den Abbau der Nahrungstoffe, d. h. über ihren Umsatz, den wir kurz als Verbrennung bezeichnen, ist nur zu sagen, daß Eiweiß in Harnstoff, Kohlenäure und Wasser zerfällt. Außerdem treten aber auch noch in kleinen Mengen andere Spaltprodukte auf: so das Kreatinin bei Muskelarbeit und Stoffe, die zu den Ermüdungsstoffen überleiten. — Kohlehydrate und Fette verbrennen zu Kohlenäure und Wasser. —

§ 196. Kostmaß und Nahrungsverbrauch.

Mittleres  
Kostmaß  
der Er-  
wachsenen.

Nicht willkürlich, wie der dänische Arzt Hindhede in seinem vielgelesenen Buch „Eine Reform unserer Ernährung“ es hinzustellen beliebt, sondern auf Grund zahlreicher Beobachtungen und Aufrechnungen über die gewohnte Kost körperlich arbeitender Menschen stellten Voit in München und neuerdings der finnische Physiologe Tigerstedt ein tägliches Kostmaß fest, welches für einen Erwachsenen mit mittlerer Arbeit als das zuträglichste gelten kann. Danach werden gefordert

Eiweißstoffe . . . . .	118 g
Fett . . . . .	100 „
Kohlehydrate . . . . .	440 „

entsprechend einem Brennwert von 3000—3500 Kalorien (i. u.). Es gibt Arbeiter, deren gewohntes Kostmaß einem viel größeren Brennwert entspricht und 158—177 g Eiweiß, 124—196 Fett, sowie 558—785 g Kohlehydrate beträgt. So fand man bei Leuten mit sehr schwerer Arbeit einen Bedarf an Wärmezeugung durch die eingeführte Nahrung von über 5000 Kalorien.

Da das Körpergewicht außerordentliche Unterschiede zeigt, so suchte man das erforderliche Eiweißkostmaß für je 1 kg Körpergewicht festzustellen. So werden angegeben: 1,725 g bei leichter und mittlerer Arbeit (C. Bleibtreu und Bohland), 2,0—2,5 g bei schwerer Arbeit (Hueppe).

Maß der Ei-  
weißzufuhr.

Insofern das Eiweiß bestimmt ist, den Stickstoffbedarf des Körpers zu decken, kann sein Kostmaß nicht übermäßig herabgesetzt werden ohne Verringerung des Eiweißgehaltes des Körpers. Sicherlich ist es möglich, mit einem geringeren Kostmaß als 200 g ohne Verlust an Leistungsfähigkeit auszukommen und im Stickstoffgleichgewicht zu bleiben. Demgemäß kann man eine tägliche Eiweißzufuhr von 75—80 g als ausreichend ansehen. Eine größere Eiweißzufuhr ist indes eine Schutzwehr gegen Eiweißverarmung. Die Einschränkungen in der Ernährung, welche uns der Krieg Jahre hindurch auferlegte, führte nicht nur bei einem jeden in der deutschen Bevölkerung zum Teil sehr erhebliche Verluste an Körpergewicht herbei, vielmehr wurde auch die Widerstandskraft gegen Infektionskrankheiten, vor allem gegen die Tuberkulose, wie deren erschreckende Zunahme zeigte, außerordentlich herabgesetzt. Allerdings war in Deutschland vor dem Kriege in weiten Volksteilen eine weit über den Bedarf hinausgehende Luxusernährung gang und gäbe. Immerhin zeigten die weithin eingetretene Unterernährung sowie das Anwachsen der Tuberkulose, daß man nicht ungestraft das tägliche Kostmaß allzusehr verringern kann.

Hinsichtlich der Verbrennungswärme kann allerdings eine Vertretung der verschiedenen Nährstoffe untereinander stattfinden, indem für eine bestimmte Menge eines Nährstoffes ein anderer Nährstoff von gleicher Verbrennungswärme eintritt.

Isodynamie  
der Nah-  
rungstoffe.

Es beträgt der Verbrennungswert von

1 g Eiweiß . . . . .	4,1 Kalorien
1 „ Fett . . . . .	9,3
1 „ Kohlehydrat . . . . .	4,1 „

d. h. also 2,27 g Eiweiß oder Kohlehydrat haben den gleichen Verbrennungswert (sind „isodynam“) wie 1 g Fett, und umgekehrt kann ein Teil Fett in der Nahrung, das im Verhältnis am reichsten an Kohlenstoff ist, durch die 2½fache Menge von Zucker oder Mehl vertreten werden.

Nach diesem „Gesetz der Isodynamie“ vertreten also

100 g Fett . . . . .	etwa	250 g Kohlehydrat oder Eiweiß;
100 „ Kohlehydrat oder Eiweiß .	40 „	Fett.

Alkohol. Außerdem kann für Fett und Kohlehydrate auch der Alkohol eintreten, der gleichfalls im Körper zu Kohlenäure und Wasser verbrennt und Wärme erzeugt. Die lähmenden Eigenschaften des Alkohols machen indes seine Rolle als Nahrungs- oder Sparmittel nicht nur unwirksam, sondern verkehren sie in ihr Gegenteil (s. u. § 200). Der Gewinn ist nur ein scheinbarer.

Legen wir, um den Vertretungswert des Fettes, des konzentriertesten aller Nahrungsstoffe, ins rechte Licht zu setzen, den wasserhaltigen natürlichen Zustand der verschiedenen Nahrungsmittel zugrunde, so haben gleichen Heizwert für den Körper:

Fett . . . . .	100 g
Rohrzucker . . . . .	235 "
Brot . . . . .	336 "
Fleisch . . . . .	978 "
Milch . . . . .	1400 "

Diese Vertretung war allerdings nur bis zu einem gewissen Grade möglich. Kann auch die oben angegebene Mischung der Nährstoffe beim täglichen Kostmaß sich zeitweilig ändern: keinesfalls darf die Kost eiweißärmer werden, da sonst der Eiweißgehalt des Körpers abnimmt. —

Nach (großen) Wärmeeinheiten (s. o. § 96) berechnet, würde das Kostmaß von 120 g Eiweiß, 100 g Fett und 440 g Kohlehydraten ergeben:

Eiweiß . . . . .	120 g · 4,1 =	492 Kalorien
Fett . . . . .	100 " · 9,3 =	930 "
Kohlehydrat . . . . .	440 " · 4,1 =	1804 "

zusammen 3226 Kalorien.

Das wäre der Bedarf eines Mannes mit mittelschwerer Arbeit.

Man schätzt den Bedarf eines Erwachsenen:

bei nur ganz geringer körperlicher Arbeit . . . . .	täglich auf	2400—2500 Kalorien
bei mittlerer Arbeit (leichtes Handwerk) . . . . .	" "	3000—3200 "
bei schwerer körperlicher Arbeit . . . . .	" "	5000 "
endlich stellte Jaffa beim Fußballtraining kalifornischer Studenten einen Bedarf fest von . . . . .	"	7885 "

Quellen der Muskelkraft können sowohl Eiweiß wie Fett und Kohlehydrate sein nach dem eben erörterten Gesetz der Isodynamie, d. h. der gleichwertigen Vertretung. Jedoch kommt nach Durig Eiweiß erst in zweiter Linie für die Leistung in Betracht. Steht dem Körper auch noch Fett und Kohlehydrat zur Verfügung, so wird letzteres zwar nicht ausschließlich, aber doch zuerst angegriffen.

Auch Alkohol kann durch seine Verbrennung Energiemengen liefern — jedoch ist dieser Gewinn, wie noch gezeigt werden soll, nur ein scheinbarer. Jedenfalls bevorzugt der Organismus zur Erzeugung der Energie bei Muskelarbeit die Kohlehydrate. Allerdings — die wichtigere Aufgabe der Ernährung, nämlich die Muskulatur aufzubauen und ihren Bestand zu erhalten, fällt in erster Linie den Eiweißstoffen zu.

## § 197. Die Hauptnahrungstoffe und ihre Zusammensetzung.

Fragen wir uns, wie wir am ehesten und besten das oben angegebene Kostmaß erreichen, so müssen wir uns vorher die Zusammensetzung der hauptsächlichsten Nahrungsmittel kurz vor Augen führen.

Wir teilen sie in tierische und pflanzliche Nahrungsmittel. Erstere bestehen vorwiegend aus Eiweiß, Fett und Wasser, wozu dann noch die als Fische bezeichneten

Bedarf an  
Wärme-  
einheiten.

Tierische  
Nahrungs-  
mittel.

Salze hinzukommen. Kohlehydrate sind in den tierischen Nahrungsmitteln nur enthalten in der Milch als Milchzucker, sowie in geringer Menge in den aus der Milch hergestellten Produkten, z. B. im Käse. Bei einzelnen Fleischwaren, wie z. B. in der Wurst, sind pflanzliche Kohlehydrate (Mehl) als Bindemittel künstlich beigemischt. — Das Glykogen in der Leber und im Muskelfleisch kommt nicht als Nahrungsbestandteil in Betracht.

Die pflanzlichen Nahrungsmittel enthalten bald mehr, bald weniger Eiweiß, meist sehr geringe Fettmengen (dagegen bestehen die pflanzlichen Öle aus reinem Fett) und vor allem einen hohen Gehalt an Kohlehydraten sowie an Wasser. Zu den Aschen oder Salzen tritt hier noch die (unverdauliche) Holzfasern hinzu.

Nachstehende Übersicht gibt die Zusammensetzung einer Reihe von Nahrungsmitteln in Prozenten an. Die Ziffern der verschiedenen Untersucher weichen nur unerheblich voneinander ab. Die hier gegebenen sind der graphischen Darstellung von Prof. König in Münster entnommen.

	Wasser %	Eiweiß %	Fett %	Kohlehydrate %	Asche %	Holzfasern %
<b>I. Tierische Nahrungsmittel.</b>						
Mageres Ochsenfleisch . . . . .	76,5	21,0	1,5	—	1,0	—
Sehr fettes Ochsenfleisch . . . . .	55,5	17,0	26,5	—	1,0	—
Mageres Kalbfleisch . . . . .	78,0	20,0	1,0	—	1,0	—
Fettes Schweinefleisch . . . . .	47,0	14,5	37,5	—	1,0	—
Sehr fettes Hammelfleisch . . . . .	48,0	15,0	36,0	—	1,0	—
Wild . . . . .	75,5	22,5	1,0	—	1,0	—
Schweineschmalz . . . . .	0,7	0,3	99,0	—	—	—
Schellfisch . . . . .	81,0	17,0	0,4	—	1,6	—
Hering . . . . .	46,4	19,0	18,1	—	16,5	—
Hühnererei . . . . .	74,5	13,5	11,0	—	1,0	—
Kuhmilch . . . . .	87,5	3,4	3,6	4,8	0,7	—
Butter . . . . .	14,5	0,6	83,3	0,6	1,0	—
Halbfetter Käse . . . . .	43,2	27,2	23,7	1,5	4,4	—
<b>II. Pflanzliche Nahrungsmittel.</b>						
Feines Weizenbrot . . . . .	36,0	7,0	0,5	55,2	1,0	0,3
Roggenbrot . . . . .	42,0	6,0	0,5	49,5	1,5	0,5
Bohnen (und Erbsen) . . . . .	14,0	23,0	2,0	53,5	3,3	4,0
Reis . . . . .	13,0	8,0	1,0	76,5	1,0	0,5
Weizenmehl . . . . .	13,0	10,0	1,0	75,2	0,5	0,3
Kartoffeln . . . . .	75,5	2,0	—	20,7	0,8	1,0
Spinat . . . . .	88,0	2,5	0,5	6,0	2,0	1,0
Mohrrüben . . . . .	88,0	1,6	—	9,0	1,0	1,0
Salat . . . . .	94,0	1,5	0,5	2,0	1,0	1,0
Frisches Obst . . . . .	85,0	0,5	—	10,0	0,5	4,0
Baum-(Oliven-)Öl . . . . .	1,0	—	99,0	—	—	—

Schon diese Übersicht zeigt, daß bei den tierischen Nahrungsmitteln — abgesehen von Schmalz, Butter, Käse und sehr fettem Fleisch — der Eiweißgehalt deren besonderen Charakter als Nahrungsmittel bestimmt; bei den pflanzlichen Nährstoffen — abgesehen vom Pflanzenöl — der Gehalt an Kohlehydraten. Neben diesen bilden die tierischen und pflanzlichen Fette eine besondere Gruppe. Dies läßt darauf schließen, daß eine Mischung der Nahrungsmittel aus tierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln am geeignetsten ist, um die Nahrung so zusammenzusetzen, daß sie das mittlere Kostmaß von Eiweißstoffen, Fett und Kohlehydraten enthält. — Erfahrungsgemäß ist zudem eine möglichste Abwechslung in der Kost nicht nur am

befömmlichsten, sondern auch geradezu ein Bedürfnis. Andererseits wissen wir, daß in der gewohnheitsmäßigen Ernährung bei den verschiedenen Völkern, ja auch bei den verschiedenen Berufsarten ganz außerordentliche Unterschiede bestehen, welche dartun, in wie hohem Maße der Mensch sich an verschiedene Lebensbedingungen anzupassen vermag. Es gab und gibt Völkerschaften, welche so gut wie ausschließlich von den Erzeugnissen der Viehzucht, der Jagd und des Fischfanges, d. h. von tierischen Nahrungsmitteln leben. Andererseits ernähren sich große Völker fast lediglich von pflanzlicher Nahrung. Bei den großen Kulturvölkern des Erdkreises ist aber so gut wie stets die Nahrung eine gemischte, aus tierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln bestehende gewesen.

### § 198. Ausnutzung der Nahrungsmittel.

Sür die Ernährung kommt indes nicht lediglich die prozentische Zusammensetzung der Nahrungsmittel in Betracht, sondern auch ihre Verdaulichkeit, d. h. die Ausnutzung. Gut ausgenutzt werden bei richtiger Zubereitung Fleisch, Milch und Eier. Anders liegt schon die Sache bei den pflanzlichen Nahrungsmitteln. Hier ist namentlich das pflanzliche Eiweiß vielfach in Zellhüllen aus Holzstoff eingeschlossen, welche für die Verdauungssäfte undurchdringlich sind. Daher kommt es, daß von dem Pflanzeneiweiß große Mengen — bei einzelnen pflanzlichen Nahrungsmitteln bis zu 40% und darüber — unverdaut und ungenutzt die Verdauungsorgane passieren. Manche Pflanzennährstoffe, z. B. ganz frisches Brot, unterliegen im Magen- und Darmkanal leicht der Butteräuregärung, erzeugen dort Gasanhäufung, Leibschneiden und dünne Darmentleerungen, mit denen reichlich Nahrungstoffe unverdaut abgehen.

Folgende Übersicht gibt Kubner über die Ausnutzung einer Reihe von Nahrungsmitteln.

Es werden nicht ausgenutzt:	Don der Trocken-	Don dem darin enthalt.	Don den darin enthalt.
	substanz:	Eiweiß:	Kohlhydraten:
	%	%	%
Fleisch . . . . .	5,3	2,6	—
Eier . . . . .	5,2	2,6	—
Milch . . . . .	8,8	7,1	—
Milch und Käse . . . . .	6,4	3,8	—
Erbsen . . . . .	9,1	17,5	3,6
Eiweißreiche Mattaroni . . . . .	5,7	11,2	2,3
Brot aus feinstem Mehl . . . . .	4,0	20,0	1,1
Brot aus gröberem Mehl . . . . .	6,7	24,6	2,6
Kleienbrot . . . . .	12,2	30,5	7,4
Mais . . . . .	6,7	15,5	3,2
Reis . . . . .	4,1	20,0	0,9
Wirjing . . . . .	14,9	18,5	15,4
Gelbe Rüben . . . . .	20,7	39,0	17,2
Kartoffeln . . . . .	9,4	32,2	7,6

Sehr gut werden dagegen ausgenutzt die tierischen und die pflanzlichen Fette, namentlich Butter, Schmalz und Olivenöl.

### § 199. Zubereitung der Speisen.

Sür die Ausnutzung der in unseren Speisen enthaltenen Nährstoffe ist die Zubereitung der Speisen von Wichtigkeit. Neben dem Aussehen und der Konsistenz der Speisen kommt es hier vor allem auf eine angenehme Erregung der Geruchs-

Ausnutzung  
der  
Nahrungs-  
mittel.

Zubereitung  
der Speisen.

und Geschmacksnerven an. Viele Speisen erhalten erst durch die Zubereitung, namentlich das Kochen oder Braten, ihren charakteristischen Wohlgeruch. Man denke nur an den Unterschied, der in dieser Hinsicht zwischen rohem und gebratenem Fleisch besteht. Namentlich macht sich der Speisedyft in den Dämpfen einer warm zubereiteten und aufgetragenen Speise bemerkbar. Das so erweckte Wohlgefühl steigert nicht nur die Ekstase, sondern bewirkt auch durch Nervenirregung eine stärkere Absonderung von Mundspeichel, sowie von Magensaft, was eine wesentliche Förderung der Verdauung bedeutet.

Injoweit die Zubereitung der Speisen (Entbluten des Fleisches, Auslaugen der Gemüse u. dgl.) den Nahrungstoffen die durchaus wichtigen Salze entzieht, sind diese, namentlich das Kochsalz, den Speisen wieder zuzusetzen. Der Salzgehalt der Nahrung ist aber auch wichtig für die Schmachhaftigkeit der Speisen. Daneben übt das Würzen der Speisen einen ausgesprochenen Einfluß auf die Geschmacksnerven aus; allerdings in günstiger Weise nur, wenn die Menge der Gewürze auf ein bestimmtes geringes, durch die Erfahrung festgestelltes Maß beschränkt bleibt.

Die Wärme der Speisen hat — wenn ein gewisser, bei 40–45° R liegender Wärmegrad nicht überschritten wird, über den hinaus die Speisen als „heiß“ ungenießbar werden — nicht nur die Hervorbringung eines stärkeren Geruchs oder Duftes für sich. Die Wärme der Speisen hält auch die darin enthaltenen Säfte flüssig und macht diese damit genießbarer und schmackhafter. Auch andere Stoffe, wie z. B. Stärkekörper, die sich beim Kochen lösen, aufquollen und weich wurden, werden nach dem Erkalten wieder fester, hart und büßen an Wohlgeschmack ein. Die Wärme der eingeführten Speisen wirkt angenehm erregend auf die Empfindungsnerven der Magenwände und fördert die für die Verdauung wichtige Blutfülle der Magenschleimhaut.

Im Gegensatz dazu ziehen wir für manche Getränke, die wir genießen, eine kühle Temperatur vor. Ein Trunk reinen kalten Wassers wirkt auf die Magenschleimhaut ähnlich angenehm erfrischend wie eine kalte Dusche auf die Haut. Wenig bekömmlich ist jedoch die Sitte, zu Ende einer größeren Mahlzeit nicht nur stark abgekühltes Getränk, sondern sogar Eis zu genießen. Zweifellos wird dadurch die Verdauungstätigkeit des Magens gestört, und naive Gemüter empfinden dies auch recht unangenehm. Da indes die üblichen Eisspeisen einen hohen Preis haben und zu einem vornehmen Mahl die Eisspeise nun einmal gehört — so gelangt das Maß von Verfehrtheit nicht entsprechend zum Bewußtsein. Dazu kommt, daß solch rascher Wechsel von Wärme und Kälte leicht den Zahnschmelz rissig macht und das Verderben der Zähne beschleunigt. Indes auch das macht wenig Eindruck in einer Zeit, wo Riesensummen und Mengen von Gold in künstlichen Gebissen und Zahnplomben angelegt werden.

Kann man doch geradezu von einer Entartung der Zähne beim heutigen Geschlecht sprechen. Welches immer die Gründe dieser Erscheinung sein mögen, jedenfalls verlangt eine rechte Zahnpflege nicht nur stete regelmäßige Reinigung, sondern auch direkte Übung und Kräftigung. Eine solche Übung der Kauwerkzeuge stellt das mechanische Verkleinern härterer Nahrungstoffe, z. B. von Brotrinde u. dgl., dar.

Was für die Zähne gilt, gilt aber auch für die Schleimhäute des Magens und Darms. Die zum Teil unverdaulichen härteren Bestandteile der Nahrung, der Holzstoff der Pflanzenzellen, die Back- und Bratkrusten usw., üben einen Reiz auf die Magen- und Darmschleimhaut aus, welcher eine lebhaftere Absonderung von Verdauungssäften sowie Anregung von Darmbewegungen zur Fortschaffung des Darminhalts zur Folge hat. Auch hier liegt eine Art Übung für die Verdauungswerkzeuge vor. Mag es für den kranken Menschen eine Wohlthat sein, ihm Nahrungs-

Salze und Gewürze.

Temperatur der Speisen und Getränke.

Zahnpflege.

Mechanischer Reiz der Speisen.

mittel zuführen zu können, welche die Verdauungstätigkeit im denkbar geringsten Maße beanspruchen — für den Gesunden ist solche Art der Ernährung grundsätzlich verkehrt, weil schließlich schadenbringend.

Genuß-  
mittel.

## § 200. Die Genußmittel.

Unter Genußmitteln versteht man Bestandteile der Nahrung, bei welchen es auf eine angenehm erregende Wirkung der Geschmacksorgane wie des gesamten Nervensystems ankommt.

Daß die Zubereitung der Speisen, namentlich die Zugabe von Salzen und Gewürzen, bereits derartige Anregung bezweckt, haben wir soeben ausgeführt. Eben dahin gehört auch das Bestreben, möglichste Abwechslung in den täglichen Speisen zu erwirken. Denn eine einförmige reizlose Kost mundet auf die Dauer niemals, mag sie im übrigen noch so nahrhaft sein.

Neben der eigentlichen Kost nehmen aber wohl alle Völker noch besondere Genußmittel zu sich, welche eine erregende und belebende Wirkung ausüben sollen.

Fleisch-  
brühe.

Davon steht den gewohnten Nahrungsmitteln die Fleischbrühe am nächsten. Sie enthält, aus dem Fleisch ausgekocht, eine Reihe von Salzen und Stoffen des Muskelfleisches. Außer den löslichen Salzen, von denen die Kalisalze die Herzfähigkeit steigern, sind namentlich einzelne der Muskelsubstanz eigentümliche Stoffe, wie Kreatin, Kreatinin, Inosin usw., zu erwähnen, da sie der Fleischbrühe ihre anregende Wirkung wohl zumeist verleihen. Ja man hat diesen Bestandteilen der Fleischbrühe die Fähigkeit zugeschrieben, nach körperlicher Ermüdung die Muskeln schneller erholen zu machen. Dies würde den Genuß einer guten Fleischbrühe namentlich nach anstrengender Dauerübung empfehlenswert machen.

Eine besondere Reihe von Genußmitteln zeichnet sich durch den Gehalt eines erregenden Alkaloidstoffes aus. Es sind dies der Kaffee, der Tee und der Kakaο.

Kaffee.

Der erregende Stoff des Kaffees ist das Koffein, welches nur im Übermaß genommen giftige Wirkungen haben kann. Hierzu kommen noch einige durch das Brennen der Bohnen entstandene (empyreumatische oder) brenzlige Stoffe. Koffein ist allein im Bohnenkaffee enthalten, nicht in den sogenannten Kaffeesurrogaten (aus Zichorien, Eicheln, Seigen, Getreide, Malz usw.), deren Aufguß, abgesehen von den brenzligen Stoffen, mit dem eigentlichen Kaffee nur die braune Farbe gemeinsam hat. Das Koffein steigert besonders die Herzfähigkeit und den Blutdruck und bewirkt vermehrte Harnabsonderung.

Tee.

Der wirksame Stoff des Tees ist das Tein, ein mit dem Koffein vollkommen identischer Körper. Dagegen entbehrt der Tee der brenzligen Stoffe und schmeckt dadurch milder als der Kaffee. Der Tee vermehrt die Hauttätigkeit und dadurch die Schweißbildung.

Kakaο und  
Schokolade.

Der erregende Stoff des Kakaοs, der gerösteten Frucht des Kakaobaumes, ist das Teobromin. Der Kakaο enthält 45–49% Kakaobutter, 14–18% Stärke und 13–18% Eiweiß, ist also nicht nur ein Genuß-, sondern auch ein wertvolles Nahrungsmittel — wenn auch leider ein viel verfälschtes. Zur Herstellung der Schokolade wird der Kakaο noch mit Zucker und Gewürzen versetzt. Der Doppelwert der Schokolade als Genuß- und Nahrungsmittel und ihre leicht transportable Form in trockenen Tafeln macht sie recht geeignet zum Mitführen bei Märchen, Bergbesteigungen, langen Radfahrten usw.

Der Genuß von Kaffee, Tee und Kakaο hat sich in wenigen Jahrhunderten bei allen Kulturvölkern verbreitet und zum Bedürfnis entwickelt. Daß gerade diese



Genußmittel geeignet sind, den Geist anzuregen und zu erfrischen, und daß sie zu größeren körperlichen und geistigen Leistungen befähigen, kann füglich nicht bezweifelt werden. Auch nicht, daß gerade den leistungsfähigeren Menschen solche Genußmittel am wenigsten entbehrlich scheinen. Die Klagen über die angeblichen Schäden namentlich des Kaffees für das Menschengeschlecht haben keine Berechtigung, solange nicht unvernünftig große Mengen von Kaffee in starkem Aufguß genommen werden. Oft aber haben derlei Anschuldigungen ihren letzten Grund darin, daß solche Menschenfreunde die Welt mit einem Ersatzmittel für den Kaffee beglücken möchten. —

Anders steht es mit einem weiteren Genußmittel, dem Tabak, welcher gleichfalls ein Alkaloid, und zwar ein recht giftiges, das Nikotin, enthält. Neben dem Nikotin sind noch eine Reihe anderer, namentlich sogenannter brenzlicher Stoffe im Tabakrauch vorhanden und wirksam.

Tabak.

Daß das Rauchen für viele Menschen wertvolle Einwirkungen auf das Nervensystem besitzt, Erregungen dämpft, die Gedanken sammeln läßt, nach Anstrengungen erquickt und beruhigt und zu einer behaglichen Stimmung beiträgt, bedarf keiner Ausführung. Die Unterdrückung des Hungergefühls durch Tabakrauchen ist allerdings ein zweifelhafter Vorzug.

Den Vorzügen stehen aber auch schwerwiegende Nachteile gegenüber. Schnell vorübergehend sind die Übelkeit und das Erbrechen, womit der jugendliche Raucher meist den „Genuß“ der ersten Zigarre büßt. Auch der Gewohnheitsraucher empfindet noch solche Übelkeit, wenn er einen schwereren und saftreicheren Tabak als den gewohnten zu rauchen versucht. Im übrigen ist das Maß der Anpassungsfähigkeit an den Tabakgenuß sehr verschieden. Indes selbst bei solchen, welche regelmäßig und viel rauchen und vollständig widerstandsfähig gegen jede Giftwirkung der Beizstoffe des Tabaks zu sein scheinen, stellen sich oft Schädigungen durch den Tabak ein, namentlich Herzklopfen, Schwindelgefühl und Schlaflosigkeit, in seltenen Fällen auch Schwächung der Sehkraft.

Dem Nichtraucher ist natürlich die Verpeftung der Luft durch Tabakqualm in Binnenräumen sehr lästig, erschwert ihm das Atmen und reizt ihn zum Husten. —

Beim Tränieren zu sportlichen Leistungen ist das Rauchen mit Recht verboten.

Eine weitere Gruppe von Genußmitteln sind die alkoholhaltigen Getränke. Sie werden entweder direkt durch Vergärung gewonnen oder durch Destillation (Brennen) aus gegorenen Getränken hergestellt.

Alkoholische  
Genuß-  
mittel.

Der wirksame Stoff der geistigen Getränke ist der Weingeist oder Alkohol (Äthylalkohol; Spiritus). Er entsteht aus Zucker oder zuckerartiger Substanz, indem der Zucker unter dem Einfluß von Hefe gärt und sich in Weingeist und Kohlensäure spaltet.

So unterliegt zur Herstellung von Bier das Gerstenmalz der Gärung, zur Herstellung von Wein der Traubenzucker; ebenso können Fruchtzucker, Rohrzucker, das in gärungsfähige Zuckerarten umgewandelte Stärkemehl der Kartoffel, des Getreides, der Reis, der Sago usw. vergoren und zur Herstellung von Branntwein der Destillation unterworfen werden. Dabei entstehen aus der Gärung nicht immer nur der eigentliche Äthylalkohol oder Weingeist, sondern daneben auch andere höherwertige oder hochatomige Alkohole (wie Butyl-, Propyl-, Amylalkohol und andere); die sogenannten Fuselöle. Diese Fuselöle kommen namentlich in dem aus Kar-

Fuselöle.

toffeln oder Korn gebrannten Schnaps vor und sind besonders schädlich. Gießt man ganz wenig Branntwein auf die Hohlhand, verreibt es darüber und schwenkt die Hände ein paarmal zum schnellen Trocknen durch die Luft, so ist der flüchtige

Weingeist im Nu verdunstet. Führt man die anscheinend trocken gewordene Handfläche nun dicht zur Nase, so erkennt man deutlich an dem stechenden widerlichen Geruch die zurüdgebliebenen, weit schwerer verdunstenden Fuselöle. Es läßt sich so wenigstens oberflächlich prüfen, ob ein Branntwein besonders fuselhaltig und schlecht ist.

Der Alkoholgehalt der verschiedenen geistigen Getränke ist sehr verschieden. Es enthalten 3. B.

Bayrisches Bier . . . . .	3—4	Volumprozent Alkohol,
Exportbier . . . . .	4—5	" "
Apfelwein . . . . .	4—5	" "
Ale und Porter . . . . .	7—8	" "
Gewöhnlicher Moselwein . . . . .	7—9	" "
Rheinwein . . . . .	8—10	" "
Madeira . . . . .	15—17	" "
Sherry . . . . .	17—19	" "
Gewöhnlicher Branntwein . . . . .	30—40	" "
Kognat . . . . .	55—65	" "
Rum . . . . .	75	" "

Das Bier hat durch seinen Gehalt an stärkemehlartigen Stoffen (4—5% Maltose und Dextrin) einen gewissen Nährwert. Andere Stoffe geben den geistigen Getränken ihren besonderen eigentümlichen Geschmack (Hopfenbitter im Bier, Gerbsäure im Rotwein) wie Geruch (Onanthäther im Wein; die Bufettstoffe namentlich in den besseren Rhein- und Moselweinen; Fuselöle im Schnaps usw.).

Der Ersatz des Äthylalkohols im Schnaps durch den billigeren Methylalkohol (Holzgeist) hat in jüngster Zeit zu einer Reihe schwerer Vergiftungen und Todesfälle geführt.

## § 201. Die Wirkung des Alkoholgenusses mit besonderer Rücksicht auf die Leibesübungen.

Keines von allen Genußmitteln ist seit den ältesten Zeiten der Geschichte so verbreitet, keines in zahllosen Dichtungen, ja in religiösen Kulturen so verherrlicht — und keines als Verderb der Menschheit so viel bekämpft wie der Alkohol in seinen verschiedenen Formen. Am verklärtesten durch die Poesie erscheint seit den Tagen des Ervaters Noah der gegorene Saft der Traube, der Wein. Eine weniger überschwenglich gepriesene Stellung nimmt das schon von den alten Ägyptern gebrauchte Bier ein, obgleich es den Ruhm hat, in bezug auf den Umfang der vertilgten Mengen den ersten Rang unter den geistigen Getränken einzunehmen. Am schnellsten einig ist man sich allenthalben über die Schäden des Branntweins.

Ganz absehen können wir im folgenden von der berauschenden Wirkung übergroßer Mengen geistiger Getränke. Daß solche Mengen, gewohnheitsmäßig genossen, auf die Dauer Körper und Geist zerrütten, die Ursache zahlreicher Verbrechen sind, und daß Trunksüchtige auf ihre Nachkommen tränkliche Körperanlage, geistige Schwäche, ja Epilepsie und Irzsinn häufiger vererben, ist bekannt genug.

Indes auch der gewohnheitsmäßige Genuß mittlerer Mengen geistiger Getränke, wie er ganz allgemein verbreitet ist, hat in mancher Richtung seine bedenklichen Seiten.

Alkohol, in den Körper aufgenommen, wird nicht etwa unverändert wieder ausgeschieden, sondern tritt in den Stoffwechsel ein und wird verbrannt zu Kohlensäure und Wasser. Ein Gramm Alkohol liefert fast die gleiche Verbrennungswärme wie 1 g Fett. Insofern der Alkohol durch seine Umsetzung im Körper Wärme er-

Alkohol-  
gehalt.

Wirkung des  
Alkohols.

Ist Alkohol  
ein Nähr-  
mittel?

zeugt, Wärme, die sonst durch Umsatz der entsprechenden Menge eines Nahrungstoffes geliefert werden müßte, spart er andere Nahrungstoffe, und zwar Fett oder Kohlehydrate und wird selbst fast zu einem Nährmittel: aber zu einem sehr schlechten. So wäre zur Deckung des Energiebedarfs der Brennwert von 80 g Alkohol — so viel ist etwa in  $\frac{1}{4}$  l Schnaps,  $\frac{3}{4}$  l Wein oder 2 l Bier enthalten — gleich dem von 70 g Butter oder Speck. Aber — nach Alkoholzufuhr findet eine auffällige Verschlechterung der menschlichen Arbeitsmaschine statt. Wie Durig bei seinen Versuchen am Birkenrat in der Schweiz zeigte, wurde nicht nur die Leistung in der Minute nach ganz mäßigem Alkoholgenuß geringer, sondern es stieg auch der Aufwand, den der Organismus dafür machen mußte, während der Nutzeffekt oder Wirkungsgrad abnahm. In Durigs Versuchen war

die Minutenleistung: der Wirkungsgrad:		
ohne Alkoholgenuß . . . . .	1215 mkg	29,5 %
mit (geringem) Alkoholgenuß. .	1009 „	25,5 %.

Die Giftwirkung des Alkohols hebt die praktische Verwertbarkeit nahezu auf. Die erzeugte Wärme kommt dem Haushalt des Körpers wenig zugute, da sie mit vermehrter Wärmeabgabe Hand in Hand geht. Der Alkohol macht nämlich die Blutgefäße der Haut erschlaffen, so daß die Haut sich rötet, und steigert kurz nach dem Genuß Blutdruck und Häufigkeit der Atmung. Damit wird auch die Wärmeabgabe gesteigert, und zwar in einem Umfange, daß die Körperwärme sinkt. Das Gefühl der Erwärmung nach Alkoholaufnahme ist also ein trügerisches. Der Alkohol setzt die Körpertemperatur herab, eine Eigenschaft, die man zur Bekämpfung der Fieberhitze nutzbar gemacht hat.

Herabsetzung der Körperwärme.

Nur insofern, als die durch den Alkohol erzeugte Verbrennungswärme nicht durch vermehrte Wärmeabgabe wieder verloren geht, vermag also der Alkohol den Ansatz unverbrannter Nahrungsmittel, d. h. von Fett, denn Kohlehydrate sind ebenfalls Fettbildner im Körper, zu fördern. Dagegen kann der Alkohol nicht etwa einen Teil des Umsatzes des wichtigsten Nährstoffes und Gewebsbildners, des Eiweißes, ersetzen, um dadurch dem Körper Eiweiß zu sparen. Im Gegenteil wird der für die Leistungen unserer Muskulatur wichtigste Stoff angegriffen und die Eiweißzersehung im Körper durch Alkoholgenuß gesteigert. Der regelmäßige Genuß geistiger Getränke übt also eine schwächende Wirkung aus, die sich namentlich bei Dauerleistungen geltend macht. — Bei Gewohnheitstrinkern tritt Eiweißverarmung des Körpers, Kraftabnahme und Schläffheit oft recht bald ein. Nur bei solchen, die imstande sind, sich eine sehr kräftige eiweißreiche Kost zuzuführen, tritt dieser schwächende Einfluß weniger zutage.

Förderung des Fettansatzes.

Eiweißzersehung.

Eine mäßige Menge von Alkohol übt ferner eine erregende Wirkung auf das Nervensystem aus. Durch Reizung der beschleunigenden Herznerven steigen Pulszahl, Blutdruck sowie die Zahl der Atemzüge. Die Hautblutgefäße namentlich des Kopfes und des Halses erweitern sich, die Schweißabsonderung und Hautatmung werden vermehrt, vor allem aber wird das Gehirn angeregt. Dies äußert sich in erhöhter Stimmung, in angenehm behaglichem Gemeingefühl, welches über die Sorgen des Lebens hinwegträgt. Ebenso erfahren edle wie unedle leidenschaftliche Gefühle und Triebe eine Steigerung.

Erregende Wirkung.

Alle diese erregenden Wirkungen äußern sich in verschiedenem Grade je nach Körperanlage und Temperament des einzelnen. Bei etwas größeren Alkoholmengen schlägt stets die Erregung, nachdem sie mehr oder weniger schnell abgeklungen ist, in das Gegenteil um, in Niedergang und Lähmung der geistigen wie körperlichen Energie. Die Anregung ist hier nur eine vorübergehende, der vermeintliche Gewinn an feuriger Schnellkraft ein trügerischer.

Lähmende Wirkung.

Wein, Bier,  
Branntwein.

Was die verschiedenen Arten der alkoholischen Getränke betrifft, so kommt beim Wein am meisten der angenehm erregende, frohe Stimmung weckende Einfluß auf die Hirtätigkeit zur Geltung. Beim Bier, welches infolge seiner Kühle und seines Kohlensäuregehalts oft mehr der erfrischenden Wirkung als des Alkoholgehalts wegen getrunken wird, fällt ins Gewicht, daß Bier gelöste Stärkemehlstoffe enthält, also einen gewissen direkten Nährwert hat. Dadurch wird beim Bier die ohnehin durch den Alkohol schon vorhandene Förderung des Fettansatzes noch gesteigert — oft in recht bedenklicher Weise. Kommt hinzu, daß die mit dem Bier zugeführte große Flüssigkeitsmenge in den Blutkreislauf zum Teil aufgenommen, die Arbeit des womöglich fettumwachsenen und geschwächten Herzens noch erschwert, so erklärt sich leicht das häufige Vorkommen von Herzschwäche bei starken Biertrinkern. Am meisten treten die Schäden des Alkohols bei häufigem Branntweingenuß zutage. Die ohnehin durch den Alkohol verminderte Ernährung wird hier noch ganz besonders dadurch beeinträchtigt, daß die heftig reizende Wirkung des hochprozentigen alkoholischen Getränkes chronischen Katarrh der Rachen-, Speiseröhren- und Magenschleimhaut erzeugt und damit die eigentliche Verdauung stark herabsetzt.

Wo es sich in der Tat um schwerere körperliche Leistungen, um den Aufwand der gesamten Energie handelt, ist Alkoholgenuß nicht nur zwecklos, sondern geradezu gefährdend. Bei Dauerleistungen aller Art, bei Märschen, bei Bergbesteigungen, Rad- und Ruderfahrten usw. sollte man sich daher des Alkoholgenusses enthalten. Das gilt für den Wein wie für den Branntwein; beim Bier kommt noch die Belastung des Kreislaufs durch größere Flüssigkeitszufuhr hinzu. Die größten Leistungen menschlicher Energie, welche die Neuzeit aufzuweisen hat, die kühnen Polarsfahrten wie die entbehrensreichen Märsche im tropischen Afrika, sind fast durchweg von Männern ausgeführt worden, deren erstes Gebot Enthaltung von jeglichen geistigen Getränken war.

Was für außergewöhnliche Anstrengungen und Unternehmungen, was für die ernste Vorbereitung zu einem Wettkampf in leiblicher Fertigkeit gilt, braucht natürlich nicht gefordert werden von dem, der zur Erhaltung von Frische, Kraft und Gewandtheit neben seinem täglichen Beruf stete, regelmäßige Leibesübungen in mäßigem Umfang betreibt. Es wäre das auch ein aussichtsloses Beginnen. Mäßiger Alkoholgenuß verschönt zahllosen Menschen die Stunden der Erholung und beeinträchtigt, stets in rechten Grenzen gehalten, nicht die Gesundheit. Allerdings sind diese Grenzen vom Willensschwachen allzuleicht überschritten.

Tränieren.

## § 202. Das Tränieren.

Unter Tränieren versteht man ganz allgemein die Vorbereitung zu körperlichen Höchstleistungen. Um die mögliche Leistungsgröße des Körpers zu erreichen, gilt es: 1. die volle Muskelenergie zu entwickeln, und 2. die Ermüdbarkeit auf das geringste Maß zu bringen. Das Mittel dazu besteht neben regelmäßiger reichlicher Übung in entsprechender sonstiger Lebensführung. Namentlich sind eine bestimmte zweckdienliche Kost, Lungen- und Hautpflege von Wichtigkeit. Der Körper kommt dadurch in die bestmögliche Verfassung, um bestimmte Leistungen bewältigen und die dazu nötigen Anstrengungen ohne Schädigung ertragen zu können.

Wer Höchstleistungen des Körpers auf einem einzelnen oder auf verschiedenen Gebieten leiblicher Betätigung anstrebt, muß sich entsprechend vorbereiten. Den nicht Vorgeübten treffen bei ungewohnter Anstrengung leicht üble Zufälle und Störung der Gesundheit. Es braucht nur an die Gefahren erinnert zu werden, welche schnellster Lauf (Wettlauf) über längere Strecken dem noch ganz Ungeübten bringt. Auch der beste Gerätturner ist dazu durchaus nicht ohne weiteres vorbereitet.

Nach Einstellung der regelmäßigen Übungen und Rückkehr zur früheren gewohnten Lebensweise gehen die durch das Tränieren erlangte besondere Leistungsfähigkeit, ebenso wie sonstige körperliche Vorteile bald verloren. Nur durch fortgesetzte Übung von gewissem Umfang kann eine mittlere Höhe der erlangten körperlichen Verfassung dauernd gesichert werden.

Man kann verschiedene Arten des Tränierens unterscheiden je nach dem zu erreichenden Zwecke.

1. Hygienisches Tränieren. Bei diesem soll der Körper zu jeglicher Art von Leibesübungen möglichst geschickt, also allseitig ausgebildet werden. Sowohl zu Kraft- und Geschicklichkeits- wie zu Schnelligkeits- und Dauerübungen soll ein guter Grad von Leistungsfähigkeit erworben werden. Diese Art von Ausbildung ist es, welche auf dem Gebiete des Wettkampfes schon bei den alten Hellenen den Pentathlon der olympischen Spiele zeitigte, den Fünfkampf in Sprung, Lauf, Speerwurf, Diskuswurf und Ringen.

Der gesunde Gedanke, zur allseitigen Leistungsfähigkeit sich auszubilden, soll für die körperliche Erziehung der Jugend die oberste Richtschnur sein.

2. Sportliches Tränieren. Unter sportlichem Tränieren versteht man die Vorbereitung zu einer ganz bestimmten Leistungsart, also zum Wettlauf über kürzere oder über längere Strecken, zum Wettgehen, zum Rudern, zum Kadrennfahren, zum Stemmen schwerster Hanteln usw. Dieses nur auf ein Ziel zugespitzte Tränieren zeitigt sicherlich manche Übertreibungen, die über den Rahmen einer gesunden Leibes- zucht hinausgehen. Man braucht nur an den Gegensatz zwischen einem hagern seh- nigen Wettläufer, der eine kräftige Muskulatur der Arme und Schultern als un- nützen Ballast betrachtet und demgemäß unentwickelt läßt, und einem ungefügen Hantelstemmer zu erinnern. Hier liegt unbedingt das Gute und Schöne in der Mitte.

Andererseits zeitigt das auf eine einzelne Leistung ausschließlich abgezwachte Tränieren des Körpers Ergebnisse, welche zum Gipfel des der menschlichen Be- wegungsmaschine überhaupt Erreichbaren hinführen und somit ein außergewöhn- liches wissenschaftliches Interesse beanspruchen dürfen.

3. Militärisches Tränieren. Als ein fortgesetztes Tränieren auf alle zum Krieg erforderlichen leiblichen und geistigen Fähigkeiten kann man auch den Heeres- dienst bezeichnen. Die schwierigste und körperlich bedeutsamste Seite dieser Vorbildung ist die Befähigung zu Dauerleistungen im kriegsmäßigen Marschieren mit vollem Gepäc.

4. Eine besondere Art des Tränierens bezweckt in erster Linie mögliche Ge- wichtsminderung des Körpers. Dem müssen sich die Jockeis bei der Heran- züchtung von Rennpferden unterwerfen. Diese außerordentlich eingreifende und nichts weniger als unbedenkliche Art, den Körper herzurichten, ist hier nur deshalb er- wähnt, weil darauf von Unkundigen oft hingewiesen wird, um die vermeintliche Gefährdung der Gesundheit durch das Tränieren zu beweisen. —

## § 203. Vorschriften beim Tränieren.

Für das Tränieren sind besondere Vorschriften üblich, deren Ausführung indes im einzelnen Falle mehr oder minder streng erfolgt. Ein Berufsfahrer oder Berufs- athlet, für den die Erzielung von Rekordeleistungen auf seinem engen Sondergebiet eine Existenzfrage bedeutet, wird sich in anderer Weise vorbereiten müssen und ausschließlicher seinen Körper zur Erreichung des einen Zieles in die beste Ver- fassung zu bringen suchen als der Liebhaber, der neben seinem sonstigen bürger- lichen Berufe irgendeine Sportart mit Eifer betreibt.

1. Was zunächst das Alter betrifft, so soll ein angreifendes Tränieren nicht vor vollendeter Entwicklung, nicht vor voller Ausreifung des Körpers erfolgen. Wie

Hygienisches  
Tränieren.

Sportliches  
Tränieren.

Militärisches  
Tränieren.

Tränieren  
des Jockeis.

Vorschriften  
beim  
Tränieren.

Tränieren  
bei den  
ver-  
schiedenen  
Altersstufen.

zum Heeresdienst eine bestimmte Altersstufe — die Militärreise — vorgeschrieben ist, so gilt auch für das sportliche Tränieren meist das vollendete 18. Lebensjahr als unterste Altersgrenze. Im übrigen läßt sich in den jugendfrühen Lebensjahren von 19—30 die Anstrengung des Tränierens am besten ertragen. Über das 30. Lebensjahr hinaus ist meist das Settpolster der Haut schon recht stark, und ein regelrechtes Tränieren verursacht vorab in kürzester Frist eine sehr starke Gewichtsabnahme (12—17 % Verlust an Körpergewicht beobachtete Kolb), die nicht von jedem gleich gut ertragen wird. Bei einem Alter über 40 Jahre hinaus ist oft genug das Herz einem strengen Tränieren nicht mehr gewachsen.

Aus-  
schließende  
Krankheits-  
zustände.

2. Wer sich einem regelmäßigen Tränieren unterwerfen will, soll sich vorher ärztlich dahin untersuchen lassen, ob Herz und Lungen gesund sind. Herzfehler von geringfügigem Umfang können oft jahrelang unbemerkt bestehen. Die Fähigkeit des Herzens, durch Muskelzunahme die steten kleinen Störungen im Blutkreislauf zu überwinden, zu kompensieren, hält für gewöhnlich jahrelang so weit vor, daß bei leichteren Anstrengungen das Herz noch in leidlichem Grade der Mehrbelastung Herr zu werden vermag und das Bestehen einer verminderten Arbeitsfähigkeit nicht zum Bewußtsein kommt. Anders bei den zur Höchstleistung gesteigerten Anforderungen des Tränierens. Wenn auch beim Tränieren die Entwässerung und Entfettung des Körpers, die Zunahme der roten Blutkörperchen usw. in erster Linie den Erfolg haben, das Herz zu entlasten und arbeitsfähiger zu machen, was also einem unter erschwerenden Umständen arbeitenden Herzen ganz besonders zugute kommen muß, so sind andererseits die Anforderungen der im Tränieren zu leistenden Muskelarbeit derart, daß die für die mittleren Leistungen der Körpermuskulatur noch eben ausreichende und den vorhandenen Herzfehler verdeckende Herzkraft nun versagt, die Leistungsfähigkeit über einen oft unerwartet niedrigen Punkt nicht hinaus kann und Kreislaufstörungen sich einstellen. — Ähnlich verhält es sich mit Lungenerkrankungen.

Auch bei ausgesprochener Blutarmut sowie reizbarer Nervenschwäche ist ein strenges Tränieren mehr wie bedenklich.

Dor-  
tränieren.

3. Es ist also zuvörderst körperliche Gesundheit erforderlich, wenn man den Anforderungen des Tränierens sich unterziehen will. Ferner soll der Übergang aus einem an körperlichen Anstrengungen freien Alltagsleben zum entbehrungs- und arbeitsreichen Tränieren nicht plötzlich und unermittelt erfolgen, sondern einigermaßen vorbereitet sein.

Übungen  
beim  
Tränieren.

4. Was die Übungen beim Tränieren und deren Maß betrifft, so sind die Vorschriften darüber auf Überlieferung und Erfahrung begründet, namentlich soweit es sich um die Vorübung zu ganz bestimmten sportlichen Leistungen handelt. Die Summe der täglich zu leistenden Muskelarbeit ist so zu bemessen, daß sie einerseits mannigfache und reichliche Betätigung fordert, andererseits aber die Ermüdung nicht zu einem Grade steigert, welcher eine Unterbrechung in der täglichen Übungsarbeit nötig machen könnte.

Wichtig ist für die mannigfachsten Übungsarten, für die Vorbereitung zu Leistungen im Schwimmen, Rudern, Radsfahren, ebensowohl wie für das Tränieren zu athletischen Übungen im Wurf, Lauf, Sprung, Ringen usw., daß die Atmung und der Kreislauf zur größtmöglichen Leistungsfähigkeit gebracht werden. Es spielt daher diejenige Übung, welche Atmung und Herz am meisten kräftigt, fast bei jeder Art des Tränierens eine wichtige Rolle: nämlich der Lauf.

Gewichts-  
verlust.

5. Die starke Muskelarbeit, welche das Tränieren erfordert, hat namentlich zu Beginn des Tränierens die Folge, daß zuallererst der Vorrat des Körpers an Reservestoffen, vorab an Fett, zur Kräfteerzeugung verbrannt und eingeschmolzen wird.

Werden während des Trainierens diese Reservestoffe verzehrt, schwindet das entbehrliche Fettpolster und sorgt die übrige Lebensweise, namentlich die richtige Kost dafür, daß der Abgang an Fett nicht gleich wiedererseht wird, so tritt in Verbindung mit gleichzeitiger Wasserabgabe durch den vermehrten Schweiß bei Anstrengung eine Gewichtsabnahme des Körpers ein. Der Körper wird fettärmer und wasserärmer. Diese Gewichtsabnahme ist am größten in den ersten beiden Wochen des Trainierens. Sie wird weiterhin immer geringer und fällt nach vollendeter Einschmelzung der entbehrlichen Reservestoffe auf Null. So gibt Lagrange als Gewichtsverlust eines Läufers beim Trainieren an:

1. Woche: Gewichtsverlust 8 Pfund,
2. Woche: " 3 "
3. Woche: " 0 "

Nicht nur das. Das Wachstum der Muskelsubstanz, je nach den vorwiegend betriebenen Übungsarten, wie früher gezeigt, verschieden groß, kann am Ende des Trainierens ein geringes Wiederansteigen des Körpergewichts veranlassen. Nur wenn das kräftigende gesunde Trainieren in den bedenklichen Zustand des Übertrainiertseins umschlägt, findet eine weitere Gewichtsabnahme statt, dann aber nicht auf Kosten entbehrlicher Reservestoffe, sondern notwendiger Körpersubstanz.

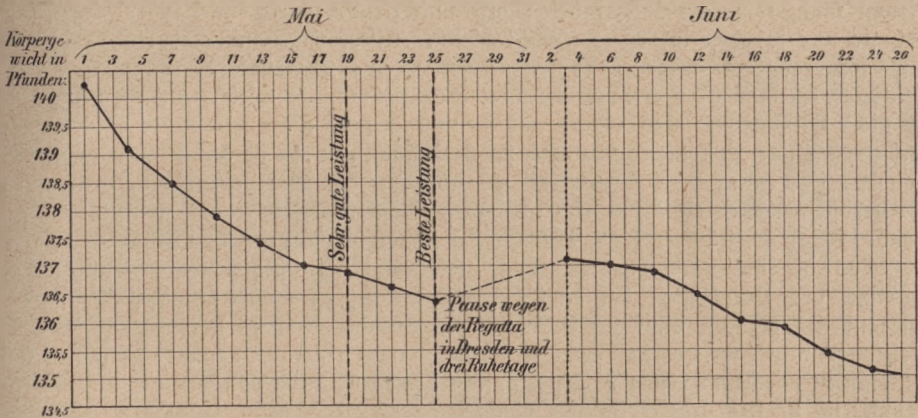


Fig. 359. Gewichtskurve während eines Rudertrainings nach G. Kolb.

Vorstehende Kurve (Fig. 359) von G. Kolb zeigt im Durchschnitt berechnet den Gewichtsverlust von acht jungen Leuten im Alter von 21–27 Jahren mit mäßigem Fettpolster während eines Rudertrainings an. Im ersten Monat verläuft die Kurve bei sehr mäßigem Gewichtsverlust so, daß die Abnahme des Körpergewichts sich stetig verlangsamte: Die Kurve hat eine konkave Gestalt. Zu Beginn und während der dritten Woche hatte die Rudermannschaft ihre größte Leistungsfähigkeit erreicht. Während einer Pause im Trainieren vom Ende Mai bis 3. Juni steigt das Körpergewicht wieder ein wenig an, um mit erneutem Beginn des Trainierens stetig zu fallen — gleichzeitig mit verminderter Leistungsfähigkeit: die Mannschaft war übertrainiert.

6. Um den Körper in die beste Verfassung zu hervorragenden Leistungen zu bringen, ist es wichtig, einerseits überschüssige Gewebsbestandteile zu beseitigen, den Körper namentlich fettärmer zu machen und wasserärmer, andererseits kraftgebende Muskelsubstanz neu anzusetzen. Diesen beiden Gesichtspunkten hat die Kost zu entsprechen: Sie muß reich sein an Eiweißstoffen zum Ersatz des verbrauchten und Ansatz neuen Muskel-fleisches, sie soll ein knapperes Maß an Fettsbildnern enthalten, also an Fett und Kohlehydraten. Aus demselben Grunde verbietet sich der Genuß alkoholischer Getränke, da Alkohol in seiner Rolle als Sparmittel ebenfalls Fettsatz bewirkt —

Kost beim Trainieren.

ganz abgesehen von der Eigenschaft des Alkohols, lähmend auf die körperliche und geistige Energie einzuwirken. Um den Körper zu entwässern, das Blut einzudicken und dadurch die Herzarbeit zu erleichtern, soll ferner die Flüssigkeitszufuhr auf ein Mindestmaß eingeschränkt werden.

Die zahlreichen, für das Tränieren vorgeschriebenen Kostordnungen wurden früher diesen Gesichtspunkten mit übertriebener Strenge gerecht.

Es wurde vor allem der reichliche Genuß von mageren Fleischarten und fettarmen Fischspeisen empfohlen, fettes Fleisch, sowie Fett und scharfer gewürzte Tunten verboten.

Ebenso wurden Suppen verboten und nur mäßige Zuzut zum Fleisch in Form von Brot, leichten Gemüsen und Obst gestattet, Mehlspeisen und Kartoffeln dagegen auf das geringste Maß eingeschränkt.

Alle diese Kostordnungen entsprachen im wesentlichen denjenigen, welche ärztlicherseits bei Entfettungskuren vorgeschrieben sind. Wie aber hier die sogenannte Bantingkur in ihrer vollen Strenge immer mehr verlassen wird, so auch jene strengen Kostordnungen beim Tränieren. Denn dadurch, daß dem Körper schnell und gewaltsam die Reservestoffe entzogen werden, so daß wesentlich das dem Fett an Brennwert weit nachstehende zirkulierende Eiweiß zur Lieferung des stark gesteigerten Energieumsatzes dienen muß, wird die Bilanz des Stoff- und Kraftwechsels im Körper eine solche, daß sie nur so eben im Gleichgewicht bleibt. Alles, was eingenommen wird, wird auch sofort wieder ausgegeben: eine Reserve, eine Sparrücklage, um auch bei gesteigerter Auslage oder etwa verminderter Einnahme das Gleichgewicht zu erhalten, ist nicht vorhanden. Es braucht nur — und das ist nicht selten der Fall — eine solche einseitige Kost die Verdauung zu beeinträchtigen, so ist das Manko schon vorhanden: aus Mangel an Reservestoffen wird dann das Organeiweiß angegriffen, der Körper geschwächt. Dies ist eine der wesentlichsten Ursachen des gefürchteten Zustandes des „Überträniertseins“, der schnellen Abnahme der Kraft und Leistungsfähigkeit.

Aus diesem Grunde hat schon die Erfahrung die Sportsleute gezwungen, die Strenge der Vorschriften der Kost beim Tränieren zu mildern und statt der vorwiegenden Fleischkost eine gut bekömmliche gemischte Kost zu bevorzugen. Als ein Nahrungsmittel, welches in nicht übergroßer Menge genommen ungemein schnell aufgenommen wird und einen hohen Brennwert zur Lieferung von Energie und Wärme besitzt, ist in den letzten Jahren vielfach der Zucker beim Tränieren verwendet worden, in Mengen von 50—60 g täglich, ansteigend bis zu 100 und schließlich nach mehrwöchentlichem Tränieren bis zu 200 g. Sowohl im sportlichen Tränieren (so bei Rudervereinen) als auch im deutschen Heere haben ausgedehnte Versuche die Vorzüge des Zuckergenußes zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts des Stoffwechsels bei stärkeren körperlichen Anstrengungen dargetan. Allerdings ist der Zucker in größeren Mengen genossen nicht jedem gleich bekömmlich.

Neuerdings macht sich in gewissen Sportkreisen, namentlich Englands und Nordamerikas, der Versuch geltend, den Stoffbedarf auch beim Tränieren mit Ausnahme von Milch und Käse nur durch pflanzliche Kost zu decken. Daß das ganz gut möglich ist, bei der nicht geringen Anpassungsfähigkeit unseres Körpers, ist schon oben gesagt — daß es aber besonders zweckmäßig ist, können wir nicht anerkennen. Insbesondere muß der Behauptung entgegengetreten werden, daß das Fleisch — und die Hülsenfrüchte! — „vergiftende Substanz“, nämlich Harnsäure, in den Körper einführen, und daß ebenso im Kaffee und Tee giftige harnsäureartige Körper, nämlich die Xanthine, enthalten seien, welche, wie die Harnsäure, erst reizend, dann herabsetzend auf die Arbeitskraft des Menschen einwirkten (Haig). Diese Stoffe sind ebenso wie andere Endprodukte des Stoffwechsels erst dann schädlich, wenn sie nicht regelmäßig ausgeschieden werden, so daß sie sich im Körper übermäßig anhäufen.



Im übrigen sind die beigebrachten sogenannten Beweise für die Schädlichkeit jedweden Fleischgenusses nicht derart, daß sie das Gebäude der Ernährungsphysiologie, für welches in Deutschland Männer wie Pflüger, Voit und Pettenkofer die wissenschaftlichen Grundlagen geschaffen haben, irgendwie erschüttern könnten. —

7. Als Unterstützung der Einwirkungen auf den Stoffwechsel und zur Belebung des Blut- und Säfteumlaufs in den Muskeln wird vielfach beim Tränieren ein regelmäßiges tägliches Massieren der Muskeln vorgenommen. Man stellt sich vor, daß diese dadurch „weich und beweglich“ erhalten würden. Nützlich ist solche Massage wohl, aber nicht notwendig.

Massage.

8. Die Entwässerung des Körpers ist wichtig, um die Herzarbeit zu erleichtern und zu bewirken, daß bei jedem Herzschlag in dem gegebenen Volum Blutflüssigkeit eine möglichst große Zahl roter Blutkörperchen in die Schlagadern gepreßt und den arbeitenden Muskeln zugeführt wird. Es vollzieht sich so die Sauerstoffzufuhr leichter und wird nicht so bald höchste Herzarbeit notwendig.

Entwässerung des Körpers.

Außer der Einschränkung der Flüssigkeitszufuhr ist es auch der starke Schweißverlust bei den Übungen, welcher die Gewebe des Körpers beim Tränieren wasserärmer macht.

9. Die Wichtigkeit der Haut als Ausscheidungsorgan nicht nur des Schweißes, sondern auch anderer Abfallstoffe des Stoffwechsels bedingt beim Tränieren eine stete geeignete Hautpflege. Tägliche kalte Abreibungen sind vor allem empfehlenswert, ebenso im Wechsel warme und kalte Duschen.

Hautpflege.

10. Daß beim Tränieren in erster Linie die vorzunehmenden Muskelübungen auf möglichste Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Lungen und des Herzens hinzielen, ist oben schon erwähnt. Es braucht nur an die Pflege des Laufs beim Tränieren und den Wert des Laufs für die Lungenübungen erinnert zu werden. Wie die Arbeit des Herzens durch die Entwässerung des Körpers und den Fettschwund begünstigt wird, so wird auch die Atemtätigkeit, namentlich die Zwerchfellatmung, durch die Einschmelzung der Fettmassen zwischen den Verdauungsorganen und in den Bauchwänden außerordentlich erleichtert. Damit ist die Atempflege beim Tränieren noch nicht erschöpft. Mit Recht wird es als besonders wesentlich angesehen, daß die Atmung nur in reiner Luft, womöglich im Freien stattfindet. Diese Rücksicht ist es auch, welche mit zu dem strengen Verbot des Rauchens während der Zeit des Tränierens geführt hat. —

Atempflege.

11. Es sei endlich noch erwähnt, daß den jungen Leuten, welche sich dem Tränieren unterziehen, die Enthaltung von geschlechtlichen Aufregungen strengstens geboten und eine dahingehende ehrenwörtliche Verpflichtung abgenommen wird.

Enthaltung von geschlechtlicher Aufregung.

## § 204. Wert des Tränierens.

Wert des Tränierens

Das Tränieren besteht also im wesentlichen aus:

1. regelmäßiger höchstmöglich gesteigerter Muskelübung, welche besonders auch auf Kräftigung und Entwicklung der Atem- und Kreislauforgane hinzielt;
2. geeigneter Lebensführung, welche a) hinsichtlich der Kost Entfettung und Entwässerung der Körpergewebe, Ansaß kraftgebender Muskelsubstanz, Vermehrung der roten Blutkörperchen anstrebt, b) die Haut- und Atemtätigkeit anregt und fördert, c) schwächende Genüsse, und zwar Tabak, Alkohol und Geschlechtsgenuß, streng fernhält.

Der Wert des Tränierens zeigt sich körperlich in folgendem:

Die Muskulatur wird kräftiger und weniger leicht ermüdbar, d. h. ausdauernder; die Muskelarbeit vollzieht sich mit sparsamerem Stoffumsatz, und es entstehen im Körper weniger giftige Zersetzungsprodukte, die durch die Nieren im Harn, durch die Haut mit dem Schweiß ausgeschieden werden. Der Haut des Träniererten entströmen bei weitem nicht so viele gasförmige, stark riechende Ausscheidungsstoffe wie der Haut dessen, der müßig lebt und sich mästet. „Er stinkt

Körperlicher Wert des Tränierens.

vor Saulheit“, sagt mit Recht der Volksmund. Fernerhin entsteht bei starker Muskelarbeit weniger Kohlensäure und tritt also weniger leicht Lungen-ermüdung und Atemnot ein. Die Atmung wird langsam und tief, wie schon früher erwähnt; die Zahl der Atemzüge fällt durchschnittlich von 16 auf etwa 12–13 in der Ruhe; der Atemumfang nimmt zu, wie sich in einer Vermehrung des Unterschieds der Brustmaße bei Ein- und Ausatmung um etwa 2–3 cm, sowie in einer zuweilen überraschend starken Erhöhung der Fassungskraft der Lungen (mittels des Spirometers festgestellt) ausdrückt. Die Kräftigung des Herzens zeigt sich darin, daß der Puls weniger häufig wird, die Durchschnittsziffer von 69 Pulsschlägen in der Minute am Morgen auf 63 sinkt. Kolb beobachtete sogar 58, ja in einem Falle 42 Pulsschläge in der Minute. Das mit dem Zustand des Träniertheins verbundene Bewußtsein der vollen Leistungsfähigkeit erzeugt ein wohlthuendes Kraftgefühl und Selbstvertrauen.

**Moralischer Wert des Tränierens.** Aber das Tränieren hat auch einen hoch anzuschlagenden moralischen Wert. Die jungen Leute, welche in Sportvereinen, in Spielvereinen, ja auch vereinzelt in Turnvereinen sich einem regelrechten Tränieren unterwerfen, legen sich damit freiwillig eine große Summe von Entbehrungen und heftigen unausgesetzten Anstrengungen auf. Die Summe von Willenskraft und selbstauferlegter, harter Leibeszuht, welche sich hier kundgibt, muß selbst dem Achtung einflößen, der vielleicht mit manchen Eigentümlichkeiten des heutigen Sportwesens nicht ganz einverstanden ist. —

## § 205. Überträniertsein.

Nicht immer bewegt sich das Tränieren in aufsteigender Linie bis zur vollendeten Höhe körperlicher Leistungsfähigkeit und Widerstandskraft, sondern es kommen auch Fälle vor, wo während des Träniertheins die Zunahme der Kraftfülle nicht weiter geht, vielmehr umschlägt in ihr Gegenteil, in eine stärkere Abnahme der Leistungsfähigkeit. Wir nennen solchen Zustand: Überträniertsein.

Dieser Zustand kann aus zweierlei Gründen eintreten.

1. Durch Störung des Stoffwechsels. Nach Aufzehren der Reservestoffe des Körpers wird die körperliche Arbeit des Tränierenden unmittelbar unterhalten durch die Kraftquellen der täglichen Nahrung. Sie soll eine kräftige und vor allem auch eiweißreiche sein. Indes nicht jedem bekommt die bisweilen etwas einförmige Kostordnung beim Tränieren. Es stellt sich eine Art von Widerwillen gegen diese Nahrung ein und bewirkt Appetitmangel und erschwerte Verdauung. Infolgedessen wird entweder die nötige Nahrungsmenge nicht voll aufgenommen, oder die aufgenommene und an sich genügende Menge wird nicht ordentlich verdaut und ausgenutzt. Die Folge ist, daß an Stelle der Nahrungsstoffe kraftgebende Stoffe des Muskelgewebes selbst angegriffen und verbrannt werden. Während ein Zuwachs an kraftgebendem, lebendem Gewebe stattfinden sollte, tritt umgekehrt Verbrauch an solchem ein: die Folge ist Abnahme der erworbenen Muskelkraft und Leistungsfähigkeit.

2. Durch nervöse Reizbarkeit. Die strenge Unterordnung unter die Vorschriften des Tränierens, die Umstimmung in der Ernährung und dem Stoffwechsel des Körpers sind meist begleitet von einer zunehmenden Erregbarkeit des Nervensystems. Diese vermehrte Reizbarkeit schlägt beim Zustand des Überträniertseins um in das Gefühl von Mattigkeit, Muskelschwäche und Ermüdung.

Es ist geboten, sobald die ersten Anzeichen des Überträniertseins sich einstellen, mit den Übungen des Tränierens aufzuhören, um durch Ruhe und gute Kost das Gleichgewicht des Stoffwechsels wiederzugewinnen und der Nervenschwäche Herr zu werden.

**Überträniertsein.**

**Nervöse Reizbarkeit und Schwäche.**

## Die Organe der Harnausscheidung.

### § 206. Allgemeines über den Harn und die Harnorgane.

Wie der Schweiß, so wird auch der Harn aus dem Blute ausgeschieden.

Der Harn ist eine Flüssigkeit, welche organische und unorganische Stoffe (letztere meist Salze) in wechselnder Menge gelöst enthält. Die tägliche Harnmenge beträgt im Durchschnitt beim Manne 1000—1500 ccm, beim Weibe 900—1200 ccm in 24 Stunden.

Harn und Harnorgane.

Harn und seine Menge.

Die Harnmenge wird vermindert, wenn größere Flüssigkeitsmengen auf anderm Wege, und zwar durch starke Schweiß oder stärkeren Durchfall ausgeschieden werden. Zwischen der Harn- und Schweißabsonderung findet also eine Art von Wechselbeziehung insofern statt, als die Harnmenge sinkt und konzentrierter wird bei starkem Schweißverlust, dagegen steigt und wässriger wird bei Schweißmangel.

Ferner wird die Harnmenge eine geringere bei Abnahme des Blutdrucks, eine größere bei Steigerung des Blutdrucks. Sie nimmt ferner zu bei reichlichem Übergang löslicher Stoffe in den Harn, namentlich des Harnstoffs bei stickstoffreicher Nahrung. Auch bestimmte seelische Einwirkungen, namentlich freudige Aufregungen, vermögen die Harnmenge zu steigern.

Die Farbe des Harns ist je nach der Menge der in ihm gelösten Stoffe fast wasserklar, blassgelb oder dunkler bis zur braunroten Tönung. Sind namentlich die Salze im Harn sehr reichlich enthalten, so trübt sich der Harn beim Erkalten, und ein Teil der Salze fällt als Niederschlag zu Boden.

Von den organischen Stoffen des Harns ist weitaus der wichtigste der stickstoffhaltige Harnstoff, das Endprodukt des Stoffwechsels der Eiweißkörper in der Nahrung. Die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffes beträgt 40 g in 24 Stunden beim Erwachsenen und wächst bei besonders eiweißreicher Nahrung. Wurden die Eiweißstoffe im Körper nur unvollkommen verbrannt, so erscheinen im Harn Harnsäure und (in geringen Mengen) eine Reihe anderer stickstoffhaltiger Körper. Die Harnsäure tritt besonders bei der Gicht reichlicher im Harn auf.

Harnstoff.

Harnsäure.

Bei Erkrankungen der Nieren tritt gewöhnlich im Harn Eiweiß auf. Es handelt sich dabei um die sogenannte Brightsche Nierenkrankheit in ihren verschiedenen Formen, welche, bald schnell und schwerer verlaufend, bald länger bestehend, stets eine sehr ernste Erkrankung darstellen, die häufig zum Tode führt. Nun haben zahlreiche Untersuchungen bei Soldaten, dann aber auch bei Läufern, Spielern, Radfahrern usw. ergeben, daß un- gemein oft selbst nach mittleren Anstrengungen (z. B. Marsch über 12, Dauerlauf über 6 km) sich Eiweiß im Urin nachweisen läßt, welches in der Ruhe aber wieder verschwindet. Man hat daher auch von einer „physiologischen“ Eiweißausscheidung nach körperlichen Leistungen gesprochen — die also keinen krankhaften Zustand der Nieren bedeutet. Immerhin eine Frage, die es erheischt, daß sie noch weiterhin wissenschaftlich erforscht wird.

Eiweiß.

Von anorganischen Stoffen sind im Harn namentlich enthalten Kochsalz sowie phosphorsaure und schwefelsaure Salze.

Die Absonderung des Harns aus dem Blute findet in den Nieren statt; der Harn wird dann weiter durch die Harnleiter zur Harnblase (oder Blase schlechtweg) geleitet, wo er sich ansammelt, und von wo er zeitweilig durch die Harnröhre entleert wird.

Die Nieren.

### § 207. Die Nieren. (Fig. 360.)

Die Nieren sind zwei große Drüsen von bohnenförmiger Gestalt, welche auf der Rückenfläche der Bauchwand zu beiden Seiten der Wirbelsäule in der Höhe des

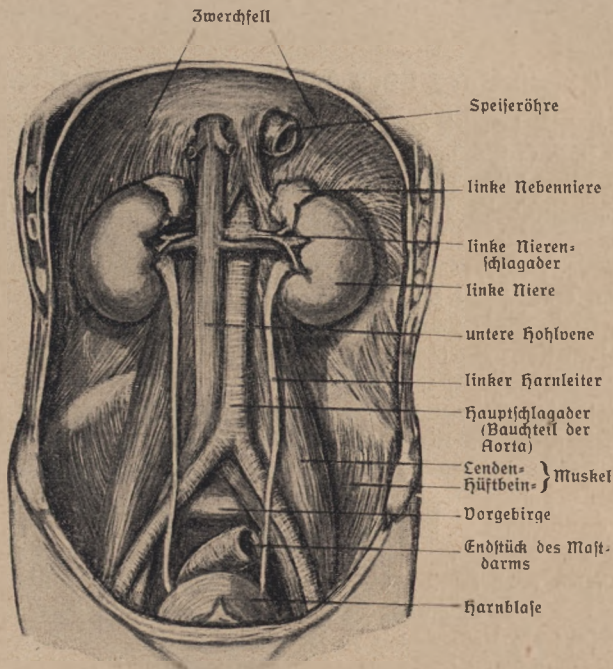


Fig. 360. Die hintere Wand der Bauchhöhle mit den Harnorganen nach Entfernung der Gedärme und der Leber.

ersten bis dritten Lendenwirbels gelegen sind. Der ausgeschnittene Rand der Nieren sieht nach einwärts. In diesen Ausschnitt, die Nierenpforte, münden die großen Schlagadern der Niere, und aus ihm treten die Nierenvenen sowie die Harnleiter. Die

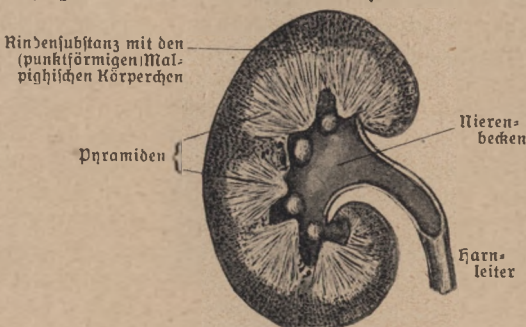


Fig. 361. Durchschnitt durch eine Niere.

Nieren sind umgeben von stark fett-haltigem Bindegewebe, der Nieren-kapsel. Auf dem oberen Teil der Nieren sitzen kappenartig zwei Blut-gefäßdrüsen, die Nebennieren auf, deren Bestimmung noch zweifel-haft ist.

Das Gewebe der Niere besteht aus einer großen Menge dünner Kanälchen, den Harnkanälchen, welche teils geschlängelt, teils in langen gestreckten Schleifen verlaufen. Das

blinde Anfangsstück dieser Kanälchen umfaßt jedesmal kapselartig einen Knäuel von Haargefäßen der Nierenschlagader im Rindenabschnitt jeder Niere, und durch diese Gefäßknäuel oder Malpighischen Körperchen wird aus dem Blut das Wasser nebst einem Teile der Salze des Harns hindurchgepreßt, während die anderen Harnbestandteile, namentlich der Harnstoff, von den Wänden der Harnkanälchen abge sondert werden. Die sämtlichen Harnkanälchen münden an der Nierenpforte in einen häutigen Behälter, das Nierenbecken, welches sich trichterförmig verengernd in den Harnleiter fortsetzt (Sig. 361).

Malpighische Körperchen.

Nierenbecken.

### § 208. Harnleiter und Harnblase.

Harnleiter und Harnblase.

Die beiden Harnleiter sind zwei dünne Röhren, welche neben der Wirbelsäule jederseits zum kleinen Becken hinabziehen, um in den untersten Abschnitt der Blase, den Blasengrund, den sie schief durchbohren, einzumünden.

Die Harnblase ist ein eiförmiger, häutig muskulöser Behälter, hinter der Schamfuge gelegen. Nur bei stark gefüllter Blase erhebt sie sich über den oberen Rand der Schamfuge. In der Wand der Harnblase befindet sich eine Schicht von organischen Muskeln, welche in verschiedenen Richtungen sich kreuzend, durch ihre Zusammenziehung den Inhalt der Harnblase unter starkem Druck durch die Harnröhre hinauszupressen vermögen (s. Sig. 235). An der Übergangsstelle der Harnblase in die Harnröhre, dem Blasenhals, befinden sich stärker angehäuft ringförmige Muskelfasern, welche als Schließmuskeln der Blase den Abfluß des Harns verhindern. Bei stärkerer Füllung der Blase ziehen sich die Muskelfasern der Blase zusammen und erzeugen so ein allmählich stärker werdendes Druckgefühl. Durch willkürlich festere Zusammenziehung des Schließmuskels vermag man bis zu einem gewissen Grade diesem Drängen entgegenzuwirken und vorzeitige Entleerung der Harnblase hintanzuhalten. Erst mit Nachlassen der Zusammenziehung des Schließmuskels vermag der Muskeldruck der Blasenwand den Widerstand zu überwinden und den Harn durch die Harnröhre nach außen zu pressen. Die Harnröhre ist beim Manne etwa 15—18 cm lang. Ihr der Blase zunächst gelegener Teil ist umgeben von der kastanienförmigen Vorstehdrüse. Beim Weibe ist die Harnröhre erheblich kürzer und nicht länger als 1,5—2 cm.

# Das Nervensystem.

## A. Allgemeine Nervenlehre. Hirn und Rückenmark.

### § 209. Aufgabe des Nervensystems.

Zweierlei Formelemente setzen im wesentlichen unser Nervensystem zusammen:

1. Zellen, die wir als Nervenzellen oder Ganglienzellen bezeichnen. Sie sind vor allem vereinigt in der sogenannten grauen Substanz der nervösen Zentralorgane, nämlich des Hirns und des Rückenmarks. Ganglienzellen kommen aber auch außerhalb der Zentralorgane in zahlreichen Knotenpunkten des Nervensystems vor. Solche Ganglienknoten finden sich besonders gehäuft in dem symmetrischen Nervengeflecht.

2. Fasern, welche die sogenannte weiße Substanz der Zentralorgane bilden und, als periphere Nerven aus Hirn und Rückenmark heraustretend, in Form von gröberen, feineren oder feinsten Säden sich im ganzen Körper allenthalben verzweigen.

Die eigentlichen Herde des Nervenlebens sind die Nervenzellen, während die Nervenfasern lediglich verknüpfende Leitungsorgane bilden. Die Nerven- oder Ganglienzellen sind gewissermaßen die Akkumulatoren, d. h. die Sammler, und die Transformatoren, d. h. die Umformer von Nervenkraft. Die Nervenfasern, oder Nerven schlechweg, leiten von den Sinnesorganen ausgehende Eindrücke zu den Nervenzellen der Zentralorgane, und hier werden jene Eindrücke zur bewußten Empfindung. Umgekehrt leiten die Nerven Erregungen von den Nervenzellen hin zu den Muskeln und veranlassen diese zur Arbeit, zur Zusammenziehung. Die Nervenfasern sind also gewissermaßen die Telegraphendrähte: sie übermitteln der Zentralstation diejenigen Nachrichten, welche von den Außenstationen der Sinnesorgane — den Organen des Gefühls, Gesichts, Gehörs, Geruchs und Geschmacks — über den Zustand und die Beschaffenheit der Dinge der Außenwelt wie des Körpers selbst einlaufen. Hält die Zentralstelle, welche in bestimmten Nervenzellen im Gehirn ihre Geschäftsstätte hat, dafür, daß auf Grund jener eingelaufenen Nachrichten bestimmte Maßnahmen, Ortsveränderungen des Körpers oder einzelner Teile von ihm erfolgen sollen, so werden die nötigen Befehle, Anregungen oder, wie wir sie oben schon genannt, Reize den Nerven entlang hinuntergeschickt zu den ausführenden Organen, den Muskeln. Wir unterscheiden demgemäß nach der Richtung ihrer leitenden Tätigkeit zweierlei Arten von Nerven:

1. **Empfindungs- und Bewegungsnerven** und 2. **Bewegungsnerven**. Laufen Empfindungs- und Bewegungsnerven vereint in größeren Nervenbündeln oder Nervenstämmen — ähnlich zahlreichen in einem Kabel vereinten Telegraphendrähten —, so heißen solche: gemischte Nerven.

Aufgabe  
des Nervensystems.

Ganglienzellen.

Nervenfasern.

Tätigkeit  
des Nervensystems.

Empfindungs- und  
Bewegungsnerven.

Der Sitz der Empfindung wie der willkürlichen Bewegungen befindet sich also in den Nervenzellen der Zentralorgane. Stoffliche Vorgänge in den Zellen der grauen Substanz des Gehirns begleiten alle seelischen Tätigkeiten; bei starker geistiger Tätigkeit ist das Gehirn blutreicher und sein Stoffwechsel ein lebhafterer. Wie der Muskel durch Ermüdungsstoffe leistungsunfähiger wird, so wird auch unsere geistige Leistungsfähigkeit durch Anhäufung von Ermüdungsstoffen im Gehirn herabgesetzt. Bestimmte Stoffe, in den Kreislauf eingeführt, vermögen unsere seelischen Empfindungen zu steigern, zu erregen, oder den Geist zu trüben und einzuschläfern (Alkohol, Äther, Chloroform, Morphinum usw.). Für unsere Erfahrung besteht keine Seelentätigkeit ohne das Vorhandensein Leber der Nervensubstanz. Dagegen ist uns jede Vorstellung darüber, wie die geistigen Vorgänge mit den stofflichen Erscheinungen in den Zellen der grauen Hirnsubstanz verknüpft sind, versagt.

Die Aufgabe des Nervensystems ist indes mit den eben beschriebenen Tätigkeiten noch nicht erschöpft. Wir haben früher gesehen, daß unser Herzschlag und unser Atemgang aus rhythmischen Muskelbewegungen bestehen, die in stetem Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung unwillkürlich erfolgen, aber nicht ohne Nerventätigkeit; denn auch hier entsenden Nervenzellen auf dem Wege von Nervenfasern Reize zur Herzmuskulatur wie zu den Atemmuskeln und veranlassen so deren Arbeit. In gleicher Weise stehen unter dem Einfluß unwillkürlich sich auflösender Nervendorgänge die mannigfaltigen Muskelstätigkeiten, welche in den Wänden der Blutgefäße, des Verdauungschlauches, der Harn- und Geschlechtsorgane, der Ausführungsgänge der Drüsen usw. sich abspielen. Auch die Absonderungen der Drüsen vollziehen sich unter dem Einfluß unwillkürlicher Nervenaneurung. Inwieweit endlich die Vorgänge der Ernährung, d. h. des Stoffansatzes, der Nerventätig-



Vorgänge  
im Zentral-  
nerven-  
system.

Unwillkür-  
liche  
Bewegungs-  
vorgänge.

Fig. 352. Übersicht des Nervensystems des Menschen. — In der Schädelhöhle das Gehirn, in der Achse des Rumpfes das Rückenmark. Davon ausgehend die peripheren Rückenmarksnerven.

keit bedürfen und von solcher beeinflusst werden, steht im vollen Umfange noch nicht fest.

Spielen sich die genannten rein unwillkürlichen Tätigkeiten des Nervensystems meist im System der sympathischen Nervenzellen und Nerven ab, so haben im Rückenmark sowie im verlängerten Mark vorzugsweise die sogenannten Reflexe ihre vermittelnde Stelle. Wir verstehen unter Reflexen unwillkürliche, oft recht umfangreiche Bewegungen, die sich aus Anlaß einer Gefühlsempfindung vollziehen, z. B. Husten nach Reiz der Kehlkopfschleimhaut, Niesen nach Reizung der Nasenschleimhaut, Brechbewegung nach Kitzeln des Schlundes usw.

Ein Grenzgebiet zwischen rein willkürlichen und unwillkürlichen Bewegungen bilden endlich die halbautomatischen Bewegungen. Ursprünglich nur willkürliche, meist in rhythmischem Gleichmaß sich wiederholende geordnete Bewegungen, sind sie durch häufigste Wiederholung schließlich unserem Bewegungsapparat so geläufig geworden, daß sie auf leichten Willensanstoß hin so gut wie von selbst erfolgen, d. h. halbautomatisch werden. Hierhin gehört z. B. das gewöhnliche Gehen.

Mit Rücksicht auf diese Tätigkeiten hat man das Gesamtnervensystem eingeteilt in 1. das animale Nervensystem, welches aus Hirn und Rückenmark nebst den zugehörigen Nerven besteht, also die Organe des Seelenlebens in sich schließt und die mit Bewußtsein verbundenen Empfindungen und Bewegungen vermittelt. Letztere stufen sich dabei von rein willkürlichen Bewegungen ab zu halbautomatischen und Reflexbewegungen; 2. das vegetative Nervensystem, welches aus dem sympathischen Nervengeflecht besteht und die in der Regel ohne Einfluß des Bewußtseins waltenden Tätigkeiten der Atmung, der Ernährung und die damit verbundenen unwillkürlichen Bewegungen anregt.

Zwischen diesen beiden Systemen bestehen die mannigfachsten Verknüpfungen und Übergänge, so daß eine Scheidung nicht immer durchführbar ist.

## § 210. Bau der Nervenfasern.

Eine jede Nervenfaser setzt sich zunächst zusammen aus außerordentlich feinen, erst bei 500–800facher Vergrößerung erkennbaren Säferchen, den Primitivfibrillen. Isoliert kommen solche nur vor in den letzten Endausbreitungen der Nerven sowie in den feinsten Ausläufern der Ganglienzellen.

Im übrigen sind diese Fibrillen stets zu Bündeln nebeneinander vereinigt. Wir nennen solche Bündel, welche den eigentlich leitenden Teil und den Kern des Nerven darstellen, Achsenzylinder (Fig. 363). Der Achsenzylinder zeigt bei sehr starker Vergrößerung eine zarte Längsstreifung als Andeutung der Fibrillen, welche ihn zusammensetzen. Nerven, welche nur aus einem Achsenzylinder bestehen, nennt man nackte Achsenzylinder. Meist ist der Achsenzylinder umgeben von einer schützenden und ernährenden röhrenförmigen Hülle, der Markscheide. Sie besteht aus einer fettigen, halbfüssigen, stark lichtbrechenden Substanz. Nur mit einer Markscheide umhüllte Achsenzylinder kommen namentlich in der weißen Substanz der Zentralorgane



Fig. 363. Auflösung eines Achsenzylinders (Riechnerv) in Primitivfibrillen. Starke Vergrößerung.

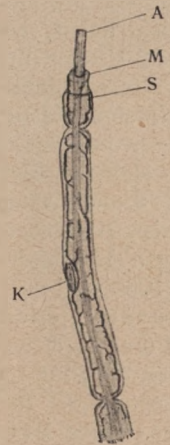


Fig. 364. Markhaltiger Nerv. A Achsenzylinder; M Markscheide; S Schwannsche Scheide; K ihr Kern. An zwei Stellen ist die Scheide eingeschnürt. — Starke Vergrößerung.

Reflexbewegung.

Halbautomatische Bewegung.

Animales Nervensystem.

Vegetatives Nervensystem.

Bau der Nervenfasern.

Primitivfibrillen.

Achsenzylinder.

Markscheide.



vor. Bei denjenigen Nerven, welche von Hirn und Rückenmark ausgehen und im Körper sich verzweigen, ist die Marksheide noch von einer weiteren Hülle umgeben: der zarten, kernhaltigen sogenannten Schwannschen Scheide (Fig. 364). In bestimmten Abständen zeigt die Nervenscheide Einschnürungen, welche den Nerv wie aus Gliedern zusammengesetzt erscheinen lassen: „Ranvier'scher Schnürring“. Es gibt endlich auch marklose, aus einem nackten Achsenzylinder bestehende Nerven, welche nur von einer solchen Schwannschen Scheide umgeben sind.

Die Mehrzahl der Nerven besteht aus Achsenzylinder, Marksheide und Schwannscher Scheide. Solche Nervenfasern treten nun wieder zu größeren Nervenbündeln zusammen, die zusammengehalten werden von einer starken häutigen Hülle, der Nervenscheide. Dabei geht jede Nervenfasern als ununterbrochene Leitung — wie die zu einem Kabel verbundenen Telegraphendrähte — durch, bis zur Endigung im Muskel oder in einem Sinnesorgan (Fig. 365).

Die Bewegungsnerve der Nervenbündel verzweigen sich baumförmig in den Muskeln; die feinsten Nervenendäste münden in dem Nervenendhügel der Muskelfasern, um mit letzteren zu verschmelzen (siehe oben § 79). Die Sinnesnerven enden auf verschiedenste Weise: die bloßen Empfindungsnerve fast allüberall im Körper; die Tastnerve in der Haut; die Sehnerven in der Netzhaut des Auges; die Gehörnerve im Labyrinth des Ohres; die Riechnerven in der Nasenschleimhaut; die Geschmacksnerve in den Geschmackswärzchen der Zunge.



Fig. 365. Querschnitt durch mehrere Nervenbündel — Sn Nervenfasernscheide; Nq die zu Bündeln vereinten Nervenfasern im Querschnitt.

## § 211. Die Nervenzellen.

Die Nerven- oder Ganglienzellen sind außerordentlich vielgestaltig und von verschiedenster Größe. So sind die Ganglienzellen in den Vorderhörnern des Rückenmarks besonders groß und können an feinen gefärbten Querschnitten schon mit bloßem Auge als feine Pünktchen wahrgenommen werden (Fig. 366 u. 367). An anderen Stellen, namentlich im Gehirn, werden sie wesentlich kleiner. Durch bestimmte Färbemittel (Thionin) kann man an der Ganglienzelle schollenartige Gebilde (sogenannte Tigroid-Schollen) sichtbar machen, welche bei Ermüdung und Erschöpfung verschwinden, um nach Erholung wieder sichtbar zu werden. Es handelt sich also um die Ansammlung von Stoffen in der Nervenzelle, die bei deren Tätigkeit jedesmal aufgebraucht werden (s. Fig. 367).

Die Nervenzellen haben einen, zwei oder auch mehr Fortsätze. Namentlich zahlreiche Fortsätze, welche der Ganglienzelle ein sternförmiges Aussehen geben, finden sich bei den Zellen im Rückenmark und an vielen Stellen des Groß- und Kleinhirns. Neben den sich sonst bis zu den feinsten Fasern oder Sibrillen verzweigenden Fortsätzen findet sich bei den Nervenzellen des Rückenmarks stets ein unverästelter Fortsatz, welcher Achsenzylinderfortsatz heißt, im weiteren Verlauf eine Marksheide erhält und dann eine markhaltige Nervenfasern darstellt. Verläuft diese Nervenfasern im Körper weiterhin zu einem Muskel, um sich in dessen Nervenendhügel zu verzweigen und mit

Schwannsche  
Scheide.

Nerven-  
bündel.

Nerven-  
endigung.

Nerven-  
zellen.

Achsen-  
zylinder-  
fortsatz.

der Muskelsubstanz gewissermaßen zu verschmelzen, so haben wir in diesem Falle den abgeschlossenen Teil einer Bewegungsnervenbahn, ein sogenanntes Neuron vor uns, bestehend aus 1. Ganglienzelle, 2. Achsenzylinder oder Nervenfasern, 3. Endverzweigung der Nervenfasern im Muskel.

Die anderen Fortsätze der Ganglienzelle mit ihren Verzweigungen stellen Verbindungen mit benachbarten Ganglienzellen her.

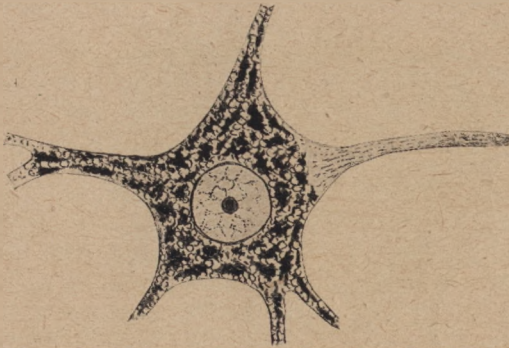


Fig. 366. Ganglienzelle aus dem Rückenmark mit gefärbten sogenannten Tigroidschollen. Rechts ein abgehender Achsenzylinder (nach Derrborn).

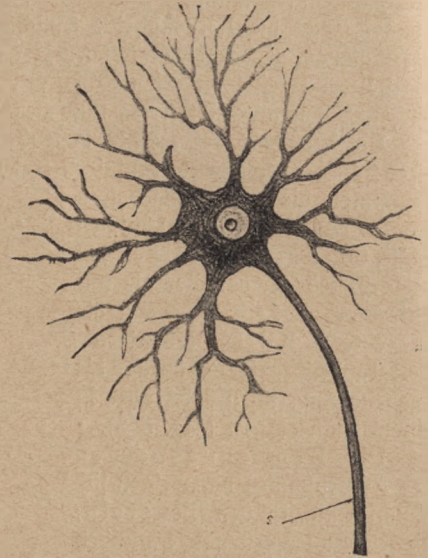


Fig. 367. Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarks. a Achsenzylinderfortsatz. — Vergrößerung 300.

Gehirn.

## § 212. Das Gehirn.

Das Gehirn füllt die gesamte Schädelhöhle aus und hat in seiner Hauptmasse eine halbkugelförmige Gestalt. Am Schädelgrund geht es durch das verlängerte Mark unmittelbar über in das Rückenmark, welches eine strangförmige Verlängerung des Hirns darstellt.

Das Gehirn zeigt einen nach rechts und links symmetrischen Bau. Eine Quersfurche, am hinteren Teil der halbkugeligen Oberfläche gelegen, teilt das Gehirn in einen vorderen und größeren Abschnitt: das Großhirn, und einen hinteren und unteren Abschnitt: das Kleinhirn. Großhirn und Kleinhirn sind durch einen an der Unterfläche des Hirns, der Hirnbasis, gelegenen Hirnteil, die Brücke (oder Varolsbrücke), miteinander verbunden (Fig. 368). Beim Anblick von oben wird das Kleinhirn des Menschen von dem hinteren Abschnitt des Großhirns, dem Hinterlappen, vollkommen bedeckt.

Eine tiefe Längsfurche, die Mittelspalte, in der Mittellinie von vorn nach hinten laufend, trennt zunächst das Großhirn in die beiden Halbkugeln oder Hemisphären. Sie sind in der Mitte durch den Balken, sowie an der Hirnbasis durch die Varolsbrücke miteinander verbunden.

Unvollkommener ist die Trennung des Kleinhirns, indem die Furche hier flacher ist. In der Längsfurche an der Unterfläche des Kleinhirns liegt das verlängerte Mark.

An den Halbkugeln des Großhirns unterscheiden wir je drei Flächen: eine flache untere, der Schädelbasis aufliegend, eine ganz flache innere, welche der Mittelspalte zugekehrt ist, und eine seitliche, konvex gewölbte Fläche. Die Oberfläche der beiden Halbkugeln zeigt eine große Zahl von wulstförmigen verschlungenen Erhabenheiten,

Großhirn  
und  
Kleinhirn.

Halbkugeln  
des  
Großhirns.

die Hirnwindungen, durch Furchen voneinander getrennt, im Aussehen einem Paß von Gedärmen ähnelnd. Am Kleinhirn sind diese Furchen schmal, verlaufen parallel von einer Kleinhirnhälfte über das Verbindungsstück hinweg zur anderen und geben dem Kleinhirn ein querstreifiges Ansehen (Fig. 369).

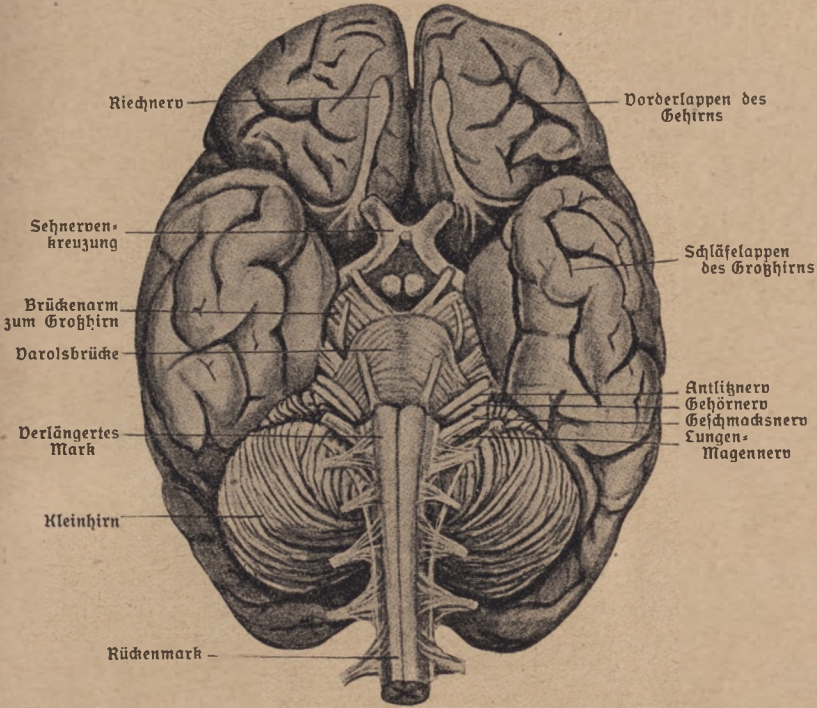


Fig. 368. Ansicht des Gehirns von unten mit den Ursprüngen der Gehirnnerven.

Innerhalb der beiden Halbfugeln des Großhirns befinden sich zwei mit Flüssigkeit gefüllte Hohlräume, die beiden seitlichen Hirnhöhlen. Eine dritte Hirnhöhle befindet sich unter dem Balken, während eine vierte sich zwischen Unterfläche des Kleinhirns und oberer Fläche des verlängerten Markes befindet.

Die Oberfläche der Halbfugeln des Großhirns zerfällt in je fünf Lappen: 1. den Stirnlappen, hinter dem Stirnbein gelegen und dem Dach der Augenhöhlen aufliegend; 2. den Schläfelloppen, von dem Stirnlappen durch die tiefe Sylvische Spalte getrennt; 3. den Mittel- oder Scheitellappen, unter den Scheitelbeinen gelegen; 4. den Hinterlappen, nach hinten das Kleinhirn überragend; 5. den Stammlappen (auch Insel genannt), in der Tiefe der Sylvischen Spalte.

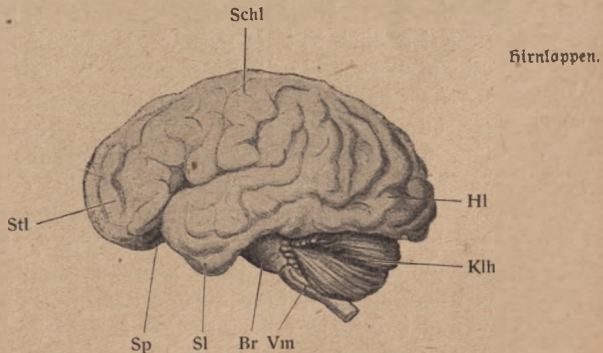


Fig. 369. Seitenansicht des Gehirns. Stl Stirnlappen; Schl Scheitellappen; Sl Schläfelloppen; Sp Sylvische Spalte; HI Hinterlappen; Klh Kleinhirn; Br Brücke; Vm Verlängertes Mark.

Verteilung  
der grauen  
und weißen  
Substanz.

Wie oben dargelegt, besteht das Hirn aus einer weißen Substanz, die lediglich Züge von Nervenfasern enthält, und einer graurötlich gefärbten sogenannten grauen Substanz, deren hervorragendste Bestandteile die Nerven- oder Ganglienzellen bilden. Da die Nervenzellen die eigentlichen Herde des Nervenlebens bilden, so beansprucht die Entwicklung und Ausdehnung der grauen Substanz besonderes Interesse.

Im Großhirn bildet die graue Substanz vor allem eine etwa kleinfingerdicke Schicht, welche die gesamte Oberfläche des Großhirns überzieht. Je zahlreicher die Windungen der Halbkugeln des Großhirns und je tiefer die trennende Furche, um so größer ist die Flächenausdehnung und die Masse der Großhirnrinde. Außerdem kommen im Großhirn noch besondere stärkere Herde von grauer Substanz im Innern der Halbkugeln vor, und zwar um die Hirnhöhlen gelagert (Höhlengrau oder Gehirnganglien).

Im Kleinhirn bildet die graue Substanz ebenfalls die Rinde. Letztere ist indes nicht geradlinig gegen die weiße Substanz abgesetzt. Vielmehr zeigt sich auf dem Durch-

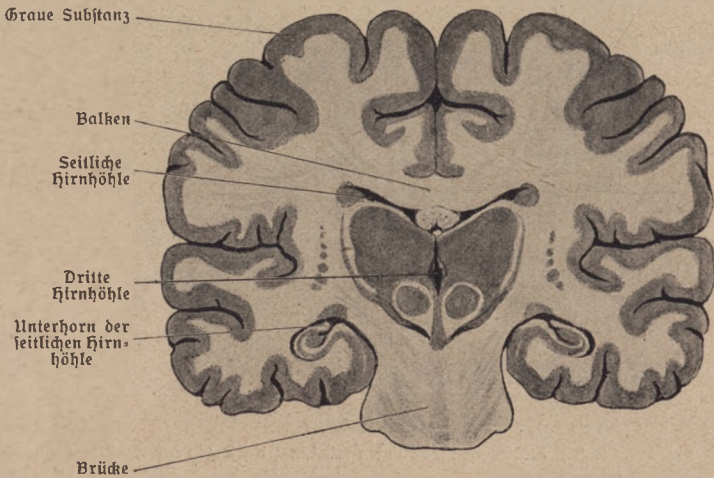


Fig. 370. Querschnitt des Gehirns in der Richtung von links nach rechts. Die graue Substanz der Rinde und der Herde im Innern dunkler getönt.

schnitt, daß die weiße Substanz baumförmig verzweigt in die graue hineinragt, eine zierliche Figur bildend, welche als Lebensbaum bezeichnet wird (Fig. 335). Sie erinnert nämlich in ihrer Form an die rundlich zackigen Blätter der immergrünen Thuja occidentalis oder des Lebensbaums.

Der  
verlängertes  
Mark.

Als verlängertes Mark bezeichnen wir das noch in der Schädelhöhle befindliche, durch das große Hinterhauptloch in das Rückenmark sich fortsetzende Übergangsstück. Es zeigt eine vordere und hintere Längsfurche. Die Fasernzüge des verlängerten Marks kreuzen sich zum Teil, und zwar sind es die beiderseits der vorderen Längsfurche zunächstliegenden sogenannten Pyramidenstränge, welche ihre Fasern nach der anderen Seite hinüberschneiden. Da diese Fasern nach oben zur grauen Hirnrinde, wo der Ausgangspunkt der willkürlichen Bewegungen sich befindet, nach abwärts zum Rückenmark verlaufen und dort mit den Bewegungsnerven der Muskulatur des Körpers Verbindung haben, so erklärt es sich, daß Zerstörungen der Hirnsubstanz auf einer Seite Lähmungen der Muskulatur auf der entgegengesetzten Körperhälfte zur Folge haben. Blutungen (infolge von Schlagfluß), z. B. in der linken Großhirnhemisphäre, können Lähmung des rechten Arms und des rechten Beins nach sich ziehen.

Zwischen dem Kleinhirn und der oberen Fläche des verlängerten Marks befindet sich die vierte Hirnhöhle. An ihrem Boden bilden die hier verlaufenden Faserstränge eine rautenförmige Figur, die Rautengrube. Der vordere Spitze, dem Großhirn zugewendete Winkel dieser Rautengrube steht in Verbindung mit der dritten Hirnhöhle, der hintere Spitze, dem Rückenmark zugewendete Winkel, auch „Schreibfeder“ genannt, steht in Verbindung mit dem Zentralkanal des Rückenmarks. Der Boden der Rautengrube ist mit einer Schicht grauer, von queren weißen Streifen durchsetzten Substanz belegt. Diese Stelle hat als Ursprungsort des die Herzbewegung regulierenden und die Atemtätigkeit beeinflussenden zehnten Hirnnerven eine ganz besondere Bedeutung. Namentlich liegt zu beiden Seiten der hinteren Spitze der Rautengrube das koordinierende Zentrum für die unwillkürliche Atemtätigkeit. Diese Stelle heißt der Lebensknoten. Zerstörung dieser Stelle des verlängerten Marks hat sofortiges Aufhören der Atembewegungen und damit den Tod zur Folge.

Rauten-  
grube.

Atemungs-  
zentrum.

### § 213. Das Rückenmark.

Das Rücken-  
mark.

Das mit seinen Häuten den Wirbelfanal bis zur Lendenwirbelsäule ausfüllende Rückenmark ist ein langes strangförmiges Gebilde von zylindrischer Form. Da, wo die starken Nerven für die oberen und die unteren Gliedmaßen abgehen, in der Gegend der letzten Halswirbel sowie des letzten Brust- und ersten Lendenwirbels, ist es stärker als an dem oberen Hals- und dem Bruststück. Es zeigt also eine Hals- und eine Lendenanschwellung. Das Rückenmark endet kegelförmig. Ein Büschel von Nerven füllt den Wirbelfanal der Lendenwirbel aus (als „Pferdeschweif“ bezeichnet); ein Endfaden läuft bis in den Kreuzbeinanal hinab.

Eine vordere und eine hintere Furche teilt das Rückenmark in seiner ganzen Länge in zwei halbzyllindrische Seitenhälften. Ihre Mitte hängt durch einen schmalen Verbindungsteil, die Querkommissur, zusammen. In der Mitte dieser verläuft durch die ganze Länge des Rückenmarks ein feiner Kanal, der Zentralkanal. Er mündet nach oben, wie wir sahen, am hinteren Winkel der Rautengrube in die vierte Hirnhöhle. Der Zentralkanal steht somit in Verbindung mit den Hirnhöhlen. Dies ist begründet durch die Entwicklung des Gehirns und des Rückenmarks, welche aus einer zylindrischen Rinne entstehen, die sich später zu einem Rohr schließt. Drei Blasen, zu denen sich das Kopfende dieses Rohres erweitert, bilden die erste Anlage des Gehirns.

Zentral-  
kanal.

Anders als im Gehirn sind im Rückenmark die graue und weiße Substanz verteilt, indem im Rückenmark die graue Substanz im Innern liegt und den Zentralkanal umgibt, während die weiße Substanz die Rinde bildet. Auf einem Querschnitt des Rückenmarks gewahrt man im Verbindungsteil der beiden durch die vordere und die hintere Furche geschiedenen Seitenhälften den feinen Zentralkanal und um diesen, eine etwa x-förmige Figur darstellend, die graue Substanz. Die nach vorn gehenden Schenkel dieser x-förmigen Figur, die Vorderhörner, enden breit und folbig; die nach hinten gehenden Schenkel, die Hinterhörner, sind spitz ausgezogen. Die aus den Vorderhörnern entspringenden Nervenfasern sind Bewegungsnerve, die aus den Hinterhörnern entspringenden Empfindungsnerve. Die in den Vorder- und Hinterhörnern liegenden Nervenzellen, welche mit diesen Nervenfasern in Verbindung stehen, sind groß, sternförmig und reich

Graue und  
weiße Sub-  
stanz.

Vorder- und  
Hinter-  
hörner.



Fig. 371. Querschnitt des Rückenmarks.

Vordere  
und hintere  
Nerven-  
wurzeln des  
Rücken-  
marks.

verästelt. Die seitlich aus dem Rückenmark austretenden vorderen und hinteren Nervenfasern oder Nervenwurzeln vereinen sich beiderseits noch innerhalb der Zwischenwirbellöcher und gehen von da als gemischte Nerven zur rechten oder linken Körperseite (s. Fig. 368).

Bell'sches  
Geleß.

Durchschneidet man bei einem Tiere die vorderen Nervenwurzeln des Rückenmarks auf einer Seite, so wird die Muskulatur der ganzen betreffenden Körperseite gelähmt, während die Empfindung fortbesteht. Durchschneidet man auf der anderen Seite die hinteren Nervenwurzeln, so erlischt die Empfindung auf der betreffenden Körperseite. Es war der englische Physiologe Bell, welcher 1814 dieses bedeutsame Geleß entdeckte.

Häutige  
Hüllen des  
Gehirns und  
des Rücken-  
marks.

## § 214. Häutige Hüllen des Hirns und des Rückenmarks.

Gehirn und Rückenmark sind mit mehreren häutigen Hüllen umgeben, welche die Zentralorgane in der Schädelhöhle und im Wirbelkanal befestigen, sowie Träger der zuführenden ernährenden und der ableitenden Blutgefäße sind.

Harte  
Hirnhaut.

Zunächst an die Knochenwände der Schädelhöhle und des Wirbelkanals legt sich die harte Hirnhaut (dura mater) an, welche sackartig das Gehirn umhüllt, auf das Rückenmark übergeht und als Blindsack in der Lendenwirbelsäule endet.

Am Hirn sendet die harte Hirnhaut stark vorspringende Fortsätze in Form häutiger fester Platten in die großen Trennungsfurchen, und zwar in die Mittelspalte zwischen den beiden Großhirnhemisphären die Hirnsichel (falx cerebri), die sich vom Hahnenkamm des Siebbeins zur Mitte des Hinterrandes des Hinterhauptloches erstreckt, während, die Hirnsichel kreuzend, das Hirnzelt (tentorium) in die Quersfurche zwischen Groß- und Kleinhirn sich einschiebt und, als zeltartiges Dach über dem Kleinhirn ausgespannt, dieses vor dem Druck des Großhirns schützt. Indem die harte Hirnhaut am Ursprung ihrer Fortsätze vom Schädeldach sowie an deren Saum in zwei Blättern auseinanderweicht, entstehen spaltförmige Hohlräume, die als Blutleiter (sinus) für größere Venenbahnen des Gehirns dienen.

Unter der harten Hirnhaut folgt zunächst die zarte Spinnwebhaut (arachnoidea) und unter dieser die Gefäßhaut (pia mater). Die Gefäßhaut ist die Trägerin der ernährenden Blutgefäße; sie schmiegelt sich der Oberfläche des Gehirns und des Rückenmarks fest an und folgt dieser in alle Furchen und Einsenkungen.

Hirn-  
Rücken-  
marks-  
flüssigkeit.

Zwischen diesen Häuten befindet sich die Hirn-Rückenmarksflüssigkeit. Sie findet sich auch in den Hirnhöhlen und dem Zentralkanal vor. Ihre Gesamtmenge beträgt etwa 100 ccm. Stark vermehrt erscheint sie beim sogenannten Wasserkopf, einer Krankheitsform, die neben anderen Störungen der Entwicklung (Rachitis) zum Schwund jeder gesunden geistigen Tätigkeit führen kann.

## § 215. Gewicht und Größe des Gehirns.

Gewicht und  
Größe des  
Gehirns.

Absolutes  
Hirngewicht.

Der Rauminhalt des Schädels beträgt für den Mitteleuropäer im Durchschnitt: 1500 ccm beim Manne, 1300 ccm beim Weibe; das Hirngewicht beim europäischen Manne 1357 g, beim Weibe 1235 g (Mittel aus zahlreichen Angaben). Inwieweit ein unmittelbares Verhältnis zwischen Hirngröße und geistiger Leistungsfähigkeit besteht, ist zweifelhaft. Bei einzelnen geistig sehr hervorragenden Männern hat man zwar ungewöhnlich großen Rauminhalt des Schädels und außerordentliches Hirngewicht gefunden — bei anderen aber auch eine Hirngröße, die kaum den Mittelwert erreichte. Die Grenzen des Hirngewichts vollsinniger Menschen schwanken zwischen 1000 und 2000 g. Ist das Hirngewicht unter 900 g, so besteht stets geistige Minderwertig-

feit. Bei Mikrocephalen (kleinköpfigen Idioten) kann das Hirngewicht sogar herabgehen bis auf 500 g, dem Gehirngewicht der anthropoiden Affen. Solche Kleinheit des Gehirns entsteht durch krankhafte Störung im Wachstum des Gehirns und nicht, wie man früher annahm, durch eine vorzeitige Verknöcherung der Schädelnähte.

Mikrocephalie.

Aus der Tierreihe ist nur das Gehirn des Elefanten und das des Walfisches größer als das Menschenhirn. —

Das Verhältnis des Hirngewichts zum Körpergewicht — im Mittel bildet das Hirn <sup>1</sup>/<sub>50</sub> des Körpergewichts beim Erwachsenen — gibt gleichfalls keinen ziffermäßigen Maßstab für die Größe der Verstandskräfte.

Die Beobachtung, daß bei den Gehirnen einzelner geistig besonders hervorragender Männer — das Gehirn des großen Mathematikers Gauß findet man als Beweis oft abgebildet — die Zahl der Windungen des Gehirns besonders groß und die Furchung besonders tief ist, während beim Negerhirn und erst recht beim Affenhirn die Windungen und Furchungen der Hirnoberfläche weit geringer an Zahl und Tiefe sind, lehrt, daß im ersteren Falle die Flächenentwicklung der grauen Hirnrinde eine besonders große ist, während sie beim Neger geringer und sehr viel geringer beim menschlichen Affen wird. Die Dicke der grauen Hirnrinde ist dabei allerdings nicht berücksichtigt.

Gehirnoberfläche.

Zweifellos ist aber der Herd der höheren geistigen Tätigkeiten in der grauen Rinde der beiden Hemisphären des Großhirns zu suchen, während andere Gehirnteile, und zwar vor allem das verlängerte Mark und das die Verbindung von Groß- und Kleinhirn bildende Mittelhirn den Sitz automatisch wirkender Nervenzentren darstellen. Da zeigt sich nun, daß das Verhältnis des Großhirns, als des Sitzes der Intelligenz, zu den automatisch wirkenden Hirnteilen dem Hirn des Menschen seinen besonderen Charakter verleiht. Beim Menschen ist die Hirnrinde verhältnismäßig am weitaus stärksten entwickelt gegenüber den automatisch wirksamen Hirnteilen, beim Tierhirn ist die Entwicklung der letzteren im Verhältnis weit mächtiger. Das Hirn des Affen kommt in dieser Richtung dem Menschenhirn noch am nächsten.

Verhältnis der einzelnen Hirnteile zueinander.

## § 216. Die Großhirnrinde.

Beim schlafenden Menschen, bei welchem die Tätigkeit der Großhirnrinde eingestellt ist, fehlt sowohl die Empfindung für die Vorgänge in der Außenwelt — soweit nicht heftige Erregungen der Gefühls- oder der Sinnesnerven den Schlafenden aufwecken — als auch willkürliche Bewegung und geistige Tätigkeit. Nur beim Übergang vom Wachen zum Schlaf oder vom Schlaf zum Wachen äußert sich in mehr oder weniger verschwommenen, oft phantastischen Traumbildern eine Art geistigen Empfindens und Schaffens. Der tiefe Schlaf ist traumlos, der Mensch gleicht darin einem Wesen, dem beide Halbkugeln des Hirns entfernt sind. Dagegen finden auch im tiefen Schlafe zahlreiche Körpertätigkeiten ihren Fortgang. Regelmäßig geht der Atem, geht der Herzschlag; es arbeiten die Verdauungs- und Harnorgane; bei überwarmer Bedeckung im Nachtlager erweitern sich die Hautblutgefäße, und es wird Schweiß abgefordert usw. Selbst leichte Körperbewegungen, anscheinend zweckmäßig, werden bei unbequemer Lage, bei Kitzel auf einer Hautstelle ausgeführt, ohne daß dies dem Schlafenden zum Bewußtsein kommt. Ja in den seltenen Fällen des Nachtwandels sehen wir wohlgeordnete Bewegungen mit vollkommener Erhaltung des Gleichgewichts ausgeführt. Alle diese mannigfachen unbewußten Tätigkeiten stehen unter Nerveneinfluß, vollziehen sich unter der maschinenmäßigen und automatischen Arbeit großer Abschnitte der Zentralorgane: des Mittelhirns, des Kleinhirns, des verlängerten Marks, des Rückenmarks.

Die Großhirnrinde.

Unwillkürliche Tätigkeiten im Schlaf.

Die Tätigkeiten der willkürlichen überlegten Bewegung, der bewußten Empfindung und der sinnlichen Wahrnehmung haben dagegen ihren Sitz in der grauen Substanz, welche die Oberfläche des Großhirns überzieht, in der Großhirnrinde. Hierhin leiten die Empfindungsbahnen und veranlassen die Wahrnehmung äußerer Eindrücke, von hier aus gehen alle durch Willen und Vorstellung erregbaren Bewegungsfasern.

Hirnzentren.

Es befinden sich demnach in der Großhirnrinde Zentralstellen: Bewegungszentren, Sinneszentren und sogenannte Assoziationszentren, in denen die Erregungen mehrerer Sinnesorgane in höhere Einheiten zusammengefaßt werden. Teils durch Verfolgung der Faserausstrahlung der Nervenbahnen in die Hirnrinde oder den Hirnmantel, teils durch Beobachtung des Ausfalls gewisser geistiger Tätigkeiten nach Zerstörung bestimmter umschriebener Stellen des Gehirns (z. B. nach leichten Schlaganfällen, nach Verletzungen und im Kriege besonders nach Schußverletzungen), teils durch den Tierversuch hat man die Lage einer ganzen Reihe solcher Zentren ermittelt und eine förmliche Karte der Großhirnfläche festgestellt, welche z. B. die Ursprungspunkte für die Bewegungsnerven der verschiedenen Muskelgebiete des Körpers (Arm-, Bein-, Rumpfmuskeln usw.) angibt. Am längsten bekannt ist das in der Gegend der dritten linken Stirnwindung gelegene Sprachzentrum. Ihm benachbart ist der Sitz des Wortgedächtnisses. Zerstörung dieser Hirnpartie (z. B. durch Blutaustritt oder Schußverletzung) bedingt Verlust des Sprechvermögens (Aphasie). Wie die Koordination der Sprache, d. h. das richtige Zusammenarbeiten erstens der Atemmuskeln, zweitens der Kehlkopfmuskeln zum Zustandekommen der Sprechatmung sowie der Bewegungen der Stirnbänder und drittens der Muskeln des Gaumens, der Zunge, der Lippen usw. zur Bildung der Vokale und der Konsonanten ihr besonderes Zentrum hat, so auch die Koordination der Schreibbewegungen. Wird letzteres zerstört, so erlischt die Fähigkeit des Schreibens (Agraphie), obgleich die Worte in der Vorstellung noch vorhanden sein können.

Hinsichtlich des Sehens unterscheiden wir eine Sehsphäre im Hinterlappen des Gehirns, welches die Wahrnehmung der Gesichtseindrücke vermittelt, und ein psychooptisches Zentrum, wo gewissermaßen die Erinnerungsbilder aufbewahrt werden, welche dazu dienen, neue Gesichtseindrücke richtig zu deuten. Ist das letztere Zentrum zerstört und außer Tätigkeit gesetzt, so tritt „Seelenblindheit“ ein, d. h. Gegenstände und Personen werden zwar wahrgenommen, aber nicht erkannt. Ein besonderes Erinnerungsfeld besteht auch für geschriebene oder gedruckte Wörter oder Zahlen.

Ähnlich liegt die Sache bezüglich des Gehörorgans. Auch hier besteht neben der Hörsphäre, wo Gehöreindrücke als solche bewußt aufgenommen werden, ein besonderes Erinnerungsfeld, das „psychoaakustische“ Zentrum, zu deren Deutung. Fällt dieses Zentrum durch Zerstörung aus, so tritt „Seelentaubheit“ ein: man hört sprechen, aber versteht nicht die Sprache, gerade so als ob man eine in der Jugend einmal gelernte Sprache später vergessen hat. Der Sitz der Hörsphäre ist wahrscheinlich im Schläfellen des Gehirns, und zwar in der Tiefe der Sylvischen Spalte, zu suchen.

Einen großen Raum, breit über die Mitte der Außenfläche des Hirns ziehend und dann in die einander zugekehrten Flächen der Mittelspalte des Gehirns hinab sich hinziehend, nehmen die „psychomotorischen Zentren“, d. h. die Bewegungs- und Gefühlssphäre ein. Von diesem großen Rindenfeld gehen einerseits die Bewegungsanreize für die willkürlichen Muskeln des Körpers aus: zuunterst, von der Sylvischen Spalte beginnend (s. Fig. 372), die für das Gesicht, das Kauen, die Zunge (in gleicher Höhe mit dem Sprachzentrum in der dritten Stirnwindung und diesem benachbart); dann folgen die Zentren für die oberen Gliedmaßen (hier stößt auch nach



hinten das Schreibzentrum an), weiter für den Rumpf und (mit diesen über die Höhe des Scheitellappens in die Mittelspalte hinabragend) die des Beins. Diese Körperbewegungssphäre ist aber zugleich auch Körperfühlsphäre, d. h. hier enden all die vielen Empfindungseindrücke der Körperoberfläche, der Muskeln, der Gelenke usw.

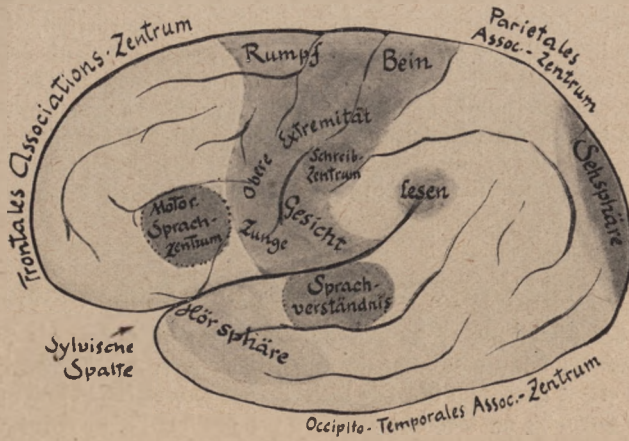


Fig. 372. Zentren der Hirnrinde (Linke Hemisphäre: Außen-seite).

und erhalten als Tast-, Druck-, Temperatur-, Bewegungs-, Muskel- und Lage-sinn durch ein Netz von Zellen, die miteinander verknüpft sind und Erinnerungsbilder aufbewahren, jedesmal die richtige Deutung.

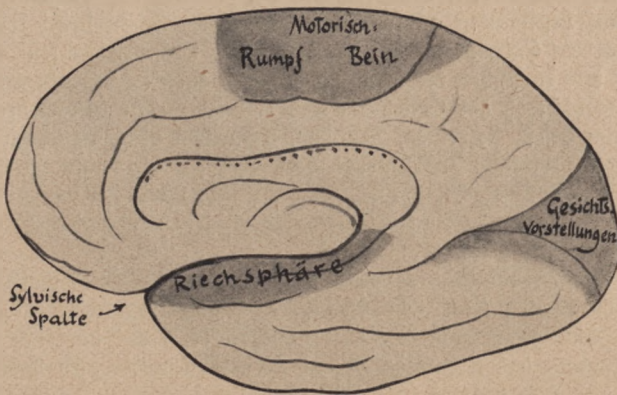


Fig. 373. Zentren der Hirnrinde (Innen-seite der rechten Hemisphäre).

Für die Erinnerungsbilder aller Sinne gilt das Gesetz, daß sie um so fester haften, je öfter die Sinneserregung einwirkte, welcher sie entsprechen. Je häufiger z. B. ein Wort gehört wurde, um so fester prägt sich sein Klangbild den betreffenden Erinnerungszellen (im psycho-akustischen Zentrum) ein, um so schneller „fällt“ uns das Wort wieder „ein“ und damit verknüpfen sich alle die Erinnerungsvorstellungen, welche das Wort weckt. So z. B. mit dem Wort „Rose“ die Erinnerung an deren Duft in den Riech-, an ihre Farbe an der Seh-, an die Stacheln des Stengels in der Fühlsphäre, an das Wort-bild in dem Lesen-, an das Schreiben des Worts im Schreibzentrum usw.

Nun liegen vorn nach dem Stirnlappen hin, ebenso wie hinten über dem größten Teil des Scheitellappens, große Felder der Hirnrinde, in denen keine umschriebenen besonderen Aufgaben ihren Sitz zu haben scheinen. Vielmehr besteht nach Glebsig die Tätigkeit dieser großen Hirnrindenbezirke darin, die Erregungszustände verschiedenartiger Sinnesphären zu assoziieren. Das gilt namentlich für das große Gebiet, welches sich zwischen Tact- (oder Gefühls-), Seh- und Hörphäre ausbreitet, das sogenannte „okzipitotemporale“, also in der Hinterhaupts- und Schläfengegend gelegene Gebiet. Hier soll nach Glebsig die Bildung und das Sammeln von Vorstellungen und von Wortklangbildern, deren Verknüpfung untereinander, mithin das eigentliche positive Wissen und weiterhin die phantastische Vorstellungstätigkeit üben, kurz im wesentlichen alles das, was die Sprache speziell als „Geist“ bezeichnet, seinen Sitz haben. — Es ist hier nicht der Ort, um alle diese überaus schwierigen Fragen mehr als nur andeutungsweise hinauszugehen.

### § 217. Die Frage der Rechts- und Linkshändigkeit.

Schon in der Einleitung (§ 2) war darauf hingewiesen, daß die Symmetrie des äußeren Körperbaus keine vollkommene und insbesondere bei den meisten Menschen die rechte Seite etwas bevorzugt ist. Die Muskeln des rechten Arms sind nach C. Weber durchschnittlich um 6 % an Gewicht schwerer als die des linken Arms, ebenso ist der rechte Arm beim Erwachsenen um 4–6 mm länger als der linke. Ähnlich verhält es sich mit dem rechten Bein.

Auffallender aber ist, daß der rechte Arm auch geschickter und gebrauchsfähiger ist als der linke. Diese Ungleichheit ist indes nicht etwa entstanden durch Gewohnheit, Erziehung und Übung, d. h. durch überwiegenden Gebrauch der rechten Hand und des rechten Arms zu allerlei Hantierungen des Lebens von Jugend an, sondern sie beruht auch auf bestimmten anatomischen Ursachen. Schon beim Neugeborenen soll eine etwas stärkere Entwicklung des rechten Arms nachweisbar sein. Nun sind aber durchaus nicht alle Menschen rechtshändig, sondern einzelne bevorzugen die linke Hand, wo es nur angeht, trotz der Erziehung und Übung, welche den Gebrauch der rechten Hand, z. B. zum Essen, Schreiben, Zeichnen, Schneiden usw., vorschreibt, und trotz des Umstandes, daß zahlreiche Instrumente von jeher für die rechte Hand berechnet sind, wie der Bohrer, die Schraube, die Schere, die Glinte usw. In solchen Ausnahmefällen ist die linke Hand von vornherein kräftiger und geschickter. Es gibt endlich auch Menschen, welche rechts wie links gleich geschickt sind.

Auf den ältesten bildlichen Darstellungen werden die Hauptwaffen, Schwert und Speer, mit dem rechten Arm gehandhabt. Allerdings kommen da auch seltene Ausnahmen vor. Eine ziffernmäßige Angabe enthält die Bibel im Buch der Richter, wo von der Austilgung des Stammes Benjamin erzählt wird. Es heißt da (Kap. 20, Vers 15 und 16), daß unter den 26 700 Kriegern des Stammes 700 waren, „welche links waren“ beim Werfen mit der Schleuder, also 2,6 %. Dieses Verhältnis stimmt mit dem, welches auch nach heutigen Zählungen das des Vorkommens von Linkshändigkeit ist. — Auch im Sprachgebrauch gilt „linkisch“ als ungeschickt, während die Bezeichnungen „recht“ und „richtig“ auf den Vorzug der rechten Hand hinweisen. Lateinisch heißt dexter rechts und dexteritas Geschicklichkeit, ebenso ist es in anderen Sprachen, so daß man nach Fraenkel und Gaupp wohl sagen kann, daß die Rechts-handedigkeit des Menschen älter ist als die Sprache.

Nun liegt das Sprachzentrum in der grauen Hirnrinde, wie wir sahen, links. Da ferner die rechts- und linksseitigen Nervenfasern des Rückenmarks sich vor ihrem Eintritt in das Hirn kreuzen, so werden die Bewegungen der rechten Körperseite beherrscht

Bevorzugung der rechten Körperseite.

Größere Gebrauchsfähigkeit des rechten Arms.

von der linken Hirnhälfte und umgekehrt. Demgemäß muß auch, entsprechend der größeren Gebrauchsfähigkeit der rechten Körperseite, eine Überlegenheit der linken Hirnhälfte vorhanden sein. Diese hat man nun in der Art gesucht, wie das rechte und das linke Hirn mit Schlagaderblut versorgt werden.

So hat vor einigen Jahren Lüddeckens zu zeigen versucht, daß die Art der Krümmung der Aorta und die Lage der aus dem Aortenbogen abgehenden Schlagadern einen vermehrten Blutdruck und größere Blutzufuhr in der linken Kopfhälfte und insbesondere in dem linksseitigen Gehirnteil bedingen, gegenüber der rechten Kopf- und Gehirnsseite. Die Richtung des Blutstroms aus dem Herzen geht zunächst gegen die rechte Wand des aufsteigenden Teils der Aorta und wendet sich von da direkt gegen die Ausmündung zu der linken Kopf- und Schlüsselbeinschlagader (s. Fig. 374). Günstigere Blutzufuhrverhältnisse zur linken Hirnseite bedeuten für diese, im Gegensatz zur rechten Seite, eine stärkere Entwicklung und erhöhte Tätigkeit und damit einen erhöhten Nerven einfluß auf die von hier aus versorgte rechte Körperseite.

Anatomische Ursache der stärkeren Entwicklung des Großhirns.

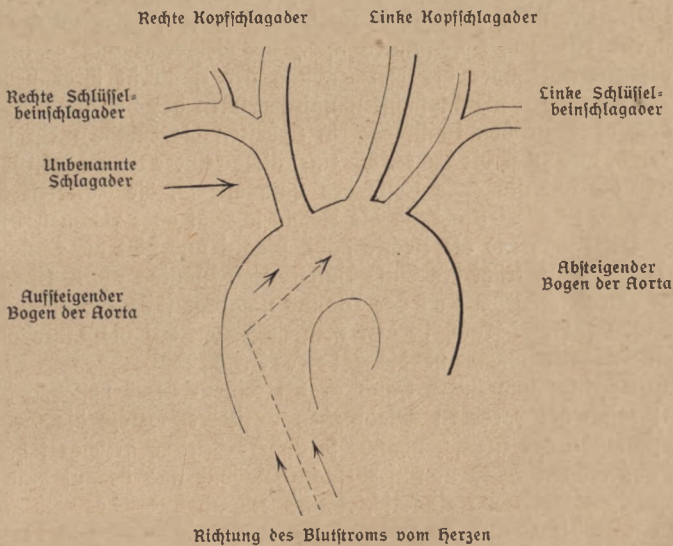


Fig. 374. Der Bogen der Aorta und seine Abzweigungen.

Nun unterliegt aber die Art, wie die Kopf- und Schlüsselbeinschlagadern vom Bogen der Aorta entspringen, häufig Abweichungen. Beide Gefäße können z. B. rechts gesonderten Ursprung haben; sie können auch links aus einer gemeinsamen unbenannten Ader hervorgehen; es kann die linke Schlüsselbeinschlagader noch vor der rechten, sich mit dieser kreuzend, von der Aorta abgehen usw. Solche Abweichungen in dem Ursprung dieser Blutgefäße hat man nun wiederholt bei den Leichen solcher Menschen gefunden, welche während ihrer Lebenszeit ausgesprochene Linkshänder waren.

Abweichungen im Ursprung der Kopf- und Schlüsselbeinschlagadern.

Alles dies bestärkt die Vermutung, daß die größere Kraft und Geschicklichkeit des rechten Arms und der rechten Hand ebensowohl wie die selten vorkommende größere Leistungsfähigkeit der linken Hand auf bestimmten anatomischen, von vornherein im Körperbau des Menschen begründeten Verhältnissen beruhen, insbesondere auf den Unterschieden in der Blutzufuhr zur rechten und zur linken Kopfhälfte.

Haben wir nun diese Ungleichheit von rechter und linker Körperseite als einen Mangel oder als einen Vorzug zu betrachten? Ich meine als letzteres, und zwar aus folgenden Gründen. Die Dervollkommnung aller Lebewesen beruht auf dem Prinzip

Ungleichheit von rechter und linker Körperseite.

der Arbeitsteilung. Nun dienen die Gliedmaßen der Wirbeltiere vorzugsweise der Fortbewegung. Diejenigen Tiere, bei welchen dieser Zweck so gut wie ausschließlich vorherrscht, sind die wehrlosesten, z. B. die Ein- und Zweihüser. Das Gebiß, sowie bei manchen der mit Horn oder Geweih bewaffnete Kopf sind fast ihre einzige und recht ungefüge Waffe. Anders, wenn schon die Tazze zum Schlagen, Fassen und Reizen benützt werden kann. Indes beim Menschen tritt erst eine Arbeitsteilung der Gliedmaßen derart ein, daß der Fuß der Fortbewegung allein dient, während die Hand, das unvergleichliche „Werkzeug aller Werkzeuge“, wenn von entsprechender Intelligenz geleitet, den Menschen zum tatsächlichen Herrn der Schöpfung erhebt. Zwar ist der Affe anscheinend — denn die Hinterhände der Affen haben anatomisch den Bau von Füßen — sogar mit vier Händen versehen, aber selbst die so geschickten Vorderhände des Affen in ihrem langen schmalen Bau, mit dem kurzen Daumen, den dünnen weichen und runzligen Ballen, sind doch nur ein Zerrbild der edlen Menschenhand, sind vorzugsweise Greif- und Kletterorgane und dienen vornehmlich der Ortsbewegung (s. o. Fig. 159<sup>u</sup>. 160). Die Menschenhand dagegen dient ja auch gelegentlich einmal, beim Klettern, Hangeln, Kriechen, Schwimmen usw., zur Ortsbewegung — indes das will sehr wenig besagen gegenüber der Verwendung der Hand in ihrer bewunderungswürdigen Fertigkeit zu den mannigfachen Hantierungen des Lebens.

Es werden aber zu den kunstfertigsten Arbeiten die Hände meist so gebraucht, daß die eine Hand, und zwar die rechte, die eigentliche feinere Arbeit ausführt, während der linken mehr die unterstützende Rolle des Handlangers, die Tätigkeit des Haltens, des Zulangens usw. zufällt. Während die Rechte schreibt oder zeichnet, hält die Linke das Blatt oder Heft; während die Rechte näht, spannt und hält die Linke den Saum; während die Rechte malt, trägt die Linke Palette und Malstoch usw. Am Klavier fällt der Linken die „Begleitung“ zu; an der Violine umgreift sie die Saiten, während die Rechte den Bogen führt — kurz, in den meisten Fällen hat die Linke die Rechte in ihrer Tätigkeit zu unterstützen, ist die Dienerin der Rechten. Diese Arbeitsteilung zwischen rechter und linker Hand — bei keinem Tiere bestehen solche Unterschiede im Gebrauch der vorderen Gliedmaßen — ist es, welche die Gebrauchsfähigkeit und Geschicklichkeit der Menschenhände so außerordentlich gesteigert hat. An diese Bevorzugung der rechten Hand ist unser Auge gewöhnt und darauf eingelernt, eben danach ist unser Handwerkszeug eingerichtet und gebaut.

Es wäre ein großer Verlust an Zeit und Mühe, ja wir würden in der Entwicklung der Handfertigkeit zurückbleiben, sollte — etwa der harmonischen Ausbildung halber — jede Hantierung gleicherweise mit der Rechten wie mit der Linken gelehrt werden. Die Arbeitsteilung zwischen rechts und links ist ein mächtiges Mittel zur Steigerung menschlicher Geschicklichkeit gewesen — und in dieser Hinsicht ein Vorzug.

Auf unseren Übungsplätzen werden manche Fertigkeiten ebenfalls nur rechts — eine Ausnahme machen die wenigen linkshändigen Turner und Spieler — ausgeführt. Den Ball, den Ger, den Diskus, die Kugel, den Stein schleudern, werfen oder schlagen wir mit der Rechten; Säbel und Stoßfechtel führen wir mit der Rechten; den Pfeil senden wir mit der Rechten vom Bogen, drücken den Hahn an Armbrust und Flinten mit dem rechten Zeigefinger und zielen über das Korn mit dem rechten Auge usw.

Wenn beim Turnen im engeren Sinne auch der Grundsatz befolgt wird, jede Übung widergleich, d. h. rechts und links auszuführen, so ist es zwecklos, diesen Grundsatz auch bei solchen gymnastischen Fertigkeiten durchzuführen, die, als Brauchkunst im Leben verwertet, nicht anders als mit Bevorzugung der rechten Seite ausgeführt werden. Im Gegenteil, bei allen Übungen, wo infolge der vorhandenen Naturanlage die Ausführung stets mit derselben Körperseite bevorzugt wird und besser gelingt, gibt einseitige Übung die größte Leistungsfähigkeit.

Einseitig  
ausgeführte  
Übungen.

Daher ist für den Wurf in seinen mannigfachen Formen, für das Schlagen und Sechten, für den Sprung — Freisprung wie Stabsprung — und ähnliche Übungen die Forderung beidseitig gleicher Ausbildung zwecklos und ein Hemmnis für die volle Entwicklung der Leistungsfähigkeit.

Für Übungen dagegen, bei welchen nicht ein bestimmtes Ergebnis das wichtigere ist, sondern das Übungsziel in der Kräftigung bestimmter Muskelgruppen, in der Erhöhung der prompten Zusammenarbeit zahlreicher Bewegungsnerven liegt, ist mit vollem Recht gleiche Ausbildung rechts wie links zu fordern.

Nun ist in jüngster Zeit, erst in Amerika und England, dann aber auch in Deutschland (M. Graenkel = Charlottenburg, Walter Simon = Königsberg u. a.), eine Bewegung entstanden, welche allerdings für unsere Jugend eine doppelhändige Ausbildung fordert. Man weist darauf hin, in welcher übler Lage sich die befinden, welche durch eine Erkrankung der linken Hirnhälfte sich eine rechtsseitige Lähmung zuzogen. Sie verlieren die Fähigkeit zu sprechen; sie können nicht schreiben usw. — kurz sind außerordentlich hilflos gegenüber denen, welche links gelähmt sind.

Tatsächlich ist es unschwer, mit der linken Hand schreiben zu lernen, und zwar nicht nach links hin, wie die rechte Hand nach rechts schreibt, also sogenannte Spiegelschrift (wie sie der große Leonardo da Vinci anwandte), sondern die gleiche Schrift wie mit der Rechten, und zwar am besten Steilschrift. Ebenso ist auch das Zeichnen mit der linken Hand in der Schule ausführbar, wie z. B. in amerikanischen Schulen nach der Methode von Liberty Cadd von den Schulkindern beidhändig zugleich an die Tafel gezeichnet wird.

Man hat sogar der Vorstellung Raum gegeben, daß durch die ganz vorwiegende Beschäftigung mit der rechten Hand, d. h. durch die vorwiegende Betätigung der linken Hirnseite, die rechte Hirnhälfte gewissermaßen brach liegen bleibt und nicht so entwickelt wird, wie es bei doppelhändiger Beschäftigung wohl möglich wäre. Tatsächlich hat die Übung der linken Hand bei rechtsseitig Gelähmten es erreicht, daß ihre vollkommene Hilflosigkeit gehoben wurde. Sie lernten mit der linken Hand bis dahin ungewohnte Verrichtungen ausüben, lernten mit der Linken nicht nur essen, sondern auch schreiben und erlangten so die verlorengegangene Sprachkenntnis wieder. Die eifrigen Befürworter der doppelhändigen Ausbildung unserer Jugend erhoffen nichts weniger als Entfaltung und Entwicklung auch der rechten Gehirnhälfte und damit größere geistige Leistungsfähigkeit und Regsamkeit, Verminderung der geistigen Ermüdbarkeit, Besserung bei geistiger Unzulänglichkeit und Minderwertigkeit. Sie stellen ferner durch die doppelhändige Ausbildung größere Handgeschicklichkeit, Abnahme der Arbeitsunfähigkeit, bessere körperliche Ausbildung und Haltung, Verhütung des Sprachverlustes bei linksseitigem Schlaganfall usw. in Aussicht.

Ob alles das sich tatsächlich erreichen lassen wird, mag noch dahingestellt sein. Die Ziele sind aber so vielversprechend, daß sich ernsthafte und genügend ausgedehnte Versuche wohl lohnen. Aus den eng umgrenzten bisherigen Erfahrungen an Königsberger Schulen lassen sich zwingende Schlüsse noch nicht ziehen.

## § 218. Der Faserverlauf im Hirn und Rückenmark.

Mit unendlicher Mühe hat die neuere Forschung versucht, den Verlauf der vom Rückenmark durch das verlängerte Mark und die Hirnstiele zum Gehirn führenden Empfindungsfasern, ebenso wie den Verlauf der von der Hirnrinde ausgehenden und zum Rückenmark führenden Bewegungsfasern, sowie endlich den der verbindenden Assoziationsfasern zu verfolgen und festzustellen.

Doppelhändige Ausbildung.

Faserverlauf im Hirn und Rückenmark.

fühlerregung in dem betreffenden Sinnesnerven (durch Schall- oder Lichtwelle, Tašteindruck u. dgl.) und der folgenden willkürlichen Bewegung eine gewisse Zeit: die Reaktionszeit. Diese beträgt auch dann noch bis zu  $\frac{1}{5}$  Sekunde, wenn die betreffende Bewegung eine vorher verabredete, kurze und einfache ist, z. B. im Geben irgendeines Zeichens besteht.

Man hat die Reaktionszeit so bestimmt, daß eine Versuchsperson auf einen Sinnesindruck durch ein mit der Hand gegebenes Zeichen antwortete. So beträgt z. B. für die Schalleindrücke die Reaktionszeit 0,136–0,167 Sekunden, für Lichteindrücke 0,15 bis 0,22 Sekunden. Allerdings ist die Prüfung der Reaktionszeit immer sehr schwierig und unsicher. Bei Unaufmerksamkeit ist sie wesentlich länger; sie wird kürzer, wenn die Versuchsperson schon vor dem Reiz reagiert. Man nimmt daher aus vielen Versuchen (etwa 50 Messungen hintereinander) den sogenannten Zentralwert als „persönliche Reaktionszeit“.

Diese Reaktionszeit setzt sich zusammen aus: 1. Erregung des Sinnesnerven und Fortpflanzung der Erregung zum Gehirn. Hier muß 2. diese Sinneserregung (z. B. Gesicht- oder Gehörseindruck) ins Bewußtsein eintreten und 3. durch die Aufmerksamkeit es folgt 4. mit gewisser Dauer die Willensanregung, welche die zeichengegebende Bewegung auslöst; sie muß 5. dem Bewegungsnerven entlang zum zeichengegebenden Muskel laufen.

Zeitmessung  
mit der  
Kennuhr.

Infolge des Vorhandenseins dieser Reaktionszeit wird z. B. beim Zeitmessen mit der Kennuhr, wie sie für den Wettlauf oder das Radrennen gebräuchlich ist, der Druck auf den Knopf der Uhr und damit das Laufen des meist Fünftelsekunden angehenden Zeigers stets einen kleinen Bruchteil einer Sekunde nach dem gegebenen Zeichen (Pistolenschuß, Senken einer Fahne u. dgl.) erfolgen. Ein Gleiches ist natürlich der Fall für das Losshießen des Läufers. Ebenso wird dieser kleine Fehler sich wiederholen bei der Ankunft des Läufers oder Rennfahrers am Ziel. Gute Übung im Zeitnehmen, ebenso wie die gespannte Aufmerksamkeit der Zeitnehmer und der Läufer verringern diese Fehlerquelle, so daß Messungen mit Fünfteln der Sekunde noch hinreichende Genauigkeit haben. Dagegen können genaue Messungen der Lauf- und Fahrgewindigkeiten nach Zehntelsekunden nur mit selbsttätigen elektrischen Vorrichtungen erfolgen, deren Verwendung übrigens auch wiederholt und mit Erfolg versucht worden ist.

## § 220. Verlängerung und Verkürzung der Reaktionszeit.

Die Zeit, welche zwischen einem von außen kommenden, durch die Sinnesorgane vermittelten Bewegungsantrieb und der daraufhin erfolgenden Bewegung selbst erfolgt, kann unter Umständen eine längere werden oder eine Verkürzung erfahren.

A. Verlängert wird die Reaktionszeit, so daß die Auffassung des Sinnesindrucks und die darauf erfolgende Bewegung träger verläuft, bei allen Zuständen, welche die Erregbarkeit der Nerven, der Hirntätigkeit oder der Muskulatur herabsetzen. Hierhin gehören:

1. Ermüdungszustände, mögen sie nun mehr örtlicher Art (Muskelermüdung, Hirnermüdung) sein oder auf allgemeiner Erschöpfung beruhen.

2. Einwirkung bestimmter Stoffe. Hier sei vor allen der Alkohol genannt. Er hat schon in kleineren Gaben eine anfänglich erregende, später lähmende Wirkung. Letztere wird um so stärker, und die Verlängerung der Reaktionszeit, d. h. Trägheit des Erfassens und des Handelns, tritt um so vollständiger und um so eher ein, je größer die genossene Alkoholmenge ist und je schneller sie einverleibt ward.

Verlängerung  
und Verkürzung  
der Reaktionszeit.

Verlängerung  
der Reaktionszeit.

Ermüdungs-  
zustände.

Einwirkung  
von Alkohol  
u. s. w.

Dorheriger Alkoholenuß beeinträchtigt also die Fähigkeit zu solchen Leibesübungen, welche schnelles Auffassen und schnellstes entsprechendes Handeln verlangen, wie dies z. B. beim Ballspiel, beim Sechten, beim Ringen der Fall ist. Dabei braucht an eigentlich herauschende Mengen noch gar nicht gedacht zu werden. Umgekehrt bewirkt Tee und Kaffee — in gewohnter kleiner Menge natürlich — eine Verkürzung der Reaktionszeit. Ähnlich wirkt die Fleischbrühe (s. o.).

Tee und Kaffee.

Unlust-  
geföhle.

3. Unlustgeföhle. Alle Unlustgeföhle, wie Unbehagen, Schmerz, Ekel, Langeweile, Verdrossenheit setzen die Muskelenergie herab und wirken herabstimmend und hemmend auf die Nerventätigkeit. Daher hier die Reaktionszeit wesentlich verlängert erscheint, die Auslösung von Bewegungen träge erfolgt. Für den Betrieb von Leibesübungen ergibt sich auch hieraus, daß langweilender Drill, ewige Wiederholung von Ordnungsübungen, ein geistloses Einerlei von Freiübungen oder von Gemeinübungen am Gerät abstumpft. Vor allem bei der Jugend, deren Nerventätigkeit von Unlust- oder Lustgeföhlen besonders stark beeinflusst wird. Beim Erwachsenen vermögen Pflichtgeföhle, Zucht und Willenskraft schon eher den hemmenden Einfluß solcher Unlustgeföhle niederzukämpfen.

4. Verwickelte Bewegungen. Verlängert wird die Reaktionszeit ferner, wenn es sich um eine verwickeltere, wohlkoordinierte Bewegung handelt, die erst zurechtgelegt werden muß.

Verwickelte  
Bewe-  
gungen.

B. Verkürzung der Reaktionszeit, d. h. ein schnellerer Ablauf der auf einen Sinneseindruck hin erfolgenden Bewegung, tritt ein:

Verkürzung  
der Re-  
aktionszeit.

1. Beim Vorhandensein von Lustgeföhlen. In hohem Grade machen Lustgeföhle, wie Freude und Heiterkeit, Wetteifer, Begeisterung u. dgl., die Herzarbeit steigern, versetzen Nerven und Muskeln in erhöhte Erregbarkeit und begünstigen schnellsten leichten Ablauf der Vorgänge des Erfassens, des Wollens und des Ausführens mittels Muskelzusammenziehung. Diese günstige Beeinflussung tritt in besonders ausgesprochenem Maße bei der Jugend hervor. Wenn Guts Muths das Turnen der Jugend als eine „Arbeit im Gewande jugendlicher Freude“ betrieben wissen will, so ist damit ein Fingerzeig gegeben, der beim Betrieb von Leibesübungen in der Schule nie genug beherzigt werden kann. Nur da wird das Schulturnen vollen Erfolg haben und wird die Jugend dazu bringen, auch nach beendeter Schulzeit die Übungsplätze weiterhin aufzusuchen, wo das Turnen von frischem, fröhlichem Geist durchweht ist, wo dem Bewegungstrieb und dem Tatendrang der Jugend genügend freie Bahn gelassen und alles vermieden wird, was die Turnstunde zu einer bloßen Lehrstunde stempelt. Das verträgt sich durchaus mit derjenigen straffen Leibesucht und der Schulung zur Willenskraft und zum Mute, welche ein rechtes Schulturnen nicht vermissen lassen darf.

Wirkung der  
Lustgeföhle.Wert der  
Freude beim  
Turnen.

Noch mehr ist die Freude, sind die Lustgeföhle vorherrschend beim Spiel. Das frohe Tummeln auf dem Spielplatz unterm freien Himmelszelt ist für unsere Jugend, wie Herbert Spencer mit Recht bemerkt, eine wertvolle Nervenstärkung. Die Lust, welche dem Kinde die erheiternenden Wechselfälle der von ihm betriebenen Scherzspiele gewähren, der Wetteifer, welcher den Knaben und Jüngling bei den besseren Kampfspiele befeelt, lassen alle die mannigfachen Bewegungen leichter vollziehen, erhöhen den Bewegungstrieb und die Bewegungsfähigkeit ungemain. Die Summe von Laufbewegung z. B., die bei lebendigem Spiel der Knabe „spielend“ leistet, wird ihm zu vollbringen schwer fallen, ja unmöglich werden bei Laufübungen auf Befehl.

Lustgeföhle  
des Spiels.

2. Die Reaktionszeit wird weiterhin auch abgekürzt durch Übung. Der, welcher häufig geübt hat, auf eine von außen kommende Anregung, auf einen Gehörseindruck (kurzer Befehl oder Knall) oder auf einen Gesichtsausdruck (schnell gegebenes Zeichen) mit schnellster Bewegung zu antworten und einzusetzen, wird dazu eines stetig kürzer

Übung.

werdenden Augenblicks bedürfen. Beim Wettlauf z. B. über ganz kurze Strecken, wo kleine Bruchteile einer Sekunde schon ins Gewicht fallen, ist es eine der wichtigsten Vorübungen, immer und immer wieder zu starten, d. h. auf das gegebene Ablaufzeichen augenblicklich loszuschließen und ohne weiteres in voller Bewegung zu sein.

3. In hervorragendem Grade kürzt sich die Reaktionszeit ab durch gespannte Aufmerksamkeit. Bei der Aufmerksamkeit wendet sich das Bewußtsein ganz bestimmten Vorstellungen in höherem Grade zu als anderen. In den Fällen, welche Gegenstand dieser unserer Betrachtung sind, sind die Eindrücke, auf welche die Aufmerksamkeit gerichtet wird, zukünftige. Dieses Gefühl der Erwartung ist z. B. beim Turner oder beim Soldaten vorhanden, der im Gliede stehend, nach erfolgtem Ankündigungsbefehl „Abteilung!“ oder „Bataillon!“ auf den Ausführungsbefehl „March!“ wartet. Es ist ferner beim Läufer vorhanden, der gespannt an der Ablaufstelle steht, um auf das Ablaufzeichen zu passen; es ist andauernd und in starkem Grade beim Fechter vorhanden, der Aug' in Auge seinem Gegner gegenübersteht, um blitzschnell jeder Angriffsbewegung die schützende Abwehrbewegung oder den Gegenangriff folgen zu lassen.

Bei solch gespannter Aufmerksamkeit bringt uns ein eigentümliches Gefühl zum Bewußtsein, daß wir bestimmte Nervenzentren, Nervenbahnen und — bei vorauszu- sehenden Bewegungen, wie es in obigen Beispielen der Fall ist — willkürliche Muskeln in erhöhte Erregbarkeit versetzen. Nerven und Muskeln werden gewissermaßen mit Energie vorher geladen. Tritt das erwartete Ereignis, der auslösende Stoß plötzlich ein, so erfolgt fast mit gleicher Plötzlichkeit die vorbereitete Bewegung. Das heißt also, daß die Reaktionszeit wesentlich abgekürzt wird. Solches Versetzen von Nerven und Muskeln in den Zustand erhöhter Erregbarkeit und Spannung bedingt natürlich eine innere Tätigkeit der Nerven. Diese Tätigkeit ist angreifend und kann, wenn sie längere Zeit in einem fort unterhalten wird, selbst bis zur Erschöpfung führen.

Ein guter Schachspieler muß bekanntlich in angestrengter Weise seine Gedanken auf das Spiel konzentrieren, um jedesmal dem Zug des Gegners den wirksamsten Gegenzug entgegenzusetzen. Indes kann er seinen Zug doch stets in Ruhe sich überlegen, kann alle möglichen Angriffs- oder Verteidigungsmaßnahmen überdenken, um daraus die ihm am besten erscheinende zu wählen und auszuführen.

Anders der Fechter. Aug' in Auge seinem Gegner gegenüber, mit gespanntester Aufmerksamkeit auf jede Regung und Bewegung bei ihm achtend, hat er mit bloßer dünner Klinge seinen Leib zu schützen. Nicht auf eine einzelne bestimmte Bewegung, wie der des Ablaufzeichens harrende Läufer muß er vorbereitet sein, sondern auf zahl- reiche Abwehr- und Angriffsmahnahmen. Entschluß und Ausführung müssen immerzu augenblicklich erfolgen — der Zeitverlust nur eines kleinen Bruchteils einer Sekunde genügt, um mit dem Parieren zu spät zu kommen und vom Gegner getroffen zu werden oder um die Gelegenheit zu wirksamem Stich oder Hieb zu versäumen. Bei längerem Fechtganze muß die nötige Spannung und Erregung der Nerven und Muskeln in einem fort unterhalten werden. Wenn auch, als bloße Muskelarbeit gerechnet, die bei einer halben Stunde Stoßfechtens zwischen zwei geübten und feurigen Gegnern vorkommenden Bewegungen im ganzen eine nicht sehr beträchtliche Arbeitssumme vorstellen, so fühlen sich solche Fechter gleichwohl nach einem derart langen Fechtganze ganz außerordentlich angegriffen und erschöpft, erleiden zuweilen sehr starken Schweiß- verlust und überraschend große Gewichtabnahme (Gewichtverluste bis zu 1500 g in einer Fechtsunde werden angegeben). Es ist die große Nervenarbeit, welche jene starken Ermüdungserscheinungen veranlaßt. Das Fechten — namentlich das Fechten mit dem Stoßfechtel oder Degen; das Stochfechten ist in Deutschland noch kaum

Aufmerk-  
samkeit.

Spannung  
beim Fechten  
und Ringen.



eingeführt — ist der Typus einer Übung, welche weit mehr die Nerven belastet und ermüdet als die Muskeln.

In ähnliche Spannung muß sich auch der Ringer (sowie der Boxer) im Ringkampf versehen. Auch er hat in steter gespannter Aufmerksamkeit, in steter innerer Aufregung auf jede Bewegung des Gegners zu achten, um ihr augenblicklich zu begegnen, hat jede sich flüchtig darbietende Blöße des Gegners augenblicklich auszunutzen. Zu dieser Nervenanstrengung kommt aber beim Ringen noch die Höchstanstrengung der Muskulatur hinzu und macht das Ringen zur angreifendsten aller Übungen.

4. Eine Abkürzung der Reaktions- oder Vorbereitungszeit findet endlich statt durch heftige starke Reizung. Auf das Gebiet der Leibesübungen übertragen heißt das, daß das Zeichen oder der Befehl zu einer plötzlich und schnellstens auszuführenden Bewegung möglichst sinnfällig und möglichst kurz sein soll. Ein Pistolenknall, allenfalls ein kurzer gestoßener Ruf ist das beste und wirksamste Zeichen zum schnellsten Ablauf. Sollen beim gleichzeitigen Üben einer größeren Abteilung, z. B. in Stab- oder Hantelübungen, alle Bewegungen kurz und schneidig, in „Ruck und Zu“ erfolgen, so muß der Befehl dazu mit scharfer lauter Stimme kurz stoßend und knapp gegeben werden. Solch geeignetes Befehlgeben ist Vorbedingung, wenn in gemeinsamen Übungen gewectes, straffes Wesen zutage treten soll.

Abkürzung durch starke Reizung. Zeichen- und Befehlgebung.

## § 221. Die Koordination der Bewegungen.

Alle Körperbewegungen, seien sie nun verwickeltere oder seien sie einfacher Art, benötigen zu ihrer Ausführung allemal die größere oder geringere Betätigung ganzer Gruppen von Muskeln („Muskelassoziationen“) und nicht nur die Arbeit eines einzigen Muskels oder einiger weniger. Unter Koordination einer Bewegung verstehen wir das Vermögen, alle die zum Zustandekommen der betreffenden Bewegung notwendigen Muskeln durch den Willen einheitlich zusammenarbeiten zu lassen.

Nehmen wir als Beispiel das einfache Seithochheben eines Armes, der durch eine mit der Hand gefaßte Hantel noch belastet sein mag! Zu dieser Bewegung — wir sehen von der Tätigkeit der Unterarmmuskeln, welche durch Beugung der Finger die Hantel fassen und halten, dabei ab — ist in erster Linie die Zusammenziehung des Deltamuskels erforderlich, welcher den Arm zur Seithöhe hebt. Er verrichtet die eigentliche mechanische Leistung: durch seine Zusammenziehung bringt er den Arm in die gewollte Stellung und hält ihn dort. Diese Tätigkeit bezeichnen wir als die eigentliche kraftgebende Bewegung („Impulsive Muskelassoziation“: Duchenne). Damit diese ihr Ziel behalte und in dem gedachten Beispiel der Arm nicht nach vorn oder nach hinten ausweiche, treten entsprechende Muskelspannungen hinzu, welche der Bewegung ihre eingenommene Richtung sichern: die richtunggebende Bewegung.

Koordination der Bewegungen.

Die eigentliche kraftgebende Bewegung.

Damit nun die begonnene Bewegung im gewollten Maße langsamer oder schneller, gleichmäßig oder ruckweise sich vollziehe, an einem bestimmten Punkte innehalte und nicht übers Ziel schieße, arbeiten ferner durch ihre Spannung die im Gegensinn wirkenden Muskeln mit, die Antagonisten. So wird z. B. die Bewegung der Beuger gemäßigt und in ihrem Umfang genau begrenzt durch leichte Spannung oder Zusammenziehung der entsprechenden Strecken, die der Strecken durch die Beuger usw. — Es ist damit ähnlich wie mit einem Pferde, dessen Kopf genau in bestimmter Richtung gelenkt werden soll. Dies ist nur möglich, wenn der Fahrer beide Zügel ganz leicht gespannt in der Hand hat und nun der einen Seite durch schärferes Anziehen das Übergewicht gibt. Dann kann er durch Festhalten und leichtes Anziehen auch des Zügels der anderen Seite den Kopf des Tieres haarscharf in diejenige Richtung bringen, in die

er ihn eben haben will. Es fällt also den im Gegensinn wirkenden Muskeln die Aufgabe zu, die begonnene Bewegung so zu mäßigen, daß sie sich im gewollten Zeitmaß vollzieht und an dem gewollten Punkte genau innehält.

Mäßigende  
Bewegung.

Diese Art Tätigkeit der gegensinnigen Muskeln nennen wir die mäßigende Bewegung („Moderatorische Muskelassoziation“: Duchenne).

Nun entspringt aber, wenn wir weiter bei dem gewählten Beispiel bleiben, der eigentlich bewegende Muskel, der Deltamuskel, mit dem größten Teil seiner Fasern vom Schulterblatt. Das Schulterblatt ist ein frei beweglicher dreieckiger Knochen, der nur an einem seiner Winkel mit anderen Knochen gelenkig verbunden ist. Sonst ist es lediglich an Muskeln gefestigt. Die Zusammenziehung des Deltamuskels würde daher nicht sowohl den herabhängenden, noch dazu mit einer Hand belasteten Arm heben, als vielmehr das leicht bewegliche Schulterblatt einfach nach dem Arme zu aus seiner Lage bringen — wenn nicht die haltenden Muskeln, die das Schulterblatt an den Rumpf heften, ihrerseits durch entsprechende Zusammenziehung das Schulterblatt unbeweglich in seiner Lage festhielten und damit dem arbeitenden Deltamuskel es ermöglichen, von diesem festen Ansatz an der Schulter aus den gestreckten Arm wie einen einarmigen Hebel in der gewollten Richtung zu bewegen. Weiterhin entspringen aber diese haltenden Muskeln des Schulterblatts zum großen Teil von der in allen ihren Gliedern beweglichen Wirbelsäule. Soweit sie sich auf einer Seite zusammenziehen und gleichzeitig der gehobene Arm dieser Seite Übergewicht gibt, wird das Gleichgewicht der Wirbelsäule gestört. Der Rumpf würde nach der Seite des belastenden Armes sich ausbiegen, die Wirbelsäule eine Verkrümmung erleiden, wenn nicht die gegenseitigen Streckmuskeln sich zusammenziehen, um die Wirbelsäule gerade zu erhalten.

Weiter: um den Arm, der doch von dem beweglichen Ellbogen- und dem Handgelenk unterbrochen ist, als Ganzes gestreckt wie einen Stab zu halten, müssen sowohl die Beuge- wie die Streckmuskeln rund um die Armknochen herum zusammengezogen sein.

Statische  
oder  
haltende  
Tätigkeit.

Die ganze Summe von Tätigkeit, welche in den zahlreichen zuletzt betrachteten Muskelgruppen statthat, nennen wir die statische oder die haltende Tätigkeit („Kollaterale Assoziation“: Duchenne). Man kann sie auch scheiden in die Tätigkeit zur Festlegung der Ansatzpunkte der kraftgebenden Muskeln und die zur Erhaltung des Gleichgewichts des Körpers.

Wir finden demgemäß bei der Koordination einer Bewegung dreierlei Arten von Muskelaktivitäten vor:

1. die eigentlich bewegende,
2. die richtunggebende und die mäßigende und
3. die haltende Muskelaktivität.

Bei einer anscheinend so einfachen Bewegung, wie es das Seitwärtsheben eines Armes ist, ist also die Zusammenarbeit einer außerordentlich großen Zahl von Muskeln, deren jeder wieder eine verschieden große Arbeit leistet, nötig.

Tätigkeit  
der Zentral-  
organe.

Unsere Zentralorgane müssen bei einer solchen Bewegung einer großen Anzahl von Muskeln und Muskelgruppen nicht nur durch die Bewegungsnerven Bewegungsreize zuschicken, sondern die letzteren müssen auch in der verschiedensten Weise in ihrer Stärke abgestuft sein, damit die Bewegung genau in der bestimmten Form, in dem bestimmten Umfang, ohne Störung des Gleichgewichts und in guter Haltung vor sich gehe.

## § 222. Verschiedenheiten der Koordination.

In den meisten Fällen ist von den drei Arten von Muskelaktivitäten, welche zu einer wohlkoordinierten Bewegung zusammenwirken, die eigentliche bewegende

Verschieden-  
heiten der  
Koordina-  
tion.

oder kraftgebende die Haupttätigkeit, während die mäßigende oder haltende mehr die Rolle unterstützender Begleitbewegungen spielen und daher als eigentliche Muskelübung weniger in Betracht kommen.

Dem ist indes nicht immer so. Bei zahlreichen Übungen tritt z. B. die statische, die haltende Muskeltätigkeit mehr in den Vordergrund und wird als Übungszweck bedeutamer als die Hauptbewegung; bei anderen Übungen, wo es die Überwindung des Einflusses der Schwere gilt, wird, wie wir oben (§ 101) sahen, die Tätigkeit der gegensinnigen Muskeln, also der mäßigenden, die weitaus bedeutsamere.

Schon wenn wir in dem oben angeführten Beispiel annehmen, daß die zur Seithebbalte emporgehobene Hantel eine schwere Hantel von 15 kg und mehr ist, so wird die Störung des Gleichgewichts der gestreckt zu haltenden Wirbelsäule eine weit größere. Dementsprechend wird auch die Arbeit der die Wirbelsäule haltenden Muskeln sehr stark anwachsen und ganz hervorragend in die Erscheinung treten. Wie angestrengt z. B. die von der Kreuzgegend entspringenden langen Rückenmuskeln bei solchem Heben schwerer und schwerster Hanteln in Anspruch genommen werden, das spürt der Turner, der mit schweren Hanteln gearbeitet hat, am folgenden Tage an den oft recht empfindlichen Kreuzschmerzen.

Namentlich tritt die haltende Tätigkeit in den Vordergrund bei allen sogenannten Gleichgewichtsübungen. Beim Gehen über die Schwebekante, den Schwebbaum, ein Seil usw. ist nicht die Gehbewegung, sondern die Gleichgewichtserhaltung die Hauptbewegung, welche diesen Übungen ihren besonderen Charakter verleiht.

Daß auch beim Radfahren die Gleichgewichtserhaltung zunächst schwieriger und anstrengender als das Treten der Pedale ist, weiß der Anfänger. Beim geübten Radfahrer ist diese Tätigkeit so geläufig geworden, daß sie nicht mehr zum Bewußtsein kommt. Sie wird dann auch in der Hauptsache durch das gleichmäßige Pedaltreten ersetzt.

Welcher Ausbildung diese Tätigkeit der Gleichgewichtserhaltung fähig ist, mag man bei Jongleuren, Drahtseil- und Trapezkünstlern, Kunststradfahrern usw. bewundern. Wir können hier weiter hervorheben:

1. Koordination bestimmter nahe zusammengelegener und zusammengehöriger Muskelgruppen. Gerade diese ist der denkbar höchsten und feinsten Ausbildung fähig, und hier tritt die mäßigende, abtufende Tätigkeit der gegensinnigen Muskeln besonders bedeutsam hervor. Da sind vor allem zu nennen die Bewegungen unserer Hände, die so mannigfacher und erstaunlicher Dervollkommnung fähigen Handfertigkeiten, ferner die Beherrschung der an der Stimmbildung (Sprache und Gesang) beteiligten Muskeln; auch die Ausbildung der Gesichtsmuskeln zur Mimik gehört hierhin.

2. Koordination von Muskeln, welche die größeren Skeletteile bewegen, so daß große, weit entlegene Muskelbezirke gleichzeitig in Anspruch genommen werden. Hier liegt das unerschöpfliche Gebiet der Frei- und namentlich der Gerätübungen des deutschen Turnens. Und gerade nach dieser Hinsicht, in der Koordination der mannigfachsten und verschiedensten Bewegungstätigkeiten des Körpers zu einer unübersehbaren Vielheit von Bewegungsformen, d. h. in den Geschicklichkeitsübungen, ist das deutsche Gerätturnen anderswie noch nie ersetzt worden und ist nicht zu ersetzen. Man mag finden, daß die Schulung der Koordination im deutschen Turnen gegenüber anderen wichtigen Übungsformen allzusehr in den Vordergrund tritt und andere wichtige Übungszwecke darüber zu kurz kommen. Wir entnehmen daraus, nach welchen Richtungen hin das deutsche Turnen weiterer Ergänzung und weiteren Ausbaus bedürftig ist. Der hohe Wert der deutschen Gerätübungen zur Schulung der Geschicklichkeit, d. h. der Koordinationsfähigkeit, bleibt darum doch derselbe.

Dor-  
wiegende Be-  
deutbarkeit  
der  
haltenden  
Tätigkeit.

Koordina-  
tion nahe zu-  
sammen-  
gelegener  
Muskel-  
gruppen.

Koordina-  
tion großer  
weitentlegener  
Muskel-  
bezirke.

Schwere und  
Elastizität.

3. Bei vielen Bewegungen kommen außer dem freien Spiel der bewegenden, mäßigen und haltenden Muskeln auch noch andere mechanische Kräfte in Betracht. Von diesen sind vornehmlich die Schwere — z. B. Rückschwung eines erhobenen Gliedes durch die Eigenschwere, Schwerwirkung des Körpers bei den Übungen in Stütz und Hang an den Geräten, Zentrifugalkraft freisender Gliedmaßen usw. — zu nennen. Ferner die Elastizität, welche z. B. bei der Ausatmung wirksam ist.

Es werden durch solche mechanische Kräfte besondere Muskeltätigkeiten einmal mehr belastet, das andere Mal entlastet oder überflüssig gemacht.

Eine jede, auch verwickeltere Übung mechanisch zergliedern, den Anteil der verschiedenen Muskelgruppen genau bestimmen zu wollen, ist ein in den meisten Fällen ebenso unmögliches wie überflüssiges Beginnen. Für die erzieherischen Leibesübungen ist das Entscheidende der Gesamtcharakter der Übung, die Art der vorwiegend in Anspruch genommenen Organtätigkeiten.

Die Schulung  
der Geschick-  
lichkeit.

### § 223. Die Schulung der Koordinationsfähigkeit.

Je verwickelter eine Bewegung, um so schwieriger ihre Koordination. Schwierig nicht sowohl für die arbeitenden Muskeln, welche lediglich dem Befehl gehorchen, den die Bewegungsnerven ihnen überbringen, als für das nervöse Zentralorgan, welches im gegebenen Augenblick so mannigfache, in ihrer Stärke fein abgewogene Bewegungsreize zur Gesamtbewegung zahlreichen Muskeln zugehen lassen muß. Die Möglichkeit dieses Vorgangs bei jeder Bewegung wäre wenig begreiflich, wenn nicht unsere willkürlichen Bewegungszentren im Gehirn und Rückenmark die Fähigkeit besäßen, diesen komplizierten Vorgang für jede Bewegungsform, nachdem sie einmal nach tastenden unvollkommenen Versuchen schließlich unter Willensanstrengung und mit Unterdrückung unnötiger Mitbewegungen gelungen und häufiger geübt ist, zu „mechanisieren“. Das heißt: das Erinnerungsbild einer immer und immer wiederholten Bewegung prägt sich den Zentralorganen zuletzt derart ein, daß der Entschluß des Willens, eine so gefannte Bewegung auszuführen, hinreicht, um die ganze dazu nötige Summe von Bewegungsreizen in ihren mannigfachen Abstufungen mit einem Schlag wie von selbst auszulösen.

Diese Eigenschaft unseres Willensorgans macht es möglich, daß die sichere Beherrschung der koordinierenden Tätigkeit erlernbar ist, und daß die zusammensetzenden Grundformen aller möglichen Bewegungen zum sicheren Besitz werden können. Je gefannter eine Bewegung ist, um so weniger ist eine bewußte koordinierende Tätigkeit nötig.

Anders, wenn es sich um ungefannte neue Bewegungsformen oder Abänderungen gefannter Bewegungen handelt. Hier fehlt dem Nervensystem das vorhandene, das eingegrabene Erinnerungsbild. Dies muß erst durch Versuche geschaffen werden: neue Muskelkombinationen müssen gesucht, entdeckt werden. Neben der kraftgebenden tritt die koordinierende Willensarbeit in ihr volles Recht.

Da nun bei einer noch ungefannten Bewegungsform das Schätzungsvermögen über das anzuwendende Kraftmaß, namentlich der haltenden Muskeln, vollständig unsicher ist, so wendet der Lernende, um nur ja sicher zu gehen, ein Übermaß von Kraftaufwand an. Es sind vor allem die haltenden Muskeln des Skeletts, welche dann ganz unnötig zusammengezogen und angestrengt werden. Strecker wie Beuger ziehen sich krampfhaft zusammen, legen ihre Wirkung zwar gegenseitig tot, machen die Gliedmaßen aber steif und ungelent.

Desgleichen verursacht diese Unsicherheit in der Koordination die unnütze Heranziehung von Muskeln, welche zur Bezwingung der gewollten Bewegung gar nicht in

Mechanische  
erlernte  
Be-  
wegungen.Erlernen  
ungefannter  
Bewegungs-  
formen.Unnötiger  
Kraft-  
aufwand.

Steifheit.

Frage kommen. Daraus ergeben sich Mitbewegungen, die durch besonderen Willenseinfluß unterdrückt werden müssen. Mitbewegungen.

Braucht man hier an das Bild des Schülers zu erinnern, der noch ungeübt, mit krampfhaftem Griff und mit ängstlichen Mienen zuerst seine Stützübungen am Barren macht? Oder an den Neuling, der Radsfahren lernt und steif sitzend mit steifem Arm krampfhafte die Griffe der Lenkstange umklammert, so daß ihm nachher Arme und Kreuz wie lahm und zerschlagen vorkommen? Und wie leicht faßt und bewegt der fertige Fahrer die Griffe der Lenkstange! — So geht es mit dem Erlernen einer jeden neuen Bewegungsart. Der Ungeübte, der eine ihm noch unbekannte Bewegungsform koordinieren soll, verbraucht ein ganz bedeutendes Mehr von Muskel- und namentlich von Nervenanstrengung als der Geübte. Aber sowie eine Bewegung gefannt ist oder doch mit ihren hauptsächlichsten Teilen in den Kreis gefannter Bewegungen fällt, sowie also die Koordination dieser Bewegung oder doch ihrer Hauptteile bereits geläufig und mehr oder weniger schon mechanisiert ist, vollzieht sie sich mit dem mindestens möglichen Maß von Anstrengung. Sie geht leicht: kein Übermaß von Zusammenziehung haltender Muskeln legt unnötig die Gelenke fest, macht die Gliedmaßen steif, welche durch die bewegenden Muskeln bewegt werden sollen, und erschwert so die Arbeit der letzteren. Sie geht in zweckentsprechender Form: keine unnötigen zwecklosen Mitbewegungen unbeteiligter Muskeln finden statt. So findet durch Übung der koordinierende Wille schließlich die richtigste Lösung der gestellten Bewegungsaufgabe, und diese richtigste Lösung ist zugleich die kraftsparendste und ihrer äußeren Form nach fast stets die gymnastisch schönste. Geläufigkeit einer Bewegung.

Die Schulung der koordinierten Tätigkeit beginnt mit unserem Dasein. Das kleine Kind tastet erst mit den Händen unsicher in der Luft umher, wenn es einen gesehenen und gewollten Gegenstand ergreifen will. Erst nach manchen Versuchen gelingt dies. Allmählich aber wird diese häufig gemachte Bewegung geläufiger, und schließlich wird sie zum dauernden Besitz: das Kind hat es allmählich gelernt, irgendeinen erreichbaren Gegenstand, wenn es will, sicher, auf dem kürzesten Wege ohne weiteres zu fassen, und braucht nicht erst mit Verschwendung von Arbeit rechts und links daneben zu tasten. In ähnlicher Weise, unter mühsamen zahlreichen Versuchen lernt das Kind gerade stehen, gehen, laufen, springen, hüpfen usw. — kurz es bringt einen großen Kreis gefannter Bewegungsformen, die der koordinierenden Willenstätigkeit schon geläufig sind, fertig zur Schule mit. Auf dieser Grundlage nun baut sich die Turnschule weiter auf. Erstes Lernen von koordinierten Bewegungen beim Kinde.

Unser deutsches Turnen in Frei- und Geräteturnen ist in der Tat eine Schule der Koordination, d. h. der Geschicklichkeit, ist in erster Linie Nerven-, in zweiter erst Muskelgymnastik.

Erzieherisch ist es durchaus notwendig, die Koordinationsaufgaben in systematischer Folge so zu verknüpfen, daß immer die folgende Übung in bezug auf Umfang der Koordination und des Kraftaufwandes eine leichte, sich steigende Abänderung der vorhergehenden Übung ist. So entstehen für jede Übungsstunde und für jedes Gerät besondere zusammenhängende Übungsfolgen als Übungstoff. Nicht plötzlich wird also der Wille vor eine ihm bisher gänzlich unerprobte und unbekannte Kombination von Muskelzusammenziehungen gestellt. Vielmehr soll die Grundform der Übungsfolge ihm bekannt und geläufig sein, so daß nur erübrigt, die Abänderungen und Erweiterungen neu zu koordinieren. Die formale Bewegungsschule häuft also eine große Summe von Bewegungsformen in unserem Zentralnervensystem als Erinnerungsbilder an und ermöglicht unserem Willen, vorkommendenfalls diese erlernten Bewegungen als gefannte, geläufige, ja zum Teil mechanisierte ohne besonderen Neuaufwand koordinierender Tätigkeit sicher und leicht zu wiederholen. Übungsfolgen des deutschen Turnens.

Ausfall der  
feineren Be-  
wegungs-  
möglich-  
keiten im  
Turnen.

Hier müssen wir aber gleich auf eine Einschränkung aufmerksam machen, welche die formale Bewegungsschule des Turnens tatsächlich in bezug auf die Koordination der Bewegungen sich auferlegt. Nämlich die ausbildungsfähigste Art der Koordination, d. i. die Koordination von Tätigkeiten nur nahe zusammenliegender Muskelbezirke, wird in der Turnerschule nicht geübt. Das Turnen befaßt sich mehr mit der Koordination von Bewegungen größerer, entlegener Muskelbezirke des Skeletts. Die feineren Bewegungsmöglichkeiten beschränkter Körperteile, wie es für die Handfertigkeiten die Gliedmaßen der Hände, für die Stimmbildung die Muskeln des Kehlkopfs in Verbindung mit Gaumen, Zunge und Lippen sind, finden hier keine Berücksichtigung. Die deutsche Turnerschule ist also nicht auf der Summe aller Bewegungsmöglichkeiten des Körpers aufgebaut, sondern nur der größeren Bewegungsmöglichkeiten. Das soll nicht der Vorwurf eines Mangels sein: jene besonderen Arten von Muskelstätigkeit fallen eben nicht in den Bereich der Leibesübungen im landläufigen Sinne.

Schulung der  
Geschick-  
lichkeit  
überhaupt.

Wir sahen oben, daß die Schulung in Geschicklichkeits- und Kraftübungen zur Koordination zunächst nichts anderes heißt, als möglichst zahlreiche Bewegungsformen zu versuchen, zu beherrschen und ihre Erinnerungsbilder gewissermaßen im Zentralnervensystem aufzuspeichern. Der Geübte ist so im Besitz einer großen Summe ihm geläufiger Bewegungsformen. Er kann nach Bedarf mit Leichtigkeit Anwendung von ihnen machen. Nun sind aber die abstrakten turnerischen Bewegungsformen, namentlich an den Geräten solche, von denen im Leben ein wirklicher Gebrauch doch nur selten oder gar nicht gemacht wird. Ihre Erlernung wäre unnütz — der bezügliche Vorwurf ist dem deutschen Geräteturnen nicht erspart geblieben —, wenn wir nicht die begründete Vorstellung hätten, daß die allseitige Betätigung des Willens die Koordinationsfähigkeit überhaupt, auch für noch ungefannte Bewegungen steigere. Die erlangte Geschicklichkeit scheint uns nicht allein begründet auf dem durchgeübten und in den Bewegungsorganen aufgespeicherten Material von beherrschten Formen, sondern auch in einer vermehrten Fähigkeit unserer Zentralorgane, für irgendeine auch ganz neue Bewegungsform gleich und sicher die richtigen Wege zu den nötigen Muskeln zu finden. Die formale Bewegungsschule strebt mit einem Wort als Ziel an: die sichere Beherrschung des Körpers in allen Lagen.

Wieviel in diesem Betracht erworbene oder auch angeborene Anlagen mitsprechen, wieweit selbst bei ungünstigen Anlagen, bei plumpem und linkschem Wesen systematisch betriebene Geschicklichkeitsübungen solch Wesen ändern und die Fähigkeit sicherer Beherrschung des Körpers steigern können, das ist eine nicht so ohne weiteres zu beantwortende Frage. Für die größeren Bewegungen wird sie wohl zu bejahen sein — aber für die besonderen Bewegungen umschriebener Muskelbezirke trifft sie kaum zu. Wenigstens steht jeder Beweis dafür aus, daß das formale Turnen der größeren Gliedmaßen auch zur leichteren Koordination der feineren Bewegungen, z. B. der Hand, beiträgt.

## § 224. Vorheriges Koordinieren.

Vorheriges  
Koordi-  
nieren oder  
zurechtlegen  
einer  
Übung.

Schon früher ist darauf hingewiesen, daß verwickeltere Bewegungen eine längere Reaktionszeit bedingen, d. h. vom Willensorgan erst zurechtgelegt, überdacht werden müssen und einer gewissen Überlegungszeit bedürfen. Es gilt daher der Satz: Wohlkoordinierte Bewegungen müssen vorher koordiniert oder zurechtgelegt sein.

An-  
kündigung-  
und Aus-  
führungsbefehl.

Auf dem Übungsplatze tragen wir dieser Notwendigkeit dadurch Rechnung, daß wir den Befehl zu einer wohlgeordneten Bewegung zerlegen in einen Ankündigungsbefehl — damit jeder Übende die verlangte Bewegung sich schnell erst

zurechtlegen kann — und einen nach kurzer Pause folgenden Ausführungsbefehl. Der Ankündigungsbefehl muß entweder die vollständige Bezeichnung der befohlenen Bewegung enthalten (z. B. „Arme aufwärts heben! — hebt!“) oder aber bei besonders häufig wiederkehrenden Befehlen der Kürze halber in eine besondere Form gebracht sein, welche den Übenden den Zweck des Befehls ganz unzweideutig klar macht. Letzteres ist z. B. bei den Befehlen im Heere der Fall. Der Soldat weiß z. B., daß beim Ankündigungsbefehl „Bataillon!“ immer nur „March!“, nach der Ankündigung „Ganzes Bataillon!“ immer nur „Kehrt!“ folgen kann.

Bei Bewegungen, welche keiner besonderen Koordinationstätigkeit bedürfen, ist die Trennung von Ankündigungs- und Ausführungsbefehl überflüssig. Soll eine Abteilung stillestehen, so genügt der einfache kurze Befehl „Stillgestanden!“, damit jeder mit einem Ruck sich aufrichtet und stillesteht. Und soll nach Beendigung einer Übung die Abteilung aus dem Feststehen zum bequemen Stehen zurückkehren, so genügt der Befehl: „Rührt euch!“ Auch in diesen Fällen die Befehle zu trennen in: „Stehet — fest!“ oder „Rührt — euch!“ ist ebenso überflüssig wie sinnlos.

Das eben beschriebene vorherige Koordinieren wird vor allem geübt in den sogenannten Aufmerksamkeitsübungen, zu denen wir die Ordnungsübungen und den Reigen zählen.

Aufmerksamkeitsübungen.

1. Ordnungsübungen im Gemeinkörper von Übenden mit ihren steten Reihungen, Schwenkungen, Drehungen usw. in mathematischen Linien und Figuren verlangen unausgesetzte Anspannung und Aufmerksamkeit der Übenden. Stete Aufmerksamkeit ist aber für den Geist das, was anhaltende Anstrengung für den Muskel.

Ordnungsübungen.

2. Beim Reigen, wenn er nur aus einer Folge von Ordnungsübungen in rhythmischer Verbindung mit einer Liedweise oder einem Musikstück besteht, tritt an die Stelle der Befehle das Erinnerungsbild der ganzen, die Liedweise begleitenden und unter Umständen den Inhalt der Liedstrophe sinnlich darstellenden Bewegungsfolge. Solche Reigen belasten daher nicht nur die Aufmerksamkeit, sondern recht stark auch das Gedächtnis. Anders, wenn die Bewegungen des Reigens sich aus dem Inhalt des Reigenliedes so gut wie von selbst ergeben und zu Tanzreigen werden. Hier haben wir es mit Lebensäußerungen der Kindes- und der Volksseele zu tun, denen man gern weitesten Raum gönnt, haben es mit einem frischen Zweige echter Volkskunst zu tun, der nichts gemein hat mit dem langweiligen Reigendrill, der noch vor kurzem an deutschen Mädchenschulen im Schwange war — und hier und da noch immer verübt wird.

Reigen.

Ordnungsübungen und jene nur aus Ordnungsübungen bestehenden Reigen bieten eine so geringe Muskelarbeit, daß sie für Muskelübung und Stoffwechsel ebenso wie für die Organtätigkeiten des Kreislaufs und der Atmung so gut wie vollständig bedeutungslos sind. Nur ein einziges Organ wird durch sie stärker in Anspruch genommen, ja angestrengt: das ist das Gehirn.

Übungswert der Aufmerksamkeitsübungen.

Ordnungsübungen als besondere „Turnart“ zu pflegen, heißt die ohnehin knapp bemessene Zeit für Leibesübungen der Jugend mißbrauchen. Die Ordnungsübungen sind nur dazu da, eine geordnete Aufstellung zur Vornahme von Frei-, Hantel- oder Stabübungen zu gewinnen. Im übrigen sind sie durch kräftige Marschübungen bei der männlichen Jugend zu ersetzen, Übungen, bei denen es darauf ankommt, wie gegangen wird, und nicht, welche geometrische Figuren, welche „Kombinationen und Variationen“ abspaziert werden.

In anderer Weise als bei den Aufmerksamkeitsübungen wird bei den Turnübungen an den Geräten Gelegenheit geboten, jede auszuführende Übung vorher zu koordinieren. Der Vorturner kann sich in aller Ruhe seine vorzuturnende Übung im Geiste zurechtlegen, ebenso die Nachturnenden, mögen letztere nun einzeln,

Zurechtlegen der Bewegungen beim Geräteturnen.

wie beim Riegenturnen, oder zu mehreren gleichzeitig, wie beim Gemeinturnen, an die Geräte herantreten. Es ist dem Nachturnenden ferner durch das Vorbild des Vorturners oder des Lehrers die Koordination ganz wesentlich erleichtert. Eine schwierigere Übung, die man ein- oder mehrmal von anderen vorgeturnt sieht, ist natürlich viel leichter zurechtzulegen und auszuführen, als wenn sie ohne Vorbild, etwa auf bloßen Befehl ausgeführt werden müßte.

### § 225. Plötzliche Koordination.

Unsere turnerischen Geschicklichkeitsübungen erschöpfen noch in einem anderen Betracht nicht alle Seiten der Nervengymnastik. Es ist nämlich ein großer Unterschied, ob der Übende sich die zu machende Bewegung vorher in seinem Geiste zurechtlegen kann, oder ob schnellstens, ob plötzlich koordiniert werden muß. Eine wohlkoordinierte Bewegung erfordert Überlegungszeit, wie jeder Denktakt sie fordert. Nur langsame Bewegungen können während der Ausführung, schnelle Bewegungen müssen vorher koordiniert werden. Nun kommen aber — und zwar gar nicht selten im Alltagsleben! — auch Fälle vor, wo ganz plötzlich herantretenden Bewegungsanforderungen entsprochen werden muß und zum Zurechtlegen, zum Überdenken der auszuführenden Bewegung keine Zeit verloren werden darf. Dies gelingt nur auf Kosten der Genauigkeit der Koordination, d. h. plötzlich koordinierte Bewegungen fallen stets unordentlich aus. Es kommt aber bei solchen Bewegungen nicht auf deren wohlgeordnete Form an, sondern lediglich auf den zu erreichenden tatsächlichen Zweck. Einem dahersfliegenden Steine weiche ich schnellstens aus, ohne mich darum zu kümmern, ob dies in bestimmter schöner Bewegungsform geschieht. Ein Ballspieler sucht den Ball aus der Luft zu haschen, gleichviel mit welcher Armbewegung — wenn er ihn nur fängt! Und wenn er den Ball verfehlt hat, so macht er nicht vorschriftsmäßig erst auf dem linken Fuße kehrt, sondern er sucht schnellstens seinem Ball nachzulaufen, ganz gleich wie. Weiter: gilt es beim Hindernislauf Planken oder Mauern zu überwinden, so überklettert man solche so schnell wie nur möglich, ohne erst lange zu überlegen, ob dies in Form einer erlernten kunstgerechten Übung geschehen könne. Zwar hat Du Bois-Reymond in seiner Rede über die Übung gerade darin den Unterschied zwischen englischer und deutscher Leibeserziehung erblicken wollen, daß es dem englischen Knaben in solchem Falle auf schnellstes, wenn auch kunstloses Überklettern ankomme, während der deutsche Knabe seine kunstgerechte Flanke oder Kehre mache. Du Bois übersieht aber, daß der Engländer schon längst hinüber ist, während sein Turner sich erst überlegt, an welcher Stelle des Hindernisses er am besten seine Kunstübung anstellen und wie großen Anlauf er nehmen soll. Nichts kommt eben in solchem Falle auf die kunstgerechte Form, alles dagegen auf den tatsächlichen Zweck schnellsten Überwindens des Hindernisses an. Bei der Wichtigkeit, welche das schnellste und sichere Überwinden von Hindernissen als Kriegsübung gerade den heutigen Feuerwaffen gegenüber besitzt, sei dies besonders hervorgehoben.

Solche Übung in plötzlichen, schnellsten Bewegungen, die Übung der Schnelligkeit der Innervation, ist eine wohlberechtigte, ja wichtige Seite der Nervengymnastik. Sie verdient zum Zweck einer harmonischen Leibeserziehung dieselbe sorgsame Pflege wie die Ausbildung in wohlkoordinierten überlegten Bewegungen. Die Eigenschaften, welche so erworben werden sollen, sind Geistesgegenwart und Schlagfertigkeit.

In der formalen Bewegungsschule des Schulturnens, mag es deutsch oder schwedisch heißen, findet die Ausbildung zu plötzlichen Bewegungen, d. h. die Ausbildung zur



Schlagfertigkeit keine Stätte. Diese wichtige Seite der Nervenübung bleibt hier unberücksichtigt. Es sind die Schlagfertigkeitsübungen, welche diese Lücke ausfüllen und somit zu einem wesentlichen Bestandteil rechter erzieherischer Leibesübung werden.

## § 226. Die Schlagfertigkeitsübungen.

Schlagfertigkeitsübungen.

Zu den Übungen der Schlagfertigkeit zählen wir das Fechten, das Ringen und vor allem die verwickelteren und feineren Lauf- und Ballspiele. Von diesen Übungen rechnen wir nach ihrem sonstigen Übungswert, nach ihrer sonstigen körperlichen Einwirkung das Fechten zu den Geschicklichkeits- und lokalisierten Kraftübungen, das Ringen mehr zu den allgemeinen Kraftübungen, das Spiel zu den Schnelligkeits- und Geschicklichkeitsübungen.

Was aber den Spielen, dem Fechten und dem Ringen nach der Seite der koordinierenden Willenstätigkeit eigen und gemeinsam ist, ist folgendes:

Spiele, Fechten und Ringen.

1. Die Bewegungen erfolgen nicht nach dem Befehl des Lehrers, nicht nach der Vorschrift und dem erleichternden Vorbild des Dorturners, sondern auf selbstgefaßten freien Entschluß gemäß den plötzlich eintretenden Ereignissen und Lagen im Verlauf eines Fechtganges, eines Ringkampfes oder eines Spiels.

2. Die zu machenden Bewegungen brauchen nicht in einer vollendeten, kunstgerecht genau umschriebenen Form zu erfolgen: es kommt bei ihnen vor allem darauf an, einen bestimmten Zweck sicher zu erreichen. Es gilt, über den Gegner, unter Ausnützung jeder im Verlauf des Kampfes sich anbietenden augenblicklichen Gelegenheit Vorteile zu erringen oder Angriffe, mögen sie auch noch so unversehens erfolgen, unwirksam zu machen. Es gilt im Spiel im rechten Augenblick das Ziel zu erreichen, dem angreifenden Gegner auszuweichen, dem dahinsausenden Ball geschickt zu folgen, dem im Fluge enteilenden Gegner zu treffen usw.

3. Auffassung der Lage, Entschluß, Ausführung des Entschlusses müssen im selben Moment blitzschnell erfolgen, die Bewegungen sind plötzlich zu koordinieren. Überlegungszeit ist nicht gegeben.

So hat Demeny auf chronographischem Wege nach der Methode von Marey die Zeit eines Degenstoßes mit Ausfall vorwärts beim Fechtgang berechnet auf 0,38 Sekunden. Wurde der Stoß ins Leere ausgeführt, so gehörten dazu nur 0,18–0,2 Sekunden. Die Schnelligkeit der Bewegung der Degenspitze entsprach 3,12 m in der Sekunde. Rechnet man als Reaktionszeit — Sehen und Beurteilen des Angriffs, Fassen eines Entschlusses, Beginn der Gegenbewegung — 0,1 Sekunde, also eine äußerst kurze Zeit, so bleiben nur noch weitere 0,1 Sekunden, um die Parade oder Abwehr auszuführen und nachzustoßen.

Die sonst nötige Abkürzung der Reaktionszeit auf das denkbar geringste Zeitmaß geschieht, wie oben ausgeführt ward, durch einen Vorgang innerer Anspannung, welche das gesamte Nerven- und Muskelssystem in erhöhte Erregbarkeit versetzt. Solche Anspannung und erhöhte Erregbarkeit ist z. B. nur für eine kurze Weile vorhanden bei dem Wettläufer, der gespannt dasteht, um beim Ablaufzeichen unverzüglich, „wie aus der Pistole geschossen“, in voller Bewegung zu sein.

Beim Fechten und Ringen muß solche Anspannung während der ganzen Dauer des Kampfes unausgesetzt innegehalten werden. Die Folge ist denn auch, daß diese Übungen bei längerer Dauer das Nervensystem außerordentlich ermüden und erschöpfen — ganz abgesehen von der aufzuwendenden Muskelleistung.

Anders bei den Spielen. Hier ist solche Spannung und „Sprungbereitschaft“ nur für besondere Augenblicke des Spiels erforderlich. Hier wechselt Anspannung fort-

Befondere Wert der Spiele.

während mit Pausen der Entspannung oder der Erholung. So wird beim Spiel übermäßige Aufregung und erschöpfende Nerventätigkeit vermieden.

In der für das ganze Wesen und für zahlreiche Lagen des Lebens so wichtigen Übung der Schlagfertigkeit, der Geistesgegenwart, der Schnelligkeit der Innervation ist daher das Spiel die zuträglichste und namentlich in den Jugendjahren bis nach vollzogener Entwicklung die bestgeeignete Form. Dies um so mehr, als die feineren Spiele gegenüber dem Sechten und Ringen eine ungleich größere Verschiedenheit von Zufällen und von besonderen, so noch nicht dagewesenen Lagen zeitigen. Sie sind wechselvoller in ihrem Verlaufe.

Allerdings walten hier bei den verschiedenen Spielen große Unterschiede ob. Je wechselvolleren und mannigfaltigeren Verlauf ein Spiel gestattet, je mehr es den Spieler den mannigfachsten und unvorhergesehenen Lagen gegenüberstellt, denen er sich ohne Verzug gewachsen zu zeigen hat, um so übender ist solch Spiel zur Entwicklung der Schlagfertigkeit.

Die niederste Stufe nehmen in diesem Betracht alle die mannigfachen Kinderspiele ein, deren hauptsächlichster und heilsamer Zweck das fröhliche Tummeln einer größeren Schar, das Regen und Bewegen in harmloser Freude und Lust ist. Diese Spiele, womöglich vom Gesang hübscher Kinder- und Volkslieder begleitet, geziemen der frühen Jugend in der Kindeszeit bis etwa zum zehnten Jahre.

Eine untergeordnete Rolle ist es auch, welche die Scherzspiele beanspruchen können, wenngleich manche, wie z. B. das Drittenabschlagen, einige Gewandtheit dazutun gestatten.

Erst die ausgebildeteren Kampfspiele zweier Parteien von Spielern gegeneinander geben Gelegenheit, um Gewandtheit, Umsicht, Geistesgegenwart, Schlagfertigkeit zu üben und zu bewähren. Dies in vollem Maße allerdings erst dann, wenn es sich um wirklich geübte und fertige Spieler handelt, denen die Spielregeln vollkommen geläufig sind und welche die zu dem betreffenden Spiel nötigen Fertigkeiten, wie Schlagen, Treten, Werfen oder Fangen des Balles usw., schon mit genügender Sicherheit beherrschen. Erst wenn diese Vorbedingungen bei den gegeneinander spielenden Mannschaften vorhanden sind, treten alle die Feinheiten zutage, welche ein Spiel zu einem fesselnden Schauspiel gestalten und dabei alle jene wertvollen geistigen Eigenschaften zu entwickeln gestatten. Hier erwirbt sich die Jugend Schlagfertigkeit des ganzen Wesens, augenblickliche Entschlußfähigkeit und Umsicht, hier, wo jeder Spieler in der ihm zugetheilten Rolle auf sich selbst gestellt und für den Vorteil seiner Partei mit verantwortlich ist, wird er zu selbständigem Handeln erzogen. Daher der besondere Übungswert vor allem unseres deutschen Schlagballspiels, ferner des Barlaufs, des Stoß- und Schleuderballs. Hervorragend feine Ausbildung haben ferner in England das uralte Fußballspiel und der Torball (Krieket) erhalten. Geeignet auch für das weibliche Geschlecht ist das allerdings etwas kostspielige Tennis sowie das amerikanische Korbballspiel (Basketball). Mit Dank haben wir diese Spiele auf unsere deutschen Spielplätze verpflanzt, wo sie außerordentliche Ausbreitung gefunden haben.

## § 227. Kräftigung des Willens: Abhärtung und Mut.

Indem bei den Leibesübungen der koordinierende Wille tätig wird, sei es zu vorher zurechtgelegten, sei es zu plötzlichen Bewegungen, wird zugleich auch die Kraft der Willensäußerungen, die Willensstärke geübt und gesteigert. Wir hatten gesehen, daß das Vorhandensein von Lustgefühlen den Ablauf der Reaktionszeit verkürzt, die Auslösung der Willensanregungen erleichtert. Diese Erleichterung der Willensbetätigung

Der-  
schiedener  
Übungswert  
der einzelnen  
Spiele.

ist besonders wichtig für die ersten Schuljahre, für das Kindesalter vor beginnender Entwicklung. Denn auf das Seelenleben des Kindes und insbesondere auf die Willenshandlungen wirken alle Gefühlsempfindungen und Gefühlsvorstellungen in weit höherem Grade bestimmend ein, als dies in späteren Lebensaltern der Fall ist. Darum suchen wir hier auch die geforderten Willensstärkungen möglichst durch gleichzeitige Erweckung und Einwirkung von Lustgefühlen zu erleichtern und bieten dem Kinde insbesondere reichlichere Muskelbewegung in Form der Spiele, und zwar der Neck- und Scherzspiele, deren Hauptinhalt fröhliches Tummeln ausmacht. Dabei dürfen wir aber nicht stehenbleiben. Beim reiferen Knaben, beim Jüngling und schließlich beim Manne soll vielmehr die Willensarbeit zur Willenskraft führen, d. h. die Willensanregungen sollen stark genug sein, um nicht nur der Erleichterung durch begleitende Lustgefühle entraten zu können, sondern auch um Unlustgefühle, die sich der Willensausführung hemmend gegenüberstellen, unwirksam zu machen und niederzuringen.

Solche Unlustgefühle können physischer Art sein und in unangenehmen schmerzhaften Erregungen der Empfindungsnerven ihren Grund haben, oder sie können aus einer Reihe von hemmenden Vorstellungen bestehen, wie Gefühl der Unzulänglichkeit und des Mißlingens, der Furcht vor Verletzungen und Gefahren usw. Im ersteren Falle sprechen wir gemeinhin von Abhärtung der Willenskraft, im letzteren Falle von Mut. Zu diesen beiden Eigenschaften, deren erstere zunächst eine mehr passive Widerstandskraft darstellt, während der Mut eine aktive Steigerung der Entschlußfähigkeit und Willensenergie bedeutet und für den sittlichen Wert der gesamten Persönlichkeit mit entscheidend ist, vermögen richtig betriebene Leibesübungen zu erzieren und damit die Charakterbildung in einem wesentlichen Punkte zu beeinflussen.

Abhärtend wirken alle Leibesübungen insofern, als sie bei kräftigem Betrieb nicht ohne mannigfaltige Empfindungen von Unbehagen, ja von körperlichen Schmerzen vor sich gehen — Empfindungen, die eben überwunden werden müssen. Dehnungen und Pressungen der Bänder und Muskeln, unsanftes Anprallen, Stoßen usw. gegen die harten aus Holz und Eisen aufbauten Geräte bei den Übungen in Stütz und Hang; Erschütterung des Fußskeletts und des Körpers bei heftigem Niedersprung; Püffe, Stöße, Tritte und Ballwürfe beim Spiel; Kälteeinwirkung des Wassers beim Schwimmen; die Überwindung der Schmerzen der Gliedmaßen bei Ermüdung; der Muskelschmerz (Turnfieber) nach stärkerer Anstrengung einzelner Muskelgebiete usw. — alles das bleibt dem Jüngling, der Leibesübung regelmäßig und mit Eifer treibt, nicht erspart. Der Erfolg jeder andauernd betriebenen Übung: Steigerung der Kraft und Geschicklichkeit weckt aber auch ein erhöhtes Kraft- und Selbstgefühl. Die Befriedigung, welche ein solches Kraftbewußtsein bewährt, wird zu einem dauernden Lustgefühl und macht sich schließlich in so starkem Maße geltend, daß sie durch die Überwindung physischen Ungemachs und Schmerzes nur noch vermehrt wird. Wird doch von einer frischen, leistungsfreudigen Jugend der Wert einer körperlichen Leistung ganz besonders danach bemessen, welche Summe von Anstrengung, von Unbequemlichkeit, von Entbehrung usw. dabei zu überwinden war. Alles ertragen zu können, ohne dabei mit der Wimper zu zucken, abgehärtet zu sein gegen alle Art Unbilden, wird so in den Augen mannhaft erzogener Knaben und Jünglinge zu einer Tugend, während Empfindlichkeit und Verweichlichung als unmännlich der Verachtung anheimfällt.

Dasselbe Lustgefühl der, wenn auch sauer erworbenen, eigenen Leistungsfähigkeit und Kraft ist es nun auch, welches den Geübten, wenn er vor neue und schwierige Aufgaben gestellt ist, alle entgegenstehenden hemmenden Vorstellungen reihen, Zweifel am Gelingen, Furcht vor üblen Ereignissen, vor Gefahren, vor schweren Verletzungen u. dgl. im Falle des Mißlingens, leicht unterdrücken läßt. Es ist der Mut, der so aus der Übung und Mehrung der körperlichen Leistungsfähigkeit herauswächst, zur

Charaktereigenschaft wird und mitbestimmend einwirkt auf zahlreiche willkürliche Lebensäußerungen. Leichter vollzieht sich beim Mutigen der Entschluß zu bestimmten Willenshandlungen, schneller und sicherer die Umsetzung des Entschlusses in die Tat. Kurz, es gewinnt die Bestimmtheit des ganzen Wesens.

Handelt es sich hier zunächst auch nur um physische Abhärtung und physischen Mut — so gefellen sich dem bei richtig geleiteter Erziehung und entsprechend entwickeltem Gefühlsleben bald auch edlere, sittliche Motive hinzu. Ja der physische Mut ist eine Vorbedingung zur Entfaltung bestimmter Tugenden. Hilfsbereit zu sein dem Nächsten in Not und Gefahr, setzt ebensowohl persönlichen Mut voraus wie die Betätigung der Vaterlandsliebe, wenn es sein muß, bis in den Tod. Nur geübten und ausdauernden, abgehärteten und mutigen Männern offenbart die Natur ihre erhabensten Schönheiten, mögen sie gesucht werden auf den himmelanstrebenden Gipfeln eisbedeckter Bergriesen oder im Wogenprall des Meeres oder in den Wildnissen ferner unwirtlicher Erdstriche. Kurz: nur dem Mutigen gehört die Welt!

So betrachtet, gewinnt die Erziehung der Jugend zum Mute durch Leibesübungen und Sport eine hohe Bedeutung nicht nur für die Charakterbildung des einzelnen, sondern auch für die Lösung wichtiger Kulturaufgaben. Es ist das Verdienst des leider hingeschiedenen Konrad Koch, gerade diese Seite der Leibesübungen in seinem schönen Buche: „Die Erziehung zum Mute“ zum erstenmal in erschöpfender Weise dargestellt zu haben.

## § 228. Die Reflexbewegungen.

Bei den in den vorigen Abschnitten behandelten Bewegungen, mochten sie sich als wohlgeordnete, überlegte Bewegungen oder als mehr ungeordnete, plötzlich koordinierte kennzeichnen, geschah der Bewegungsantrieb bewußt durch die Willens-tätigkeit. Außerordentlich zahlreiche Bewegungen jedoch vollziehen sich ohne Inanspruchnahme von Willensarbeit, lösen sich innerhalb unseres Nervensystems entweder ganz selbsttätig aus, wie die Reflexe und automatischen Bewegungen, oder schon auf ganz geringen Willensanstoß wie die halbautomatischen Bewegungen. Ein großer Teil all dieser Bewegungen trägt äußerlich vollkommen den Charakter des Zweckmäßigen und willkürlich Beabsichtigten. Eine feste Grenze zwischen unwillkürlichen und willkürlichen Bewegungen ist durchaus nicht überall zu ziehen.

Was zunächst die Reflexe betrifft, so verstehen wir unter einem Reflex eine Bewegung, die selbsttätig hervorgerufen wird durch Erregung eines Empfindungsnerven. Dabei ist die Tätigkeit des Willensorgans ausgeschlossen, ja die Reflexbewegung löst sich schneller aus als eine willkürliche.

Nehmen wir ein Beispiel! Legt man ein Bein über das andere, wobei der Unterschenkel des übergeschlagenen Beines ruhig herabhängt, und führt mit dem Kleinfinger-rande der flachen Hand einen leichten Schlag auf die Sehne des vierköpfigen Schenkel-streckers dicht unter der Kniescheibe aus, so macht der Schenkelstrecker unwillkürlich eine zuckende Bewegung, so daß der herabhängende Unterschenkel eine kurze schnellende Bewegung nach vorwärts macht. Diese Bewegung ist ein Reflex, vollzieht sich ohne den Willen (Kniesehnenreflex).

Denke ich mir auf dieselbe Stelle am Knie einen spitzen Stab gerichtet, der eben anfängt, die Haut dort anzubohren, so wird dies schmerzhaft empfunden. Um nun dies verwünschte schmerzterregende Werkzeug wegzutreten, werde ich genau mit der gleichen Bewegung den Unterschenkel emporzucken. Das ist dann aber eine willkürliche Bewegung.

Reflex-  
bewegungen.

Reflex.

Was geht nun im ersteren Falle vor? In Fig. 377 sei H ein Stückchen der Haut unterhalb der Kniescheibe etwa und T ein dort gelegenes Taftkörperchen, von dem aus die Schmerzempfindung den Empfindungsnerven e entlang — welcher vorher den Ganglienknoten Zw im Zwischenwirbelloch durchsetzt — zum Rückenmark geht. Hier geht die Leitung über in die Empfindungsfaser en, welche im Rückenmark aufwärts zum Gehirn hinleitet. Von dieser Empfindungsfaser en aber, welche senkrecht nach dem Gehirn hinaufzieht, zweigt sich, horizontal gerichtet, eine kleine Seitendurchschnitt des Marcs verläuft und mit ihrer Endverzweigung in Beziehung tritt zu einer Bewegungszelle des

Vorderhorns bg. Der Achsenzylinder dieser Ganglienzelle verläuft als Bewegungsnerve bn zu dem Muskel M — im gedachten Falle eine Muskelfaser des den Unterschenkel emporschnellenden Schenkelstreckers. Die gesamte Leitung nennen wir Reflexbogen. Er ermöglicht also, daß eine Erregung in der Haut (Taftkörperchen T) den Empfindungsnerven e entlang, direkt quer durch das Rückenmark auf die Bewegungsbahn oder das periphere Neuron bg, bn, M (bg = Ganglienzelle im Vorderhorn, bn = Bewegungsnerve, M = Muskelfaser) sich überträgt. Mit anderen Worten: ein Reiz in T kann auf dem Wege des Reflexbogens ohne Inanspruchnahme des Gehirns, d. h. des Willens, eine Bewegung des Muskels M auslösen.

Da dieser Weg kürzer ist als der einer willkürlichen Bewegung, bei der die veranlassende Erregung zur Hirnrinde geleitet wird, wo dann auch die Anregung zur willkürlichen Zusammenziehung des Muskels erfolgt, so löst sich eine Reflexbewegung schneller aus als eine willkürliche.

Man unterscheidet:

a) Einfache Reflexe, bei denen es sich um Zusammenziehung nur eines Muskels auf bestimmten Sinnesreiz handelt. Beispiel: Bei starkem Lichtreiz (Sehen in ein Licht, in die Sonne) verengert sich unwillkürlich die Pupille durch Zusammenziehung des Schließmuskels der Regenbogenhaut des Auges.

b) Ausgebreitete, wohlgeordnete Reflexe. Bei diesen Reflexbewegungen, welche meist den Charakter des Zweckmäßigen an sich tragen, löst ein äußerer Reiz eine umfangreiche Bewegung zahlreicher Muskeln aus. Hierhin gehört: die vom Schlundkopfe ab selbsttätig sich vollziehende Schlingbewegung; die Brechbewegung; das zur Entfernung eines Fremdkörpers (Schleim usw.) aus den Luft-

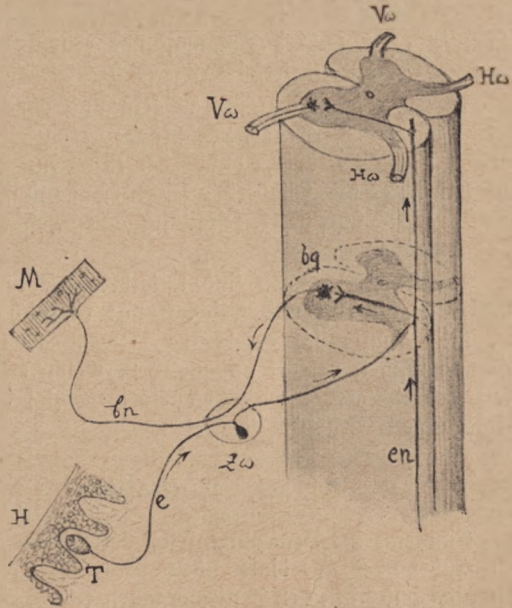


Fig. 377. Schema eines Reflexbogens (nach Goldt). H Haut, T Taftkörperchen, e Empfindungsnerve, Zw Ganglienknoten im Zwischenwirbelloch, en im Rückenmark aufwärts zum Gehirn leitende Empfindungsfaser. Ihre Abzweigung (Reflexbogen) tritt mit einem Endbäumchen in Beziehung zu bg, Bewegungszelle im Vorderhorn des Rückenmarks, die ihrerseits durch den Achsenzylinderfortsatz und Nerven bn zum Muskel M leitet. — Am oberen Durchschnitt des Rückenmarks sind die Vorderhörner Vw mit den Wurzeln der Bewegungsnerve, sowie die Hinterhörner mit den Wurzeln der Empfindungsnerve Hw und ebenfalls ein Reflexbogen dargestellt.

Einfacher Reflex.

Ausgebreitete wohlgeordnete Reflexe.

wegen dienende Husten; das Niesen usw. Reflektorisch erfolgen ferner auch: die Absonderung des Mundspeichels beim Kauen; die Verengerung und Erweiterung der Hautblutgefäße sowie die Schweißabsonderung bei Kälte- oder Wärmeempfindung; das Lachen bei Kitzeln der Haut u. a. Das Lachen, das Weinen, die Schamröte und ähnliche Reflexvorgänge sind Beispiele dafür, daß auch bestimmte Vorstellungen, Gemütsbewegungen u. dgl. Reflexbewegungen auslösen können.

## § 229. Automatische Erregungen.

Während jeder Reflexvorgang sinnfällig sich auf einen bestimmten Reiz, auf die Erregung eines Gefühlsnerven hin auslöst, werden andere Erregungen auf die Muskeln scheinbar ohne äußere Veranlassung, rein selbsttätig oder automatisch übertragen. Es gibt zweierlei Arten solcher Erregungen.

1. Sie können dauernde sein und ohne Unterbrechung fortbestehen. Hierher gehört die stets vorhandene leichte Spannung der gesamten Muskulatur des wachen tätigen Menschen, der „Tonus“ der Muskeln. Nur tiefer Schlaf hebt diese Spannung auf und „löst die Glieder“. Diesen Zustand stetiger vom Zentralnervensystem, und zwar vom Rückenmark selbsttätig ausgehender Erregung nennen wir tonische Automatie.

2. Die Erregungen sind unterbrochene und veranlassen in stetem rhythmischen Wechsel Bewegung und Erschlaffung: r h y t h m i s c h e A u t o m a t i e. Als solche selbsttätig rhythmisch erfolgende Bewegungen haben wir den Herzschlag und die Atmung kennen gelernt und gesehen, welchen Beeinflussungen der rhythmische Gang dieser selbsttätigen, im Wachen wie im Schlaf das ganze Leben hindurch erfolgenden Bewegungen ausgesetzt ist.

## § 230. Halbautomatische Bewegungen.

Eine einzelne Bewegung, selbst verwickelter Art, wird, wenn oft in derselben Weise ausgeführt, der koordinierenden Willenstätigkeit immer mehr geläufig. Ihr Erinnerungsbild ist in den Zentralorganen aufbewahrt, und so bedarf es bei Wiederholung einer solchen Bewegung keiner mühsamen Koordinationstätigkeit mehr, sondern sie erfolgt bei leichtem Willensanstoß fast von selbst: sie ist, wie früher dargetan, „mechanisiert“. Zahlreiche zunächst willkürliche Bewegungen des Alltagslebens erfolgen so schließlich mechanisch. Wer gewohnt ist, stets einen Stock oder Schirm bei seinen Ausgängen zu tragen, greift beim Verlassen eines Hauses auch ganz mechanisch nach diesem Begleitstück; wer nur gelegentlich einmal bei Regenwetter einen Schirm mitnimmt, bedarf beim Ausgehen dann stets eines besonderen Erinnerungsaktes — und läßt daher den Schirm häufig stehen. —

Vor allem aber mechanisieren sich leicht und werden zu halbautomatischen Bewegungen solche Bewegungsformen, die entweder der tonischen oder der rhythmischen Automatie entsprechen.

1. Der tonischen Automatie entspricht besonders die halbautomatisch erfolgende, d. h. fast selbsttätige Gleichgewichtserhaltung durch dauernde Muskelspannung. Die Erhaltung des Gleichgewichts, für welche große Muskelgruppen in Anspruch genommen werden, ist schwierig und mühsam bei noch ungewohnten Haltungen und bei Verschiebungen des Schwerpunktes, während sie dem koordinierenden Willen gar nicht mehr zum Bewußtsein kommt, d. h. halbautomatisch geworden ist bei alltäglichen gewohnten Bewegungsformen.

Auto-  
matische Er-  
regungen.

Tonische  
Automatie.

Rhythmische  
Automatie.

Halb-  
automatische  
Be-  
wegungen.

Gleich-  
gewichts-  
erhaltung.

Wird 3. B. der Körper schnell über eine stark gekrümmte Linie — Kreislinie, Spirale oder Teile solcher — bewegt, so sucht die Zentrifugalkraft den bewegten Körper aus dieser Linie in der Richtung der Tangente nach außen hinauszuschleudern. Um dem entgegenzuwirken, wird die Schwerlinie des Körpers gegen das Zentrum des zu passierenden Kreisbogens hin geneigt, und zwar um so stärker, je kleiner der durch-eiste Kreisbogen und je schneller die Fortbewegung ist. Wir sehen diese Neigung der Längsachse des Körpers beim Bogenfahren der Eisläufer, beim Kurvenfahren des Radfahrers, beim Kreis-, Schlingel- oder Schneckenlauf des Turners. Das nötige Maß der Körperneigung bei solchen Bewegungen, durch Erfahrung und Übung erst gewonnen, wird schließlich in zutreffender Weise ganz selbsttätig dem Grad der Bewegung und der Krümmung des zu durchmessenden Weges angepaßt, ohne daß sich der Schlittschuhfahrer, der Radler oder der Läufer jedesmal über die wirksamen Kräfte Rechenschaft abzulegen braucht und mit bewußtem Willenssatt seine Haltung für jeden Moment entsprechend einrichtet.

Halb-automatische Änderung der Gleichgewichtslage.

So vollzieht sich die Koordination der Gleichgewichtserhaltung selbsttätig für mancherlei häufiger geübte Änderungen der Gleichgewichtslage, wovon die Neigung des Körpers beim Durchmessen von Kreisbogen nur ein Beispiel bildet.

Die Nervenzentren der Koordination für die Gleichgewichtserhaltung befinden sich im Klein- und Mittelhirn.

2. Wichtiger als die halbautomatische Gleichgewichtserhaltung sind für das Gebiet der Leibesübungen diejenigen halbautomatischen Bewegungen, welche, in regelmäßigem Rhythmus erfolgend, der rhythmischen Automatie entsprechen. Hierhin gehören die verschiedenen Schnelligkeits- und Dauerbewegungen. In erster Linie ist es das Gehen, welches so zu einer halbautomatisch, nach geringstem Willensanstoß fast von selbst erfolgenden Bewegung wird. Da der Gang alltäglich ausgeführt wird, so bewahrt das Rückenmark ein sicheres Erinnerungsbild davon mit allen seinen Besonderheiten und löst die Gehbewegungen aus ohne Inanspruchnahme der koordinierenden Willensstätigkeit. Nicht jede Art von Gang, sondern den „gewohnten“ Gang. Je nach Erziehung und Charakter ist einem jeden Menschen eine besondere Gangart als die gewohnte eigentümlich, bildet einen bezeichnenden Teil des ganzen Wesens eines Menschen. Bei dem einen unruhig hastend, beim anderen lässig bequem, bald in selbstbewußter, straffer, herausfordernder Haltung, bald mit schlaffen, schwächlichen, schiebenden Bewegungen, mit Hin- und Herwiegen des Rumpfes usw.

Rhythmische halb-automatische Bewegungen.

Der gewohnte Gang.

Genau so wie der Gang mit allen seinen Besonderheiten zu einer fast automatisch erfolgenden Bewegung wird, verhält es sich auch mit dem Dauerlauf, dem gewohnten Radfahren, Schwimmen, Rudern usw.

All diesen halbautomatisch gewordenen Bewegungsformen ist gemeinsam: 1. daß sie in regelmäßigem Rhythmus erfolgen; 2. daß sie keine starke Anstrengung bedingen, sondern auf große Muskelgebiete verteilte Arbeit erfordern, die nur allmählich zu hohen Arbeitssummen heranwächst.

Da es sich um wichtige Leibesübungen handelt, bei denen es auf vollkommene Haltung, auf Schönheit und Kraft der Bewegung, auf Schnelligkeit und Leistungsfähigkeit ankommt, so ist es notwendig, ihre Eingewöhnung in vollkommenster Art und Weise zu bewerkstelligen. Unser Rückenmark übt keine gymnastische Kritik: wird eine Bewegung immerzu mit denselben Fehlern und Unvollkommenheiten ausgeführt, so wird eben diese mangelhafte Ausführung geläufig und halbautomatisch. Solche eingewöhnten, mechanisch stets wiederkehrenden Mängel zu beseitigen, das Gesamte der Bewegung in neuer, verbesserter Form dem Rückenmark als Erinnerungsbild einzuprägen, wird immer schwieriger. Wird dagegen bei der ersten Einübung stets streng auf beste Form gehalten, so ergibt sich eine immerzu gleich

Eingewöhnung halb-automatischer Bewegungsformen.

gute Ausführung (ein guter „Stil“) schließlich von selbst und bleibt als anerzogener, dauernder Gewinn.

So werden z. B. bei der Aufzucht von Rennpferden zuvörderst ganz leichte Jungen als Reiter verwendet, damit das Pferd unter möglichst geringer Last sich bequem und spielend eine schnellste Gangart angewöhne. Wenn diese dann schließlich zur gewohnten Gangart geworden ist, stetig in gleichem Stil halbautomatisch erfolgt, dann wird auch die Belastung durch einen schwereren erwachsenen Reiter die erworbene gute Bewegungsform nicht mehr ändern und beeinträchtigen. Sie bleibt dem Tiere dauernd eigentümlich.

Am leichtesten geschieht eine gute Eingewöhnung bei noch ungefannten Bewegungsarten, wie z. B. Rudern, Radfahren, Schwimmen. Aber gerade darum kommt soviel darauf an, daß der erste Unterricht in solchen Übungen von tüchtigen Lehrern erteilt werde, welche von vornherein und unbedingt auf gute Form halten und sich nicht einbilden, daß immer wiederkehrende Fehler schließlich bei besserer Übung von selbst verschwinden.

Umbildung  
der gewohnten  
Gangart.

Was das Gehen betrifft, so hat man beim Schüler vielfach mit längst schon vorhandenen schlechten Gewohnheiten, mit lässiger Haltung, schlottrigen gekrümmten Knien, ungleich langen Schritten, Einwärtssetzen eines Fußes u. dgl. zu tun. Soll in solchen Fällen die gewohnte Gangart umgebildet und derart verbessert werden, daß gute straffe Haltung, weites Ausschreiten und munteres Zeitmaß auch für den gewohnten Gang als dauernder Erwerb verbleiben, so bedarf es einer kräftigen Schulung in Geh- und Marschübungen.

Ersparung  
von Nerven-  
arbeit bei  
halbauto-  
matischen  
Be-  
wegungen.

Sragen wir uns nun, welchen besonderen Vorteil die Dauer- und Schnelligkeitsübungen — denn diese sind es, welche zu halbautomatischen werden — hinsichtlich der Nervenarbeit bieten, so ist dies der, daß die Nervenarbeit auf ein ganz geringes Maß zurückgeführt wird, daß namentlich die Arbeit des willengebenden Zentralorgans, des Gehirns, so gut wie ausgeschaltet bleibt, und daß infolgedessen die Ermüdbarkeit bei halbautomatischen Bewegungen weit geringer ist als bei rein willkürlichen Bewegungen, von denen hier namentlich die Aufmerksamkeits-, die Geschicklichkeits- und Kraftübungen zum Vergleich stehen.

Greifen wir noch einmal auf die rein automatischen Bewegungen des Herzschlags und der Atmung zurück! Beide sind gekennzeichnet durch ihren rhythmischen Gang und durch einen so weit gemäßigten Kraftumfang, daß lähmende Ermüdung, wie sie nach jeder Kraftanstrengung eines Muskels sonst eintritt, so gut wie ausgeschlossen ist. Herzschlag und Atmung unterliegen aber in weit geringerem Maße den Gesetzen der Ermüdung vornehmlich darum, weil sich ihre Arbeit ohne die Anteilnahme der leicht ermüdbaren Willenszentren vollzieht.

Ein großer Teil dieser besonderen Verhältnisse überträgt sich auch auf die halbautomatischen Bewegungsarten, welche gleichfalls in rhythmisch gleichbleibendem Gange erfolgen und keine Höchstleistungen der beteiligten Muskeln erfordern. Sie erfolgen zunächst auf leichte Willensanregung vom Gehirn aus, werden aber weiterhin durch Erregungen der fast automatisch arbeitenden Nervenzentren des Rückenmarks, des Mittel- und Kleinhirns unterhalten. Daraus erklärt sich dann auch zum Teil — die Förderung des Blutkreislaufs und die schnellere Hinwegbeförderung lähmender Ermüdungsstoffe ist früher bereits gewürdigt —, daß die Summe mechanischer Kraftleistung bei einer Schnelligkeits- oder Dauerbewegung eine um das Vielfache höhere werden kann, als dies bei rein willkürlichen Kraft- und Geschicklichkeitsbewegungen der Fall ist. Es ist also wesentliche Eigenschaft der Schnelligkeits- oder Dauerbewegungen, daß sie den denkbar geringsten Aufwand an Willens- und Nervenkraft im Verhältnis zu ihrer mechanischen Leistung beanspruchen.



Sie wirken für das Nervensystem und insbesondere für das Gehirn erholend. Während des Wanderns z. B. kann ich mich mit meinen Genossen ungestört unterhalten, kann die Eindrücke der umgebenden Natur voll und ganz auf mein Gemüt einwirken lassen. Gleichen Genuß bietet das Rudern und zum Teil — auf guter ebener Bahn — auch das Radfahren. Das ist namentlich für solche wichtig, welche nach anstrengender geistiger Tätigkeit Leibesübung zur Entlastung des Gehirns treiben wollen.

Erholende Wirkung für das Gehirn.

Allerdings kann unter Umständen bei den halbautomatischen Schnelligkeits- und Dauerbewegungen auch das Eintreten besonderer Willenstätigkeit sich notwendig machen und die erholende Einwirkung auf das Gehirn mehr oder weniger beeinträchtigen. So erholend der Gang über gute Wege, so ermüdend und die frohe Wanderstimmung verderbend wirkt bei längerer Wanderung ein anhaltend schlechter, steiniger oder von zahlreichen Wasserlächen und sumpfigen Stellen unterbrochener Weg. Er nimmt die Aufmerksamkeit stets in Anspruch und lenkt von behaglichem Naturgenuß ab. Die Notwendigkeit, bald hier, bald dort den Platz am Boden zu suchen, wo der Fuß sicher hingesezt werden kann, bald längere, bald kürzere Schritte zu machen, benimmt der Gangbewegung ihren erholenden, halbautomatischen Charakter. Daher stellt sich in solchem Falle auch viel schneller Müdigkeit ein.

Notwendigkeit besonderer Willenstätigkeit auch bei halbautomatischen Bewegungen.

Ebenso beanspruchen Schnelligkeits- und Dauerbewegungen dann kraftgebende Willenstätigkeit, wenn sie bis zur Höchstleistung gesteigert werden sollen.

Beim Wettlauf, Wettrudern, Wettradeln u. dgl. muß eine ähnliche Willensenergie aufgeboten werden wie zu Höchstleistungen in Kraftübungen.

Bei Dauerübungen — Dauermarsch, Dauerlauf, Dauerrudern usw. — ermüdet selbstverständlich die Muskulatur schließlich durch Überdauer.

### § 231. Takt und Automatie.

Takt und Automatie.

Bewegungsformen, welche in bestimmter rhythmischer Folge, in bestimmtem Takte sich vollziehen, werden am ehesten halbautomatisch, unter geringstem Anteil bewußter Willensgebung. Dies Verhältnis wird nun noch gesteigert, wenn gleichzeitige äußere Sinneseindrücke, in genau demselben Taktmaße erfolgend, die Bewegung begleiten. Dies gilt schon von Gesichtseindrücken — sichtbares Takt schlagen —, vor allem aber von Gehörseindrücken. Lautes taktmäßiges Zählen, taktmäßiges Aufschlagen auf einen Eisenstab, Liederklang, der Schall der Marschritte reißen schon unwillkürlich eine marschierende Abteilung zu gleichem taktmäßigen Schritt und Tritt hin. Noch mehr ist dies aber der Fall bei einer in scharfem Rhythmus erfolgenden Musik und lautem Trommelschlag. Solche Schalleindrücke verstärken außerordentlich die Automatie der Bewegungen, ja regen unmittelbar dazu an, mächtiger als der Wille. Eine ermüdete Truppe, bei der jeder einzelne nur noch mit Willensanstrengung im Gleichtakt zu marschieren vermag, gewinnt sofort wieder festen Schritt und Tritt, wird wieder neu belebt, wenn die Musik eine Marschweise erklingen läßt, und zwar wird der Marschtritt um so fester, je schärfer die gleichmäßigen rhythmischen Taktschläge markiert werden. Letztere wirken geradezu als Bewegungsanreize, welche die willkürlichen Erregungen ausschalten und ersetzen.

Dies tritt vor allem beim Tanze hervor, d. h. bei einem in stets gleicher Bewegungsfolge sich vollziehenden Tanze, wie es unsere Rundtänze sind. Hier tritt die Entäußerung des Willens, die Herrschaft der taktgebenden Musik am sinnfälligsten in der Erscheinung. Wie im Halbtraum vollziehen sich die eingelernten Bewegungen des Rundtanzes mechanisch zu den Klängen der Musik. In der Entäußerung und Einschläferung des Willens, in der Hingebung an die bewegungweckenden Taktklänge der Musik, kurz in dem rauschähnlichen Zustand, in den der Rundtanz versetzt,

Rundtanz.

liegt zum Teil der Anreiz des Tanzes auf das Nervensystem. Dabei hat der Tanz, als echte Schnelligkeitsübung, auch die entsprechenden Wirkungen auf den Atemgang und namentlich auf den Herzschlag. Leider kommen diese gesundheitlichen Vorteile bei der schlechten Luft auf Tanzböden, bei dem Genuß alkoholischer Getränke in den Tanzpausen und bei der Atmung und Kreislauf behindernden festen Schnürung der weiblichen Jugend so gut wie gar nicht zur Geltung. Auf die ästhetischen Bedenken, die man gegen die meisten unserer üblichen Rundtänze — von neuzeitlichen Entartungen ganz abgesehen — hegen muß, sei hier nur kurz hingewiesen.

Anders verhält sich die Wirkung der Musik bei mehr kunstreichen Charaktertänzen und Reigen. Hier ist von einer eigentlichen Automatie wenig mehr die Rede: die Musik mit ihren Rhythmen wirkt hier zwar auch als belebendes Mittel, aber sie schaltet die Willengebung nicht aus. Daher fehlt solchen kunstreicheren Tänzen jene berauschte Wirkung, jenes Selbstvergessen, welches den einfachen Rundtänzen eigen ist. Es müßte sich denn um Darbietungen dieser Art handeln, die immer und immer wieder mit voller Hingabe an die Ausdruckskunst schöner Gliederbewegungen ausgeführt werden — eine Hingabe, welche auch die echte Berufstänzerin beseelt und ihre Leistungen auf die Höhen edler Kunst führt.

Charaktertänze und Reigen.

Rhythmische Gestaltung körperlicher Arbeit.

Daß die Innehaltung einer bestimmten Taktfolge bei schwererer körperlicher Arbeit in Verbindung mit dem Gehörseindruck rhythmischen Gleichklangs die Ermüdbarkeit stark herabsetzt, die Arbeit also leicht macht, ist eine Erbweisheit der Menschen von Urzeit an. Von zahlreichen Völkern kennen wir uralte Strophen und Liedchen, deren Weisen mit stark ausgeprägter und betonter Taktfolge die Arbeit im Hause und in der Arbeit begleiten und erleichtern sollten. Nach dem Takt solcher Liedchen wurde das Getreide mit der Handmühle gemahlen, wurde der Flach gerast und gebrochen, flog das Weberschiffchen, wurde die Wäsche geklopft usw. K. Bücher (Arbeit und Rhythmus) hat zahlreiche Arbeitslieder der Art gesammelt. In ausgesprochenem Rhythmus hämmert der Schmied, der Schlosser, der Klempner, der Kessler, klopft der Schuster, sägt, hobelt und raspelt der Tischler. Ganze Trommelmärsche vollführen die Gleisverburschen auf dem Hackbrett, die Küfer beim Hämmern der Sägeisen; zu fast melodischer Taktfolge vereint sich der Klang der Dreschlegel beim Dreschen.

Rhythmus bei Leibesübungen.

So lag es mehr als nahe, die Erleichterung, welche Rhythmus und Takt der willengebenden Nervenarbeit bringen, auch für das Gebiet der Leibesübungen nutzbar zu machen und selbst solche Übungen, welche an sich keine rhythmische Folge bedingen, taktmäßig ausführen zu lassen. „Rhythmische Gymnastik“ wurde geradezu zu einem Schlagwort. Obschon der Übungserfolg zahlreicher Bewegungen darin beruht, daß eine jede Bewegung ihrem Charakter gemäß bald — wie z. B. bei Armbewegungen — in kraftvoll schnellender, schwunghaft ausholender Form erfolgt, bald — wie z. B. bei Rumpfbewegungen — in langsamer zügiger Ausführung, so ließ man nicht nur Freiübungen verschiedenster Art im Gleichtakt ausführen, sondern selbst Gerätübungen, und zwar als Gemeinübungen nach dem Takt der Musik. Dabei übersah man, daß der Gleichtakt nur eine — und zwar die einfachste und gewöhnlichste Form des Rhythmus ist, während doch kurze und lange Zeiten und verschiedene Betonung in der mannigfaltigsten Weise sich zusammenstellen lassen. Man denke nur an den antiken Strophenbau! Die Ausführung verschiedenartiger Bewegungen im Gleichtakt nimmt aber vielen davon geradezu ihren Charakter, beeinträchtigt vor allem die Verknüpfung geeigneter Bewegungen mit dem Akt der Ein- oder der Ausatmung. Dazu kommt noch ein anderes. Durch den Gleichtakt erhalten die Bewegungen mehr oder weniger einen halbautomatischen Charakter. Sie werden kraftloser, unbestimmter, mehr mechanisch und automatenhaft. Solche Gymnastik wirkt, da der taktgebende Rhythmus die kraftgebende Willensanregung mehr oder weniger ersetzt, geradezu entmannend und entnervend. Gewiß

wollen wir namentlich beim Mädchenturnen den Ausdrucksformen tanzartig aneinandergereihten Bewegungsfolgen, welche die Entfaltung gefälliger Anmut gestatten, einen Platz gewahrt wissen, allein die Ausführung aller Übungen im Gleichtakt, das ewige Taktzählen bei den Frei- und bei den Gerätübungen heißt die Kinder nur willenlos machen und zu Gliederpuppen erziehen.

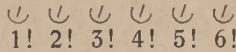
Da der Gleichtakt nur eine einzelne Form rhythmischer Folgen ist, so handelt es sich darum, für jede Verknüpfung von Bewegungen diejenige rhythmische Form zu suchen, welche in dem Falle die passende ist. Die einzelnen Abschnitte der Gliedmaßen (Unterarm, Unterschenkel) sind schneller zu bewegen als das ganze Glied; das ganze Glied schneller als der Rumpf. Bei Rumpfübungen werden auf der Höhe der Bewegung Halten eintreten müssen, um die Übung wirksam zu gestalten.

Gleichtakt  
und  
Rhythmus.

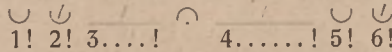
Nehmen wir als Beispiel etwa folgende einfache Bewegungsgruppe:

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Arme beugen;           | 4. Rumpf aufrichten;      |
| 2. Arme vorhochheben;     | 5. Arme beugen;           |
| 3. Rumpf vorwärts beugen; | 6. Arme abwärts strecken. |

Diese Übung ergäbe im Gleichtakt folgendes rhythmische Bild:



Die Rumpfübung wird so einfach unwirksam gemacht. Der richtige Rhythmus wäre:



Dabei bedeutet das Haltezeichen  $\cup$  ein kurzes Beharren in der Rumpffesthalte. Der erste Abschnitt dieses rhythmischen Bewegungsbildes verbindet sich mit einer Aus-, der zweite mit einer Einatmung.

Für manche Folge von Bewegungen ist eine rhythmische Ausführung möglich und anwendbar, indem sie sich dem Rhythmus kurzer musikalischer Themen anpassen läßt. Bei festlichen Anlässen kann die Vorführung geeigneter Übungen zur Musik unter Umständen einen starken künstlerischen Eindruck hervorrufen. An dem Bau der Leibesübungen ist aber die rhythmische Gymnastik, ist insbesondere der Tanz und der Tanzreigen nicht mehr als ein schönes Schmuckstück — nie aber ein tragender Pfeiler.

### § 232. Ermüdung des Gehirns nach geistiger Arbeit.

Wie bei der Muskelarbeit eine Blutverschiebung stattfindet nach den Muskeln — so bei geistiger Arbeit nach dem Gehirn (sowie den Blutgefäßen der Bauchorgane). Diese von E. Weber festgestellte Blutverschiebung entspricht nicht allein den erhöhten Stoffwechselvorgängen im Gehirn, deren Bestehen sogar unter dem Mikroskop sichtbar gemacht werden kann (s. Fig. 366, § 211), sondern hat vor allem den Erfolg, Ermüdungstoffe aus dem Gehirn schnellstens hinwegzuschweyemen. Denn diese sind es, welche geistige Ermüdung veranlassen. Geistige Ermüdung tut sich zunächst kund in einer Schwächung des Aufmerksamkeitsvermögens. Ist unsere Denktätigkeit etwa durch das Lesen eines schwierigen Buches oder das Hören eines tiefgründigen wissenschaftlichen Vortrages angestrengt, so können wir zunächst mit großem Interesse und vollem Verständnis folgen. Bei längerer Dauer aber werden die durch Auge und Ohr zugetragenen Ausführungen nicht mehr so scharf erfaßt, unsere Gedanken schweifen leicht ab, so daß wir „den Saden verlieren“. Nur mit Anstrengung vermögen wir unsere Aufmerksamkeit weiter auf den uns beschäftigenden Gegenstand zu richten: das Gehirn ist ermüdet und bedarf einer Erholung.

Blut-  
verschiebung  
bei geistiger  
Arbeit.

Geistige Erschöpfung.

Wie bei der Blutverschiebung nach den Muskeln tritt auch hier als objektives Zeichen der Ermüdung eine Umkehr der Blutverschiebung ein: das Hirn wird blutleer und ähnlich wie bei den Muskeln die Inanspruchnahme einer bis dahin noch müßigen, d. h. frischen Muskelgruppe die normale Blutverschiebung wieder von neuem hervorzurufen vermag, so wirkt die Beschäftigung mit einem anderen Gegenstand, die Ablenkung des Denkens auf ein anderes Gebiet erholend für das Gehirn und weckt erneut unsere geistige Leistungsfähigkeit. — Die Umkehr der Blutverschiebung nach dem Gehirn ist das beste und zweifellose objektive Zeichen der Hirnermüdung. Leider ist nach den Angaben von E. Weber der Nachweis dieser Blutverschiebung und ihrer Umkehr zurzeit noch so schwierig und umständlich, daß an eine Verwendung der Methode etwa zu Reihenuntersuchungen bei Schülern gar nicht gedacht werden kann.

Nur bei längerer, über viele Stunden fortgesetzter geistiger Anstrengung entsteht schließlich Allgemeinerermüdung und macht auch unfähig, bei Ablenkung der geistigen Arbeit auf ein anderes Gebiet noch mit Erfolg tätig zu sein. Solche geistige Allgemeinerermüdung äußert sich vielfach in Unlust zu jeglicher Beschäftigung, reizbarer Schwäche, Launenhaftigkeit, selbst Kopfweh und Schwindelgefühl.

Verschiedene Leistungsfähigkeit.

Indes bestehen in bezug auf die Ermüdbarkeit des Gehirns ganz außerordentliche Verschiedenheiten. Wie in den Weberschen Versuchen die bei kräftigen Arbeitern festgestellte Umkehr der Blutverschiebung infolge Ermüdung durch einen Dauerlauf bei tränierten Sportsleuten ausblieb, ja sogar ein Steigen der Kurve eintrat (s. o. § 88), so vermag auch der Berufsgelehrte Tag für Tag viele Stunden lang sein Denken allein auf einen Gegenstand zu richten und geistig zu schaffen. Der fromme Landmann dagegen vernimmt mit Andacht den Anfang der Sonntagspredigt — um bald unwiderstehlichem Schlaf zu verfallen. Übrigens sprechen bei geistiger Tätigkeit noch zahlreiche Begleitumstände bald als erleichternd, bald als erschwerend mit: Ernährungszustand, Gemütsstimmung, d. h. Lust- und Unlustgefühle, Ausgeruhtsein des Gehirns nach erquickendem Schlaf oder Unaufgelegtheit nach schlecht verbrachter Nacht usw. Die geistige Arbeit bei den verschiedenen Menschen ist nach ihrer Art und ihrem Umfang zu wenig vergleichbar.

Geistige Arbeit bei Schulkindern.

Anders da, wo noch einigermaßen gleichartig geistige Entwicklung vorhanden und gleiche geistige Arbeit zu verrichten ist: nämlich im Schulalter. Hier hat man in der Tat festzustellen vermocht, in welcher Zeit durchschnittlich bei geistiger Arbeit sich Ermüdungserscheinungen zeigen und in welchem Grade sie zunehmen. Die geistige Ermüdung bei Schulkindern hat sich so in Gestalt einer Kurve bestimmen lassen. Die geistige Arbeitsfähigkeit von Schülern nimmt in der ersten Hälfte einer Schulstunde zu, um von da ab stetig zu sinken. Ob man die Arbeitsgeschwindigkeit beim Addieren (Kraepelin), die Häufigkeit von Fehlern beim Rechnen (Burgerstein) oder beim Niederschreiben von Diktaten (Hoepfner) oder die Prüfung des Gedächtnisses zum Maßstab nahm, immer zeigt sich nach einer gewissen Zeit das Auftreten zunehmender Ermüdungserscheinungen.

Diese Untersuchungen sind wichtig einmal zur Bestimmung der nutzbringendsten Dauer der Schulstunde und sodann zur Ermittlung der nötigen Erholungszeit nach einer Schulstunde.

Lektionsdauer.

Was zunächst die Dauer der Schulstunde — oder sagen wir die Lektionsdauer — betrifft, so ist es namentlich bei Kindern vor beginnender Entwicklung, also vom 7.—13. Lebensjahre, schon nicht mehr möglich, gleichmäßige Aufmerksamkeit eine volle Stunde, 60 Minuten lang, zu erzielen. Häufigere kürzere Lektionen fördern mehr als längere und weniger häufigere. Man hat deshalb die Einführung von sogenannten Kurzstunden von 40—45 Minuten in den Schulen gefordert, weil man dadurch die Schulkinder geistig frischer erhält und weit bessere Ergebnisse im Unterrichte gewinnt. Nach jeder solchen Stunde soll dann eine Pause von mindestens 10 Minuten folgen.

Da in den beiden ersten Schulstunden die geistige Leistungsfähigkeit am größten ist, so sind in diese diejenigen Unterrichtsgegenstände zu verlegen, welche die größten Ermüdungswerte haben, das sind Rechnen oder Mathematik und fremde Sprachen. Allerdings ist nicht nur der Lehrgegenstand an sich, sondern auch die Art seiner Behandlung durch die Lehrer von großem Einfluß auf die geistige Ermüdbarkeit der Schüler.

### § 233. Wechselwirkung zwischen geistiger und körperlicher Ermüdung.

Wechsel-  
wirkung  
zwischen  
geistiger und  
körperlicher  
Ermüdung.

Es galt früher als ein feststehender Satz, daß nach geistiger Anstrengung kräftige Leibesübung besonders geboten sei, da sie erholend wirke und das blutüberfüllte Gehirn entlaste. So schrieb z. B. der Münchener Chirurg Nußbaum im Jahre 1889: „Turnt der Denker, welcher den ganzen Tag sein Gehirn anstrengte und blutreich machte, so werden die Muskeln voll vom Blute strozen, und das Blut wird dem überfüllten Gehirn entnommen . . .“ Man hat, weil man Leibesübung nur als eine Erholung nach geistiger Arbeit betrachtete, darum auch keinen Anstand genommen, die Turnstunden im Lehrplan mitten zwischen die anderen Unterrichtsstunden zu setzen, ja unmittelbar einer Reihe von Lehrstunden folgen zu lassen.

Die Verhältnisse liegen aber durchaus nicht so einfach, als man früher annahm. Geistige Arbeit, Muskelarbeit und Sinneempfindung sind durchaus keine Kreise, die nebeneinander bestehen und sich kaum berühren, im Gegenteil, diese Kreise überschneiden sich; starke geistige Arbeit ermüdet nicht nur das Gehirn, sondern setzt auch die Fähigkeit zu willkürlicher Muskelarbeit erheblich herab — und umgekehrt. Ebenso wird die Empfindungsfähigkeit der Haut — andere Sinneempfindungen sind daraufhin noch nicht untersucht — durch geistige Ermüdung abgeschwächt.

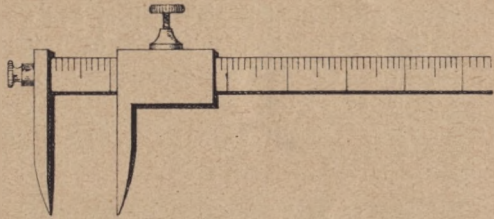


Fig. 378.

Beginnen wir mit der letzteren Erscheinung, so versuchte vor allen Griesbach den Nachweis, daß die Tastempfindungen der Haut mit dem Grad der geistigen Ermüdung an Feinheit stark einbüßen, die „Raumschwelle“ zunimmt. Er benutzte dazu den in verfeinerte Form gebrachten Tasterzirkel der Heilkunde (Fig. 378), mit einer festen und einer verschiebbaren Spitze. Diese beiden Spitzen, genau gleichzeitig der Haut (Griesbach wählte dazu die Gesichtshaut über den Jochbeinen) aufgesetzt, werden bei gewissem Spitzenabstand deutlich als zwei Spitzen, bei allmählicher Annäherung schließlich nur noch als eine empfunden. So werden beim Erwachsenen an der Zungenspitze zwei Spitzen noch deutlich beim Abstand von 1,1 mm empfunden, auf dem roten Teil der Lippen erst beim Abstand von 4,5—6 mm, auf dem Handrücken bei 31,5 mm und auf der Rückenhaut erst bei 60 mm. Griesbach (und nach ihm Wagner) fand, daß Schüler — bei denen übrigens die Empfindungen der Haut feiner sind als beim Erwachsenen — vor Beginn des Unterrichts bei weit geringerem Spitzenabstand eine Doppelempfindung hatten als nach der ersten oder gar der zweiten Unterrichtsstunde. An schulfreien Tagen ohne nennenswerte geistige Arbeit waren diese Schwankungen der Tastempfindlichkeit nicht nachweisbar.

Die ganze Art der Untersuchung, aufgebaut auf den subjektiven Angaben der untersuchten Schüler und eine besondere Geschicklichkeit des Untersuchenden erfordernd, bietet, wie u. a. Kraepelin nachwies, zu viele Fehlerquellen, um mit Sicherheit danach den

Grad der geistigen Ermüdung im Unterricht zu bemessen. Es sei hier nur bezüglich des Einflusses der Spiel- und Turnstunden zwischen den Unterrichtsstunden das Ergebnis mitgeteilt, wonach man „vom energischen Geräteturnen gar nicht, von Spielstunden nur bedingt erholenden Einfluß erwarten kann“ (Wagner).

Immerhin ist als feststehend zu erachten, daß geistige Ermüdung auch die Empfindungsnerve in Mitleidenschaft zieht und in merklicher Weise die Feinheit der Tastempfindung abschwächt.

Eine ähnliche Wechselwirkung besteht zwischen Muskel- und Hirnanstrengung. Vielfältige Beobachtung hat gelehrt, daß anstrengende Muskelarbeit zu geistiger Arbeit unlustig und unfähig macht. Der Verbrauch an Nervenenergie wie die im Blute umtreisenden Ermüdungstoffe wirken zweifellos ungünstig auf die Hirntätigkeit ein. Andererseits wissen manche geistig stärker beschäftigte Leute, daß eine Frühwanderung, eine Rudersfahrt oder eine Radfahrt in Morgensonnenschein, vorausgesetzt, daß es sich dabei um eine gewohnte und nicht bis zu merklichen Ermüdungserscheinungen fortgesetzte Leistung handelt, in wohlthuender Weise erfrischt und erregt und die Arbeitslust zu geistigem Schaffen steigert. Es wäre sicherlich wertvoll, die Grenze bestimmen zu können, bis zu welcher Leibesübung und Leibesbewegung als förderlicher Reiz auf die geistige Tätigkeit wirkt, und von wann ab umgekehrt letztere beeinträchtigt wird. Dabei dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die gesamte körperliche Verfassung, Übung und Gewohnheit diese Grenzen verschieden gestalten werden. Was im besonderen bei Turn- und Spielstunden, welche mitten zwischen den übrigen Unterrichtsstunden liegen, den Einfluß des Turnens und Spielens auf die Aufmerksamkeit und Lernfähigkeit in der unmittelbar nachher folgenden Lehrstunde betrifft, so sind die darüber gemachten Angaben wenig bestimmt und widersprechend.

Um so besser sind wir unterrichtet über die Beeinflussung der willkürlichen Muskelbewegungen durch vorausgegangene geistige Anstrengung. Wir verdanken

die versuchsmäßige Feststellung der hierher gehörigen Tatsachen vor allem dem verstorbenen Physiologen A. Mosso in Turin. Er erforschte die einschlägigen Verhältnisse an der willkürlichen Tätigkeit eines kleinen Muskelbezirks, nämlich der Beugemuskel des Mittelfingers. Seinen Apparat nannte Mosso „Ergograph“, d. h. Arbeitsaufzeichner. Die Versuchsanordnung ist dabei so (Fig. 379), daß nur der Mittelfinger allein sich zu beugen und zu strecken hat und dabei ein Gewicht von 3–4 kg, das an einer Schnur über eine Rolle

läuft (G Fig. 379), nach dem Takte eines Metronoms oder eines Pendels so lange auf- und niederzieht, bis der Muskel übermüdet ist und versagt. Die das auf- und niedergehende Gewicht tragende Schnur ist an der Kuppe des arbeitenden Mittelfingers mittels eines Fingerlings von Gummi befestigt und steht in Verbindung mit einem leichtgehenden Schreibhebel (S Fig. 379), welcher die einzelnen Hebungen und Senkungen, also die Arbeit der betreffenden Muskeln, auf einer rundgehenden Schreibtrommel oder

Einfluß der Muskelermüdung auf die geistige Tätigkeit.

Einfluß geistiger Ermüdung auf die Muskelarbeit.

Mosso's Ergograph.

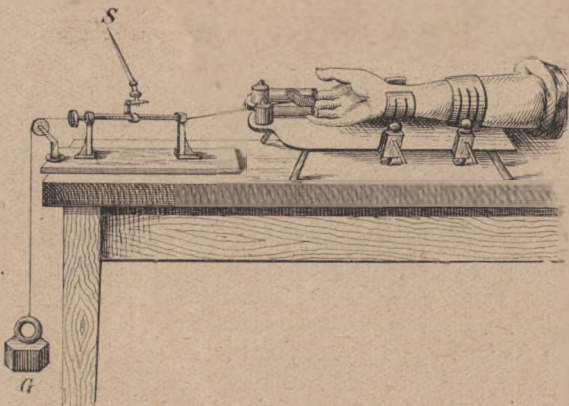


Fig. 379. Der Ergograph von A. Mosso.

einer beweglichen Schreibfläche aufzeichnet. Die so gewonnenen Kurvenbilder lassen nicht nur mit einem Blick Art und Umfang der geleisteten Arbeit erkennen, sondern gestatten auch die genaue Bestimmung der geleisteten Arbeit in Meterkilogrammen.

Als Versuchspersonen dienten Mosso meist Sachgenossen, welche zu den Versuchen das wissenschaftliche Interesse und damit diejenige Willensrichtung mitbrachten, die Täuschungen möglichst ausschließt. So gewonnene Kurven sind in Fig. 380 u. 381 wiedergegeben. Sie zeigen, von verschiedenen Versuchspersonen aufgenommen, einen besonderen Unterschied. Nämlich in der Kurve Fig. 380 sehen wir, wie die zur Arbeit angewendete Kraft von Anfang an nach und nach geringer wird und allmählich sinkt bis zur völligen Erschöpfung, während in der Kurve Fig. 381 ein Sinken der Kraft auf geraume Zeit nur in geringem Grade wahrnehmbar ist, bis dann plötzlich Ermüdungsgefühl und Erschlaffung eintritt, so daß die Kurve steil ab auf den Nullpunkt herabfällt. Kurven von anderen Personen zeigten wieder andere Ermüdungsformen. Das heißt also: Die Art, wie wir müde werden, ist für jeden einzelnen

Charakteristische Gestalt der Ermüdungskurve bei den einzelnen Menschen.

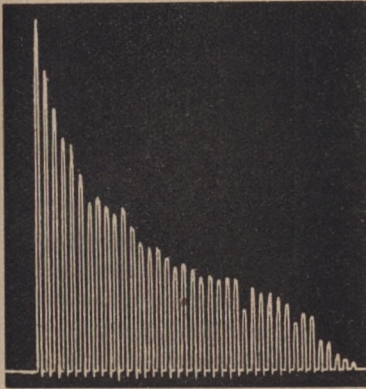


Fig. 380.

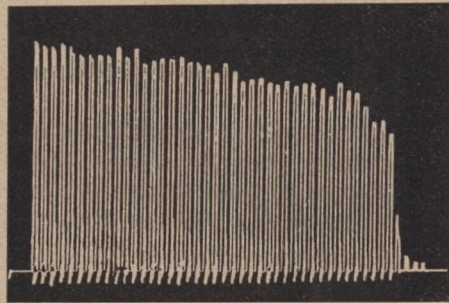


Fig. 381.

Menschen etwas verschieden, ja vielleicht charakteristisch und typisch. Denn wenn der gemachte Versuch am Ergographen bei denselben Personen unter genau denselben Umständen wiederholt wird, so ergibt sich fast stets dieselbe Form der Ermüdungskurve.

Wir konnten an diesen bemerkenswerten Ergebnissen nicht vorübergehen, ohne wenigstens einen Blick darauf geworfen zu haben. Was nun die Versuche selbst betrifft, so fand sich stets das gleiche Ergebnis: Herabsetzung der Leistungsfähigkeit des willkürlichen Bewegungsapparats durch geistige Anstrengung. Einige dieser Versuche seien hier aufgeführt.

Bei einem Professor, einem kräftigen Manne, wurden an zwei Tagen hintereinander Leistungsproben mit dem Ergographen vorgenommen, und zwar zur selben Tagesstunde — nur mit dem Unterschied, daß der Betreffende an dem einen Tage vor dem Versuche sich keinerlei anstrengender Tätigkeit hingeeben hatte, also frisch war, während er an dem anderen Tage vor dem Versuche eine Vorlesung gehalten hatte.

Das Ergebnis war: Am Tage ohne geistige Ermüdung zog Dr. M. 3 kg 48 mal hoch und leistete eine Arbeit von insgesamt 7,161 kgm, am anderen Tage nach der Vorlesung zog er 3 kg nur 38 mal hoch und leistete 5,055 kgm Arbeit.

Nach einigen Monaten wurden von demselben Herrn Versuche vor und nach einer mehrstündigen, geistig sehr anstrengenden Prüfung vorgenommen mit noch deutlicherem Ergebnis.

Änderung der Ermüdungskurve des Ergographen nach geistiger Anstrengung.

Vor der Prüfung schrieb Dr. M. am Ergographen:

Zahl der Zusammenziehungen . . . . . = 40  
 Arbeit in Kilogrammetern . . . . . = 6,087

Nach Erledigung von 14 Prüfungen schrieb er:

Zahl der Zusammenziehungen . . . . . = 24  
 Arbeit in Kilogrammetern . . . . . = 2,745.

Am letzten Tage der Prüfungssitzungen schrieb Dr. M. am Ergographen:

1. Vor den Prüfungen (Fig. 382):

Zahl der Zusammenziehungen . . . . . = 43  
 Arbeit in Kilogrammetern . . . . . = 5,694.

2. Nach Erledigung von 19 Prüfungen (Fig. 383):

Zahl der Zusammenziehungen . . . . . = 11  
 Arbeit in Kilogrammetern . . . . . = 1,086

also das vollkommene Bild von Muskelererschöpfung!

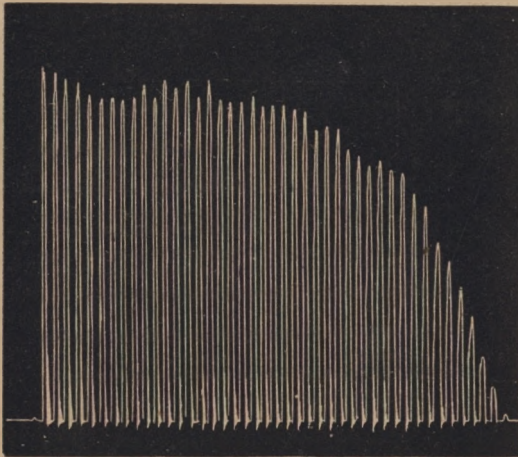


Fig. 382.



Fig. 383.

Direkte Reizung der Muskeln.

Auch wenn die Arbeit der den Mittelfinger bewegenden Muskeln nicht durch den Willen, sondern durch direkte elektrische Reizung der betreffenden Muskeln mittels des Induktionsstroms erfolgte, ließen sich dieselben Ermüdungserscheinungen nach geistiger Anstrengung nachweisen. Das heißt also: Geistige Arbeit ruft nicht nur Veränderungen in den willengebenden Bewegungszentren des Gehirns hervor, sondern beeinflusst auch die Muskeln selbst.

Folgerung für die Vornahme von Leibesübungen.

Bei bestehender Hirnermüdung anstrengende Muskelübungen vornehmen zu lassen, namentlich solche, die große Nervenarbeit verbrauchen, wie Sechsen, schwierige Geschicklichkeits- und Aufmerksamkeitsübungen, würde die Ermüdungserscheinungen nur steigern und verschlimmern. Wir würden damit der bestehenden Gehirn-anstrengung nur noch eine neue Anstrengung solcher Art hinzufügen und das Nervensystem schädigen. Die durch geistige Arbeit geschwächten Kräfte bedürfen vielmehr der Erholung durch Ruhe oder allenfalls durch eine erholende Form von Bewegung. Eine solche ist für den Gelehrten der ruhige Spaziergang, für den Knaben und Jüngling das Spielen und Tummeln in freier reiner Luft.

Folgerungen für das Schulturnen.

Für das Schulturnen sind aber alle diese Ermittlungen besonders wichtig, da sie zur Entscheidung der Frage: Auf welche Zeit sollen Schulturnstunden am besten



gelegt werden, und welche Übungsarten sind je nach Lage der Turnstunden im Schulstundenplan zu bevorzugen, wesentlich beitragen.

Es steht außer Frage, daß eine Turnstunde, welche etwa drei oder vier angestrengten Schulstunden unmittelbar folgt, unter Umständen eine starke Belastung der Hirn- und Nerventätigkeit darstellt, aber keine Entlastung. Für derart gelegene Turnstunden würden also diejenigen Übungsarten die geeignetsten sein, welche zwar ein möglichst geringes Maß von Nerventätigkeit und von qualitativer Muskelleistung, jedoch ein ausgiebiges Maß von Muskelbewegung gewähren. Dies sind vor allen Dingen die halbautomatischen Tätigkeiten, wie Marschieren, Laufen, Springen, sowie die durch Lustgefühle erleichterten Bewegungen des Spiels. Geschicklichkeitsübungen werden dagegen, namentlich bei unbeholfeneren Anfängern, stark belasten. Erst recht gilt dies von verwickelteren Aufmerksamkeitsübungen, sowie vom Sechsen.

Da wir aber im Interesse des Turnens, im Interesse der Erziehung der Bewegungsorgane durchaus nicht auf alle die wertvollen Übungen verzichten wollen, welche sichere Beherrschung der Muskulatur, Geschicklichkeit, Gewandtheit, Schnelligkeit, Schlagfertigkeit, Geistesgegenwart erfordern, so ist es nötig, daß wenigstens ein Teil der Turnzeit für jede Schulklasse so liegt, daß die Schüler noch frisch zum Turnen kommen, und daß wir ihnen dann mit Erfolg und ohne Schädigung alles das zumuten können, was sich in ungünstiger gelegenen Turnstunden verbietet.

Die allerradikalste Lösung wäre die, daß der geistige Unterricht nur am Vormittag stattfindet, Leibesübungen aber — neben anderen technischen Sächern, wie Gesang und Zeichnen — lediglich in den Nachmittagsstunden mit ausgeruhten frischen Schülern vorgenommen werden. Bei unseren Riesenschulen ist das aber schon darum schwer durchführbar, weil die Zahl der Turnhallen und Spielplätze nicht ausreicht. Auch häufen sich — ein wunder Punkt! — bei solcher Anordnung des Turnunterrichts die Dispensationsgesuche erfahrungsgemäß derart, daß nur ein kleiner Bruchteil der Schüler überhaupt an der Wohltat des Turnens teilnimmt.

Von den Neueren war es besonders der Vorläufer der heutigen Spielbewegung in Deutschland, Amtsrichter Hartwich, der 1880 als das zu erstrebende Ziel hinstellte: „Der Vormittag dem Geist, der Nachmittag dem Körper“.

Der Vormittag dem Geist — der Nachmittag dem Körper.

## B. Die peripheren Nerven und Sinnesorgane.

### § 234. Die peripheren Nerven.

Vom Gehirn und Rückenmark gehen zur rechten und linken Körperhälfte 43 Nervenpaare ab. Davon zählen 12 Paare zu den Gehirn-, 31 Paare zu den Rückenmarksnerven. Diese Nervenpaare verzweigen sich meist durch Teilung in immer feinere Nervenbündel und Fasern, um dann schließlich entweder als Sinnes- oder Empfindungsnerven oder als Bewegungs- oder Muskelnerven zu enden. Die Sinnesnerven leiten lediglich Erregungen von den Sinnesorganen (Nase, Auge, Ohr, Zunge, äußere Haut; außerdem entspringen Empfindungsfasern auch in den inneren Körperteilen) nach dem Rückenmark und dem Gehirn, und erst hier in den Zentralorganen findet die Deutung der Reize statt. So ist es z. B. nicht das Auge, welches sieht, sondern das Auge ist lediglich ein optischer Apparat, in welchen Bilder der Außenwelt gelangen und die im Augenhintergrund liegenden zahllosen Sehnervenendigungen in bestimmter Weise erregen. Im Hirn ist es aber, wo diese Erregungen gedeutet und als Abbild der Außenwelt empfunden werden. Schneidet man die Sehnerven durch,

Die peripheren Nerven.

Hirn- und Rückenmarksnerven.

unterbricht man die Leitung zum empfindenden Zentralorgan, so ist das betreffende Auge blind, auch wenn es unverletzt ist und nach wie vor Lichtbilder auf seine Netzhaut fallen. — Die Muskelnerve leiten lediglich Bewegungsreize von den Zentralorganen zu den Muskeln.

Nur eine Anzahl von Gehirnnervenpaaren besteht ausschließlich entweder aus Sinnes- oder aus Bewegungsnerve. Andere Hirnnerven und sämtliche Rückenmarksnerven sind gemischte Nerven, d. h. es sind in ihnen, wie Drähte, die in einem Kabel vereinigt sind, sowohl zum Hirn hinleitende wie vom Hirn zu den Muskeln hinableitende Fasern vorhanden. Diese Leitungen liegen in dem Nervenbündel vereint, ohne sich gegenseitig zu stören (Gesetz der isolierten Leitung).

### § 235. Die zwölf Hirnnervenpaare.

Die vom Gehirn entspringenden Nerven treten sämtlich an der Hirnbasis aus der Hirnmasse (s. o. Fig. 368) und gehen durch die Öffnungen der Schädelhöhle zum Gesichtsteil des Kopfes, ferner zum Kehlkopf und zu den dem Kehlkopf benachbarten Organen. Das erste Hirnnervenpaar geht zu der Muskulatur des Nackens, das zehnte hinab zu den Brust- und Baucheingeweiden.

Die zwölf Hirnnervenpaare sind folgende:

1. Der Geruchsnerve (*nervus olfactorius*). Er liegt platt an der Unterseite der Stirnlappen des Gehirns. Sein verdicktes, folbiges Ende ruht der horizontalen Platte des Siebbeins auf und sendet durch die Löcher der Siebbeinplatte zahlreiche Nervenäste hinab zur Nasenhöhle, in deren Schleimhaut die Riechnerven in den Riechzellen enden.

2. Der Sehnerv (*n. opticus*). Der Sehnerv tritt vor den zum Großhirn gehenden Brückenarmen aus der Tiefe hervor. Rechter und linker Sehnerv nähern sich sodann, verschmelzen miteinander und bilden, wieder auseinanderweichend, eine x-förmige Figur: die Sehnervenkreuzung. Hierbei findet eine teilweise wirkliche Kreuzung der von der rechten und der linken Hirnseite kommenden Nervenfasern statt, so daß die der rechten Hirnseite entstammenden Sehnervenfaser je die rechten Hälften der beiden Augäpfel, die der linken Hirnseite entstammenden Fasern die nach links liegenden halben Gesichtsfelder beider Augen versorgen.

Nach der Kreuzung treten rechter und linker Sehnerv durch das Sehloch in die Augenhöhle und gehen in den Augapfel über, der dem Sehnerven wie die Frucht dem Stiele aufsitzt.

Das dritte, vierte und sechste Nervenpaar stellen reine Bewegungsnerve dar, und zwar gehen diese sämtlich zu den Muskeln, welche der Bewegung des Augapfels und des oberen Augenlids dienen.

Das fünfte Hirnnervenpaar oder der dreigeteilte Nerv (*n. trigeminus*). Der dreigeteilte Nerv ist der stärkste der Gehirnnerven. Er tritt seitlich von den Brückenarmen zum Kleinhirn hervor und bildet noch in der Schädelhöhle einen Nervennoten, von welchem aus die drei Äste des Nerven, durch Kanäle des knöchernen Schädels hindurchtretend, zu den verschiedenen Bezirken des Gesichtschädels gelangen. Der erste und zweite Ast sind reine Empfindungsnerve und versorgen die Stirngegend, die Augengegend, die Haut der Nase, der Wangen, sowie die Zähne des Oberkiefers mit Empfindungsnerve, während der dritte Ast ein gemischter Nerv ist, der Bewegungsfasern zu allen Kaumuskeln, Empfindungsnerve namentlich zu den Zähnen des Unterkiefers, zur Zunge, zur Wangenschleimhaut, zur Schläfengegend, zur Haut der Unterlippe und des Kinns sendet.

Die zwölf  
Hirnnerven-  
paare.

Geruchs-  
nerve.

Sehnerv.

Fünfter oder  
dreigeteilter  
Nerv.

Es sind Zweige dieses mit seinen Verzweigungen durch feinste Knochenkanälchen hindurchtretenden und außerordentlich leicht verletzbaren Nerven, deren Empfindlichkeit sich durch ein Heer von Zahnschmerzen, Kopfschmerzen, Gesichtschmerzen, Migräne u. dgl. bemerkbar macht — Lebensäußerungen, die dem dreigeteilten Nerv schon oft den Ruf eines besonderen Plagegeistes der Menschheit eingebracht haben.

Das siebente Hirnnervenpaar oder der Gesichtsnerv ist wieder ein reiner Bewegungs-<sup>Gesichtsnerv.</sup> nerv (n. facialis). Seine Verzweigungen gehen nämlich zu allen denjenigen Muskeln des Gesichts, welche das Mienenspiel verursachen und den Gemütsbewegungen ihren bezeichnenden Ausdruck verleihen. Der Gesichtsnerv wird daher auch der „mimische“ Nerv genannt.

Das achte Hirnnervenpaar bildet der Gehörnerv (n. acusticus). Er tritt in den inneren Gehörkanal am Felsenbein des Schädelgrunds und verbreitet sich in den im Innern des Felsenbeins gelegenen und die Gehörsempfindungen vermittelnden Teilen des Gehörorgans. <sup>Gehörnerv.</sup>

Das neunte Paar, der Zungenschlundkopfnerv oder Geschmacksnerv (n. glossopharyngeus), ist ein gemischter Nerv. Er sendet sowohl Bewegungs-<sup>Zungen-</sup> nerven zu den Muskeln des Schlundkopfs als auch Empfindungsfasern zum Rachen, zur Zungenwurzel und zum Kehlkopf. Vor allem aber vermitteln seine am Zungen-<sup>schlundkopf- oder Ge-</sup> grund endenden Fasern die Geschmacksempfindung. <sup>schmacksnerv.</sup>

Das zehnte Hirnnervenpaar, der herumschweifende oder Lungen-<sup>Lungen-</sup> Magen-<sup>Magennerv.</sup> nerv (n. vagus), besitzt eine besondere Wichtigkeit wegen seiner Beziehungen zur Lebenstätigkeit des Herzens, der Atmungs- und Verdauungsorgane. Durch einen im Hinterhauptbein seitlich des großen Hinterhauptlochs gelegenen Kanal gelangt er in die Halsgegend, geht vielfache Verbindungen mit anderen Nerven, insbesondere auch mit Zweigen des sympathischen Nervengeflechts ein, schickt Bewegungsnerven zu den Muskeln des Kehlkopfs und weiterhin Fasern zu den Luftröhren, zum Herzen, sowie zum Magen. Die Empfindungsfasern des herumschweifenden Nerven vermitteln das Gefühl von Hunger, Durst und Sättigung, das Atembedürfnis, das Gefühl der Beklemmung, den Hustenreiz usw. Auf den Herzschlag wirkt der Lungen-<sup>Lungen-</sup> Magen-<sup>Magennerv.</sup> nerv regulierend ein.

Durchtrennung des zehnten Hirnnerven beiderseits wirkt unbedingt tödlich.

Das elfte sowie das zwölfte Hirnnervenpaar, letzteres der Zungenbewegungsnerv, sind reine Bewegungs-<sup>Zungenbewegungsnerv.</sup> nerven.

## § 236. Die Rückenmarksnerven.

Vom Rückenmark gehen 31 Paar Rückenmarksnerven, nach Verlauf und Verteilung symmetrisch angeordnet, hervor. Nach den Rückenmarksgegenden, in denen diese Nerven austreten, unterscheidet man folgende Nervenpaare:

- 8 Halsnerven,
- 12 Brustnerven,
- 5 Lendennerven,
- 5 Kreuzbeinnerven und
- 1 Steißbeinnerv.

Ein jeder Rückenmarksnerv entspringt aus den Seitenfurchen des Rückenmarks mit zwei Wurzeln: einer vorderen, nur aus Bewegungsfasern bestehend (aus dem Vorderhorn des Marks austretend), und einer hinteren, nur aus Empfindungsfasern bestehend (aus dem Hinterhorn des Rückenmarks). Beide Wurzeln, von denen die hintere die stärkere ist, bestehen aus platten Faserbündeln, welche sich

Rücken-  
marks-  
nerven.

Wurzeln der  
Rücken-  
marks-  
nerven.

bereits im Zwischenwirbelloch, nachdem die hintere Wurzel einen Nervenknoten gebildet hat, zu einem einfachen rundlichen Nerven, dem Rückenmarksnerven vereinen. Alle Rückenmarksnerven sind also gemischte Nerven, d. h. sie führen sowohl Bewegungs- wie Empfindungsfasern nebeneinander (s. Fig. 377).

Jeder Rückenmarksnerv zerfällt nach seinem Durchtritt durch das Zwischenwirbelloch in einen vorderen und hinteren Zweig. Die hinteren, bedeutend schwächeren Zweige gehen zwischen den Querfortsätzen der Wirbel zu den langen Muskeln der Wirbelsäule, sowie zur Haut des Nackens und des Rückens.

Die vorderen Zweige, welche die Seitenteile und die Vorderwand des Rumpfes, sowie die Gliedmaßen mit Nerven versorgen, bilden miteinander Nervengeflechte, aus welchen dann erst die eigentlichen Nervenstämme hervorgehen, die zum großen Teil neben den Blutgefäßen verlaufen. So unterscheiden wir ein Nackengeflecht, ein Armgeflecht, ein Lendengeflecht, ein Kreuzbeingeflecht. Da das Rückenmark in der Gegend des ersten Lendenwirbels sein Ende findet, so wird der Rückgratkanal, soweit er innerhalb der unteren Lendenwirbel, des Kreuzbeins und des Steißbeins liegt, nur von den nach abwärts strebenden Lenden- und Kreuznerven eingenommen, die hier mit ihren Strängen den sogenannten Pferdeschweif bilden.

Diejenigen Rückenmarksnerven, welche zu den Gliedmaßen gehen, sind weitaus die stärksten. Es sind dies die unteren Halsnerven oder das Armgeflecht für die Arme, die Lenden- und Kreuzbeinnerven für die Beine. Der stärkste Nerv des Körpers ist der dem Kreuzbeingeflecht entstammende Hüft- oder Sitzbeinnerv (nervus ischiadicus), welcher, aus der Tiefe des Gesäßes vortretend, an der Hinterseite des Schenkels zur Kniekehle und weiter hinab bis zum Fuße zieht. Dieser Nerv ist es, welcher bei dem als Ischias bekannten Leiden der Sitz sehr heftiger Schmerzen ist.

### § 237. Das sympathische Nervengeflecht.

Das sympathische Nervengeflecht oder das vegetative Nervensystem besteht aus Nervenzellen und Nervenfasern, welche in allen Organen des vegetativen Lebens, d. h. in den Organen der Verdauung und Ernährung, sowie der Absonderung, ferner in den Geschlechtsorganen, im Herzen und in den Blutgefäßen, kurz überall dort sich verbreiten, wo unwillkürliche Lebensvorgänge stattfinden und wo organische oder glatte Muskeln vorhanden sind.

Das sympathische Nervengeflecht steht allenthalben in Verbindung mit den dem Gehirn und Rückenmark entstammenden Nerven. Durch diese Verbindungen kommt der Einfluß namentlich reflektorischer Vorgänge auch auf die glatte unwillkürliche Muskulatur zustande, wie Gefäßerweiterung und Gefäßerengung u. dgl.

Der Hauptstrang des sympathischen Geflechtes, welcher auch kurzweg als der sympathische Nerv bezeichnet wird, liegt rechts und links von der Wirbelsäule und besteht aus zahlreichen, vom oberen Teil der Halswirbelsäule bis hinab zum Steißbein gelegenen und durch Stränge von Nervenfasern verbundenen Nervenknoten (Ganglien). Von diesem Hauptstrang gehen die Verbindungen zu allen Rückenmarks- und einigen Hirnnerven aus, und weiterhin die zahlreichen feinen Äste, welche, namentlich die Blutgefäße auf ihrem ganzen Verlauf geflechtartig umspinnend, zu allen Organen des Körpers hinführen.

### § 238. Der Geruchsin.

Vermittler des Geruchsinnes ist der erste Hirnnerv, der Riechnerv. Er breitet sich in den oberen Teilen der Nasenhöhle aus, und zwar in der Schleimhaut, welche

Geflechte der Rückenmarksnerven.

Das sympathische Nervengeflecht.

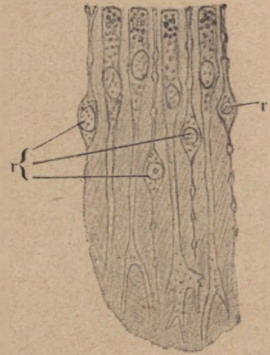
Der Geruchsin.

die obere und mittlere Nasenmuschel, sowie den entsprechenden Abschnitt der Nasenscheidewand überzieht. Seine letzten Ausläufer enden hier in den langgestreckten sogenannten Riechzellen, welche mit feinen haarförmigen Fortsätzen über die Fläche der feuchten Schleimhaut hinausragen und so direkt mit den zu riechenden Stoffen in Berührung treten können (s. Fig. 384).

Diese Berührung wird durch den Luftstrom vermittelt, der bei der Einatmung die Wände der Nasenhöhle bestrich, weshalb wir dann, wenn wir einen in der Luft enthaltenen Geruch genauer prüfen und erkennen wollen, eine Reihe kurzer Einatmungen machen: Schnüffeln oder Schnuppern. Die Wahrnehmung von Gerüchen, welche uns durch den Wind zugetragen werden, nennen wir „Wittern“.

Manche Stoffe erregen schon in unglaublichen Verdünnungen, wo auch die besten und feinsten chemischen Reaktionen im Stich lassen, unsere Geruchsnerve.

Bei stärkeren andauernden Geruchseinwirkungen ermüdet der Riechnerv bald und stumpft sich gegen den Eindruck der stetig in der Atemluft vorhandenen Riechstoffe ab. Für Leute, die in schlecht riechender Luft arbeiten müssen, wie Kanalarbeiter, Arbeiter in chemischen Fabriken, Gerber, Leimsieder u. dgl., ist dies eine Wohlthat. Andererseits hat solche Abstumpfung auch ihre bedenkliche Seite für die Insassen überfüllter, fest geschlossener Schulzimmer, Wirtszimmer oder Schlafzimmer. Erst der aus freier frischer Luft Eintretende wird da mit Ekel gewahr, in welcher Schmutz- und Stinluft sich Menschen anscheinend ganz wohl befinden können.



Riechstoffe.

Fig. 384. Endigung von Riechnerven in der Nasenschleimhaut. r r Riechzellen, dazwischen Stütz- zellen, zwischen deren zylindrischen Enden die Fortsätze der Riechzellen an der Oberfläche der Schleimhaut münden. — Vergrößerung 500.

Ab- stumpfung des Geruchs.

### § 239. Das Auge. (Fig. 385.)

Das Auge.

Bei der Betrachtung des Auges oder des Sehorgans unterscheiden wir das eigentliche Auge oder den Augapfel und die umgebenden Teile, welche zur Befestigung, zur Bewegung, zum Schutze usw. des Augapfels dienen.

Der Seh- oder Augennerv mündet innerhalb der knöchernen Augenhöhle in dem fast kugelig gestalteten Augapfel und breitet sich in dessen Innern, im Augenhintergrund, schalenförmig als eine zarte durchscheinende Haut, die Netzhaut, aus. Die Netzhaut ist die Trägerin der eigentlichen lichtempfindenden Nerven-elemente des Auges. Im übrigen stellt der Augapfel einen von starken und ernährenden Hüllen umgebenen optischen Apparat dar, der, nach Art einer photographischen Dunkelkammer gebaut, ein verkleinertes umgekehrtes Bild der Außenwelt auf die Netzhaut wirft.

Augapfel und Netzhaut.

Der Augapfel füllt die Augenhöhle nur zum kleinen Teile aus. Er ist vielmehr in ein weiches und lockeres Polster von Fettgewebe eingebettet und in dieser Umhüllung vollkommen beweglich, gleichwie ein kugeliges Gelenkkopf in seiner Pfanne. Sechs kleine, ebenfalls in der Augenhöhle gelegene Muskeln, die Augenmuskeln, dienen dazu, den Augapfel zu drehen, während ein siebenter Muskel zum Heben des oberen Augenlids bestimmt ist.

Fettgewebe der Augenhöhle.

Augenmuskeln.

Die sechs Augenmuskeln sind zu Paaren derart angeordnet, daß immer je zwei davon gegenüberliegen und gegensinnig wirken. Das eine Paar zieht den Augapfel entweder nach oben oder nach unten, das zweite Paar nach einwärts oder nach aus-

wärts; das dritte dreht ihn freisförmig nach innen oder nach außen. Damit wird auf einfachste Weise allseitige Bewegungsmöglichkeit des Auges erreicht, so daß es auf jeden Punkt des äußeren Gesichtskreises gerichtet werden kann.

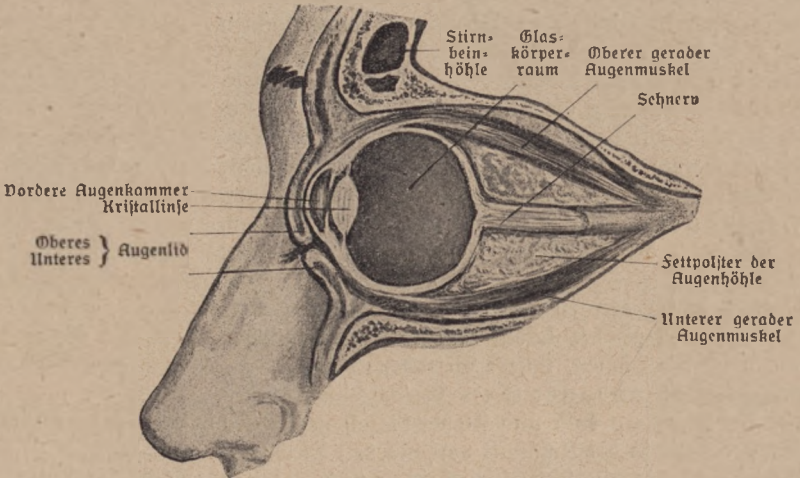


Fig. 385. Durchschnitt des Auges und der Augenhöhle.

hat bei diesen Muskelpaaren ein Muskel das Übergewicht über seinen Antagonisten (z. B. wenn letzterer gelähmt ist), so tritt die als Schielen bezeichnete Abweichung der geraden Blickrichtung ein.

## § 240. Augenlider und Augenbrauen.

Die Augenlider sind zwei bewegliche Deckel, welche wie Klappen bis zum vollkommenen Schluß der Lidspalte vor das Auge gezogen werden können. Die Lider erhalten ihre Festigkeit durch zwei eingelagerte halbmondförmige Knorpelstückchen, die Lidknorpel. Die Lidknorpel sind beim Menschen am stärksten entwickelt. Daher ist nicht nur beim menschlichen Auge das Weiße im Auge am größten und verleiht so dem Menschenauge seine besondere Schönheit und Ausdrucksfähigkeit, sondern der Mensch hat dadurch auch vor den Tieren das voraus, daß er seine Augen in größerem Bogen horizontal bewegen und einen größeren Gesichtskreis bei unveränderter Stellung des Kopfes zu umfassen vermag.

Die Haut über den Augenlidern ist sehr dünn und entbehrt jeglichen Settpolsters. Daher stellt sich bei Entzündungen in der Augengegend oder deren Nachbarschaft, bei der Gesichtsröde usw. leicht starke Geschwulst der Augenlider ein, die sie unförmig aufgetrieben macht, so daß die Augenlidspalte fast ganz verschlossen wird. Ebenso verbreiten sich hier leicht Blutergüsse unter der Haut schon nach geringfügigeren Verletzungen (Schlag, Stoß, Fall u. dgl.) und bringen das bekannte „blaue Auge“ zuwege.

Die Zartheit der Haut um die Augenlidspalte macht, daß gerade hier, als eine der ersten Alterserscheinungen im Gesicht, sich leicht zahlreiche Furchen und Fältchen eintragen.

Der freie Rand der Lider ist mit den Augenwimpern besetzt, bestehend aus kleinen festen Härchen. Sie sind am oberen Augenlid etwas länger und leicht aufwärts gekrümmt, am unteren Augenlid nach abwärts. Die Spitzen der Wimperhärchen

Augenlider  
und Augen-  
brauen.

Lidknorpel.

Haut der  
Augenlider.

Augen-  
wimpern.

sehen nach vorn. Die Wimpern schützen das Auge vor dem Eindringen kleiner Fremdkörper und Insekten.

An der Innenseite der Lidknorpel befinden sich die sogenannten Meibom'schen Drüsen, zierlich traubenförmig gestaltet. Sie münden am freien Rand der Augenlider und sondern einen Talg, die Augenbutter, ab, welcher den Lidrand beölt, um das Überfließen der Tränen zu verhüten. Entzündungen in diesen Talgdrüsen sind häufig und als „Gerstenkorn“ bekannt.

Die Augenbrauen bilden in der Gegend des oberen Randes der Augenhöhle eine bogenförmige, mehr oder weniger geschwungene Linie von dicht zusammenstehenden kurzen festen Härchen, deren Spitzen meist seitwärts sehen. Die Augenbrauenbogen sind ein besonderer Schmuck des Antlitzes — dazu bei eiteln Frauen und Männern die Farbe auch das vervollständigen muß, was die Natur zu kärglich gespendet hat. Halbtreisförmig geschwungene Augenbrauen, wie sie Raffaels Madonnen zeigen, sind ein Zeichen der Sanftmut; dicke buschige Brauen, nach der Nasenwurzel zu abwärts gebogen, so daß das Auge aus ihrem Schatten mit verhaltener Kraft drohend hervorblitzt, wie bei dem Haupt des Apostels Paulus von Albrecht Dürer, sind ein charakteristisches Merkmal tiefinnerlicher Leidenschaft und machtvollen niederwerfenden Willens. Mit solchen Brauen „winkte“ der olympische Zeus, so daß Himmel und Erde erbeben, und solche olympische Brauen trugen wesentlich dazu bei, dem machtvollen Kopf Bismarck's sein Gepräge zu geben. —

## § 241. Die Bindehaut des Auges.

Die hintere Fläche der Augenlider ist überzogen von einer blutgefäßreichen und daher rötlich gefärbten Schleimhaut, der Bindehaut des Auges. Sie schlägt sich in der Tiefe auf den Augapfel um und überzieht dessen ganzen vorderen Teil bis zur durchsichtigen Hornhaut hin. Die Bindehaut des Augapfels selbst ist indes arm an Blutgefäßen: nur einzelne kleine sichtbare Äderchen erstrecken sich von den Augwinkeln zur Hornhaut hin.

Die Bindehaut des Auges ist der Sitz zahlreicher Erkrankungen, meist ansteckender Art. Die sogenannte ägyptische Augenkrankheit ist unter diesen besonders gefürchtet.

Am inneren Augenwinkel bildet die Bindehaut eine kleine, senkrecht gestellte halbmondförmige Falte, entwicklungsgehistorisch ein Überbleibsel der Nidhaut zahlreicher Tiere. Hier liegt auch eine Gruppe von Talgdrüsen, deren Absonderung zusammen mit dem Schleim der Bindehaut sich nachts zu einem kleinen bröckligen Klümpchen am inneren Augenwinkel verhärtet, dem sogenannten „Sandmann“.

## § 242. Die Tränenorgane.

Die Tränenorgane bestehen aus den Tränenröhren und deren Ableitungswegen zur Nasenhöhle. Die Tränenröhre liegt über dem äußeren Augenwinkel in einer Grube hinter dem knöchernen Rand der Augenhöhle. Ihre Ausführungsgänge münden in der Bindehaut über dem äußeren Augenwinkel. Die Tränenflüssigkeit wird von hier durch die Bewegungen der Lider über die Vorderfläche des Augapfels ausgebreitet und gegen den inneren Augenwinkel gedrängt, wo sie sich in der dort befindlichen kleinen dreieckigen Bucht, dem Tränensee, sammelt. Nur bei starkem Tränenerguß fließen die Tränen hier über und strömen — beim Weinen — das Gesicht entlang. Für gewöhnlich wird die Tränenflüssigkeit am inneren Augenwinkel durch die Tränenkanälchen aufgesaugt. Diese nehmen ihren Anfang mit punktförmiger Öffnung im oberen wie im unteren Augenlid, den Tränenpunkten. Die

Meibom'sche Drüsen.

Augenbrauen.

Bindehaut des Auges.

Die Tränenorgane.

Tränenröhre.

Tränenkanälchen.

Tränenkanälchen leiten die Tränenflüssigkeit weiter zum Tränensack und von da durch den Tränennasengang zur Nasenhöhle.

Tränen-  
flüssigkeit.

Die Tränenflüssigkeit ist ziemlich stark salzhaltig, schmeckt daher salzig und reizt bei stärkerem Überströmen von Tränen die Ränder der Lider, so daß diese gerötet erscheinen (rot verweinte Augen). Bei manchen erregbaren Menschen erscheint nach Gemütsbewegungen, die bis zum Vergießen von Tränen führen, auch an den Wangen über den Jochbeinen eine bis apfelgroße lebhaft rote Rötung der Haut. Sehr schön hat dies Rubens bei mehreren seiner Frauenköpfe (z. B. der heiligen Cäcilie des Berliner Museums) dargestellt.

### § 243. Der Augapfel und seine Häute. (Fig. 386.)

Der Augapfel ist ein Sehwerkzeug von größter Vollkommenheit. Seine Gestalt ist nahezu kugelig; an der Vorderseite ist indes noch ein Kugelabschnitt, die Hornhaut, wie ein Uhrglas aufgesetzt. Der Augapfel besteht aus einer Reihe von konzentrisch ineinandergeschachtelten Häuten, welche sich wie die Schalen einer Zwiebel ablösen lassen. Das Innere, der Kern des Auges ist mit durchsichtigem Inhalt gefüllt.

Der Augapfel liegt nicht ganz in der Mitte der Augenhöhle, sondern etwas mehr nach innen. Er tritt bei den verschiedenen Menschen verschieden vor. Ist z. B. durch schlechten Ernährungszustand oder auszehrende Krankheit der Fettgehalt der Augenhöhle sehr gering, so liegen die Augen sehr tief, sind eingesunken („hohle Augen“). Stehen sie stärker vor und ist die Lidspalte für gewöhnlich sehr weit offen, so spricht man von „großen“ Augen, in hochgradigen Fällen auch von „Gloz-Augen“. Vorstehende Augen durch Verlängerung der Längsachse des Auges finden sich auch bei stark Kurzsichtigen; jedoch ist dabei die Lidspalte fast stets verengert, was dem Kurzsichtigen nach abgelegter Brille ein bezeichnendes Aussehen verleiht.

Die Häute des Augapfels sind folgende:

1. Die weiße oder harte Haut. Blutarm und weiß bis bläulichweiß gefärbt (nur bei Entzündungen von rötlichem Aussehen), umschließt sie als feste äußere Hülle den Augapfel. Sie weist zwei freisunde Öffnungen auf; eine hintere kleinere für den Eintritt des Sehnerven in den Augapfel, und eine vordere größere für die aufgesetzte Hornhaut. Über den Rand der letzteren schiebt sich die weiße Haut rundum etwas vor und umfaßt sie wie den Rand eines Uhrglases.

Weisse oder  
harte Augen-  
haut.

2. Die Hornhaut. Die Hornhaut ist blutgefäßlos, vollkommen durchsichtig und klar und hat eine glatte Oberfläche, die dem Auge seinen spiegelnden Glanz verleiht. Das starke Glanzlicht der Hornhaut gibt dem Auge den Ausdruck der Lebendigkeit. Das Auge der Leiche, selbst schon das des Schwerkranken, hat nur einen matten wächsernen Glanz. Im Binnenraum mit einfallendem Licht spiegelt die Hornhaut genau die Gestalt der Lichtquelle wieder. Berühmt ist das Dürersche Bildnis des Hieronymus Holzschuher im Museum zu Berlin, auf dessen Hornhaut sich deutlich das vieredige Fenster mit seinem Fensterkreuz abspiegelt.

Hornhaut.

Im Alter beginnt sich die Hornhaut an ihrer Peripherie zu trüben, so daß rundum am Hornhautrande ein getrübt weißlicher Ring entsteht, der Greisenbogen.

3. Die Aderhaut überzieht die Innenfläche der weißen Augenhaut. Sie ist ungemein blutgefäßreich und außerdem durch eine Schicht von farbstoffhaltigen (Pigment-) Zellen ausgezeichnet, welche dichtgedrängte schwarze Farbstoffkörnchen enthalten und die Aderhaut schwärzlich färben. Diese Schicht, welche auch als „schwarze Tapete“ des Auges bezeichnet wird, dient wie die Schwärzung der Innenfläche bei allen optischen Instrumenten der Aufsaugung falschen ins Auge dringenden Lichtes.

Aderhaut.



4. Die Aderhaut geht nach vorn über in die Regenbogenhaut (Iris), welche hinter der Hornhaut eine freistehende Platte bildet. Die Regenbogenhaut, in der Mitte durch das runde Sehloch oder die Pupille unterbrochen, blendet die Randstrahlen ab und läßt nur durch die Pupille Lichtstrahlen ins Auge fallen. Da diese Abblendung bei sehr starkem einfallenden Licht besonders notwendig ist, so haben die Muskelfasern der Iris die Fähigkeit, die Pupille beim Sehen in starkes Licht zu verengern, bei schwachem Licht zu erweitern (s. o. § 237). Durch Eintrauflung einer Atropinlosung, welche die Muskelfasern der Iris lähmt, vermag man die Pupille, zum Zweck der Untersuchung des Augeninneren, künstlich zu erweitern.

Die Regenbogenhaut ist durch eingelagerten Farbstoff schwächer oder lebhafter gefärbt von lichterem Grau bis zu dunklerem Blau und von Graugrnlich bis zu Braun und Schwarzbraun. Im allgemeinen ist die Farbe der Regenbogenhaut heller, wenn auch Haut und Haare keinen stärkeren Farbstoff besitzen, so daß weiße Haut, blonde

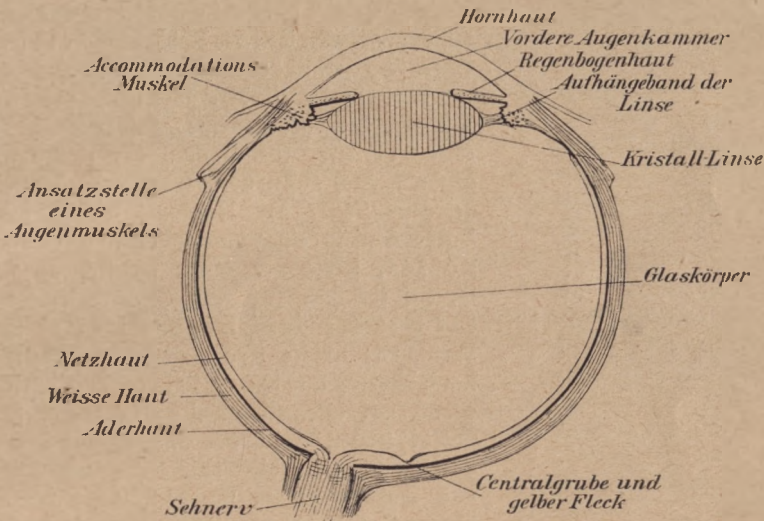


Fig. 386. Horizontaldurchschnitt durch den Augapfel.

oder rötliche Haare und blaue Augen zum blonden Typus, getönte Haut, dunkle Haare und braune bis schwarze Augen zum brnnetten Typus gehören. Blaue Augen bei schwarzem Haar oder dunkelbraune Augen bei hellblondem Haar sind seltenere Abweichungen.

An der Übergangsstelle von der Aderhaut zur Regenbogenhaut befindet sich eine kreisförmig angeordnete Schicht organischer Muskeln: der Ciliar- oder Akkommodationsmuskel. Er vermag durch seine Zusammenziehung die Linse stärker zu wölben (s. u.) und dadurch das Auge zum Sehen in die Nähe wie in die Ferne verschieden einzustellen.

5. Die Netzhaut liegt über der Innenseite der Aderhaut und stellt die Endausbreitung des Sehnerven dar, welcher als Markhgel etwas nach innen von der Langssachse des Auges in den Augenhintergrund eintritt und sich becherförmig zur zarten durchsichtigen Netzhaut entfaltet. Sie enthält die eigentlichen lichtempfindenden Elemente des Auges. Nur die runde Eintrittsstelle des Sehnerven selbst entbehrt deren und heißt deshalb der blinde Fleck. Beim Sehen mit beiden Augen wird der

Ausfall, den der blinde Fleck im Netzhautbild des einen Auges verursacht, durch das andere gedeckt.

Bau der Netzhaut.

Die zarte Netzhaut stellt in bezug auf ihren feineren Bau eines der größten Wunder des Körpers dar. Sie besteht aus nervösen Elementen, Nervenzellen und feinsten Nervenfajern. Letztere münden schließlich in die letzten Endigungen der Sehnerven, die Stäbchen und Zapfen (Fig. 387), welche in die farbstoffhaltige Schicht der Aderhaut hineinragen. Diese feinen nervösen Bestandteile der Netzhaut finden Halt und Stütze an einem zarten, die Netzhaut durchsetzenden Bindegewebe, welches zugleich Träger der ernährenden Blutgefäße der Netzhaut ist. Man hat die Zahl der Stäbchen in der Netzhaut auf 130 Millionen, die der Zapfen auf 7 Millionen berechnet.

Stäbchen und Zapfen der Netzhaut.

Gelber Fleck der Netzhaut.

Sizieren eines Gegenstandes.

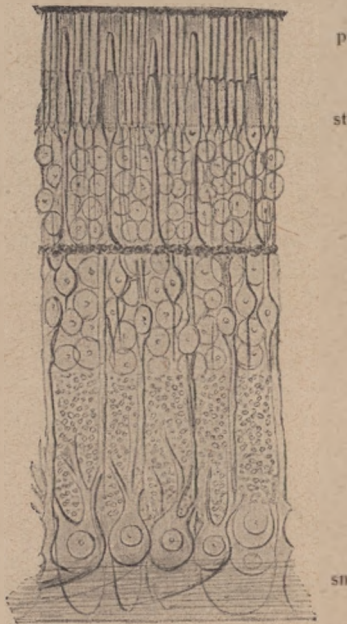


Fig. 387. Durchschnitt durch die menschliche Netzhaut. sn Schicht der Sehnervenfasern, welche zunächst zu größeren, dann zu kleineren Nervenzellen gehen. stz Schicht der Stäbchen und Zapfen. ps Pigmentlicht. — Vergrößerung 500.

ps

stz

sn

Den Zapfen schreibt man eine feinere Lichtempfindlichkeit als den Stäbchen zu, insbesondere auch die Farbwahrnehmung. Stäbchen und Zapfen stehen dichtgedrängt nebeneinander, mit ihrer Achse gegen die Kugelfläche der Netzhaut gerichtet. Ihre Verteilung auf dem größten Teil der Netzhautfläche ist so, daß bei einem Querschnitt der Netzhaut meist auf vier Stäbchen ein Zapfen folgt. Anders aber im „gelben Fleck“. Wir verstehen darunter eine kreisförmige, in der Mitte etwas vertiefte (daher auch der Name „Zentralgrube“), nach außen von dem Eintritt des Sehnerven gelegene Stelle der Netzhaut, welche durch das Vorhandensein eines durchsichtigen gelben Farbstoffes, sowie vor allem dadurch ausgezeichnet ist, daß sich hier nur Zapfen befinden. Hier ist der Ort des deutlichsten direkten Sehens. Wenn wir unsere Augen scharf auf einen Gegenstand richten, um ihn zu sizieren und ihn möglichst genau mit allen Einzelheiten zu sehen, so richten wir die Augen so, daß das Bildchen des betreffenden Gegenstandes auf die Stelle des gelben Fleckes fällt, und wenden unsere Aufmerksamkeit vorzugsweise diesem Teil des Netzhautbildes zu. In den anderen Teilen der Netzhaut, und zwar nach den seitlichen Netzhautpartien immer mehr abnehmend, ist die Seheempfindlichkeit eine geringere. —

## § 244. Der Kern oder die lichtbrechenden Mittel des Augapfels.

Der Kern des Auges ist vollkommen durchsichtig und besteht aus folgenden lichtbrechenden Mitteln: erstens der wässerigen Augenflüssigkeit, zweitens der Kristalllinse und drittens dem Glaskörper.

Die wässerige Augenflüssigkeit bildet den Inhalt der vorderen Augenkammer, welche zwischen Hornhaut und Vorderfläche der Regenbogenhaut sowie der Linse gelegen ist. Ebenso befindet sich solche Flüssigkeit in dem kleinen Raum hinter der Regenbogenhaut und der vorderen Linsenkapsel, der hinteren Augenkammer.

Die Kristalllinse, dicht hinter der Pupille gelegen, hat die Form einer doppelt konvexen Linse, wie solche aus Glas bei den verschiedensten optischen Instrumenten verwendet wird. Sie besteht aus einer elastischen Masse und ist von der Linsenkapsel überzogen. Durch den Zug des Ciliar- oder Akkommodationsmuskels an der

Der Kern oder die lichtbrechenden Mittel des Augapfels.

Wässerige Augenflüssigkeit.

Kristalllinse.

Linsenkapsel kann die elastische Linse sich stärker wölben und ihre Krümmung so verändern, daß die in das Auge eintretenden Lichtstrahlen stärker gebrochen werden. Dadurch wird es dem Auge ermöglicht, sich dem Sehen in die Nähe wie in die Ferne besonders anzupassen.

Krankhafte Veränderungen der Linse und der Linsenkapsel vermögen deren vollkommen durchsichtige Beschaffenheit zu beeinträchtigen und Trübungen der Linse hervorzurufen. Diese Erkrankung des Auges wird als grauer Star bezeichnet und führt in höheren Graden zu vollkommener Erblindung. Sind die übrigen Teile des Auges, wie meist der Fall, dabei gesund geblieben, so vermag Entfernung der kranken Linse durch den Starstich die Sehfähigkeit, wenn auch nicht vollkommen, wieder herzustellen. Die Wirkung der nun fehlenden Linse muß dabei durch eine Brille mit stark konvexem Glas, die Starbrille, ersetzt werden. —

Der Glaskörper füllt die ganze Höhlung hinter der Linse bis zur Netzhaut aus und besteht aus einer wasserhellen durchsichtigen gallertähnlichen Masse.

§ 245. Akkommodation des Auges.

Akkommodation oder Anpassungsvermögen.

Ein Gegenstand wird gesehen, wenn sich auf der lichtempfindenden Netzhaut ein deutliches verkleinertes Bild davon bildet — ähnlich wie das gut eingestellte Bildchen auf der Tafel eines photographischen Apparats. Ein solches Bild kommt zustande, wenn die Lichtstrahlen, welche von jedem einzelnen Punkte der Oberfläche eines Gegenstandes ausgehen, derart im Augeninnern gebrochen werden, daß sie sich auf der Netzhaut vereinen. Das so entstehende Netzhautbildchen ist umgekehrt — indes durch einen seelischen Akt werden die Erregungen eines jeden Punktes der Netzhaut derart zurückverlegt, daß alle Punkte in einer vor dem Auge schwebenden Fläche zu liegen scheinen, welche das Gesichtsfeld genannt wird. Bei dieser Zurückverlegung nach außen wird das Netzhautbildchen wieder umgekehrt, d. h. es erscheint aufrecht.

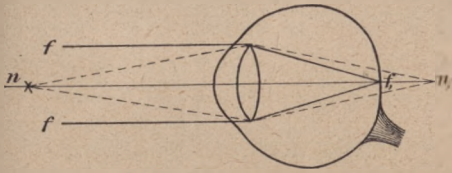


Fig. 388. Normallichtiges Auge in Ruhe. Die parallelen Strahlen  $f$  vereinigen sich auf der Netzhaut in  $f_1$ , die von dem Nahpunkt  $n$  ausgehenden Strahlen aber erst in  $n_1$  hinter der Netzhaut, während sie auf der Netzhaut einen „Zerstreuungskreis“ bilden, d. h. kein deutliches Bild erzeugen.

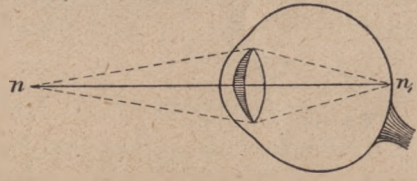


Fig. 389. Normallichtiges Auge, durch stärkere Wölbung der Linse (mittels Schrägstellung kenntlich gemacht) auf Naharbeit eingestellt. Die von dem Nahpunkt  $n$  ausgehenden Strahlen vereinigen sich nunmehr auf der Netzhaut in  $n_1$ .

Da die lichtempfindliche Fläche der Netzhaut mosaikartig aus den Enden der Zapfen und Stäbchen zusammengesetzt ist und ein Netzhautbildchen als eine Mosaik unzähliger Lichtpunkte des gesehenen Gegenstandes dem Sehnerven übermittelt wird, so bestimmen Zahl und Dichtigkeit der Stäbchen und Zapfen der Netzhaut das äußerste Maß der Sehschärfe.

Nun kommt aber ein scharfes Netzhautbild eines Gegenstandes nicht in derselben Weise zustande, gleichviel ob der Gegenstand sich fern oder nahe vom Auge befindet. Vielmehr muß das Auge je nach der Entfernung der Gegenstände, welche deutlich gesehen werden sollen, verschieden eingestellt werden. Wir nennen diesen Vorgang die Akkommodation des Auges. Sie ermöglicht sich dadurch, daß die Linse ein verschiedenes Brechungsvermögen erhält, wenn sie den Abständen der zu

Einstellung des Auges auf nahe oder ferne Gegenstände.

sehenden Gegenstände entsprechend bald weniger gewölbt, d. h. flacher, bald stärker gewölbt und dicker gemacht wird. Es ist der Ciliar- oder Akkommodationsmuskel, welcher durch seine Zusammenziehung die Linse stärker zu wölben vermag.

Ist der Akkommodationsmuskel vollkommen in Ruhe und die Linse ganz flach, so ist das normalsichtige Auge für die größte Ferne eingestellt. Strahlen, welche von fernsten Gegenständen, wie z. B. von Himmelskörpern (Mond) kommen und so gut wie parallel sind, werden demnach auf der Netzhaut vereinigt — der Brennpunkt der Linse liegt dann eben genau in der Netzhaut (Fig. 388). Soll dagegen das Auge für das Sehen naher Gegenstände eingestellt werden, so wird die Linse durch die Tätigkeit des Akkommodationsmuskels dicker, ihre Vorderfläche wird stärker gewölbt und ragt weiter in die vordere Augenkammer hinein (Fig. 389). Es geht daraus auch hervor, daß anhaltendes Sehen naher Gegenstände oder Naharbeit wie Lesen, Schreiben, Zeichnen usw. andauernde Tätigkeit des Akkommodationsmuskels bedingt, ihn anstrengt und schließlich auch ermüdet, während das Sehen in die Ferne für diesen Muskel erholend ist. —

Wir nennen den Punkt, bis zu dem ein Gegenstand vom Auge entfernt sein kann, um noch in scharfem Bilde erkannt zu werden, den Fernpunkt des Auges; den Punkt, bis zu dem der Gegenstand bei erhaltenem scharfem Bilde genähert werden kann, den Nahpunkt. Die Entfernung von Fern- und Nahpunkt eines Auges heißt dessen Akkommodationsbreite.

Normal-  
sichtige und  
kurzsichtige  
Augen.

### § 246. Normalsichtige und kurzsichtige Augen.

Die normale, fast kugelige Form des Auges zeigt häufig Abweichungen. Abgesehen von Unregelmäßigkeiten in der Krümmung der Hornhaut (Astigmatismus), welche die Sehschärfe nicht wenig beeinträchtigen, kommt hier vor allem in Frage eine längere Form des Auges, so daß Linse und Netzhaut weiter voneinander entfernt sind als beim normalen Auge. Wir nennen ein solches Auge ein kurzsichtiges oder myopisches.

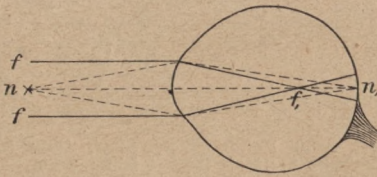


Fig. 390. Kurzsichtiges Auge in Ruhe. Aus  $f$  kommende parallele Strahlen schneiden sich bereits vor der Netzhaut in  $f$ , und geben auf der Netzhaut einen Zerstreuungskreis. Von ganz nahen Gegenständen in  $n$  ausgehende Strahlen vereinigen sich dagegen auf der Netzhaut in  $n$ , und werden deutlich gesehen.

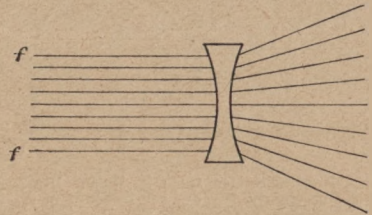


Fig. 391. Wirkung eines Konkavglases (Zerstreuungsbille). Aus  $f$  kommende Strahlen werden so gebrochen, daß sie aus der Nähe zu kommen scheinen.

Beim normalsichtigen Auge kommen in der Ruhe parallele Strahlen — d. h. Strahlen von Körpern aus weitester Entfernung — auf der Netzhaut zur Vereinigung und geben ein scharfes Bild. Der Fernpunkt liegt also unendlich weit.

Aus der Nähe werden bei stärkster Akkommodationsarbeit noch Strahlen vereinigt, welche aus einer Entfernung von 5 Zoll = 13,5 cm ausgehen. Näher an das normalsichtige Auge herangeführte Gegenstände werden nicht mehr deutlich gesehen.

Der Nahpunkt ist also bei 13,5 cm. Die gesamte Akkommodationsbreite ist mithin eine unendlich große.

Das kurz-sichtige (myopische oder tiefgebaute) Auge kann in Ruhe dagegen parallele Strahlen nicht auf der Netzhaut vereinen (Fig. 389). Sie schneiden sich, weil das Auge zu lang ist, bereits im Glaskörper und bilden auf der Netzhaut einen Zerstreuungskreis. Erst Gegenstände, welche etwa 60–120 Zoll (d. s. 162–324 cm) von dem ruhenden Auge entfernt sind, können deutlich gesehen werden. Der Fernpunkt liegt mithin beim kurz-sichtigen Auge abnorm nahe.

Kurz-sichtiges  
Auge.

Was den Nahpunkt betrifft, so können bei sehr starker Akkommodations-tätigkeit noch Gegenstände aus einem Abstände von 4–2 Zoll (10,8–5,4 cm), ja bei hoch-gradiger Kurz-sichtigkeit aus noch geringerem Abstände deutlich gesehen werden. Der Nahpunkt liegt also ebenfalls abnorm nahe. Die gesamte Akkommodations-breite ist gering.

Um dem kurz-sichtigen Auge gleichwohl das Sehen fernerer und fernster Gegenstände zu ermöglichen, setzt man vor das Auge eine Zerstreuungslinse (Konkavbrille), welche parallele Strahlen auseinanderweichend (divergent) und schwach divergente stärker divergent macht, als ob sie aus größerer Nähe kämen (Fig. 390). Je nach dem Grade der Kurz-sichtigkeit muß die Konkavbrille entsprechend höher ge-schliffen sein.

Dorübergehend erwähnt sei hier noch die Presbyopie oder Alters-sichtigkeit des Auges (gleichbedeutend mit Fern- oder Weitsichtigkeit). Durch eine fortschreitende Abnahme des Akkommodationsvermögens, die gewöhnlich zwischen dem 40. und 50. Lebensjahre beginnt und der auch das kurz-sichtige Auge unterliegt, rückt der Nahepunkt vom Auge ab. So wie beim Schreiben und Lesen die Buchstaben erst erkannt werden, wenn man das Buch oder die Schrift 20–30 cm von sich ab hält, tritt die Alters-Weitsichtigkeit störend in die Erscheinung. Ein Konverglas rückt den Nahpunkt dann wieder in die Nähe und befähigt, indem seine Brechkraft den fehlenden Teil des Akkommodationsvermögens ersetzt, das Auge wieder so bequem zu arbeiten, als wenn es normal-sichtig wäre. —

Alters-  
sichtigkeit.

Auf die Überweitsichtigkeit (Hypermetropie), die auf einem anatomischen Fehler des Auges beruht, ist hier nicht weiter einzugehen. —

### § 247. Die Kurz-sichtigkeit in der Schule.

Die Zahl derer, welche während der Schulzeit kurz-sichtig werden, ist eine un-erhältnismäßig große, namentlich in den höheren Schulen. Sie nimmt mit den Anforderungen, welche die Schule stellt, und mit den Klassen zu. Nach der Zusammen-stellung von H. Cohn, der auf dem Gebiet der Hygiene des Auges wie kein zweiter tätig war, werden in Deutschland durchschnittlich gezählt:

Kurz-sichtig-  
heit in der  
Schule.

Am Gymnasium . . . . . 42,5% Kurz-sichtige,  
an der Realschule . . . . . 30,0% "  
an der höheren Töchterschule . . . . . 10,0% "

Diese verteilen sich auf die einzelnen Klassen folgendermaßen:

Klasse:	9.	8.	7.	6.	5.	4.	3.	2.	1.
	‰	‰	‰	‰	‰	‰	‰	‰	‰
Gymnasium . . . . .	—	—	—	22	27	33	46	52	53
Realschule . . . . .	—	—	13	19	20	32	38	43	52
Höhere Töchterschule . . . . .	—	5,7	7,5	13,2	28	22,2	35	32,8	33,4

Ähnliche Ergebnisse sind auch in anderen Ländern, so in Schweden (Arel Key) und Rußland festgestellt. In England soll die Zahl der Brillenträger eine verhältnismäßig geringere sein.

Untersucht man die Zahl der Kurzsichtigen genauer, so zeigt sich, daß bei einer geringen Zahl Kurzsichtigkeit direkt vererbt ist, bei der Hälfte aller aber wenigstens eine ererbte Anlage vorhanden ist. Bei dem Rest ist Kurzsichtigkeit während der Schuljahre einfach durch Überanstrengung der Augen erworben.

Denn im Alter vor Beginn der Reife und bei beginnender Entwicklung führt Überanstrengung des Auges am ehesten zu Kurzsichtigkeit. Nach der Entwicklung wird das Auge weit widerstandsfähiger. Dies zeigt sich u. a. darin, daß Handwerker, welche für die Augen sehr anstrengende Nahearbeit auszuführen haben, wie Uhrmacher und Goldschmiede, in ihrem Beruf kaum noch kurzsichtig werden.

Einfluß der Schularbeit. Auch bei den Schülern ist es weniger die Nahearbeit beim Lesen und Schreiben an sich, welche Kurzsichtigkeit, namentlich bei vorhandener Anlage, so leicht herbeiführt, als die begleitenden unhygienischen Verhältnisse, wie schlechtbelichtete Schulklassen, unzweckmäßige Schulbänke, fehlerhafte Haltung beim Schreiben, schlecht gedruckte Schulbücher usw. Dazu kommen noch schädigende Umstände bei der häuslichen Arbeit, wie Lesen und Schreiben bis in die Dämmerung hinein, unzweckmäßige künstliche Beleuchtung usw. In der Tat hat sich herausgestellt, daß in Schulen mit durchweg zweckmäßigen gesundheitlichen Einrichtungen auch die Ziffer der Kurzsichtigen keine so erschreckende Höhe annimmt. Die in dieser Richtung zu stellenden Anforderungen, welche sich mit früher — s. o. § 46 — bereits gestellten decken, sind: helle große Schulzimmer, gute körpergerechte Schulbänke; stete Sorge für tadellose Haltung beim Schreiben und Lesen, für richtige Heftlage und große deutliche Schrift; Benutzung nur von Schulbüchern mit großem klaren Druck; hinreichende Pausen zwischen den Schulstunden, wobei die Schüler ins Freie hinauszuführen sind; reichliche Bewegung im Freien; möglichste Beschränkung der häuslichen Schularbeiten. Dazu muß nun noch kommen: regelmäßige Untersuchung der Augen der Schüler durch einen Schularzt, der bereits kurzsichtig gewordene Schüler zu veranlassen hat, eine passende Brille zu tragen. Die Brille soll nicht etwa durch den Optiker ausgesucht werden, sondern ist durch einen Augenarzt zu bestimmen. Dies um so mehr, als neben einfacher Kurzsichtigkeit zuweilen noch fehlerhafte Krümmung der Hornhaut oder der Linse (Astigmatismus) oder auch andere Erkrankungen des Auges bestehen können, welche geeignete Behandlung erfordern.

Kurzsichtigkeit und Turnen. Was die Frage betrifft, ob Kurzsichtigkeit ein Hinderungsgrund zur Teilnahme am Turnen sei, so hat man allerdings bei höheren Graden von Kurzsichtigkeit das Turnen als schädlich bezeichnet. Indes hat schon Kotelmann mit Recht ausgeführt, daß Schüler mit geringer oder mittlerer Kurzsichtigkeit ganz unbeanstandet turnen können, während bei stärkeren Graden von Kurzsichtigkeit die Schüler höchstens von solchen Übungen zu befreien seien, welche starken Blutandrang nach dem Kopfe hin bewirken. Solche Übungen würden z. B. Kraftübungen mit starker Pressung sein, also das Stemmen schwerer Hanteln oder das Ringen; ferner jede Art von Sturzhang an den Geräten. — Schüler, die gewohnt sind, eine Brille für das Fernsehen zu tragen, sollen diese auch beim Turnen benutzen.

### § 248. Das Gehörorgan. (Fig. 392.)

Das Gehörorgan ist mit seinen wesentlichsten Teilen im Felsenbein des Schädels gelegen. Nur das Ohr und ein Teil des äußeren Gehörorgans liegen außerhalb der Schädelknochen. Das Gehörorgan teilt man in drei Abschnitte, nämlich erstens das äußere Ohr, wozu die Ohrmuschel und der äußere Gehörgang gehören,

zweitens das Mittelohr, bestehend aus der Paukenhöhle und der die Paukenhöhle mit dem Nasenrachenraum verbindenden Ohrtrumpete, und drittens das innere

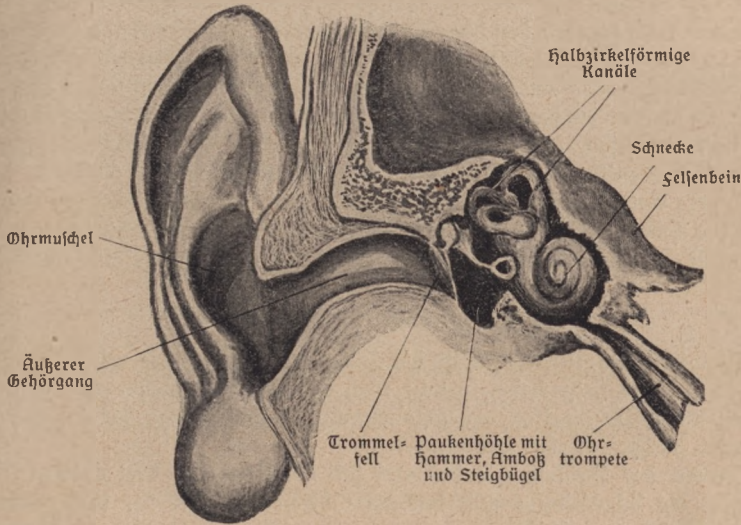


Fig. 392. Querschnitt durch das Gehörorgan des Menschen.

Ohr. Von diesen Abschnitten des Gehörorgans enthält das innere Ohr die eigentlichen schallempfindenden Teile mit den Endausbreitungen des Gehörnerven, während das äußere Ohr und das Mittelohr der Schalleitung dienen.

### § 249. Das äußere Ohr.

Die Ohrmuschel ist bei den Tieren meist sehr beweglich. Durch Aufrichten des Ohres (die „Ohren spitzen“) und Drehung der Höhlung der Ohrmuschel nach vorn vermag das Tier die von außen kommenden Schallwellen besser aufzufangen und so seine Gehörwahrnehmung zu verschärfen. Beim Menschen sind zwar noch schwache Bewegungsmuskeln des Ohres vorhanden, sie sind aber nur in Ausnahmefällen stark genug, um das Ohr wirklich zu bewegen. Die Ohrmuschel ist mehr eine Zier des menschlichen Kopfes als ein zur Schallempfindung beitragendes Werkzeug.

Stütze der Ohrmuschel und dieser die charakteristische Form gebend ist der Ohrknorpel, ein elastischer Fasernknorpel. Die ihn bekleidende Haut ist fest an den Knorpel angeheftet. Nur der unterste Teil der Ohrmuschel ermangelt des Knorpels und stellt ein Hautläppchen dar, welches sich leicht durchbohren läßt, um Schmuckgegenstände — Ohrringe — daran zu befestigen. Das Ohrläppchen ist übrigens allein dem Menschen eigen und fehlt selbst bei den menschenähnlichen Affen, deren Ohrmuschel sonst der des Menschen stark ähnelt.

Der Ohrknorpel setzt sich fort als knorpelige Röhre zum äußeren Gehörgang, der aber weiterhin im Schläfenbein eine knöcherne Röhre darstellt. Die Länge des äußeren Gehörganges beträgt etwa 2,5 cm. Er ist mit zarter Haut ausgekleidet. Diese ist mit Härchen besetzt, welche namentlich am Anfang des Gehörganges dichter stehen und zuweilen, besonders bei alten Leuten, als Haarbüschel (Bodshaare) aus dem Ohrtrichter hervorragen. In der Kunst liebt man starke Bodshaare in den Ohren bei der Darstellung von Zentauren, Faunen u. dgl. anzubringen; bei letzteren

Äußeres Ohr.

Ohrmuschel.

Ohrknorpel.

Äußerer Gehörgang.

wird außerdem die Ohrmuschel stark verlängert und nach oben spitz auslaufend gebildet, was ihr einen mehr tierischen Charakter verleiht.

**Ohrenschmalzdrüsen.** Die Haut des äußeren Gehörgangs ist außerdem ausgestattet mit zahlreichen knäuelartigen (also im Bau den Schweißdrüsen entsprechenden) Drüsen, den **Ohrenschmalzdrüsen**. Sie sondern einen gelblichen, schmierigen, leicht erhärtenden Stoff, das **Ohrschmalz**, ab. Mit von außen eingedrungenem Staub und Härchen vermischt, kann verhärtetes Ohrschmalz dicke fette Pfröpfe bilden, welche den Gehörgang ausfüllen und verstopfen, so daß sich Schwerhörigkeit einstellt. Solche Pfröpfe müssen zeitig erweicht und entfernt werden — ein Eingriff, den man dem Arzt überlassen soll.

**Trommelfell.** Der äußere Gehörgang endet als **Blindsack**. Sein Abschluß gegen die Paukenhöhle wird durch das **Trommelfell** gebildet, eine kreisrunde Haut, welche in schräger Richtung ausgespannt ist, so daß sie mit der unteren Wand des Gehörgangs einen spitzen Winkel bildet.

**Das Mittelohr.**

### § 250. Das Mittelohr.

**Paukenhöhle.** Der Hauptteil des Mittelohrs ist die **Paukenhöhle**. Sie wird gebildet durch eine Aushöhlung des Felsenbeins, welche nach dem äußeren Gehörgang zu durch das hier ausgespannte Trommelfell abgeschlossen wird. Das Ganze hat so eine Ähnlichkeit mit einer flachgespannten Trommel.

**Gehörknöchelchen.** Im Innern der Paukenhöhle befindet sich die Kette der drei **Gehörknöchelchen**, welche die Schalleitung zum inneren Ohr vermitteln. Sie sind gelenkig miteinander verbunden und heißen nach ihrer Form: **Hammer**, **Amboß** und **Steigbügel**. Der **Hammer** ist mit einem längeren Fortsatz, dem **Hammergriff**, in das **Trommelfell** eingefügt und überträgt die Schwingungen des **Trommelfells**, wie sie durch die anprallenden Schallwellen verursacht werden, auf die anderen **Gehörknöchelchen**, und zwar zunächst auf den **Amboß**, der weiterhin mit dem **Steigbügel** verbunden ist. Der **Steigbügel** deckt mit seinem Tritt oder seiner Platte eine ovale Öffnung, die zum inneren Ohr führt, das **ovale Fenster**. Die **Paukenhöhle** steht durch einen 2,5—4 cm langen Kanal, die **Ohrtrompete** (oder **Eustachische Röhre**) in Verbindung mit dem Nasenrachenraum (s. § 149). Aus diesem Grunde können sich Erkrankungen des hinteren Nasenabschnitts und des Rachens auf das Mittelohr fortpflanzen und dieses in Mitleidenschaft ziehen. Ist das **Trommelfell** durchbohrt, so vermag man bei zugehaltener Nase und fest geschlossenem Munde durch kräftige Ausatemungsbewegung in hörbarer Weise Luft durch die **Ohrtrompete** in die **Paukenhöhle** und weiter durch die Öffnung im **Trommelfell** am Ohr hinaus zu blasen.

**Das innere Ohr.**

### § 251. Das innere Ohr.

Das **innere Ohr** oder das **Labyrinth** besteht aus einer Anzahl von Hohlräumen und Gängen, welche in der Knochenmasse des Felsenbeins liegen und mit einer wässerigen Flüssigkeit, dem **Labyrinthwasser**, erfüllt sind. Das **Labyrinth** ist von einer dichten harten Knöchelschicht umschlossen und kann als Ganzes aus dem Felsenbein herausgemeißelt werden.

Das **Labyrinth** zerfällt in folgende Teile: den **Vorhof**, die **Schnecke** und die drei **halbzirkelförmigen Gänge**.

**Vorhof.** Der **Vorhof** ist der mittlere Teil des Labyrinths und stellt einen ziemlich rundlichen Raum dar, der nach der **Paukenhöhle** zu eine Öffnung zeigt, das **ovale Fenster**, welches durch den Tritt des **Steigbügels** verschlossen wird. Nach hinten schließen sich an den **Vorhof** die **halbzirkelförmigen Kanäle** an, nach vorn die **Schnecke**.

**Halbzirkelförmige Kanäle.** Die **halbzirkelförmigen Kanäle** bestehen aus drei **halbkreisförmig gebogenen Röhren**. Sie haben eine eigentümliche Beziehung zur **Erhaltung des Gleich-**



gewichts, indem die hier mündenden Fasern des Hörnerven keine Gehörs wahrnehmungen vermitteln, sondern das Gefühl für vorhandenes Gleichgewicht des Körpers. Zerstörung der halbzirkelförmigen Kanäle hebt die Fähigkeit sicherer Gleichgewichtserhaltung auf.

Die Schnecke stellt einen schraubenförmig 2½ mal aufgewundenen Gang dar, dessen knöcherne Umhüllung dem Gehäuse einer Gartenschnecke gleicht. Schnecke.

In dem knöchernen Labyrinth ist nun ein System von häutigen Säcken und Röhren enthalten, dessen Form im ganzen der des knöchernen Labyrinths entspricht. Wir bezeichnen dieses System als häutiges Labyrinth. Es ist ebenfalls mit Labyrinthflüssigkeit erfüllt. Innerhalb dieses häutigen Labyrinths befinden sich die letzten Endigungen des Gehörnerven. Sie bestehen aus Sinneszellen, welche in feine haarwimpern, die Hörhaare, enden. Die Grundmembran, welcher der Endapparat des Hörnerven, das sogenannte Cortische Organ, aufruhet, setzt sich zusammen aus genannten Fasern. Der spirallig zulaufenden Form der Schnecke gemäß werden diese Fasern allmählich immer kürzer — ähnlich den abgestimmten Saiten eines Klaviers. Man nimmt nun an, daß die von außen ans Ohr anschlagende Schallwelle eines Tons mit ihren die Klangfarbe herstellenden Ober- und Untertönen die den Wellenlängen aller dieser entsprechenden Fasern der Grundmembran mitschwingen läßt, und daß diese Schwingungen sich den hier befindlichen Endigungen des Hörnerven übertragen.

Häutiges Labyrinth.

Cortisches Organ.

### § 252. Das Geschmacksorgan.

Wie der Geruch bestimmte Stoffe in der Atemluft erkennt, welche in solcher Verdünnung für den Chemiker nicht mehr bestimmbar sind, so unterscheidet auch unser Geschmack an Flüssigkeiten oder mit dem Mundspeichel befeuchteten und durch die Zähne zerkleinerten festeren Stoffen noch Feinheiten in ihrer stofflichen Zusammensetzung, welche der chemischen Scheidekunst nicht mehr zugänglich sind. Die Unterscheidungsgabe des feinsten Schmeckens kann durch Übung, namentlich wenn sie sich auf engerem Gebiete betätigt und die Geruchswahrnehmung mit zu Hilfe genommen wird, in erstaunlicher Weise vervollkommen werden. Es sei hier nur an die feine Zunge eines guten Kochs oder gar eines berufsmäßigen Weinschmeckers erinnert, der den Jahrgang und die Lage eines Weins aus seiner Gegend genau zu bestimmen vermag.

Das Geschmacksorgan.

Die Stätte der Geschmacksempfindungen ist vor allen Dingen der Zungenrücken, in geringem Grade auch die Schleimhaut des weichen Gaumens. Auf dem Zungenrücken befinden sich allenthalben zerstreut fadenförmige Schleimhautpapillen, welche Endigungen von Geschmacksnerven enthalten. Die feinste Geschmacksempfindung findet aber auf der Zungenwurzel statt, wo sich in einem U-förmigen Bogen angeordnet eine Reihe (10–15) von breiten, runden wallförmigen Zungenwärtchen befindet, deren jedes von einem kleinen Graben umgeben ist. Hier enden Äste des neunten Gehirnnerven, des Zungenschlundkopf- oder Geschmacksnerven in der Schleimhaut in besonderen becher- oder knospenförmigen Schleimhautgebilden, den Schmeckbechern, innerhalb deren die Nervenendorgane direkt mit den zu schmeckenden Stoffen in Berührung treten. Diese Schmeckbecher stehen dichtgedrängt an der Wand des Walles der Wärtchen (Fig. 393). Der Umstand, daß die zu schmeckenden Flüssigkeiten in die engen ringförmigen Gräben eintreten, welche die wallförmigen Warzen

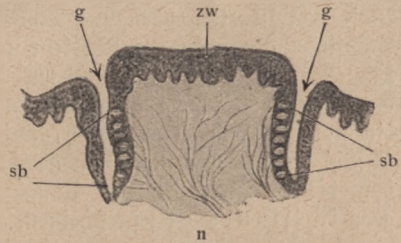


Fig. 393. Schnitt durch ein wallförmiges Zungenwärtchen. zw das breite Wärtchen. g g der umgebende Wallgraben. sb Schmeckbecher. n Geschmacksnerven. — Vergrößert.

Wallförmige Zungenwärtchen.

Schmeckbecher.

umgeben, und dort zunächst verbleiben, bewirkt nun, daß eine über die Zunge ausgebreitete Flüssigkeit noch länger nachschmeckt (Nachgeschmack). Es erklärt sich hieraus auch die bekannte Tatsache, daß es bei verbundenen Augen unmöglich ist, hintereinander eine Anzahl Proben, z. B. von Rotwein und Weißwein sicher durch den Geschmack zu unterscheiden. Erst wenn z. B. durch das Kauen von trockenem, auf den Inhalt der die Geschmackswärzchen umgebenden Wallgräben ansaugend wirkendem Weißbrot die Wallgräben entleert sind und der Nachgeschmack aufgehoben ist, stellt sich auch die Feinheit des Geschmacks wieder her. Bekanntlich verfahren in dieser Weise die Weinkoster, indem sie zwischen den Kostproben stets etwas Brot essen.

### § 253. Tastsinn und Empfindungen der inneren Organe.

Neben dem Geruch-, Gesicht-, Gehör- und Geschmackssinn rechnen wir als fünften Sinn den Tastsinn. Bei näherer Betrachtung zeigt sich indes, daß es eine Reihe von ganz verschiedenenartigen Empfindungen ist, welche wir dem fünften Sinn als Vermittler zuschreiben.

Zunächst die eigentlichen Tastempfindungen der Haut, welche uns über Form und Dichtigkeit der mit der Haut in Berührung gebrachten Körper Auskunft geben. Die Endigungen der Hautnerven (Tastkörperchen und Nervenendknöpfchen), welche diese Empfindungen vermitteln, sind bereits früher erwähnt (§ 171).

Ebenfalls durch Nerven der Haut wird die Wärmeempfindung vermittelt. Wir sahen, wie die Erregungen dieser Temperaturnerven auf reflektorischem Wege größere oder geringere Füllung der Hautblutgefäße verursachen und damit Wärmeabfluß von der Haut entweder begünstigen oder vermindern (Wärmer Regulierung). Auch elektrische Reizungen sowie chemische Reize (z. B. durch äzende Stoffe, welche Brennen, oder durch Stoffe, welche starkes Jucken erzeugen) werden durch die Hautnerven vermittelt.

Weiter gehören hierher die Empfindungen der inneren Organe. Sie geben uns als Muskel- und Gelenksinn stets Kenntnis über die jeweilige Lage und Stellung unserer Gliedmaßen; als Kraftsinn lehren sie uns den Grad des Widerstandes bei einer Bewegung richtig bemessen und dementsprechend das nötige Maß von Muskelanstrengung anwenden. Bei Muskelermüdung geht von den Empfindungsnerven der Muskeln und Gelenke das Gefühl der Schwere, ja des Schmerzes aus. Ebenso bewirken Erkrankungs Zustände in allen Organen und Geweben des Körpers mehr oder weniger heftige Reizungen der Empfindungsnerven, die sich als Schmerzgefühl äußern. Endlich vermitteln bestimmte Nerven das Gefühl des vorhandenen Gleichgewichts bei Körperbewegungen. Es ist schon erwähnt, daß die halbzirkelförmigen Kanäle des inneren Ohres der Sitz dieses Gleichgewichtsinnes zu sein scheinen.

Die Empfindungsnerven der inneren Organe, namentlich der Muskeln und Gelenke, geben uns je nach dem Grad und der Art ihrer Erregbarkeit gewisse Allgemeingefühle. So das Gefühl des Wohlbehagens, der Kraft und der Leistungsfähigkeit einerseits, das der Schwäche und krankhaften Reizbarkeit andererseits. In diesem Betracht sind es regelmäßige Leibesübungen, namentlich wenn ihr Betrieb an sich anregend ist und durch Betätigung in Gemeinschaft mit frohen Genossen und durch die belebenden Einflüsse von freier Luft und Sonnenlicht Lustempfindungen weckt, welche zu dem Gefühl gesunder Kraft und Wohlbehagens ganz besonders beitragen und eine wahre Nervenstärkung bewirken.

Tastsinn  
und Empfin-  
dungen der  
inneren Or-  
gane.

Tastempfin-  
dungen.

Wärme-  
empfindung.

Muskel- und  
Gelenksinn.  
Kraftsinn.

Schmerz-  
empfindun-  
gen innerer  
Organe.

Gleich-  
gewichtssinn.

Allgemein-  
gefühl.

---

## Dritter Teil

Bewegungslehre der Leibesübungen.



## Ruhehaltungen.

### § 254. Allgemeines über Ruhehaltungen.

Alle körperlichen Übungen gehen aus von Ruhehaltungen und kehren zu ihnen wieder zurück. Bei einer solchen Ruhehaltung wirken zweierlei Kräfte, und zwar:

1. Muskelkräfte: Zusammenziehung und Spannung der Muskeln.

2. Physikalische Kräfte: Gleichgewicht; feste Widerstände in Knochen und Gelenken; Spannungswiderstände in den Bändern.

Es können hinzukommen:

3. Äußere Unterstützungsmittel: Anlehnen an feste Gegenstände oder Aufstützen auf solche mit einem Teil der Körperoberfläche.

Soll der Körper eine Ruhehaltung einnehmen, so muß er sich im Gleichgewicht befinden, d. h. es muß die vom Schwerpunkte gefällte senkrechte Linie, die Schwerlinie, in den Unterstützungspunkt (oder in die Unterstützungsfläche) fallen. Jedesmal, wenn der Schwerpunkt seine Lage ändert, muß auch der Unterstützungspunkt entsprechend verlegt werden; umgekehrt: wenn der Unterstützungspunkt verlegt wird, so ist der Schwerpunkt wieder senkrecht darüberzubringen. Erst dann ist das Gleichgewicht wieder hergestellt.

Solche fortwährende Verlegung von Schwer- und Unterstützungspunkt macht das Wesen der Ortsbewegungen des Körpers aus. —

### § 255. Aufrechtes Stehen auf beiden Füßen.

Steht der Körper so auf beiden Füßen, daß die Körperlast auf beide Beine gleich verteilt ist, dann fällt, wenn die Füße mit den Ferseu zusammenstoßen und die Fußachsen einen nach vorn offenen rechten Winkel bilden, wie dies für die militärische und die turnerische „Grundstellung“ vorgeschrieben ist, die Schwerlinie in einen Punkt der Halbirungslinie dieses Winkels (s. o. Fig. 68). Bei der militärischen Haltung fällt dieser Punkt mehr nach vorn und kann bei starkem Vornüberlegen bis zu der die Fußspitzen verbindenden Linie gehen. Wir sahen (§ 42), daß diese Haltung nur unter Aufgebot von Muskelanstrengung möglich ist: der Wadenmuskel, der vierköpfige Schenkelstrecker, der große Gesäßmuskel, die langen Strecker der Wirbelsäule sind es namentlich, welche zu dieser strammen Haltung zusammenwirken. Desgleichen sind die Bauchmuskeln zusammengezogen („Brust heraus! Bauch hinein!“ heißt es auf dem Exerzierplatz). Dadurch, daß der Schwerpunkt schon möglichst nach vorn gebracht ist, wird der schnellste Übergang aus dieser Haltung in die Vorwärtsbewegung des Schwerpunktes zum ausgreifenden Marsch vorbereitet. Auf dem Turnplatz wird diese stramme, aber ermüdende Haltung für gewöhnlich nicht angewendet, sondern die als Normalhaltung beschriebene Stellung. Sobald aber der Befehl: „Abteilung — Marsch!“ erschallt, ist es förderlich, wenn die Turner auf den Ankündigungsbefehl

„Abteilung!“ schon in diese Haltung übergehen, indem sie den Körper vorlegen und den Schwerpunkt den Fußspitzen näherbringen. Um so fester und sicherer erfolgt dann gleich der erste Marschschritt, und das richtige ausgreifende Trittmäß ist sofort gewonnen.

**Normalhaltung.** Bei der als Normalhaltung oder aufrechte Geradhaltung (s. o. Fig. 83) beschriebenen Art des aufrechten Stehens fanden wir als anatomisches Kennzeichen die gleichartige Krümmung der Wirbelsäule, so daß deren Wellenberge und Wellentäler gleiche Höhe haben; vor allem aber ist die Lage der Schwerlinie so, daß sie vor dem äußeren Gehörgange herabgehend die Hüftachse schneidet und vor der Schienbeinkante heraustretend durch die Fußmitte geht. In dieser Haltung ist keine so starke Muskelspannung nötig wie bei der militärischen straffen Haltung. Es sind bei dieser Normal- oder Grundhaltung die Ferseu geschlossen, die Fußspitzen nach auswärts gerichtet, einen nach vorn offenen, annähernd rechten Winkel bildend, die Beine gestreckt; der Kopf steht aufrecht, so daß der untere Kinnrand fast wagerecht gerichtet ist; die Schultern sind etwas zurückgezogen; die Brust frei hervortretend. Eine hinten an den Körper gestellte senkrechte Ebene wird vom Hinterhaupt, der Gesäßrundung und der Ferse berührt. Bei muskelstarken jungen Leuten wird diese Ebene ferner vom Vorsprung der Wade, und wenn der Schultergürtel besonders stark entwickelt ist, endlich auch von den Schulterblattgräten berührt. Nach vorn würde eine senkrechte Linie, welche die Brust in der Mitte berührt, auch den Bauch an der hervortretendsten Stelle oberhalb des Nabels berühren, während eine gut entwickelte Bauchmuskulatur den Unterbauch mehr zurückhält.

## § 256. Aufrechtes Stehen mit Belastung vorzugsweise eines Beins.

Ruht der Körper vorzugsweise auf einem Bein, so nennt man dieses das „Standbein“, das andere, das standfreie Bein „Spielbein“.

**Spielbein.** Das Spielbein, in leichter Beugung seitlich, mehr nach vorn oder nach hinten auf den Boden gesetzt, schützt den Körper vor dem Umfallen und übernimmt auch meist einen geringen Teil der Körperlast.

**Standbein.** Das Standbein, welches zum größten Teil die Körperlast trägt, wird wie eine starre Säule gestreckt gehalten, und zwar ist es beim Hüft- und Kniegelenk die Spannung der Gelenkbänder, d. h. des Bertinischen oder Hüftbeinschenkelbandes sowie der Kreuzbänder im Kniegelenke, welche der Belastung durch das Körpergewicht entgegenwirkt, während das Fußgelenk, dem ein solcher Bandhemmungsapparat abgeht, durch den Wadenmuskel festgelegt wird. Der Schwerpunkt wird um so mehr über das Standbein gebracht, so daß seine Senkrechte in die Sohlenfläche des Standbeins fällt, je ausschließlicher die Körperlast vom Standbein allein übernommen wird. Dabei verläuft die Schwerlinie hinter dem Hüft- und vor dem Kniegelenk des Standbeins.

Da das standfreie Spielbein mehr oder weniger leicht gebeugt oder schräg auswärts von der Körperachse gestellt ist, so steht sein Schenkelkopf stets niedriger als der des aufrecht gestreckten Standbeins, und das Becken ist auf dieser Seite geneigt. Nicht nur, daß das Becken so schief gestellt ist, sondern es ist auch als Ganzes nach der Seite des Standbeins hin verschoben. Der Rollhügel des Standbeins tritt, die Hüfte hier ausbuchtend, stärker vor, während er an der Seite des Spielbeins tiefer in die Weichteile einsinkt und unter Umständen an Stelle der hier sonst vorhandenen Ausbuchtung sogar eine Einziehung der Hüftgelenkgegend veranlassen kann. Diese

Beckenbewegung stellt sich von selbst ohne besondere Muskeltätigkeit ein. Die Spannung der großen Schenkelbinde vom Beckenrand außen bis hinab zur Kniegelenkgegend, sowie die Spannung des großen und mittleren Gefäßmuskels wie namentlich des Spanners der Schenkelbinde halten dem schräg einwirkenden Druck der Rumpfschwere das Gegengewicht. Die Schiefstellung des Beckens bewirkt endlich eine vorübergehende seitliche Wirbelsäulenkrümmung (s. o. § 44).

Die Stellung vorzugsweise auf einem Bein ist bei Bildsäulen besonders beliebt, da sie die starre Symmetrie des Körperbaus in gefälliger Weise auflöst und dem Umriss der Körperformen lebensvolle Abwechslung und schwungvolle Linien verleiht (Fig. 394).

Sie wird im Leben sehr häufig eingenommen. Hat das eine Bein länger als das Standbein gedient und ist ermüdet, so wird gewechselt; die Körperlast wird auf das bisherige standfreie Spielbein übertragen, während das bisherige Standbein als Spielbein sich ausruhen kann. Die Wirbelsäule erfährt dabei eine der vorherigen entgegengesetzte Krümmung.

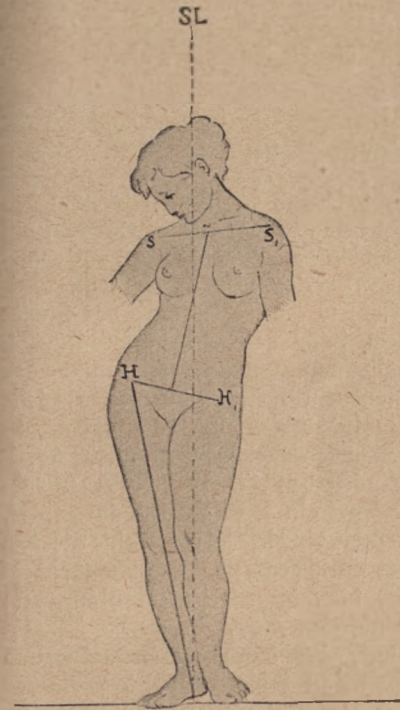


Fig. 394. Stellung vorzugsweise auf einem Bein nach Richter. — SL Schwerlinie; S S, Verbindungslinie der Schulter, H H, der Hüftgelenke. Angegeben ist ferner die Achse des Rumpfes und die des Standbeins.

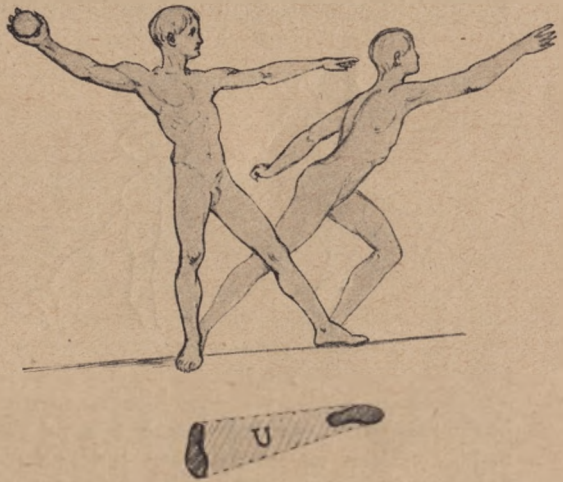


Fig. 395. Umfang einer Bewegung aus der Auslagestellung.

Meist aber wird, entsprechend der gewöhnlich auf der rechten Körperseite stärker entwickelten Muskulatur, das rechte Bein als Standbein bevorzugt.

Daß die gewohnheitsmäßige Bevorzugung des rechten Beines als Standbein auch auf den Gang einwirkt und diesen ungleichmäßig gestaltet, wird behauptet.

In der Auslagestellung beim Sechten oder Werfen (Fig. 395) dient das rechte Bein als Standbein. Es stützt wie ein Strebepfeiler den Körper mit nach außen gedrehter Fußspitze, während das linke standfreie Bein geradeaus nach vorn gestellt ist. Der Raum, der von den Verbindungslinien der Spitzen und Ferse der Füße umschrieben wird, bildet in dieser Stellung die Unterstüßungsfläche, in welche die Schwerlinie fallen muß. Diese Fläche gewährt hierzu einen großen Spielraum in

Bevorzugung des rechten Beines.

der Richtung von hinten nach vorn. Es können mithin in dieser Stellung starke Schwerpunktsverschiebungen, d. h. Rumpfbewegungen, nach vor- und rückwärts vorgenommen, Angriffs- und Abwehrbewegungen gegen einen Gegner in der Front gemacht werden, ausholende Wurfbewegungen u. dgl., ohne daß der feste Stand der Füße geändert zu werden braucht. Diese Stellung findet daher auch bei Freiübungen vielfach sinngemäße Verwendung.

Nur wenn die Füße allzuweit in der Richtung von vorn nach hinten voneinander gesetzt werden, bis zur Zwangstellung, so wird die Haltung eine sehr unsichere, weil die Unterstüßungsfläche zwar sehr lang, aber auch sehr schmal ist. Am unsichersten ist die Stellung und erfordert stetes Balancieren, wenn die Füße mit ihren Achsen hintereinander auf einer Linie in Spreizstellung stehen. Dies um so mehr, als beim einfachen Stehen der Fuß nur hinten mit der Ferse, vorn aber mit dem Mittelfußköpfchen der zweiten und dritten Zehe am Boden aufruht, was einer ganz schmalen Unterstüßungsfläche entspricht.

Stehen auf  
einem Bein.

### § 257. Stehen auf einem Bein.

Steht der Körper ausschließlich auf einem Bein, so daß das standfreie Bein den Boden nicht berührt, dann geht der Stüßpunkt des Rumpfes auf den Schenkelkopf des Standbeins. Der Schwerpunkt muß

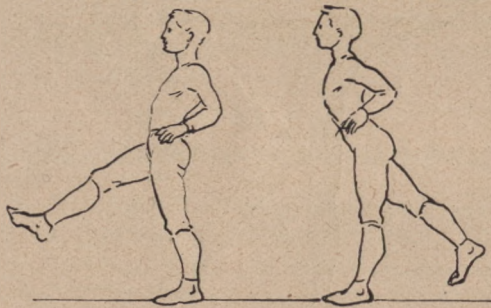


Fig. 396.

derart verlegt werden, daß seine Senkrechte in die Sohlenfläche des Standbeins fällt. Hierbei ist stärkere Muskelanspannung nötig, teils um das Standbein gestreckt zu halten, teils um für Becken und Rumpf das unbeständige Gleichgewicht zu sichern.

Werden dabei mit dem standfreien Bein Bewegungen ausgeführt, so bedingen diese jedesmal eine Störung des Gleichgewichts. Der Rumpf biegt sich in entgegengesetztem Sinne zum standfreien Bein, um dessen Gewicht

das Gleichgewicht zu halten und den Schwerpunkt, der durch die Beinbewegung verschoben war, wieder über den Unterstüßungspunkt zu bringen. Wird z. B. das standfreie Bein nach vorn geführt, so muß der Rumpf sich etwas nach hinten biegen, und umgekehrt (Fig. 396). Darum ist es bei Freiübungen mit derartigen Beinbewegungen (z. B. Knieheben mit nachfolgendem Bein Strecken und Führen des gestreckt gehobenen Beins nach den verschiedensten Richtungen) nicht möglich, den Oberkörper in ganz unverrückter gerader Haltung zu lassen.

Stehen auf  
den  
Fußspitzen.

### § 258. Stehen auf den Fußspitzen.

Die Fußstrecke, vor allem der Wadenmuskel, strecken den Fuß im Sprunggelenk und senken die Fußspitze, wenn der Fuß aufgehoben ist. Steht der Fuß aber auf der Erde, so kann die Fußspitze nicht mehr nach unten geführt werden. Vielmehr wird nunmehr der Körper durch die Tätigkeit der Strecke in einem Bogen um die Fußspitze gehoben.

Dabei muß das Schwergewicht hinreichend nach vorn gebracht sein, so daß die Schwerlinie in die Zehenballen fällt. Der Fuß stellt anscheinend einen einarmigen



Hebel dar, dessen Unterstützungspunkt die Fußspitze ist, an dessen einem Ende (dem Fersehöcker) die Kraft (der Wadenmuskel) wirkt, während die Last des Körpergewichts zwischen dem Angriffspunkt der Last und dem Unterstützungspunkt aufruhet. Jedoch vermag der Zug des Wadenmuskels allein das Heben des Körpers in den Zehenstand nicht zu bewirken. Es wird insbesondere auch der vierköpfige Schenkelstrecker mit tätig.

Die Unterstüßungsflächen des Körpers beim Zehenstand sind nur klein. Sie stellen 3 wei kleine Dreiecke dar, deren Basis in der Hauptsache von den Mittelfußköpfchen des zweiten und dritten Zehs gebildet wird, welche den Hauptdruck auf den Boden ausüben. Die Spitze liegt vorn am Endglied des Großzehs wie der zweiten Zehe.

Die Schwerlinie verläuft nahe vor der Hüftachse und läßt den größten Teil des unteren Glieds hinter sich. Sie fällt in die Linie der Mittelfußköpfchen, auf welchen das Körpergewicht lastet. Die Bezeichnung „Zehenstand“ ist mithin anatomisch eigentlich nicht gerechtfertigt: denn die Arbeit der Zehen besteht nur darin, daß sie, als elastische Federn gegen den Boden gestemmt, den Körper balancieren und sein Vornüberfallen zu verhindern suchen.

Die Streckmuskeln der Beine, welche das ganze Körpergewicht tragen, sind dabei in stärkster Anspannung. Ihre Ermüdbarkeit und die Kleinheit der Unterstüßungsfläche gestalten ein längeres Verweilen im „Zehenstand“ schwierig.

Noch schwieriger und anstrengender ist die Gleichgewichtserhaltung beim Stehen auf nur einer Fußspitze.

### § 259. Stehen mit gekreuzten Beinen.

Stehen mit  
gekreuzten  
Beinen

Ein sehr unsicheres Stehen ist das mit gekreuzten Beinen. Damit die beiden Fußsohlen mit einem möglichst großen Teil der Sohlenfläche dem Boden aufruhem, muß beiderseits der innere Fußrand gesenkt werden, was um so weniger gut gelingt und um so anstrengender ist, je weiter die Beine übereinander gekreuzt werden. Der Druck des Körpers strebt danach, die Füße auseinanderzutreiben. Dem wirken entgegen: erstens die Reibung der Sohlenflächen am Boden und zweitens die Tätigkeit der Anzieher der Oberschenkel. Wenn der Boden vollkommen glatt (z. B. glatte Eisfläche oder Parkettboden) und die Reibung nahezu = Null ist, so muß der Zug der kräftigen Anzieher der Schenkel ganz allein die Stellung aufrecht halten. Daher ist es sehr schwierig, auf solch glattem Boden mit gekreuzten Beinen einigermassen fest zu stehen. Ein leichter Stoß, namentlich von vorn oder hinten her geführt, wirft einen dann leicht um.

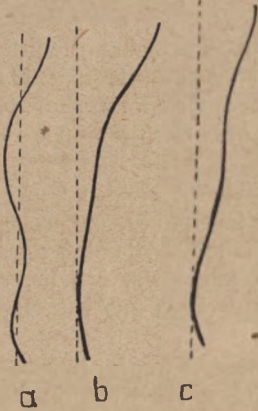
### § 260. Das Sitzen.

Das Sitzen.  
Niedersitzen.

Will man sich auf einen Gegenstand niedersetzen, so wird der Unterschenkel gegen den Fuß, der Ober- gegen den Unterschenkel, der Rumpf gegen den Oberschenkel gebeugt, und der Rumpf läßt sich dann niederfallen — daher der heftige Fall rückwärts, wenn jemand, der im Begriff ist, sich niederzusetzen, der Stuhl weggezogen wird. Ist der Sitz, auf den man sich niederläßt, sehr tief, so sucht man mit der Hand vorher einen Stützpunkt zu gewinnen, um zu starken Fall, d. h. zu heftiges Niedersitzen zu verhüten.

Beim Sitzen lastet der Schwerpunkt des Rumpfes unmittelbar auf der Sitzfläche. Dabei stellt sich das Becken horizontal, und infolgedessen verschwindet zum großen

Teil die Einbiegung der Lendenwirbelsäule. Bei der zumeist eingenommenen Sitzhaltung (vordere Sitzhaltung) ruht der Rumpf auf den beiden Sitznорren sowie auf der Berührungsfläche der beiden Oberschenkel mit der Sitzebene.



Sig. 397. Linie der Wirbelsäule. a beim Stehen, b bei nachlässigem, c bei gutem, aufrechtem Sitzen. (Nach Übung und Schultheß.)

Die Sitznорren haben eine gekrümmte Gestalt und stehen ähnlich nebeneinander wie die Kufen eines Schlittens oder eines Schaukelpferdes. Die Folge ist, daß sie auf fester und glatter Sitzfläche leicht gleiten, entweder nach vorn, mit Rückwärtsfallen des Rumpfes, oder nach hinten, mit Vorwärtsfallen des Rumpfes.

Ersteres ist namentlich dann leicht der Fall, wenn der Rumpf einen weiteren Stützpunkt lediglich durch eine Rückenlehne findet. Man ist dann gezwungen, bei längerem derartigen Sitzen häufiger das Becken wieder nach hinten in die anfängliche Haltung zurückzubringen.

Dem Vornüberfallen des Rumpfes bei längerem ermüdenden Sitzen — denn das Sitzen bedingt eine stete Spannung der langen Rückenmuskeln — suchen wir entgegenzuwirken entweder durch Aufstützen der Arme auf einen Tisch, wodurch dem Rumpf ein neuer Stützpunkt gewonnen wird, oder dadurch, daß das eine Bein über das andere geschlagen wird. Hierbei werden die langen Beugemuskeln des Schenkels, welche vom Sitznорren ihren Ursprung nehmen, gespannt und gestatten dem Sitznорren nicht, nach hinten zu gleiten.

Außer dieser vorderen Sitzhaltung unterscheiden wir noch eine hintere Sitzhaltung, bei welcher der Rumpf auf drei Knochenpunkten: den beiden Sitznорren und der Steißbeinspitze ruht. Hierbei muß das Becken, damit die Steißbeinspitze auf dem Sitz ausruhen kann, stark nach hinten geneigt werden. Dementsprechend neigt sich auch der Rumpf nach rückwärts und droht nach hinten umzufallen — um so mehr, als die Sitznорren bei dieser Haltung das Bestreben haben, nach vorn zu gleiten. Ohne Rückenlehne ist diese Sitzhaltung kaum anders innezuhalten als dadurch, daß die Beine weit nach vorn gestreckt werden, um möglichst der nach hinten gerichteten Schwerwirkung des Rumpfes das Gleichgewicht zu halten, oder daß das eine Bein im Kniegelenk stark gebeugt wird und die Hände das Bein unter dem Kniegelenk umfassen. Bequem ist solche Sitzhaltung keineswegs.

Anders wenn bei der hinteren Sitzhaltung der Rücken unterstützt ist. Dann ermöglicht sich in vollkommenster Weise Entlastung der Muskulatur, und so wird der wahre Aruhssitz gewonnen. Die Unterstützung des Rückens durch eine Schulterlehne macht übrigens den Stützpunkt der Steißbeinspitze vollkommen entbehrlich. Tatsächlich ruht die letztere auch nur bei stark rückwärts gebogener Lehne auf dem Sitz auf, während sonst der Körper an der Rückenlehne und den Sitznорren genügende Unterstützung findet.

Bei weichem Sitz (Polster) sind es die gesamten Weichteile des Gesäßes, welche in inniger Berührung mit der einsinkenden nachgiebigen Unterlage die Rumpflast aufnehmen. Der auf die Masse der Weichteile ausgeübte Druck bringt aber bei anhaltendem Sitzen mancherlei Störungen im Blutumlauf der Gefäßgegend mit sich, weshalb die weitaus größte Mehrzahl derer, welche anhaltende Sitzarbeit zu verrichten haben, einen harten Sitz bevorzugen.

Die Festigkeit des Sitzes hängt — abgesehen von Gestaltung der Lehne, Höhe des Tisches usw. — auch sehr von der Breite des Sitzes ab. Ein schmaler Sitz

Hintere Sitzhaltung.

Hintere Sitzhaltung ohne Rückenlehne.

Hintere Sitzhaltung mit Rückenlehne.

Polstertisch.

Breite des Sitzes.

gewährt nur eine kleine Unterstützungsfläche, während namentlich bei vorderer Sitzhaltung ein breiter, fast die ganze Länge der Oberschenkel stützender Sitz der Sitzhaltung die meiste Stetigkeit gewährt.

### § 261. Einseitiger linker Sitz.

Einseitiger  
linker Sitz.

Wie das gewohnheitsmäßige einseitige Stehen vorzugsweise auf dem rechten Bein fehlerhafte Haltung der Wirbelsäule zur Folge haben kann, so ist dies auch mit dem einseitigen linken Sitz der Fall. Da letzterer namentlich in den Schuljahren oft viele Stunden täglich eingehalten wird, so vermag er, besonders wenn die Knochen und Bänder der Wirbelsäule noch nachgiebig sind, schädlich auf die Haltung einzuwirken und dauernde Verkrümmung der Wirbelsäule nach links zu begünstigen.

Die Schwerlast des Rumpfes wird fast ganz auf den stützenden, dem Tisch aufgelegten linken Arm, sowie namentlich auf den linken Sitzknorren verlegt, um die rechte Körperseite zu entlasten und den rechten Arm zum Schreiben ungehindert frei zu haben; das entlastete rechte Bein wird etwas gehoben, sein Sitzknorren berührt den Sitz nur leicht. Infolgedessen stellt sich das Becken schief nach links abwärts; die Wirbelsäule krümmt sich nach links um, die obere Brust- und untere Halswirbelsäule macht entsprechende Gegenkrümmung nach rechts.

Die verunstaltende Wirkung solcher fehlerhaften Haltung (s. o. Fig. 97) — die also ähnlich wirkt wie der schiefe Sitz, der bei Mädchen durch Unterschieben der Röcke nur unter eine Hinterbacke entsteht — muß durch sorgfältige Beaufsichtigung der Schüler beim Schreiben vermieden werden.

### § 262. Das Liegen.

Liegen.

Das Liegen auf der rechten oder linken Seite, mit mehr oder weniger starker Beugung in den meisten Gelenken, wird wohl von der Mehrzahl der Menschen zum Ausruhen bevorzugt.

Das Liegen auf dem Rücken ist eine Ausrühlage, welche allein dem Menschen möglich ist, während sonst alle Säugetiere nur Seitenlage einnehmen können. Findet die Rückenlage auf einer nachgiebigen weichen Unterlage statt, so daß die ganze Rückenfläche unterstützt wird, dann gewährt diese Lage der gesamten Muskulatur volles Ausruhen, läßt die beidseitige Atmung und den Kreislauf unbehindert, führt auch keine Verschiebungen in der Lage der Eingeweide herbei, wie dies bei der Seitenlage möglich ist. Auf einer harten Unterlage dagegen ruht der Körper in der Rückenlage nur mit dem Hinterhaupte, den Schultern, dem Gesäß, den Waden und den Fersen auf. Die zwischen diesen Punkten liegenden Gegenden des Körpers bilden Bögen, die durch Muskelspannung getragen werden müssen. Ein eigentliches Ausruhen ist in der Rückenlage auf festem Boden nicht möglich.

Liegen auf  
dem Rücken.

Das Liegen auf dem Bauche wird nur selten zur Ruhelage angewendet (abgesehen natürlich von Krankheiten, welche diese Lage nötig machen). Die ganze Schwerlast des Rumpfes ruht hierbei auf den Bauchdecken. Nur bei kräftiger Muskulatur ist diese Lage erträglich und gestattet ein Ausruhen.

Liegen auf  
dem Bauche.

### § 263. Hochende Stellung.

Hochende  
Stellung.

Bei der hochenden oder kauernenden Haltung (tiefer Hoche) sind Hüft-, Knie- und Sprunggelenke in starker Beugung (Fig. 398). Diese wird bei tiefster Hoche begrenzt

durch die Berührung des Bauches mit der Vorderfläche der Schenkel sowie der Unterfläche der Schenkel mit den Waden, daher von Dickleibigen die Höhe nicht so tief ausgeführt werden kann wie bei Mageren und weit mühsamer ist. Die Füße stehen auf den Fußspitzen, so daß die Unterstüßungsfläche — vorausgesetzt, daß keiner der Arme Stütz auf dem Boden oder sonstwie findet — nicht größer ist als beim Stehen auf den Fußspitzen, dem sogenannten Zehenstand. Da aber der Schwerpunkt bei der Höhe tief gesenkt ist, so ist die Festigkeit des Standes hier größer als die beim Zehenstand. Indes machen die Spannung der Muskeln wie der bis zum höchstmöglichen Grad gebeugten Gelenke, weiterhin die Erschwerung des Bauchatmens, sowie die Behinderung des Blutumlaufs in den Beinen infolge der Knüpfung der Blutgefäße durch die starken Gelenkbeugungen ein längeres Verweilen in Hochstellung unbequem und ermüdend. Gleichwohl wird bei manchen Völkerschaften, so bei den Arabern und Negern, die Hochstellung an Stelle des Sitzens bevorzugt.



Sig. 398.

Weit unsicherer ist die Haltung bei tiefster Kniebeuge mit aufrecht gehaltenem Rumpf und auseinanderstehenden Knien. Die starke Dehnung, welche bei tiefster Kniebeuge der vierköpfige Streckmuskel erfährt, macht diese Übung bei häufiger Wiederholung schmerzhaft. Die starke Dehnung des Muskels, dazu die Muskelarbeit, welche zur Hebung des Körpergewichts bis zum aufrechten Stand erforderlich ist, läßt bei der Ausföhrung einer Reihe von tiefsten Kniebeugen hintereinander um das Knie herum ein Ermüdungsgeföhl von einer Stärke zurück, welches vorzeitig die weitere Tätigkeit des Muskels hemmt. Wir haben hier eine derjenigen Übungen vor uns, welche heftige, örtliche Ermüdungserscheinungen veranlassen, ohne daß eine für die großen Organtätigkeiten des Kreislaufs, der Atmung usw. schon nußbringende Summe von Muskelarbeit erreicht war.

Der Umstand, daß in der Hochstellung die Streckmuskeln der unteren Gliedmaßen — also großer Gesäßmuskel, vierköpfiger Schenkelstrecker, Wadenmuskel — stark gedehnt werden und damit zu kräftigster Zusammenziehung ausholen, sowie daß zugleich der Schwerpunkt über die Unterstüßungsfläche gebracht ist, erleichtert das Aufrichten des Körpers sehr. Darum wird auch beim Aufrichten aus dem Sitz der Rumpf erst vornüber gebeugt und eine Art von Hochstellung eingenommen; dergleichen geht zum Aufrichten aus dem Liegen der Körper erst in Hochstellung über, aus welcher dann das Aufrichten sich vollzieht.

Knien.

## § 264. Knien.

Auch in die kniende Stellung gelangt der Körper nach vorheriger Beugung im Hüft-, Knie- und Sprunggelenk durch eine Art von Fallbewegung, die aber nicht wie beim Niedersitzen nach hinten, sondern nach vorn gerichtet ist (Sig. 399). Daher auch beim Niederknien der Rumpf leicht vornüber fällt und durch die vorgestreckten Arme, welche Stütz am Boden suchen, vor dem Hinstürzen bewahrt wird.

Unterstützt ist in der knienden Stellung der Körper von den beiden Schienbeinhöckern und den Fußspitzen, und zwar bei letzteren gewöhnlich so, daß die gebeugten Zehen mit ihrer Rückenfläche auf dem Boden ruhen. Beim aufrechten Knien wird der Schwerpunkt des Rumpfes senkrecht über den Schienbeinknollen getragen; auf diesen ruht die ganze Schwerlast des Rumpfes.

Wird der Schenkel im Kniegelenk spitzwinklig gebeugt und der Rumpf nach vorn gebogen, so daß das Gefäß bis auf die Ferse hinabgeht, dann verteilt sich

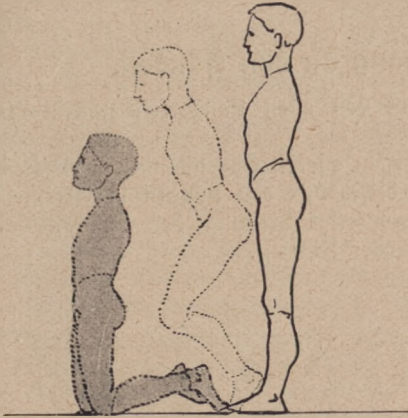


Fig. 399. Niederknien aus dem Stand.



Fig. 400.

die Schwerlast auf Knie und Fußspitzen. Die Schwerlinie fällt in die Mitte der von den Verbindungslinien der Schienbeinfortsätzen und der Fußspitzen umgrenzten Stützfläche (Fig. 400).

Das Erheben zum Stand aus der knienden Stellung kann von Geschickteren unmittelbar durch ein sprungartiges Emporschnellen des Körpers unter plötzlicher und heftiger Zusammenziehung der Streckmuskeln des Sprung-, Knie- und Hüftgelenkes bewirkt werden.

Leichter vollzieht sich die Erhebung zum Stand — und dies ist auch die gewöhnliche Art —, wenn ein Bein mit senkrecht gerichtetem Unterschenkel vor und auf die volle Fußsohle gestellt wird und nun durch Strecken dieses Beins, wobei der Oberschenkel um das Kniegelenk einen Kreisbogen beschreibt, der Schwerpunkt über die Stützfläche dieses Fußes gebracht, d. h. der Körper aufgerichtet wird (Fig. 401). Während dieser aufrichtenden Bewegung wird der andere Fuß neben diesen gezogen und niedergestellt.



Fig. 401. Aufrichten aus der knienden Stellung.

Erheben aus der knienden Stellung.

## § 265. Der Hang.

Der Hang.

Auf vielerlei Arten kann der Körper, vom Boden gänzlich losgelöst, wenigstens für kürzere Zeit schwebend im Hang gehalten werden. So können die Hände, es können bestimmte Teile der Arme (Unter- und Oberarmhang), die Achseln, bei Leibeskünstlern selbst das Kinn und das Gebiß als Haftorgane für den Körper dienen, an denen er aufgehängt ist.

Beim Sturzhang oder Abhang mit umgekehrtem Körper kann dieser an den Füßen (Zehenhang) oder an den Kniekehlen (Kniehang) getragen werden.

Es kann endlich der Körper an einem Arm und Bein gleichzeitig oder an Händen und Füßen (Querliegehang, Seitliegehang, Schwimmhang, Nest u. dgl.) hängen.

Im nachfolgenden können nur einige Formen des Hanges besonders behandelt werden.

Streckhang,

### § 266. Streckhang an den Händen.

Der Streckhang an den Händen ist von allen Hangarten zumeist als „natürlicher“ Hang zu bezeichnen.

Beim natürlichen Hang an einem festen queren Gegenstand (Ast, Balken, Stange, Leiterprosse, Mauerkante usw.) wird dieser von den Händen in Greifstellung umfaßt — bei einwärtsgedrehter oder pronierter Stellung der Hände, die Daumen einander zugekehrt; turnerisch: Aufgriff oder Ristgriff.

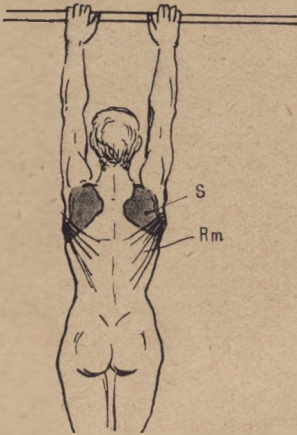


Fig. 402. Stellung der Schulterblätter (S) beim Hang. R in breitester Rückenmuskulatur.

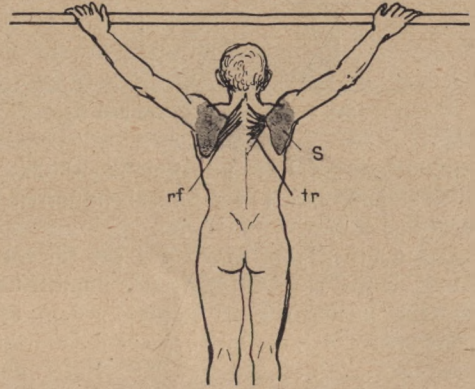


Fig. 403. Spannhang. S rechtes Schulterblatt. r f trapezförmige Muskeln. r r mittlerer Teil des rechten Trapezmuskels.

Seltener und nur bei rundum leicht umgreifbarem festen Gegenstand (Stange, Ast, Leiterprosse) anwendbar ist der Hang mit auswärtsgedrehter oder supinierter Stellung der Hände, die Daumen nach außen, die Kleinfinger einander zugekehrt; turnerisch: Untergriff oder Kammgriff.

Ist der Körper quer an zwei parallel laufende Stangen oder Äste gehängt, so fassen die Hände beim natürlichen Hang Speichgriffs, d. h. die Daumen sind der Vorderseite des Körpers zugekehrt.

Die hauptsächlichste Muskeltätigkeit beim Streckhang ist die Zusammenziehung der die Finger beugenden Muskeln; denn diese haben das Gewicht des Körpers zu tragen. Unwillkürlich ziehen sich aber weiterhin beim Streckhang die Muskeln um diejenigen Körpergelenke zusammen, welche sonst durch die Schwerkraft der Körperteile auseinandergezogen würden. Die Gelenke werden dadurch vor Zerrung ihrer Bänder bewahrt. Die Schulterhöhe und der ganze Schulterstumpf sind möglichst in die Höhe gezogen. Die Schlüsselbeine stehen steil nach aufwärts; das Schulterblatt ist in der Weise, wie es früher für die Hochhebhalte beschrieben ward (§ 55), um seinen inneren Winkel derart gedreht, daß der untere Schulterblattwinkel von der Wirbelsäule ab nach der Achselhöhle zu geht und seitlich von der Achselhöhle im Umriß des Körpers deutlich hervortritt. Über dem unteren Schulterblattwinkel tritt ferner in der Achselhöhle der Gelenkkopf des Oberarms hervor und drängt gegen die Gelenkkapsel nach

Einfluß auf die Schultergegend.

außen. Der vom unteren Rand der Gelenkpfanne des Schulterblatts entspringende, in der Hochhebbhalte des Arms über den Gelenkkopf des Oberarms wegziehende lange Kopf des dreiköpfigen Oberarmstreckers hält den Gelenkkopf in der Schulterpfanne fest. Der über den unteren Schulterblattwinkel hinweggehende Teil des breitesten Rückenmuskels hält die Schulterblattspitze an den Brustkorb angedrängt (Fig. 402). Die durch das Emporheben der Arme und damit ihrer Ansätze stark gespannten Brustmuskeln erheben die Rippen bis zur Einatmungstellung und erweitern dadurch den Brustkorb sehr stark. Damit ist aber auch ein Wiedereinsinken des Brustkorbs zur Ausatmungstellung beim Hang unmöglich gemacht. Bei längerem Hang vollzieht der Brustkorb keine Atembewegungen; nur das Zwerchfell vermag sich zu heben und zu senken und so die Atmung zu unterhalten. Jedoch auch dies nur unvollständig, da die Bauchmuskeln gedehnt sind und der Vorwölbung durch Andrängen der Eingeweide bei Senkung des Zwerchfells Widerstand leisten.

Behinderung der Atmung.

Der Zug, den die Eingeweide auf die Lendenwirbelsäule mittels ihrer Schwere ausüben, ferner der Zug des von dem untersten Brustwirbel und sämtlichen Lendenwirbeln entspringenden und zum kleinen Rollhügel hinabgehenden Lendenmuskels geben der Lendenwirbelsäule eine starke Ausbiegung nach vorn. Dazu kommt, daß das Schwergewicht der Beine die Beckenneigung verstärkt. Alles dies bewirkt, wenn nicht die geraden Bauchmuskeln durch stärkere Spannung diesen Zugkräften das Gleichgewicht halten, daß die Lendenkrümmung im Hang oft stark ausgesprochen ist, so daß die Lendenwirbelsäule über dem Gesäß eine tiefe Einsattelung zeigt.

Ausbiegung der Lendenwirbelsäule nach vorn.

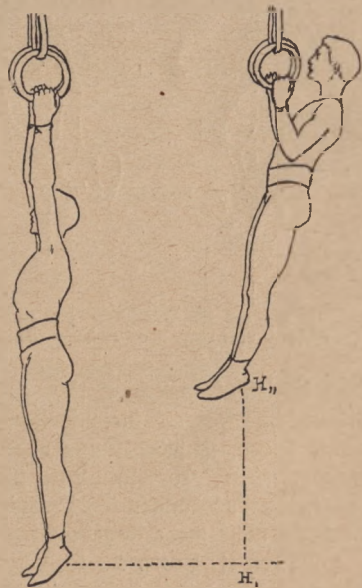
Am günstigsten liegen die Verhältnisse und gestatten längeres Verharren im Hang, wenn die Arme in Schulterbreite parallel gestreckt die Körperlast tragen. Je weiter darüber hinaus die Arme auseinandergehen zum Spannhang, um so mehr werden die Schulterblätter nach außen gezogen und von der Wirbelsäule entfernt, um so mehr müssen auch diejenigen Muskeln, welche die Schulterblätter der Wirbelsäule annähern — dies sind die Rautenmuskeln und der mittlere Teil des Trapezmuskels — sich angestrengt zusammenziehen (Fig. 403); denn sie bilden die Mittelstücke eines an zwei Endpunkten festgehaltenen Bogens, in dessen Mitte die Körperlast aufgehängt ist. Die starke Inanspruchnahme dieser Schulterblattnuskeln macht den Spannhang ungleich ermüdender und anstrengender als den Streckhang.

Spannhang.

### § 267. Der Beugehang.

Durch starke Anstrengung der Beugemuskeln der Arme (Klimmziehen) vermag man aus dem Streckhang den Körper emporzuheben zum Hang mit gebeugten Armen, zum Beugehang (Fig. 404). Als Ruhehaltung kann der Beugehang wegen der starken Belastung einzelner Muskeln nur kurze Zeit innegehalten werden. Für eine Reihe von Übungen bildet er die Ausgangshaltung.

Die vorzugsweise beim Beugehang belasteten Muskeln sind die Beuger des Oberarms zum Unterarm, und zwar der zweiköpfige Armbeuger



Beugehang.

Tätige Muskeln beim Beugehang.

Fig. 404. Streckhang und Beugehang. H, H., die Höhe der Hebung des Körpergewichts durch die Beugemuskeln der Arme.

beim Beugehang mit Kamm- oder Untergriff, der innere Armbeuger beim Beugehang mit Rist- oder Aufgriff und endlich der Armspeichenmuskel sowie der lange Speichenhandbeuger. Zur Beugung der Arme kommt hinzu die energische Tätigkeit der Anzieher der Arme, also des breitesten Rückenmuskels, des großen Brustmuskels, des großen runden Muskels.

Der Schwerpunkt muß beim Beugehang in der Senkrechten liegen, welche von der Mitte der die Hände verbindenden Stützlinie ausgeht. Der Körper kann also nicht in einer vom Kopf bis zu den Fußspitzen senkrechten Richtung gehalten werden — der Schwerpunkt würde sonst hinter dem Stützpunkt sich befinden —, sondern die untere Körperhälfte ist so weit nach vorn zu bringen, daß das Gleichgewicht hergestellt ist. Es geschieht dies dadurch, daß die Schenkel gehoben werden und das Becken gebeugt wird, unter Zusammenziehung der Bauchmuskeln und des Lenden-Hüftbeinmuskels. —

Schwerpunkt  
beim Beuge-  
hang.

Abhang oder  
Sturzhang.

### § 268. Abhang oder Sturzhang.

Der Abhang oder Sturzhang ist ein Hang mit Umkehrung des Körpers, so daß der Kopf nach unten sieht, die Beine nach oben.

Der Körper kann beim Abhang entweder an den Händen oder an den Knien (Kniekehle) oder an den Füßen hängen. Stets sind diese Haltungen störend für eine Reihe von Organtätigkeiten. Die

Unzuträg-  
lichkeiten des  
Sturzhangs.

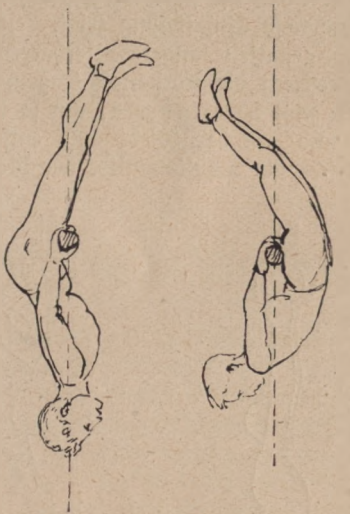


Fig. 405.  
Abhang vorklings.

Fig. 406.  
Abhang rücklings.

Baucheingeweide lasten auf dem Zwerchfell, drängen es abwärts in die Ausatmungstellung und verhindern so seine Atemtätigkeit. Während die Blutadern der Beine unter dem Einfluß der Schwere sich entleeren, füllen sich umgekehrt aufs äußerste die Blutadern des Halses, des Kopfes und des Gehirnes und schwellen stark an. Die Fortbewegung des Blutes stoßt in ihnen. Es treten diese Erscheinungen des Blutandrangs zum Kopfe um so mehr auf, je länger der Turner im Sturzhang verweilt. Sie dauern bei manchen auch nach Beendigung der Übung und Wiedergewinnen der aufrechten Haltung noch eine Weile fort und veranlassen Schwindelgefühl und benommenen Kopf. Am besten wird der Abhang von Kindern und Knabenalter vor der Entwicklung. Man sieht hier kaum den Kopf selbst bei längerem Abhang sich röten.

Der Kreislauf vollzieht sich eben beim Kinde leichter und erleidet nicht sobald Störungen. Für alle diejenigen aber, welche ohnehin leicht an Blutandrang nach dem Kopfe leiden, ist jede Übung bedenklich, welche auch nur kurzes Verweilen im Sturzhang erfordert. Namentlich bei älteren Turnern über das 40. Lebensjahr hinaus, wo bereits Veränderungen der Pulsaderwände eingetreten sein können, sind solche Übungen durchaus nicht mehr angebracht.

Abhang an  
den Händen.

In den Abhang an den Händen kommt der Turner z. B. dadurch, daß er sich aus dem Stand mit Fassen der reich hohen Reckstange oder aus dem Streckhange mit Anschwung um die Schulterachse dreht und, die Beine nach oben gerichtet, das Gleichgewicht zu erhalten sucht. Der Körper balanciert auf dem Schultergürtel, dem Schlüssel-



bein und den Schulterblättern; die Lücke zwischen letzteren wird durch die Spannung der die Schulterblätter nach der Wirbelsäule zu festlegenden Muskeln ausgefüllt.

Unbehindert gerade kann der Körper zur Erhaltung des Gleichgewichts beim Abhang gestreckt sein, wenn die Stützpunkte der Hände, in Schulterbreite voneinander entfernt, freien Zwischenraum zwischen sich lassen, so daß der Körper zwischen diese Stützpunkte gebracht werden kann. Dies ist der Fall beim Abhang am Barren quer zwischen dessen Holmen sowie beim Abhang an den Ringen.

Anders wenn die beiden Stützpunkte der Hände an demselben festen Gegenstand, z. B. der Reckstange, sich befinden. Hier beim Abhang am Reck macht es einen Unterschied, ob der Abhang vorlings (Fig. 405) gemacht wird, so daß der Bauch der Reckstange anliegt, oder rücklings (Fig. 406), so daß der Rücken an die Reckstange stößt. Im letzteren Falle verlangt die Gleichgewichtserhaltung eine Einbiegung der Wirbelsäule nach vorn (Hohlmachen des Kreuzes) durch starke Tätigkeit der langen Wirbelsäulestrecker, sowie Streckung des Hüftgelenks. Beim Abhang am Reck vorlings findet dagegen zur Gewinnung des Gleichgewichts Biegung der Wirbelsäule nach hinten und Beugung im Hüftgelenk statt.

Der Abhang an den Füßen verlangt starke Beuge­tätigkeit der Fußbeuger oder Fußheber, also des vorderen Schienbeinmuskels, des langen Zehen- und des langen Großzehnenstreckers, damit der Körper wie an einem Haken aufgehängt sein könne. Der Abhang an den Knien verlangt rechtwinklige Beugung im Kniegelenk.

### § 269. Schwimmhang.

Schwimmhang nennt man den Hang des nach unten gefehrten Körpers in wackriger Lage zugleich an Händen und Füßen. Der Körper hängt zwischen den beiden Holmen eines Barrens ausgestreckt an vier Stützpunkten; den die Holmen umgreifenden Händen und den aufgelegten Füßen. Bei dieser Lage biegt die Schwerkraft des Körpers die Wirbelsäule stark nach vorn ein. Die Last der Baucheingeweide drückt auf die vordere Bauchwand und dehnt diese beträchtlich. Ist die weiße Linie des Bauches schwach und ist Anlage zu Nabelbruch vorhanden, oder ist ein in der ersten Kindheit vorhandener gewesener Nabelbruch weniger fest verheilt, so vermag diese Belastung immerhin dehnend auf die schwachen Stellen zu wirken. In solchen Fällen verbietet sich diese Übung, die zudem wegen der starken Lordosierung der Wirbelsäule, sowie vor allem wegen der Überdehnung der Bauchmuskeln bedenklich ist und nur in stark beschränktem Maße Anwendung finden darf.

### § 270. Der Stütz.

Da beim Stütz der Körper an dem von den Armen getragenen Schultergürtel hängt, so zählt auch der Stütz zu den Hangarten.

a) Beim Streckstütz stützt sich der Körper mit gestreckten, parallel in Schulterbreite stehenden Armen auf zwei feste Stützpunkte, die mit den Händen umfaßten Barrenholme, Ringe, Reckstange usw. Das ganze Körpergewicht lastet beim freien Stütz auf den beiden Oberarmköpfen, vermittelt durch den Schultergürtel und die Muskeln, welche den Schultergürtel am Stumpf anheften. Die festen Punkte, mit denen der Schultergürtel als Träger der Körperlast den starr gestreckten Armen aufliegt, sind die Schulterhöhen. Der Zug des Körpergewichts macht sich im Sinne einer Drehung der Schulterblätter um ihren äußeren oberen Winkel, d. h. den festen Punkt der Schulterhöhen, derart geltend, daß die oberen inneren Schulterblattwinkel abwärts gehen und die unteren Winkel sich von der Wirbelsäule entfernen. Dabei sinkt der Rumpf nach abwärts, der Kopf geht zwischen die Schultern. Zugleich wird der

Abhang an den Händen am Barren oder an den Ringen.

Abhang an den Händen am Reck.

Abhang an den Füßen.

Schwimmhang.

Der Stütz.

Streckstütz.

Schulterstumpf nach vorn gedrängt unter Eindrücken der Brust (Fig. 408). Um dieser üblen Haltung entgegenzuwirken, müssen die Rautenmuskeln sowie der mittlere und untere Teil des Trapezmuskels sich energisch zusammenziehen und die Schulterblätter in solcher Lage festhalten, daß ihr Auseinanderweichen verhindert wird und ihre unteren Winkel nahe der Wirbelsäule verbleiben. Unterstützung gewährt hierbei der breiteste Rückenmuskel, indem er den Oberarm kräftig gegen die Seiten an- und den Schulterstumpf zurückzieht, durch seine Wirkung auf den Oberarm. Diese Rückenmuskeln also, in erster Linie die verhältnismäßig kleinen Rautenmuskeln und der untere Abschnitt des Trapezmuskels, sind es, welche die gerade Haltung beim Streckstütz aufrechterhalten müssen, so daß die inneren Schulterblattränder parallel der

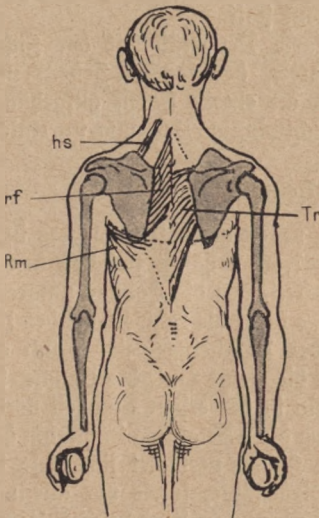


Fig. 407. Streckstütz in guter Haltung. Tr rechter Trapezmuskel. rf rautenförmiger Muskel. hs Heber des Schulterblatts. Rm breiter Rückenmuskel.

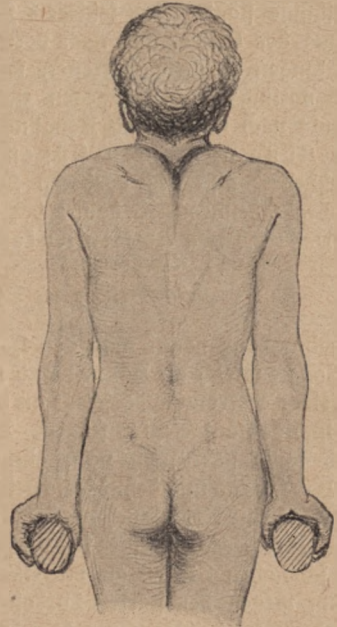


Fig. 408. Einflinken beim Streckstütz.

Wirbelsäule stehen, der Kopf frei hoch getragen wird und die Brust nicht eingeeengt erscheint, sondern hervortritt. Einem großen Teil des ganzen Körpergewichts muß also von jenen Muskeln das Gleichgewicht gehalten werden. Dies ist nur möglich, wenn sie entsprechend kräftige Entwicklung besitzen. Bei Barrenturnern sind tatsächlich diese Muskeln zwischen den Schulterblättern am Rücken besonders stark ausgebildet.

Die Arme werden beim Streckstütz zumeist durch den dreiköpfigen Armstrecker sowie den Armspeichenmuskel in Streckung gehalten. Stärkere Anstrengung dieser Muskeln ist beim einfachen ruhigen Stütz nicht erforderlich, da die Oberarmknochen senkrecht übereinanderstehen und der Hakenfortsatz der Elle in die tiefe Grube am unteren Ende des Oberarmknochens eingreift. Anders wenn durch Schwingen des Körpers um die Schulterachse diese Lage der Armknochen übereinander fortwährend kleine Verschiebungen erleidet. Dann erfordert die Aufrechterhaltung der starren Streckung der Arme eine angestregtere Arbeit der Armmuskeln.

Diese Arbeit wird zu einer starken Belastung, so daß die Armmuskeln leicht ver-<sup>Stützen und Stützhüpfen.</sup> sagen und der Arm im Ellenbogengelenk einknickt, wenn der Körper im Streckstütz auf den Barrenholmen fortbewegt werden soll. Dies kann geschehen mit ganz kurzem Lüften und Vorwärtssetzen abwechselnd der einen oder der anderen Hand (Stützen) oder mit einer Art hüpfender Vorwärtsbewegung beider Arme zugleich (Stützhüpfen). Nicht nur die Armmuskeln werden hierbei stark in Anspruch genommen, sondern vor allem auch die haltenden Muskeln des Schultergürtels. Ebenso erfährt die Handwurzel einen sehr starken Druck. Nur bei entsprechender Übung und kräftiger Entwicklung der betreffenden Muskeln ist es möglich, diese Übung unter Bewahrung guter Haltung, ohne Einsinken des Körpers zwischen den Schultern und ohne Einknickung der Arme auszuführen. Dies wird viel zu wenig beachtet, und oft genug wird diese Übung Schülern vor dem 14. oder 15. Lebensjahr sowie Mädchen zugemutet, die nicht imstande sind, das Stützen oder Stützhüpfen anders als in der Fig. 408 abgebildeten schlechten Haltung auszuführen — und in diesem Falle ist die Übung mehr schädlich als nutzbringend. Noch mehr gilt dies vom

b) Kniestütz oder Beugestütz. In den Kniestütz gelangt man aus dem Streckstütz durch Beugung der Arme im Ellbogengelenk, während die Unterarme möglichst senkrecht am Barrenholmen aufstehen bleiben. Zur Tragung des Körpers sind die den Schultergürtel haltenden Muskeln energisch zusammengezogen; von den Armmuskeln ist vor allem der dreiköpfige Strecker stark belastet. Erst wenn der Winkel des Oberarms zum Unterarm im Ellbogengelenk ein sehr spitzer wird unter entsprechender Senkung des Körpers (tiefer Kniestütz), findet eine Entlastung des dreiköpfigen Armstreckers dadurch statt, daß der Oberarmkopf gegen die Schulterhöhe, der Kronenfortsatz der Elle gegen die vordere Oberarmgrube über dem Ellbogengelenk anstößt und beide hier festen Widerstand finden.

Das Gleichgewicht ist, wie bei allen Hangübungen, ein stabiles, da der Schwerpunkt unter dem Unterstützungspunkte liegt. Die Schwerlinie geht durch die Mitte der queren Linie, welche die festen Stützpunkte der Hände miteinander verbindet.

Die gesamte Haltung beim Kniestütz ist eine gezwungene und nicht frei von Nachteilen. Die gezwungene Haltung der Oberarme nach hinten zerrt die Bänder des Schultergelenks. Der Brustmuskel, dessen Ansatz am Oberarm stark nach hinten gerückt ist, erleidet eine heftige, manchmal selbst schmerzhaftige Dehnung. Der Zug seiner Fasern — wenigstens der des unteren Teils des Muskels — umschnürt die Brust wie ein starrer, über die Brust hinwegziehender Tragriemen. Dadurch wird die Bewegung des Brustkorbes zum Atmen so gut wie gänzlich aufgehoben.

Beim Schwingen des Körpers im Kniestütz wird beim Schwung nach vorn dieser Druck auf den Brustkorb noch verstärkt, während beim Schwung nach hinten der Muskel entspannt wird und der Brustkorb sich lüftet.

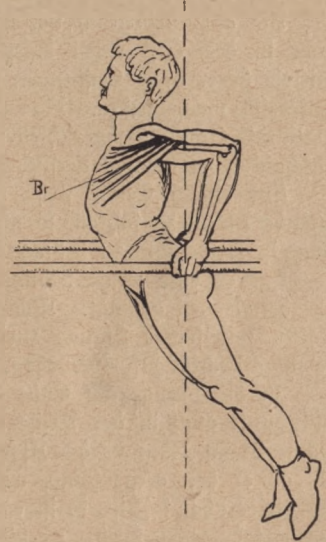


Fig. 409. Kniestütz. Br der gedehnte große Brustmuskel.

## X. Ortsbewegungen.

Orts-  
bewegungen.

### § 271. Allgemeines über die Ortsbewegungen des Körpers.

Die außerordentlich verschiedene Art, wie die Tiere auf der Erde, im Wasser oder in der Luft ihren Körper fortbewegen, und die mechanischen Einrichtungen, mittels derer diese Leistungen vollbracht werden, sind wohl geeignet, unser lebhaftes Interesse wachzurufen. Borelli hat in seinem klassischen Werke „De motu animalium“ (1680) die verschiedenen Arten der Fortbewegung etwa auf folgende Weise anschaulich zu machen versucht.

Auf einem Teiche stehe unbeweglich ein Kahn. Wünscht der in dem Kahne sitzende Mann zu fahren, so muß er irgendeinen Stützpunkt suchen, um sein Fahrzeug in Bewegung zu bringen.

Hat er eine lange Stange, so kann er diese ins Wasser tauchen, bis er damit auf den Boden gelangt. Macht er nun eine Bewegung in dem Sinne, als ob er den Boden mit seiner Stange zurückstoßen wollte, so wird sich das Boot in entgegengesetzter Richtung fortbewegen.

Ist die Stange am Ende mit einem Haken versehen, so kann der Schiffer einen Stützpunkt auch in der Weise gewinnen, daß er seinen Bootshaken an einem Baum, festen Stein, Ring in der Ufermauer u. dgl. einhakt und nun an der Stange so zieht, als ob er den Gegenstand, an dem er festgehaßt hat, zu sich herüberziehen wollte. Da dieser aber fest ist, so ist es allein das Boot, welches nach dem Stützpunkt hin sich vorwärtsbewegen wird. Damit haben wir also zwei entgegengesetzte Arten des Stützes an festen Gegenständen: das eine Mal sucht man den Stützpunkt zurückzustoßen, das andere Mal ihn heranzuziehen. Erreicht wird in beiden Fällen dasselbe.

Ist nun aber der See zu tief, um mit der Stange den Boden zu erreichen, und ist das Ufer zu fern, um sich dort an einen Gegenstand festzuheften, so kann das Wasser selbst als Stützpunkt dienen. Der Schiffer sucht mittels eines Ruders das Wasser hinter sein Boot zurückzuwerfen: das Wasser weicht zwar diesem Anstoß aus, der Kahn erhält aber doch eine Bewegung nach vorn, also in entgegengesetzter Richtung.

Die Kraft, mit welcher jedesmal das Boot fortbewegt wird, ist die des Schiffers. Sie äußert sich also in dem Sinne, daß sie entweder zwei Punkte einander nähern oder voneinander entfernen will. Beide Male kann der eine Punkt fest, der andere beweglich sein; dann wird also nur der bewegliche seinen Platz ändern.

Oder es sind beide beweglich. In dem Falle wird gemäß der ungleichen Beweglichkeit der beweglichere Punkt seinen Platz mehr ändern als der minder bewegliche.

Darnach können wir folgende Arten der Fortbewegung unterscheiden:

1. Fortbewegung auf dem Boden mit Zurückstoßen des Bodens im entgegengesetzten Sinn oder Abstoßen vom Boden: Gehen, Laufen, Springen.

Fortbewegung auf dem Boden mit Abstoßen vom Boden.

Voraussetzung für diese Bewegungen ist, daß der Boden fest ist und der Fuß genügend Reibungswiderstand auf dem Boden findet. Auf ganz glattem Boden — Glas oder frisches Eis — ist unmöglich zu gehen, zu laufen oder zu springen. Die der Bewegung dienenden Glieder, die Beine, sind zusammengesetzt aus beweglichen Hebeln und können ihre Gesamtlänge durch Beugung oder Streckung ändern. Stemmt das gebeugte Bein gegen den Boden mit seinem unteren Ende, um sich zu strecken, so kann dies, da der Boden fest ist und Reibungswiderstand leistet, nur so geschehen, daß das obere Ende, welches den Körper trägt, unter Verlängerung des Beines eine vom Boden entferntere Lage erhält. Damit wird also der Körper fortbewegt (Fig. 410). Eine einfache Veränderung im Winkel, den das bewegende Glied mit dem Körper bildet, sowie eine Veränderung in den Winkeln, welche die Teile des bewegten Gliedes unter sich bilden, sind mithin die letzten Ursachen solcher Art von Fortbewegung auf dem Boden. Es handelt sich um die Streckung vorher gebeugter Gelenke.

2. Fortbewegung am Boden oder an einem andern festen Gegenstand mit Anhängen eines Teiles des Körpers an einen festen Punkt und Nachziehen der Masse des Körpers: Kriechen und Klettern.

Die vorderen Glieder suchen einen Stütz an einem außen gelegenen festen Punkt, hängen sich dort an und ziehen, indem sie sich durch Beugung verkürzen, den übrigen Körper nach. Das hintere Glied setzt sich in der neu errungenen Lage fest, und die Vorderglieder, frei geworden, suchen einen neuen Stützpunkt usw. Hier handelt es sich also um die Beugung vorher gestreckter Gelenke.

3. Fortbewegung in Wasser und Luft.

Die Fortbewegung im Wasser ist bei den Wassertieren eine außerordentlich mannigfaltige: Rudern mit Schwimmsfüßen oder Flossen; schraubenartige Bewegung mit Räderorganen; Ausstoßen von Wasser usw. Für den Menschen kommt lediglich das der Ruderbewegung ähnelnde Zurückdrängen des Wassers mittels der Flächen der Fußsohlen, Schenkel, Arme und Handteller beim Schwimmen in Betracht.

Für die Fortbewegung in der Luft fehlen dem Menschen die Organe. Der Versuch, solche künstlich zu ersetzen und mittels der menschlichen Muskulatur in Bewegung zu bringen, ist bisher noch nicht gelungen. Die Arbeit der Maschine, des Motors, kann zum Aufwärts- oder Vorwärtsfliegen nicht entbehrt werden.

Die Fortbewegungsarten mit besonderen künstlichen Hilfsmitteln, wie mit dem Fahrrad auf festem Boden, dem Ruderboot auf dem Wasser, Schlittschuhen auf dem Eise, Schneeschuhen auf dem Schnee usw., sind noch besonders anzuführen. Im Grunde genommen lassen sie sich auf dieselben mechanischen Gesetze zurückführen, auf welchen auch die natürlichen Fortbewegungsarten beruhen.



Fig. 410. Schema der Streckung im Knie- und Hüftgelenk. Der Punkt a (Schwerpunkt) wird nach a<sub>1</sub> fortbewegt.

Fortbewegung in Wasser und Luft.

Fortbewegung mit mechanischen Hilfsmitteln.

## Das Gehen.

Das Gehen.

### § 272. Begriff des Gehens.

Unter Gehen verstehen wir diejenige Fortbewegungsart des Körpers auf ebenem Boden, welche durch abwechselnde Tätigkeit der beiden Beine in der Weise ausgeführt

wird, daß der Körper niemals den Stütz am Boden ganz verläßt. Dadurch unterscheidet sich das Gehen von den Fortbewegungsarten des Sprungs und des Laufs, bei welchen der Körper stets während einer gewissen Dauer der Bewegung nicht unterstützt ist und frei fliegt.

Besondere Arten des Gehens sind das Gehen auf aufsteigendem (Steigen) und auf absteigendem Boden (Absteigen).

Unter natürlichem Gehen verstehen wir diejenige Gangart, bei welcher der Körper mit möglichst geringem Kraftaufwand und mit fast gleichbleibender Geschwindigkeit über einen ebenen Boden fortgetragen wird.

### § 273. Die Bewegung beim Gehen.

Die Fortbewegung beim Gehen kommt dadurch zustande, daß zwei in entgegengesetzter Richtung gebogene Gelenke: das Knie- und das Sprunggelenk, gestreckt werden. Diese Streckung erzeugt aus einem im Winkel gebogenen Stabe, dem Bein, einen geraden — also wesentlich längeren Stab. Auf dieser plötzlichen Verlängerung des tragenden Beins beruht das Vorwärtsschieben des Rumpfes. Der so vorwärtsgeschobene Rumpf würde nach vorn fallen, wenn nicht gegen das Ende der Bewegung das andere, nicht belastete Bein eine Stütze gegen das Fallen darböte. Die beiden Beine wechseln mit dem Tragen und Bewegen der Last ab.

Wir nennen das den Körper tragende, auf den Boden aufstützende Bein das „Stützbein“, das andere, untätige das „Hangbein“.

Gehen wir von dem nebenstehenden Schema (Fig. 411) des menschlichen Ganges nach O. Fischer aus. Es ist auf Grund eingehendster, mit allen Hilfsmitteln der Neuzeit ausgeführter Untersuchungen hergestellt und berichtigt in wesentlichen Punkten die früheren Darstellungen, namentlich auch die der Gebrüder Weber (s. u.). Dies Schema stellt die Bewegungen des Beinskeletts während eines Doppelschritts dar. In der hier gegebenen Nachbildung ist das linke Bein dunkler, das rechte heller getönt. Während des ersten Schritts ist das linke, dunkel getönte Bein Stützbein, das rechte helle Hangbein. Umgekehrt ist beim zweiten Schritt (11—20) das rechte Bein Stütz-, das linke Hangbein. Die letzte Stellung 21 entspricht genau der Anfangstellung 1, d. h. in 21 beginnt der Doppelschritt von neuem.

Zu Beginn des dargestellten Doppelschrittes in 1 hat das linke Bein mit der Ferse den Boden erreicht und schießt sich an, die Körperlast zu übernehmen; das rechte Bein befindet sich auch auf dem Boden (Doppelstütz), den es aber nur noch mit der Zehenspitze berührt, um ihn gleich darauf (in 2) zu verlassen. Es schwingt nämlich unter anfänglich stärkerer Beugung (2—5) und nachfolgender Streckung im Kniegelenk pendelnd nach vorn derart, daß am Schlusse dieser Pendelbewegung (in 10) der Fuß des Hangbeins gerade so weit vor den Fuß des Stützbeins gelangt ist, als er bei Beginn der Bewegung in 1 hinter ihm stand.

Währenddem hat das linke, das Stützbein, um den Rumpf vorwärts zu bewegen, eine Streckung im Kniegelenk ausgeführt (1—9).

Diese Streckbewegung trägt nicht nur den Schwerpunkt des Rumpfes — wie die Bewegung der Oberschenkelfköpfe in der Figur ergibt — nach vorwärts, sondern erteilt ihm auch eine Bewegung nach aufwärts (senkrechte Schwanfung), welche in der Mitte des Schrittes, in 5 und 6, wo das Stützbein den Schwerpunkt senkrecht über den stützenden Fuß gebracht hat, ihren Gipfel erreicht. Beim Weitertragen des Schwerpunktes nach vorn, über diese Senkrechte hinaus senkt er sich wieder (7—10), um am Ende des Schrittes den tiefsten Stand zu erreichen. — Gleichzeitig

Bewegung  
beim Gehen.

Stützbein  
und Hang-  
bein.

Pendel-  
schwingung  
des  
Hangbeins.

Tätigkeit des  
Stützbeins.

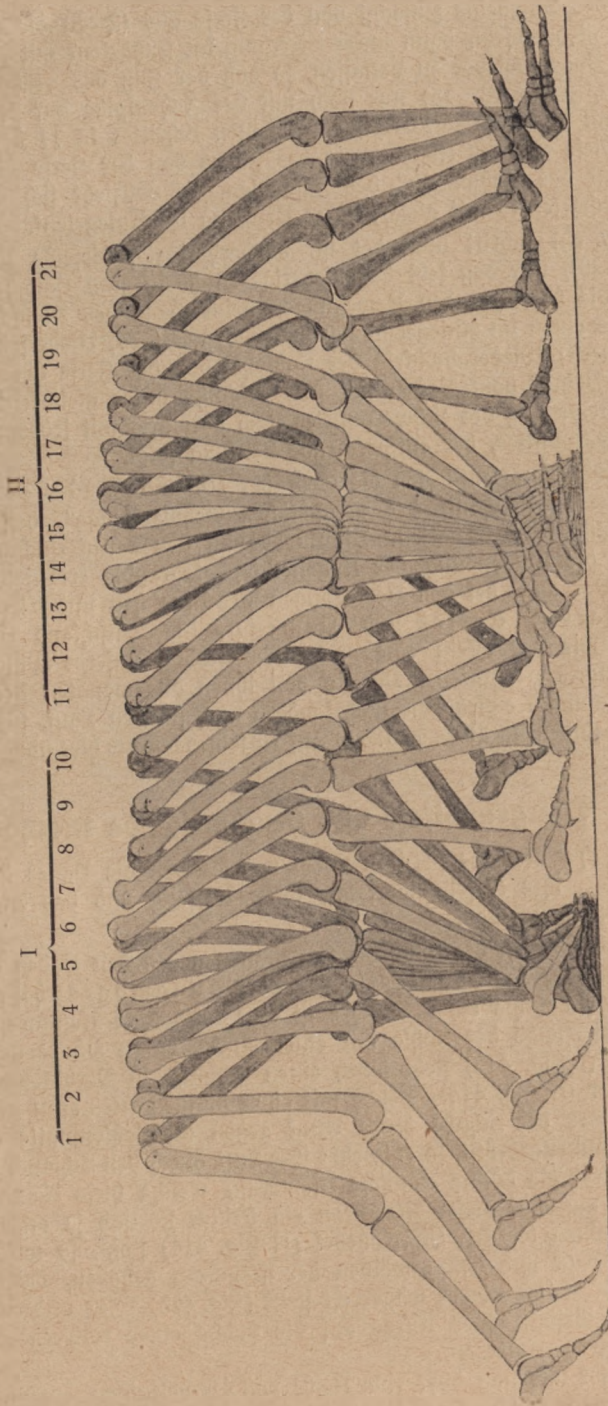


Fig. 411. Bewegungen der Beine bei einem Doppelschritt. Die Hülfe des linken Beines dunkler getönt. — Nach W. Fischer.

**Niederlegen und Wiederabwickeln der Fußsohle.** hatte der Fuß des Stützbeins zunächst von der Ferse aus (2—5) die ganze Fußsohle auf den Boden niedergelegt, dann unter Streckung im Fußgelenk mit der Ferse zuerst begonnen, den Boden wieder zu verlassen, so daß der Fuß des Stützbeins erst noch mit dem Ballen, zuletzt (8—13) nur noch mit der Zehenspitze auf den Boden aufsteht, um dann schließlich mit Beginn des neuen Schrittes in 11 den Boden ganz zu verlassen. Diese Art des Abstemmens des Fußes von der Ferse hin zur Zehenspitze nennt man das „Abwickeln“ der Fußsohle. Es vollzieht sich unter kräftiger Streckung des Fußgelenkes mit gleichzeitiger Beugung im Kniegelenk.

Nachdem so ein Schritt vollendet ist, wiederholt sich dieselbe Reihe von Bewegungen (11—20), nur daß jetzt das bisherige Stützbein zum Hangbein wird und umgekehrt. — Die bezeichnenden Bewegungen beim Gang des Menschen sind also: Vorschwingen des einen im Kniegelenk sich beugenden Beines; Niederlegen des Fußes mit der Ferse zuerst; Wiederabwickeln der Fußsohle von der Ferse hin zur Fußspitze; Abstemmen des Beines vom Boden mit der Fußspitze unter gleichzeitiger Streckung des Knies und Bewegung des Schwerpunktes nach vorwärts mit jedesmaliger leichter Hebung des Schwerpunktes, der entsprechende Senkung folgt. —

Im Jahre 1836 veröffentlichten die Gebrüder W. und E. Weber in Göttingen ihr klassisches Werk: „Mechanik der menschlichen Gewerzeuge“, dessen Ergebnisse lange Jahre als unanfechtbar galten. Die Ausbildung neuer Untersuchungsmethoden, vor allem aber die Anwendung der Augenblicksphotographie eröffnete ganz neue Einblicke in die Vorgänge bei den Bewegungen der Menschen und Tiere. Es waren in Frankreich Marey, Carlet und Demeny, in Deutschland Braune und Fischer, denen wir vor allem eine große Erweiterung unseres Wissens über die Mechanik des Ganges verdanken. Da die von ihnen angewandten Methoden nicht nur für die Erforschung der Gehbewegung, sondern auch für den Lauf, für den Sprung usw. Anwendung finden, so ist es geboten, auf einzelnes daraus hier näher einzugehen.

## § 274. Die graphische und druckmessende Methode.

Die graphische Methode sucht in Form von Kurven die Dauer der einzelnen Bewegungsvorgänge, ihre Aufeinanderfolge, ihren Umfang und das Maß der angewendeten Kräfte darzustellen.

Um den Druck, welchen die Füße bei Anstemmen gegen den Boden ausüben, zu messen, erfand Marey das druckmessende oder dynamographische Schuhwerk. In die hohle Sohle eines Schuhs ist eine lufthaltige Kammer eingelassen, welche an der Unterfläche der Sohle mit einer eindrückbaren Platte geschlossen ist. Diese Luftkammer (I Fig. 412) steht durch einen Schlauch in Verbindung mit einer zweiten Luftkammer (L Fig. 414), welche mit einer dünnen Membran geschlossen ist. Wird die Luftkammer des Schuhs durch Druck gegen die Sohlenplatte (also beim Auftreten) zusammengedrückt, so entweicht ihre Luft durch den Schlauch in die Luftkammer L, und wölbt die dünne elastische Membran, welche diese Kammer schließt, in die Höhe. Ist nun auf dieser Membran ein kleiner Fortsatz so angebracht, daß er nach oben an einen leichten Schreibhebel (H Fig. 414) stößt, so wird dieser bei Anwesenheit von Druck und Emporwölben der Membran gehoben, während er bei Abwesenheit von Druck sich wieder wagerecht stellt (Fig. 413). Zu- und Abnahme des Drucks kann so in Gestalt einer Kurve auf die Fläche einer rotierenden Trommel (Sr Fig. 414) übertragen werden.

Diese Kurve gibt uns nun über eine Reihe von Verhältnissen Auskunft. In der umstehenden Fig. 415 (nach Carlet) sind die mittels eines solchen Mareyschen

Die graphische und druckmessende Methode.

Das druckmessende Schuhwerk.

Schreibvorrichtung des Apparates.

Deutung der Kurve.



Apparates aufgezeichneten Kurven für den rechten (R) wie für den linken (L) Fuß gleichzeitig beim Gehen aufgenommen. Der tiefste Stand jeder dieser beiden Kurven entspricht einem Druck, der = 0 ist, d. h. er gibt die Zeit an, während welcher der

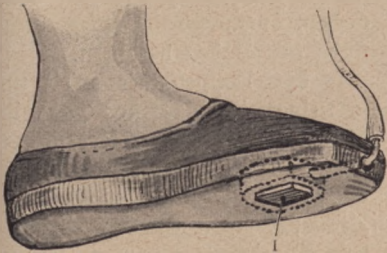


Fig. 412. Marens dynamographischer Schuh.

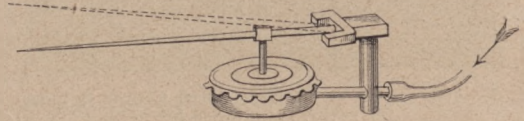
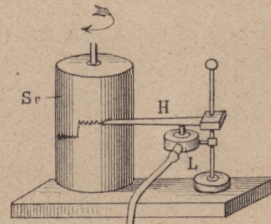


Fig. 413. Luftkammer des Marenschen Apparates mit zuzührendem Schlauch und Schreibhebel.

betreffende Fuß vom Boden frei in der Luft pendelt. Der höchste Stand der Kurve gibt den höchsten Druck an, welchen der aufgesetzte Fuß des Stützbeins im Moment des Abstoßens vom Boden auf diesen ausübt. Dieser Druck setzt sich zusammen aus dem Körpergewicht, welches den abstemmenden Fuß belastet, sowie aus der Kraft, mit welcher die Streckmuskeln des Fußes gegen den Boden anstemmen. Da sich leicht ermitteln läßt, wie groß der Ausschlag ist, welchen das Körpergewicht für sich allein mittels der Luftkammern und des Schreibhebels erzielt, nämlich die Teilhöhe *a b* in der gesamten Kurvenhöhe *a c* in Fig. 415, so ist auch zu ersehen, ein wie großer Teil der aufsteigenden Kurve (und zwar das Stück *b c* der Höhe *a c*) auf die Wirkung der Muskelkraft bei jedem Schritt zu rechnen ist. Und da das Gewicht des Körpers nach Kilogrammen bekannt ist, so läßt sich aus dem Verhältnis der auf Körpergewicht und auf Muskeldruck entfallenden Abschnitte der senkrechten Kurvenhöhe wenigstens annähernd feststellen, nach wieviel Kilogramm der auf den Boden bzw. auf die Sohle wirkende Muskeldruck zu bemessen ist. Man ersieht an den beiden Kurven ferner, daß in dem Zeitpunkt, wo die Kurve des rechten Fußes (R) bei 1 angelangt ist und gerade den stärksten Druck auf den Boden anzeigt, gleichzeitig die Kurve des linken Fußes (L) die Nulllinie des Druckes verläßt, d. h. der linke Fuß erreicht mit der Ferse den Boden wieder. Und während von 1—3 die Kurve L stark steigenden Druck anzeigt, zum Ausdruck dessen, daß der linke Fuß auf dem Boden sich von der Ferse bis zur Spitze abwickelt, zeigt die Kurve R abnehmenden Druck: der rechte Fuß verläßt den Boden, und zwar in 3, wo die Kurve R die Nulllinie des Druckes erreicht.



Bestimmung des Muskel-drucks auf den Boden.



Ausdruck der gleichzeitigen Gangbewegungen des rechten und linken Fußes in der Kurve.

Fig. 414. Druckmessendes Schuhwerk nach Marens mit Registrierapparat. L Luftkammer; H Schreibhebel; Sr rotierende Trommel.

Die Zeit aber von 1 bis 3, während welcher der eine Fuß in 1 den Boden erreicht, während der andere sich anschiebt, ist zu verlassen, was bei 3 geschehen ist,

Doppelstüz.

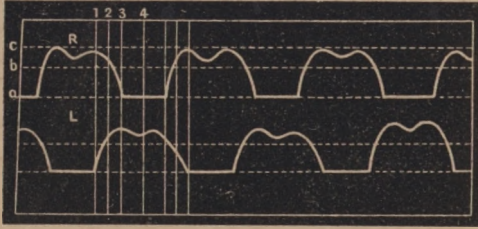


Fig. 415. Druckkurve des Ganges nach Carlet. R Kurve des rechten, L des linken Fußes.

Zeitmessung.



Fig. 416. Druckkurve des Ganges nach Marey mit zeitmessenden Wellenschwingungen. R Kurve des rechten, L des linken Fußes. 0 Nulllinie des Druckes. a b Doppelstüz.

Darstellung der Bewegungen des Kopfes und des Beckens.

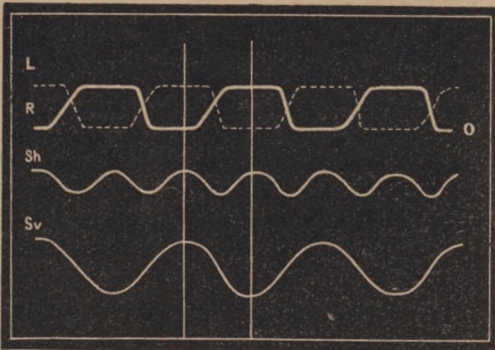


Fig. 417. Druckkurve des Ganges nach Marey mit gleichzeitiger Angabe der senkrechten und der horizontalen (von rechts nach links) Schwankungen des Beckens. R Kurve des rechten, L des linken Fußes. Sh die senkrechten Hebungen oder Schwankungen des Beckens beim Gehen. Sv die Bewegungen des Beckens in wagerechter Richtung.

erhält man mit einem Blick für jeden Augenblick einer Gang- oder Laufbewegung Rechenschaft über die gleichzeitige Lage dieser Körperteile (s. Fig. 417).

nennen wir die Zeit des Doppelstüzes, also diejenige Zeit beim Gehen, während welcher beide Füße den Boden berühren. Diese Zeit des Doppelstüzes wird um so kleiner, je eiliger der Gang ist, d. h. je unmittelbarer die Körperlast von dem einen auf den andern Fuß übertragen wird. Beim schnellsten Eilgang wird sie beinahe = Null.

Zur Zeitmessung brachte Marey mit der auf den Schreibhebel wirkenden Luftkammer noch eine Stimmgabel in Verbindung, welche genau zehnmal in der Minute schwingt. Durch Übertragung ihrer Schwingungen auf die Bewegung des Schreibhebels gibt sie der gewonnenen Kurve eine wellenförmige Gestalt derart, daß jede Welle den Zeitraum von  $\frac{1}{10}$  Sekunde darstellt (s. Kurve Fig. 416). Aus solchen Kurven ist mithin auch die Zeitdauer eines jeden Teils der Bewegung ersichtlich.

In ähnlicher Weise wie die Druckwirkungen der Füße lassen sich die in senkrechter Richtung beim Gehen erfolgenden Bewegungen des Kopfes und des Beckens aufzeichnen. Ferner die Bewegung des Beckens in wagerechter Richtung. Indem man die letzteren Kurven unmittelbar mit den Druckkurven der Füße zusammenstellt,

### § 275. Die photographische Methode.

Eine wesentliche Ergänzung zu der aufzeichnenden Methode für die Bewegungs- und Druckverhältnisse bei den Fortbewegungen des Körpers bildet die Anwendung der Photographie. Die Möglichkeit, mittels der Augenblidsphotographie nicht nur irgendeinen einzelnen Augenblick selbst der flüchtigsten Bewegung klar und scharf im Bilde festzuhalten, sondern auch in einer ganzen Reihe von Bildern hintereinander den Verlauf einer Bewegung in ihren einzelnen Phasen darzustellen, gewährt für die Kenntnis der Bewegungen des menschlichen Körpers unschätzbare Anhaltspunkte

und ist zu einem Untersuchungs- und Anschauungsmittel ersten Ranges geworden. In Deutschland haben auf diesem Gebiete das Hervorragendste geleistet der verstorbene Photograph O. Anschütz in Lissa und Berlin, sowie Prof. Dr. Kohlrusch in Hannover. Einer Anzahl von Reihenaufnahmen nach Kohlrusch und Anschütz werden wir weiter unten noch begegnen.

In Frankreich war es der Prof. M. Marey († 1906), welcher in seinem Institut zu Boulogne-sur-Seine die Augenblicksphotographie auf geniale Weise zum Studium der Physiologie der Bewegungen nutzbar machte. Während Muybridge, Anschütz, Kohlrusch, Londe usw. von jedem Augenblick einer Bewegung ein besonderes Bild geben, so daß die ganze Bilderreihe im Schnellseher sich kinematographisch zu einem einzigen beweglichen Bild der darstellenden Bewegung wieder vereinigen läßt, versuchte Marey die verschiedenen fortschreitenden Stellungen einer Versuchsperson auf einer Platte zu vereinigen.

Er kleidete seine Versuchspersonen ganz weiß und ließ sie vor einem schwarzen Hintergrund sich bewegen. In anderen Fällen kleidete Marey die Versuchsperson ganz schwarz und nähte weiße Metallstreifen und -punkte an Kopf, Gliedmaßen und Gelenke. So entstanden Darstellungen wie die unten beim Lauf in Fig. 458 gegebene.

Braune und Sischler nahmen bei ihren Versuchen an Stelle solcher Metallstreifen mit verdünntem Sticksstoffgas gefüllte Geißler'sche Röhren, welche beim Durchströmen von Elektrizität die Gliedmaßen und Gelenke im Halbdunkel als hell leuchtende feine Streifen und Punkte anzeigten. Von der derart ausgerüsteten Versuchsperson wurden während des Gehens von beiden Seiten her mit vier Apparaten gleichzeitig Reihenaufnahmen gemacht, und zwar je 26 in der Sekunde. Die so erhaltenen Aufzeichnungen bilden die denkbar vollkommenste Grundlage zur genauen mathematischen Berechnung aller Bewegungsvorgänge beim Gehen. Für jeden noch so flüchtigen Augenblick der Bewegung sind die Achsen der Gliedmaßen, die Winkel der Gelenke, die Gelenkmittelpunkte mit unbedingter Sicherheit auf die Platte gebannt.

## § 276. Der Druck des Fußes auf den Boden.

Die bewegende Kraft beim Gehen besteht in der Tätigkeit der Streckmuskeln des Schenfels, des Unterschenfels und des Fußes. Die Geraderichtung des gebeugten Beines durch die Strecktätigkeit vollzieht sich unter Stemmen gegen den Boden nach unten und Heben des Körpers nach oben.

Der Umfang der Stemmtätigkeit spricht sich mit aus in der Größe des Druckes auf den Boden.

Die Stützzeiten des rechten und des linken Fußes haben gleiche Dauer, so daß also der Körper abwechselnd gleichmäßig sein Gewicht von dem einen auf den anderen Fuß überträgt. Nur beim Hingang sind die Stützzeiten verschieden lang: auf dem einen Fuß verweilt der Körper sehr lange, während die Stützzeit des anderen — z. B. wenn das Auftreten mit diesem Fuße schmerzhaft ist — nach Möglichkeit abgekürzt wird.

Die Zeit, während welcher der Körper von dem einen Fuß nur noch teilweise getragen wird, während er auf den anderen sich eben zu stützen beginnt, wo also Doppelfuß vorhanden ist, beträgt gewöhnlich ein Sechstel der gesamten Stützzeit. Sie nimmt zu beim Gehen mit stärkerer Belastung sowie bei Ermüdung.

Die Größe des Druckes beim Anstemmen gegen den Boden geht beim Marsche nach Carlet nicht über 20 kg hinaus, während sie beim Lauf und Sprung weit größer ist. Um die Größe der Kraft in Meterkilogrammen zu bestimmen, multipliziert man die gesamte Druckgröße mit der senkrechten Ortsveränderung des Hüftgelenks beim Abstemmen.

Marey's Aufnahmen.

Druck des Fußes auf den Boden beim Gehen.

Dauer des Aufstehens der Füße. Hingang.

Doppelfuß.

Größe des Druckes.

Einfluß der  
Bodenbe-  
schaffenheit.

Die Druckkraft kommt aber nur bei festem Boden der Bewegung voll zugute. Ist der Unterstützungspunkt beweglich, z. B. bei sandigem oder durchweichtem Boden, so geht ein Teil der Muskelkraft für die Fortbewegung ungenützt verloren. Wenn z. B. jemand beim Gehen auf festem Boden den Körper jedesmal beim Abstemmen um 3 cm hebt, so wird er bei nachgiebigem Boden, auf dem der Fuß bei jedem Schritt 2 cm tief einsinkt, mit derselben Muskelkraft, die er auf festem Boden brauchte, den Körper nur um 1 cm heben. Zwei Drittel der Muskelkraft gehen für die Fortbewegung verloren. Dem entspricht die Erfahrung, daß das Gehen im Sand oder auf weichem, kotigem Pfad bedeutend mehr anstrengt und ermüdet als das Gehen auf fester Landstraße. Bei Berechnung der Arbeitsleistung für Märsche sowie beim Vergleich von Marschleistungen macht es daher einen großen Unterschied, ob die Wegstrecken festen oder nachgiebigen Boden besaßen.

Senkrechte  
Erhebung.

Die Wirkungen des Anstimmens gegen den Boden äußern sich weiterhin in zweierlei Bewegungen des Körpers, und zwar in senkrechter Erhebung oder Schwankung bei jedem Schritt, sodann in einer wagerechten Schwankung bei jedem Doppelschritt.

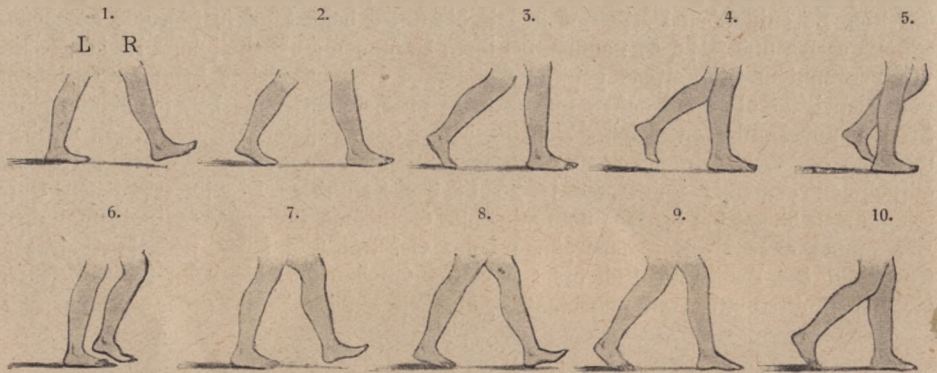


Fig. 418. Beinbewegungen eines gehenden Mädchens während eines Schrittes (2–8) nach einer Reihenaufnahme von Munbridge.

a) Die senkrechte Erhebung bei jedem Schritt gewahrt man schon leicht, wenn man eine geschlossene Schar, z. B. eine Kompanie Soldaten, beim Marsch im gleichen Schritt beobachtet. Man sieht dann, wie im Tempo der Schritte die Masse der Köpfe sich in einem fort wellenförmig hebt und senkt.

Wir sahen oben, daß sich der Schwerpunkt in der Mitte des Stemmens oder Stützens eines Fußes hebt und in dem Augenblick am höchsten steht, wenn der Schwerpunkt senkrecht über den stützenden Fuß gebracht ist, und daß er sich senkt in dem Augenblick, wenn das Körpergewicht von dem einen auf den anderen Fuß übergeht, also während des Doppelschüzes. Bei kleinen Schritten beträgt die Größe der Erhebung ungefähr 1,4 cm. Sie wächst indes mit der Größe der Schritte, jedoch so, daß nicht etwa die höchsten Punkte der Kurve sich mehr heben, sondern so, daß sich die tiefsten mehr senken. Das hat seinen Grund darin, daß, je weiter der Schritt ist, um so mehr die Beine schiefgestellt sind und um so mehr das Becken, d. h. der Schwerpunkt sich senkt, während die Höhe der Erhebung bei der Streckung des Stützbeins sich gleichbleibt, ob nun der Schritt länger oder kürzer ist.

Dies gilt indes nur für den aufrechten Gang oder Streckgang mit vollkommener Streckung des Stützbeins. Beim Marsch mit gebeugten Knien, dem Beugegang, bleibt dagegen die senkrechte Erhebung natürlich geringer.

b) Die wagerechten Schwankungen des Körpers von rechts nach links und von links nach rechts sind zweimal weniger zahlreich als die senkrechten Erhebungen, d. h. auf eine wagerechte Schwankung kommen zwei senkrechte. Im Augenblick, wo der rechte Fuß stemmt, fühlt sich der Körper nach rechts hingetragen, nach links hin aber, wenn die Höhe der Stemmbewegung des linken Fußes vorhanden ist (Fig. 420).

Wagerechte Schwankungen.

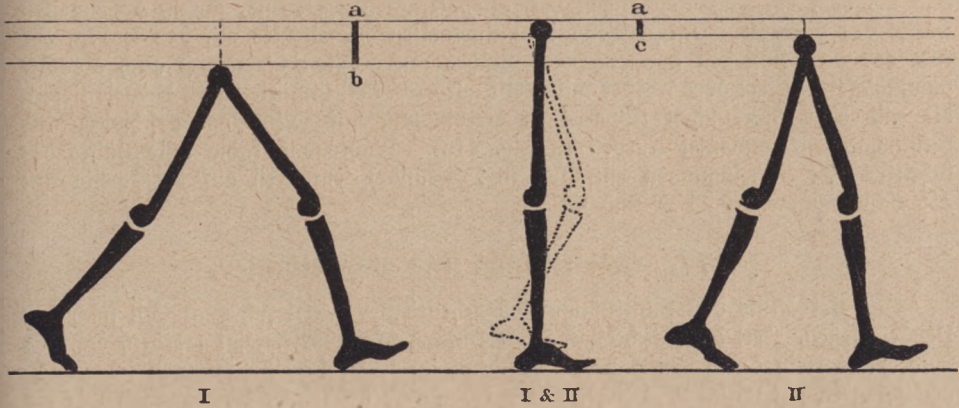


Fig. 419. Tiefere Senkung des Schwerpunktes bei zunehmender Schrittgröße. I & II höchste Erhebung bei Streckung des Stützbeins. I tiefste Senkung bei großem, II bei kleinem Schritt; a b Höhe der senkrechten Schwankung bei großem, a c bei kleinem Schritt.

Diese seitlichen Schwankungen beim Gehen sind bei den verschiedenen Personen sehr verschieden, bei manchen sehr ausgesprochen — wackelnder oder watschelnder Gang —, bei anderen weniger — gerader, selbst steifer Gang. Mit dieser Schwankung von rechts nach links ist, den Bewegungen des Beckens (s. Fig. 421)

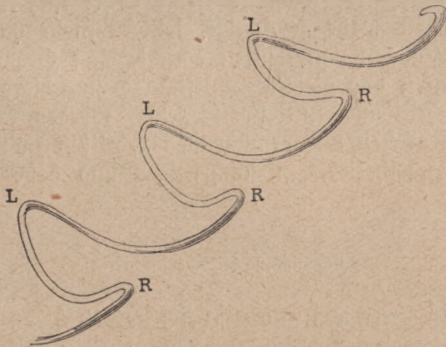


Fig. 420. Die Linie, welche das Becken durch seine wagerechten Schwankungen beschreibt. R rechts; L links. Nach Marec.

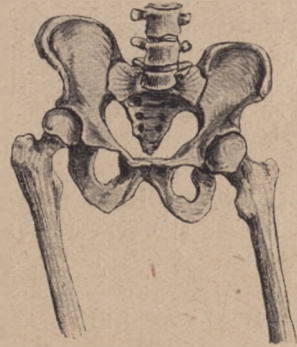


Fig. 421. Becken in Bewegung beim Gehen. Das rechte Bein in Stütz, das linke nach vorwärts pendelnd. Nach Tissie.

folgend, auch eine Rumpfdrehung verbunden, welche ebenfalls bei verschiedenen Personen verschieden stark ist und der Gangart eines jeden ein besonderes Gepräge zu geben vermag. Wir nennen die Gewohnheit, beim Gehen den Rumpf stark zu drehen: Gang mit Wiegen in den Hüften.

Rumpfdrehen.

c) Anzufügen sind hier noch die Schwingungen der oberen Gliedmaßen beim Gehen. Die Arme machen im entgegengesetzten Sinne zu den Bewegungen der Beine beim Gehen Pendelschwingungen in der Richtung von vorn nach hinten.

Schwingungen der oberen Gliedmaßen.

Diese Schwingungen helfen den Schwerpunkt des Körpers vom Stützbein auf das Hangbein verlegen, forrigieren also durch ihre Pendelbewegungen die seitlichen Schwankungen beim Gehen.

Vorwärts-  
bewegung  
des Körpers.

Die Vorwärtsbewegung des Körpers endlich ist beim Gehen zwar eine andauernde, aber keine gleichmäßige. Sie ist in der ersten Hälfte eines Schrittes — also nachdem ein Fuß angefangen hat, aufzukommen — kleiner als in der zweiten Hälfte des Schrittes. Entsprechend dem Anwachsen des Druckes auf den Boden, der kurz vor dem Abstoßen am Ende des Stützes am größten ist, wächst auch die Geschwindigkeit, welche dem Körper mitgeteilt wird. — Den unmittelbaren Beweis liefern die mit dem Mareyschen Apparat in Verbindung mit zeitmessender schwingender Stimmgabel gewonnenen Kurven (s. Fig. 416). Während auf die erste Hälfte des Schrittes vier Schwingungen entfallen (0,4 Sekunde), entfallen auf die zweite nur 2½ Schwingungen (0,25 Sekunde).

### § 277. Schrittlänge und Schritt-dauer.

Das Verhältnis von Schrittlänge und Schritt-dauer regelt sich zum Teil nach den Pendelgesetzen. Bei der Beschreibung des Hüftgelenkes war gezeigt worden, daß das schwebende Bein durch den äußeren Luftdruck im Hüftgelenk vollkommen im Gleichgewicht getragen wird. Der Schenkel kann demnach bei seinen Bewegungen wie ein Pendel ohne Reibung schwingen.

Pendel-  
schwingung  
des Hüft-  
gelenke.

Indes erhält selbst beim natürlichen Gang das vom Boden gelöste Hangbein einen Antrieb durch die Beuger des Oberschenkels: Lendenhüftmuskel und Spanner der Schenkelbinde. Diese Muskelarbeit wird um so beträchtlicher, je mehr die Beine zu weitschrittigem Marsch „herausgebracht“ werden müssen.

Muskel-  
arbeit beim  
Schwingen  
des Hang-  
beins nach  
vorn.

Nach dem P e n d e l g e s e z schwingen lange Pendel langsamer, kurze schneller (in geradem Verhältnis zu den Quadratwurzeln aus den Pendellängen). Große Leute machen längere, aber langsamere Schritte, während kleine Leute kurze, aber lebhaftere Schritte machen; erstere machen mehr gewichtige, letztere mehr hurtige Bewegungen beim Gehen. Sollen Abteilungen von Leuten verschiedener Größe im Gleichtakte mit gleicher Schrittgeschwindigkeit und gleicher Schrittlänge marschieren, so müssen hinsichtlich der Schrittlänge und Schritt-dauer Mittelwerte gesucht werden, welche weder die kleineren Leute zu übermäßig großen und ermüdenden Schritten zwingen, noch den großgewachsenen Leuten ein überhastetes, kleinschrittiges und daher un-  
bequemes Gehen auferlegen.

Verhältnis-  
se verschiedener  
Körper-  
größe.

Man rechnet durchschnittlich:

Körperlänge:	Beinlänge:	Fußlänge:	Schrittgröße bei einem Schrittwinkel von		
			50°	55°	57,5°
1,6 m	0,802 m	0,241 m	0,695 m	0,708 m	0,748 m
1,628 "	0,833 "	0,244 "	0,703 "	0,717 "	0,763 "
1,652 "	0,845 "	0,249 "	0,713 "	0,726 "	0,776 "
1,675 "	0,857 "	0,253 "	0,725 "	0,740 "	0,791 "
1,697 "	0,869 "	0,257 "	0,739 "	0,753 "	0,805 "
1,750 "	0,877 "	0,264 "	0,760 "	0,774 "	0,819 "

Bei der deutschen Armee sind die Vorschriften folgende:

	Schrittlänge:	Schritte in		1 Kilometer in:
		der Minute:	d. i. Schritt-dauer:	
1. Gewöhnlicher Marsch . . . . .	0,80 m	114	0,526 Sef.	10 Min. 58 Sef.
2. Sturm-marsch . . . . .	0,80 "	120	0,500 "	10 " 25 "
3. Lauffschritt . . . . .	1,00 "	175	0,342 "	5 " 42 "

Die Schrittlänge von 0,80 m stellten Braun und Fischer bei 103 Soldaten in 220 Gehversuchen als die durchschnittliche beim (natürlichen) Wanderschritt fest.

In Frankreich ist ein Eilmarsch zur Einführung gelangt, welcher die größtmögliche Marschgeschwindigkeit bei verhältnismäßig sparsamstem Aufwand von Muskelanstrengung sichern soll. Die Vorschriften dafür sind:

Schrittlänge:	Schrittzahl in der Minute:	Schrittdauer:	1 Kilometer zurückgelegt in:
0,76 m	150	0,40 Sek.	8 Min. 40 Sek.

Günstigste Ausnutzung der Muskelarbeit zu schnellstem Fortkommen.

Bei einem Manne, mit welchem im Gehen über eine Strecke von 1542 m im Marey'schen Institute Versuche angestellt wurden, ließ sich folgendes feststellen:

Schnellmarsch über eine Strecke von 1542 m:

Schritte in der Minute:	Schrittlänge in Metern:	Es wurden Schritte gebraucht:	Es wurden Sekunden gebraucht:	d. i. 1 Kilometer in
120	0,675	2291	1230	13 Min. 17 Sek.
130	0,685	2258	1120	12 " 50 "
140	0,725	2133	987	10 " 40 "
150	<b>0,760</b>	<b>2035</b>	878	9 " 29 "
160	<b>0,750</b>	2062	837	9 " 02 "
170	0,730	2119	783	8 " 27 "
180	0,66	2343	841	9 " 05 "

Günstigste Ausnutzung der Muskelarbeit zu schnellstem Fortkommen.

Danach ist eine gleichzeitige Steigerung der Schrittzahl und der Schrittlänge für den natürlichen Eilgang in aufrechter Haltung nur bis zu einer gewissen Schrittlänge möglich. Bei weiterer Steigerung der Schnelligkeit verkürzt sich der Schritt wieder, da immer weniger Zeit vorhanden ist, um die Vorwärtsschwingung des Beines ausgiebig werden zu lassen. Nach der obigen Übersicht würde sich für den Eilgang bei einer Marschschnelligkeit von 150–160 Schritt in der Minute die größte Schrittlänge 0,75–0,76 m erreichen lassen und dieses Tempo demgemäß das geeignetste sein, um eine gegebene Strecke möglichst schnell und mit möglichst geringem Kraftaufwand zurückzulegen, während die absolut größtmögliche Schnelligkeit mit einem Zeitmaß von 170 Schritten in der Minute erreicht wäre. Nur daß in letzterem Falle die Schrittlänge schon wieder kleiner, die Zahl der nötigen Schritte für eine bestimmte Strecke schon wieder größer, die ganze Gangart also viel ermüdender wäre.

### § 278. Arbeitsaufwand und Arbeitseffekt beim Gehen.

Die Feststellung des Arbeitsaufwandes beim Gehen ist nur in annäherndem Maße möglich. Daher weichen die Ergebnisse der Berechnungen nicht unerheblich voneinander ab.

Die französischen Forscher berechneten für einen 75 kg. schweren Mann die Arbeitswerte der senkrechten Erhebung, der horizontalen Fortbewegung wie der Schwingungen der Beine und kamen dabei auf die Arbeitssumme von 9,4 mkg für jeden Schritt, d. h. bei 140 Schritten

Arbeitsaufwand der Muskulatur beim Gehen.

1316 mkg Gesamtarbeit in der Minute.

Demeny gab ferner für einen langamen Gang von 80 Schritten eine Minutenarbeit von 720 mkg an, für einen Geschwindschritt von 180 Schritt 3150 mkg.

N. Jung wies nach, daß diese Werte viel zu hoch sind, und zwar um das Doppelte, da dem Beharrungsvermögen der in Bewegung gesetzten Masse des Körpers keine Rechnung getragen sei.

Zunz und Durig berechneten den Kraftaufwand beim Gehen nach der Größe des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlensäureausscheidung. Sie ermittelten (den entsprechenden Energieaufwand habe ich beigelegt):

	Energieverbrauch		Weg in der Minute:	d. f. 1 km in Minuten:	
	für je 1 m Weg und 1 kg Körpergewicht in Kalorien:	in Meterkilogramm:			
Soldat P. . . . .	0,509	0,216	73,5 m	13 Min.	36 Sek.
D. . . . .	0,527	0,224	99,6 "	10 "	— "
L. Z. . . . .	0,552	0,234	66,0 "	16 "	36 "
Frau D. . . . .	0,604	0,256	62,5 "	16 "	— "
W. . . . .	0,636	0,270	60,2 "	16 "	30 "
L. . . . .	0,668	0,284	62,0 "	16 "	18 "

Am meisten ökonomisch wird nach diesen (und anderen) Versuchen die Arbeit geleistet bei einem mittleren Zeitmaß (P. und D.); der Verbrauch steigt, wenn die Geschwindigkeit sinkt — oder wenn die Arbeit wesentlich beschleunigt wird.

Bei den Siegern in einem Dauermarsch Dresden—Berlin (sorgfältig vorgeübte Leute!) stellte Zunz fest:

	Energieverbrauch		Weg in der Minute	d. f. 1 km in Min. Sek.	
	für 1 m Weg und 1 kg Gewicht Kalorien:	Meterkilogramm:			
Sieger A . . . . .	1,154	0,490	171 m	5	50
Sieger B . . . . .	1,184	0,506	183 "	5	27

Hier war also bei dem sportlichen Gewaltmarsch trainierter Leute der Energieaufwand für jeden Meter Wegstrecke auf das Doppelte gegenüber den mittleren Leistungen gestiegen. Dabei ist es von Interesse, daß der eine der Sieger im Beugegang, der andere mit gestreckten Knien ging. — Übrigens wird auch der Verbrauch sofort erhöht durch geringe Hindernisse im Wege, wie Strecken über glatten Rasen, nachgiebigen Sand u. dgl.

Es würde betragen bei einem Körpergewicht von 75 kg:

für die Geschwindigkeit von:	der Arbeitsaufwand für den Weg-Kilometer nach Zunz:		der mechanische Nutzeffekt nach Zunz:		nach Demeny:
10 Minuten für 1 km (gutes Marschtempo). . . . .	16 808 mkg	5 546 mkg	13 160 mkg		
7 Minuten für 1 km (stärkster Eilmarsch) . . . . .	—	10 749,75 "	22 260 "		

Eine einfache Formel für die Berechnung des Arbeitsaufwandes beim Gehen hat Weisbach ermittelt. Er setzt für den natürlichen Gang den beim Ausschreiten über eine Strecke S gemachten Arbeitsaufwand gleich dem beim Ersteigen einer Höhe von  $\frac{1}{12}$  S. Ein Mann würde also über 1 km gehend die gleiche Arbeitsleistung vollbracht haben, als wenn er  $\frac{1}{12}$  km = 83,3 m senkrecht hoch gestiegen wäre. Das ergäbe bei einem Gewicht von 75 kg

über 1 km      6250 mkg.

Die verschiedenen möglichen Marschgeschwindigkeiten sind dabei nicht in Betracht gezogen. Die Formel stimmt aber nach Zunz annähernd genau für die Marschgeschwindigkeit im deutschen Heere: 114 Schritte zu 0,80 m in der Minute = 1 km in 10 Min. 58 Sek. Hier ist also bei Vergleichsrechnungen diese bequeme Formel gut brauchbar.

Je nach dem Grad der Gewöhnung und Übung verringert sich übrigens der Kraftverbrauch. Er wächst stark bei eintretender Ermüdung. — Daß weicher nachgiebiger

Berechnung  
von  
Weisbach.



Boden die Arbeitssumme stark steigen macht, und daß ebenso, wie Junz zeigte, kleine Sehnenzerrungen, Fußleiden usw., die den halbautomatischen Gang beeinträchtigen, einen größeren Kraftverbrauch bedingen, ist früher schon erwähnt.

**§ 279. Die Befähigung des Körpers zu Dauerleistungen in den verschiedenen Sortbewegungsarten.**

Befähigung des Körpers zu Dauerleistungen in den verschiedenen Sortbewegungsarten.

Mögen die Berechnungen über die Arbeitsleistungen beim Gehen auch noch Fehlerquellen enthalten: das steht nach alledem fest, daß mittels der Bewegung des Gehens der Körper mit Leichtigkeit und ohne nennenswerte Ermüdung Arbeitsmengen zu leisten vermag, welche in wenigen Stunden die Höchstsumme dessen erreichen, was der menschlichen Bewegungsmaschine an mechanischer Arbeit während eines Tages zu verrichten überhaupt möglich ist.

In dieser Arbeitssumme, welche ihrerseits entsprechende Stoffumsetzungen in den arbeitenden Muskelmassen bedingt, liegt zuvörderst der Übungswert des Gehens und Marschierens nicht nur, sondern auch anderer in rhythmischem Gleichtakt erfolgenden Sortbewegungsarten des Körpers, wie Steigen, Laufen, Rudern, Radfahren, Schwimmen.

Die Ursachen, welche bei derartigen Dauer- und Schnelligkeitsbewegungen die Anhäufung großer Arbeitsmengen ohne vorzeitige Ermüdung gestatten, sind folgende:

1. Die Arbeit ist auf zahlreiche, und zwar die mächtigsten Muskeln des Körpers verteilt. Die der Bewegung der unteren Gliedmaßen dienenden Muskeln machen allein schon 56% der Gesamtmuskulatur aus. Keinem der beanspruchten Muskeln wird eine Höchstleistung zugemutet, sondern jedesmal nur eine geringe oder mittlere Leistung. Erst die Summierung ergibt den beträchtlichen Arbeitsaufwand.

Verteilung der Arbeit auf zahlreiche große Muskeln.

2. Alle diese Bewegungsarten haben das gemeinsam, daß sie in rhythmischem Gange erfolgen, und daß die nötige Muskelarbeit für jeden beteiligten Muskel in stetem Wechsel von Arbeit und Erschlaffung vor sich geht.

Rhythmischer Wechsel von Arbeit und Erschlaffung.

3. Die Beuge- und Streckmuskeln der Beine arbeiten vermöge ihrer anatomischen Lagerung um die Gelenke unter besonders günstigen Verhältnissen insofern, als jede Bewegung zugleich schon die bei der nächstfolgenden entgegengesetzten Bewegung in Tätigkeit tretenden Muskeln spannt oder dehnt.

Lage der Beuge- und der Streckmuskeln der Beine.

Bei jeder Beugung in den Gelenken werden die Streckmuskeln gedehnt, bei jeder Streckung die Beuger, und zwar um so stärker, je ausgiebiger diese Bewegungen erfolgen. Diese Einrichtung ist für den leichten und glatten Vollzug des Sortbewegungsmechanismus der Beine von außerordentlicher Bedeutung.

4. Die Sortbewegung des Körpers wird meist schon im Alltagsleben so reichlich ausgeübt, und beinahe unbemerkt wird täglich eine so reichliche Arbeitssumme den Bein- und Beckenmuskeln zu leisten zugemutet, daß die Muskulatur der Beine sich stets mehr oder weniger im Zustande des Träniertseins befindet und für Dauerarbeit durcgeübt ist. Die Beinmuskeln arbeiten daher mit sparsamem Stoffaufwand und sind weniger bei Dauerarbeit ermüdbar als etwa die Schulter- und Armmuskulatur, falls letztere nicht durch handwerksmäßige regelmäßige Tätigkeit ebenfalls auf Dauerleistungen eingewöhnt ist. Daß die Muskulatur der Beine, selbst wenn sie zu außerordentlichen Dauerleistungen befähigt ist, darum nicht überstark an Masse entwickelt zu sein braucht, ist früher schon näher ausgeführt.

Geübtheit der Beinmuskeln.

5. Die rhythmisch erfolgenden Muskelzusammenziehungen bei den Sortbewegungsarten des Körpers erfordern ein äußerst geringes Maß von Nervenarbeit, denn sie erfolgen halbautomatisch.

Automatie bei der Sortbewegung.

### § 280. Das Auftreten beim natürlichen Gang.

Geht jemand über eine feucht-sandige Fläche oder mit nassen Fußsohlen über einen trockenen Boden, so verbleiben deutliche Sohlenabdrücke auf dem Boden, die Trittpur. Ging er dabei im gewohnten Alltagsgang, so findet man mit höchst seltenen Ausnahmen die in regelmäßigen Abständen wiederkehrenden Fußspuren ausgesprochen nach außen gerichtet. Es rührt dies daher, daß erstens am emporgehobenen gestreckten Bein der lediglich seiner Schwere überlassene Fuß vermöge einer Rollbewegung im Hüft- wie im Kniegelenk etwas nach außen gerollt ist, und daß zweitens der äußere Fußrand des ohne Muskelzug lediglich seiner Schwere überlassenen Fußes tiefer steht, entsprechend der Ruhestellung des Fußwurzelgelenks.

Infolgedessen vollzieht sich auch die Abwicklung des Fußes auf dem Boden von der Ferse zur Sohle derart, daß zuerst die Ferse ausgesetzt wird — wobei die Fußsohle einen ausgesprochenen Winkel zum Boden bildet —, und zwar mit dem äußeren Fersenrand zunächst. Dann folgt der äußere Fußrand, und nun erst wickelt sich der Fuß, unter Vermittelung der sich spreizenden Mittelfußköpfe, nach innen zu ab, zu den Mittelfußköpfen der dritten und zweiten Zehe und weiter zur Großzehenspitze, von der aus dann die Abstoßung des Stützbeins erfolgt. Dieser Art des Abwickelns der Fußsohle entspricht es, daß bei den meisten Menschen die Abjäte der Schuhe am äußeren Rande mehr abschleifen („schief getreten“ werden), während an der Fußspitze die stärkste Abnutzung der Sohle in der Gegend des zweiten und dritten Mittelfußköpfens stattfindet.

Für den gewöhnlichen Streckgang ist also die Auswärtswendung der Fußspitzen, weil in dem Bau der Gelenke des Beins und der daran wirkenden Muskeln begründet, eine naturgemäß von selbst erfolgende Bewegung, die keiner besonderen Muskeltätigkeit bedarf.



Fig. 422. Trittpur beim natürlichen Streckgang.



Fig. 423—425. Aufsetzen mit der Ferse beim natürlichen Gang. Nach Augenblicksphotographien.

Anders liegt die Sache beim Beugegang. Ob diese unten noch näher zu beschreibende Gangart eine „natürliche“ zu nennen ist, darüber mag man streiten. Sie verdient diese Bezeichnung für den Eilgang wenigstens insofern, als sie hier mit möglichst geringem Kraftaufwand erfolgt. Dagegen entwickelt sich diese Gangart nicht aus dem natürlichen Streckstand des Menschen, sondern verlangt ein

Auftreten  
beim natür-  
lichen Gang.

Auswärts-  
richtung der  
Fuße.

Abwicklung  
des Fußes.

Geradeaus-  
setzen der  
Fuße beim  
Beugegang.

vorgängiges Beugen im Sprung-, Knie- und Hüftgelenk mit Vorneigen des Rumpfes, also das Einnehmen einer Stellung, welche weder natürlich noch schön ist.

Schon wiederholt war es den Reisenden aufgefallen, daß die Indianer Amerikas beim Gehen — und sie sind darin bedeutender Leistungen fähig — die Füße gerade aus gerichtet in der Richtung der Gehlinie aufsetzen. Seitdem man darauf aufmerksam geworden ist, stellt sich auch für alle möglichen anderen Völkerschaften heraus, daß der gewohnte eilige Gang als Beugegang ausgeführt wird, während der Streckgang mehr bei langsameren Gangarten, die Vornehmheit und Würde ausdrücken sollen, Anwendung findet.

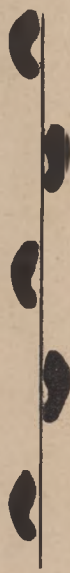
Bei diesem Gang mit gebeugten Knien werden die Füße flach mit der ganzen Sohle gleichzeitig aufgesetzt, und zwar sind sie dabei nicht nach außen, sondern geradeaus nach vorn gerichtet. Dies naturgemäß deshalb, weil bei gebeugtem Bein die Rollung nach außen in Hüft- und Kniegelenk nicht eintritt, sondern nur bei gestrecktem Bein.

### § 281. Natürlicher Schritt und Kunstschritt.

Der natürliche Gang erfährt auf mannigfache Weise durch Willensbeeinflussung, durch Temperament, durch vorwiegende Beschäftigung usw. kleinere oder größere Abänderungen. Je mehr er aber der Willkür unterworfen und nach bestimmten Richtungen beeinflusst wird, um so mehr wird er zum Kunstschritt; der Kunstschritt wird ferner zur Gehübung, wenn er bestimmte gymnastische Ziele verfolgt.

Gehübungen können zunächst den Zweck haben, bestimmte Leistungen im Gehen nach Dauer und Schnelligkeit zeitweise zu erzielen. Weiterhin aber, in bestimmter Weise und häufig betrieben, vermögen sie auch den Alltagsgang zu beeinflussen und prägen ihm ihren bestimmten Stempel hinsichtlich der Körperhaltung beim Gehen, hinsichtlich der Schrittweite, der Schnelligkeit des Fortkommens usw. auf. Der halbautomatisch erfolgende Alltagsgang ist bei einem jeden nach Charakter, Erziehung, Beruf und Lebensgewohnheit verschieden. Anders geht der Arbeiter, der in gebeugter Haltung schwere Arbeit verrichten muß, anders der Landmann, anders der Seemann, der auf dem schwankenden Schiff sich einen breitbeinigen Gang zur Gleichgewichtserhaltung angewöhnt hat. Anders geht der frühere Berufssoldat, anders der behäbige reiche Städter, anders der Packträger, anders der kümmerlich sich durchschlagende kleine Gewerbetreibende. Bei dem einen erfolgt der Gang in unschöner, lässiger, vornüber gebeugter Haltung mit hohem Rücken und eingedrückter Brust, bei dem andern selbstbewußt und breitspurig; bald ist der Gang schiebend oder schleppend oder zaghaft trippelnd oder schleifend oder schlüpfend, bald schwerfällig und polternd; bald bestimmt und fest, bald behende, eilfüßig und leicht usw. usw.

Eine sorgfältige gymnastische Ausbildung ist aber imstande, zu einem schönen großschrittigen, elastischen und ausdauernden Gehen zu erziehen und damit einem wichtigen Turnziel Genüge zu leisten. Solche Erziehung zu ausholendem schnellem Gang ist wertvoll im Leben, nicht nur für den eiligen Geschäftsgang, sondern im gesundheitlichen Sinne ganz besonders für die frische, straffe Wanderung, zur „Gang-erholung“. Immer unverdrossen ausholen, auch eine Anstrengung, einen längeren und



Natürlicher Schritt und Kunstschritt.

Kunstschritt und Gehübung.

Fig. 426. Trittspur beim Beugegang mit Geradeaussetzen der Füße.

Erziehung zu schönem Gang.

mühseligen Weg nicht scheuen, um alles Schöne, was die Heimat in Flur und Feld, Wald und Wiese, Berg und Tal beut, zu erwandern, im flotten Vorwärtstommen eine Freude und einen Genuß sehen, das sind Eigenschaften, welche zu den schönsten turnerischen Zierden und Tugenden einer frischen rüstigen Jugend gehören. Zu diesen zu erziehen ist eine wichtige Aufgabe wahrer Körper-, Gemüts- und Charakterbildung.

Das erste, was zur Erzielung eines schönen ausholenden Ganges notwendig ist, ist eine gute aufrechte Haltung im Stehen. Aus der straffen Haltung heraus, mit Verlegung des Schwerpunktes auf die Mittelfußköpfschen, so daß die Ferse bereits etwas gelüftet sind, erfolgt weit ausholendes Vorsetzen eines Fußes so gut wie von selbst. Sowie der Rumpf vorgebracht ist und der Schwerpunkt mit seiner Senkrechten über die Zehenspitze hinaus nach vorn strebt, fliegt auch schon das Hangbein weit heraus, um der vorfallenden Leibeslast neuen Stütz zu bieten, und so fort (Fig. 427).

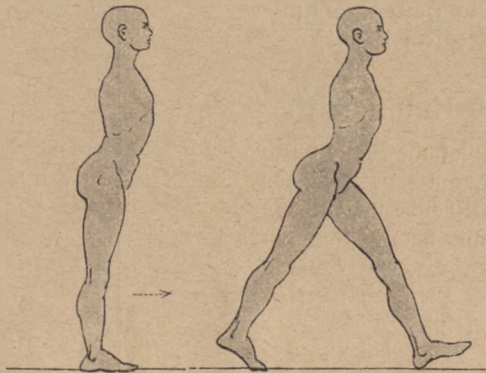


Fig. 427. Ausschreitender Gang aus der straffen Haltung heraus.

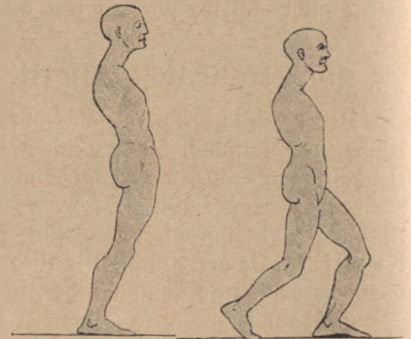


Fig. 428. Gang aus bequemer lässiger Haltung heraus.

Gehen aus der bequemsten Haltung.

Umgekehrt, wenn von lässiger bequemer Haltung aus gegangen wird, so schiebt sich das Bein noch eingeknickt vor, das hintere Stützbein wird mehr nachgeschleppt, als daß es kräftig abstemmt. Der Schritt fällt klein aus, der Gang erfolgt in langsamem Zeitmaß. Zwar mit einem geringen Aufwand von Muskelarbeit, dafür aber auch mit schlechtem Vorwärtstommen. Vor allem aber bietet solch bequemes Gehen das Bild des Lässigen, des Schlaffen, des Mangels an frischer Tatkraft und an Zielbewußtsein.

So ist eine gute Haltung im Stehen Vorbedingung auch eines schönen Ganges.

Übersicht der wichtigsten Kunstschrittartern.

## § 282. Übersicht der wichtigsten Kunstschrittartern.

Die verschiedenen Gangarten oder — im Gegensatz zum natürlichen Gang — Kunstschrittartern lassen sich am besten einteilen nach der Art, wie der ausschreitende Fuß auf den Boden aufgesetzt wird. Wir unterscheiden demgemäß:

### I. Gehen mit Aufsetzen der Fußspitzen:

- a) Reiner Zehengang;
- b) Gang mit gestreckter Fußspitze und Niedersetzen der Fußsohle von der Fußspitze aus.

II. Gehen mit Aufsetzen der ganzen Fußsohle gleichzeitig. Wie die Augenblidsphotographie zeigt, schwebt auch bei diesen Gangarten kurz vor dem

Niedersetzen zunächst die Ferse über dem Boden, ja berührt diesen auch zuerst; von da ab wird aber mit einem Zug der Fuß zum Boden niedergeklappt:

- a) Militärischer Marsch;
- b) sogenannter langsamer Schritt.

III. Gehen mit Aufsetzen der Ferse zuerst und Abwickeln der Sohle nach Art des natürlichen Ganges:

- a) GILgang nach Art des natürlichen Schrittes;
- b) GILgang im Dreitakt oder Dreischritt;
- c) Beugegang;
- d) athletisches Schnellgehen.

Seitwärts- oder Rückwärtsgehen sind Bewegungen, die nur gelegentlich ausgeführt werden und nicht als eigentliche Gangarten zählen.

Das deutsche Turnen zählt noch eine Reihe von Gang- und Schrittarten, wie den Stampfgang, das Gehen mit Knieheben, mit Beinspreizen, mit Nachstellen, mit Übertreten, das Schottischgehen, das Wiegegehen, das Schritzwirbeln, das Kreuzzwirbeln usw. auf. Für die Schulung des schönen, schnellen und ausdauernden Marsches haben alle diese sogenannten Gangarten so gut wie gar keinen Wert. Wohl mag eine Anzahl der angeführten Schrittarten Gelegenheit geben zu gefälligen und leichten Körperbewegungen und Wert besitzen als Vorübung zu anmutvollem Tanz, der für die Körperkultur des weiblichen Geschlechts eine zweifellose Bedeutung besitzt. Wenn wir aber nach den vorwiegenden Übungsbedürfnissen unserer Schulfrauen fragen, so scheint uns die Zeit und Mühe, welche auf die Einübung aller dieser künstlichen „Geschritte“ noch vielfach verwendet wird, recht nutzlos verwendet.

Andere  
Schrittarten.

## § 283. Der Zehengang.

Zehengang.

Beim Gehen mit Aufsetzen der Fußspitze statt der Ferse bleiben die Knie möglichst gestreckt. Beim Niedersetzen des ausschreitenden Fußes wird durch starke Streckung im Fußgelenk die Fußspitze so weit abwärts gebogen, daß der Fuß nur mit der Spitze den Boden erreicht. Beim reinen Zehengang bleibt dann das aufgesetzte Stützbein im Zehenstand, der Körper bewegt sich nur auf den Zehenballen weiter. Wegen der Kleinheit der Stützflächen ist der Gang ein sehr unsicherer und hölzerner. Die Beine müssen steif gestreckt bleiben; die Schritte sind sehr klein, da bei größeren Schritten die Gleichgewichtserhaltung schwierig ist. Im gewöhnlichen Leben wird diese Gangart angewendet, wenn man behutsam und möglichst ungehört sich irgendwohin bewegen oder davonschleichen will. Durch die einseitige Betätigung der Streckmuskeln der Beine, welche anhaltend gespannt bleiben müssen, wirkt der reine Zehengang recht ermüdend. Zeitweilig, am besten im Wechsel mit gewöhnlichem Gang nach je vier oder acht Schritten geübt, trägt er zur Kräftigung der Streckmuskeln der Beine und des Rumpfes bei und hat auch einen zweifellosen Wert für eine schöne gestreckte Haltung des Körpers.

## § 284. Gang mit gestreckter Fußspitze.

Gang mit  
gestreckter  
Fußspitze.

Das Gehen mit Aufsetzen der gestreckten Fußspitze zuerst ist diejenige Art von Kunstschritt, welche früher in unseren Turnhallen bei den Ordnungsübungen, beim Aufmarsch zu Freiübungen u. dgl. bevorzugt wurde.

Bei dieser Gangart wird wie beim Zehengang die Fußspitze auf den Boden aufgesetzt. Dann aber wird von der Fußspitze aus der Fuß erst rückwärts — also entgegen der Richtung des Ganges — mit der Sohle auf den Boden niedergelegt,

Niedersetzen  
und Ab-  
stemmen des  
Fußes.

um sich nunmehr sofort wieder zum Abstemmen von der eben niedergesetzten Ferse aus zur Großzehenspitze abzuwickeln. Es wird dadurch in die nach vorwärts gerichtete Bewegung eine rückläufige Bewegung eingeschoben. Das ist ein Widersinn (Fig. 429).

Die Schritte auch bei dieser Gangart sind kurze, weil das vorschreitende Bein steif gestreckt zu halten ist und die Schenkelköpfe deshalb hoch getragen werden. Die Streckmuskeln werden im Gegensatz zu den Beugern stark angestrengt. Die Gangart erfolgt genau so, als ob unter der Ferse ein sehr hoher Absatz befestigt wäre. Das Gehen mit gestreckter Fußspitze ist deshalb bei längerer Übung auch genau so ermüdend wie das Gehen in Stöckelschuhen (Fig. 430).

Anwendung  
im Mädchen-  
turnen.



Fig. 429. Aufsehen auf die Fußspitze (I); Niederlegen auf die Ferse (II); Abstemmen zur Großzehenspitze (III).



Fig. 430.

Gegenüber der ebenso leichten als zweckentsprechenden, ja im mechanischen Sinne wunderbaren Art, wie sich gemäß dem Bau unseres Körpers und vor allem des Fußes der natürliche Gang von der Ferse zur Fußspitze vollzieht, ist dieser tanzmeisterliche Kunstschritt ein gezwungener und im Sinne einer gesunden Ästhetik minderwertiger.

Mag daher diese Gangart allenfalls da, wo zeitweise einmal langsam gegangen und kurz getreten werden soll, oder bei bestimmten Kunstschritten Anwendung finden. Viel wichtiger als die Übung solchen stelzbeinigen Kunstganges ist aber die Übung freien, natürlichen, leichten und ungezwungenen Gehens; denn dieser Gang ist der schönste, weil er dem Gliederbau des menschlichen Körpers entspricht und in ihm vorsehen ist.

## § 285. Der militärische Marschschritt.

Der militärische Marschschritt, welcher im Parademarsch gipfelt, kennzeichnet sich dadurch, daß bei gestreckter Haltung des Rumpfs und der Beine mit der ganzen Fußsohle gleichzeitig aufgetreten wird.

Das Exerzierreglement der deutschen Armee vom 1. September 1888 beschreibt diese Marschart folgendermaßen:

„Das linke Bein wird leicht gekrümmt und ohne zu schlenkern vorwärtsgebracht, die Fußspitze wird ein wenig nach auswärts gebogen, gleichzeitig der Oberleib vorgezogen und der Fuß ganz flach und leicht in der Entfernung von 80 cm vom rechten Fuß auf den Boden gesetzt. Das Knie wird beim Niederlegen des Fußes auf die Erde durchgedrückt. Die ganze Schwere des Körpers ruht jetzt auf dem stehenden Fuße. Während der linke Fuß niedergesetzt wird, verläßt der rechte Absatz den Boden, das rechte Bein wird leicht gekrümmt herangezogen, mit der Fußspitze nahe am Boden, doch ohne ihn zu berühren, vorbeigeführt und der Fuß in der nämlichen Entfernung und auf dieselbe Weise wie der linke niedergesetzt. Der Soldat fährt fort zu marschieren, ohne die Beine zu kreuzen, die Knie mehr als notwendig zu heben, die Schultern zu drehen und den Kopf aus der geraden Richtung zu bringen. Die Arme werden ungezwungen bewegt. Zeitmaß des gewöhnlichen Marsches ist 114, welches in besonderen Fällen beschleunigt werden kann, des Sturmarsches 120 in der Minute.“ —

Militärischer  
Marsch.

Armee-  
vorschrift.

Der Wert des militärischen Marsches beruht zunächst in der Größe und Schnelligkeit der Schritte, sowie in der Straffheit der Haltung. Diese Eigenschaften, beim Paradeschritt eingedrillt, übertragen sich zum Teil dann auch dem eigentlichen Eilmarsch, so daß dieser beim gut einexerzierten Soldaten mit großen schnellen Schritten und in straffer Haltung erfolgt.

Wert des militärischen Marsches.

Durch das Aufsetzen der ganzen Fußsohle auf einmal wird die Festigkeit des Ganges gesteigert. Beim ungezwungenen, natürlichen Gang, der durch keine Marsch-erziehung beeinflusst ist, sind die horizontalen seitlichen Schwankungen des Beckens oft recht groß, so daß bei vielen solcher Gang den unschönen Eindruck des Hin- und Herschwankens und Wiegens macht. Diese Schwankungen werden beim militärischen Marsch ebenso beschränkt wie die leichten Drehungen des Rumpfes. Nicht die Schultern, sondern die Hüften sollen beim schnellen Straffgang vorgebracht werden. Der Kumpf wird gestreckt gehalten, das Kreuz hoch. Die Übertragung des Schwerpunktes von einem auf das andere Bein geschieht auch nicht, wie beim natürlichen Gang, ununterbrochen, in glattem Zuge unter Vermittlung des Doppel-



Fig. 431—433. Erziehung des schlaffgehenden Rekruten (1) durch übertreibenden Drill (2) zum ausgreifenden Marschieren (3).

stützes, sondern mehr rückweise und so, daß das gleichzeitige Aufsetzen der ganzen Fußsohle auf einmal für den übertragenen Schwerpunkt sofort eine breite Unterstüchungsfläche bietet. Dieser Umstand ruft besonders den Eindruck der Festigkeit hervor.

Allerdings erfordert das gleichzeitige Aufsetzen der ganzen Fußsohle auch einen viel größeren Aufwand von Muskelstätigkeit. Die Fußspitze muß herabgedrückt, der äußere Fußrand gehoben werden. Die plötzliche Übertragung des Schwerpunktes auf den aufgesetzten Fuß unter Durchdrücken des Knies bedingt ferner bei jedem Schritt eine Erschütterung des Körpers. Bei längeren Märschen ist es deshalb gar nicht möglich, den typischen militärischen Marschschritt innezuhalten, die Schrittweise geht dann von selbst in die des natürlichen Marsches über. Der Paradeschritt ist eben nur ein Exerzier- und ein Übungsschritt, aber keine zum Dauermarsch geeignete Schrittart.

Ermüdung beim militärischen Marsch.

Daß auf unseren Turnplätzen die jungen Leute auch nur entfernt eine Marsch-ausbildung ähnlich der des Heeres erhalten, wäre eine Verirrung, welche dem Zweck der Leibeserziehung einer frischen freien Jugend widerspräche. Eine andere Frage ist aber die, ob der straffe Marsch mit Aufsetzen der Fußsohle gleichzeitig nicht auch hier als Kunstschritt ab und zu geübt werden sollte. Diese Frage ist zu bejahen — wenigstens für bereits erwachsene Turner. Beim Aufmarsch z. B. zu den Übungen ist solch fester Marschtritt durchaus am Platze. Dabei soll aber unbedingt vermieden

Militärischer Marsch auf dem Turnplatz.

werden, die Fußsohle dröhnend und flatschend aufzusetzen. Solch Gestampfe ist eine Unart, die das Schuhwerk ruiniert und namentlich dem Gefüge der Knochen und Bänder des Fußes Erschütterungen beibringt, welche die Elastizität des Fußgewölbes schwer schädigen können.

Der lang-  
same Schritt.

### § 286. Der langsame Schritt.

Der sogenannte langsame Schritt stellt nichts weiter dar als eine langsam ausgeführte Zerlegung des militärischen Marsches in seine einzelnen Bewegungsmomente. Das auschreitende gestreckte Bein wird flach auf den Boden gesetzt. Das nachschreitende Bein verläßt unterdessen mit der nach abwärts stark gestreckten Fußspitze den Boden und bleibt einen Augenblick in dieser Haltung. Sodann wird es als Hangbein langsam nachgezogen und bleibt gebeugt neben dem Stützbein mit der Fußspitze nach unten über dem Boden schwebend. Der Fuß wird dann vorgeschleudert, wird mit der Sohle der Bodenfläche parallel ebenfalls einen Augenblick schwebend gehalten, und endlich wird das vorschreitende Bein in einem Nu, wobei ihm gleichzeitig



Fig. 434—435. Langsamer Schritt in drei Zeiten mit Stabgriffen.

das Schwergewicht des Körpers übertragen wird, straff gestreckt niedergesetzt, während das bisherige Stützbein, gestreckt, mit der Fußspitze nach unten den Boden verläßt. — Das Ganze ist, wie schon oben (§ 41) ausgeführt, eine treffliche Gleichgewichtsübung zur Kräftigung der das Becken und die Wirbelsäule tragenden und haltenden Muskeln.

Die Übung kann in verschiedenem Zeitmaß geübt werden, mehr in einem Zuge oder langsam nach Zählen in mehreren Zeiten. Festeste Haltung des Rumpfes mit Vordrängen der Brust, Einziehen des Bauchs, Hochhalten des Kopfes, kräftige Streckung des Beins, energische Zusammenziehung der Gesäßmuskeln namentlich bei der plötzlichen Übertragung der Schwerlast des Rumpfes sind zum guten Zustandekommen der Übung unbedingt notwendig. Die Übung zwingt zu guter Haltung, wenn sie auch übertrieben und steif scheint, richtet den Körper in allen Gelenken des Rumpfes und der Beine auf und macht die Beine zum ausgreifenden Marschschritt geschickt. Hierin liegt ihr unerkennbarer turnerischer Wert, der durch die gleichzeitige Ausführung von Stab- oder Hantelgriffen noch vermehrt werden kann.

Turnerischer  
Wert.

### § 287. Eilgang nach Art des natürlichen Ganges.

Der einfache natürliche Streckgang wird dann zur Gehübung, zum Kunstgang, wenn er erstens im Gleichmaß nach bestimmtem Takte, zweitens

Eilgang  
nach Art des  
natürlichen  
Ganges.



mit bestimmter Schrittlänge und drittens in straffer gerader Haltung auszuführen ist. Er kann endlich auch nach Dauer geübt werden bei Übungs- oder Dauermärschen. Jedenfalls ist für die turnerische Erziehung diese Gangart die eigentliche und wichtigste.

Die Gehübungen sind gleich in den ersten Schuljahren mit Beginn des Turn- <sup>Gehübungen bei früherer Altersstufe.</sup> unterrichts fleißig zu üben. Das Kind geht fast stets mit größerer Spreizweite der Beine als der Erwachsene (breitspuriger). Die Füße werden weit weniger in der Richtung nach auswärts aufgesetzt, sind mehr geradeaus, ja manchmal geradezu einwärts mit der Fußspitze gerichtet. Die Schrittlängen fallen sehr verschieden groß aus, sind also unregelmäßig. Namentlich ist beobachtet, daß die linksseitigen Schritte oft länger sind, was auf der kräftigeren Entwicklung der Muskulatur des rechten Beines beruhen mag, indem dieses kräftiger abstemmt und das linke Bein weiter nach vorn pendeln läßt. — Selbstverständlich kann es sich nicht darum handeln, mit Schülern der ersten Schuljahre regelmäßig förmliche Gang- oder Exerzierübungen <sup>Haltung.</sup> anzustellen. Vielmehr kann es nur Aufgabe des Lehrers sein, die erste Gangerziehung mehr in die Form einer spielartigen Bewegung — z. B. Soldatenspielen u. dgl. — einzukleiden, hier aber dann mit einiger Beharrlichkeit zu verfolgen.

Bezüglich der Haltung ist daran festzuhalten, daß im Augenblicke vor Beginn des ersten Schrittes auf den erfolgten Ankündigungsbefehl hin die militärisch- <sup>Schrittweite.</sup> straffe Haltung eingenommen werden soll, unter Verlegung der Schwerlinie auf die Fußballen. Erfolgt sodann der Ausführungsbefehl: „Marsch!“, so hat das linke Bein — wenn nicht rechts antreten besonders befohlen ist — augenblicklich herauszufliegen, so daß der erste Schritt sofort in entsprechender Schrittweite erfolgt.

Was die Schrittweite betrifft, so kann man sie für den Übungsschritt auf dem Turnplatze nach der durchschnittlichen Fußlänge bestimmen, und zwar derart, daß man für die Altersstufen bis zum neunten Lebensjahre 2,5 Fußlängen, für das 10.—14. Lebensjahr 2,75 Fußlängen, für das 16. und folgende Lebensjahr 3 Fußlängen als Mittelmaß nimmt.

Danach würden wir folgende Übersicht erhalten:

Lebensjahr	Mittlere Körperlänge (cm)	Mittlere Fußlänge (cm)	Schrittweite in		
			2,5 Fußlängen (cm)	2,75 Fußlängen (cm)	3 Fußlängen (cm)
7	110	17	42,5	—	—
8	116	18	45	—	—
9	121—131	19,25	48	—	—
10	126—133	20	(50)	55	—
11	130—136	20	(50)	55	—
12	133—140	21	(52,5)	57,75	—
13	137—144	21	(52,5) <sup>a</sup>	57,75	—
14	145—149	22	(55)	60,5	—
15	156	23	—	(62,25)	69
16	162	24	—	(66)	72
17	167	25	—	(68,75)	75
18	170	26	—	(71,5)	78

Wenn diese Ziffern auch nicht genau bestimmten Schrittwinkeln entsprechen, was bei der ungleichen Körperlänge der gleichaltrigen Schüler festzustellen keinen Wert hätte, so genügen sie doch als Mittelwerte dem praktischen Bedürfnis zur Erzielung eines gleichmäßigen, schönen und weiten Schrittes. Für die voll Erwachsenen mag

dann die Schrittweite noch auf 85 cm gesteigert werden. Eine noch größere Schrittweite (Meterschritt) bedingt derartig tiefe Senkung der Schenkelköpfe, daß der Schritt unschön wird. Solch große Schrittweite zur Anwendung für längere Märsche zu üben, hat wenig Sinn, da sie, im Streckgang ausgeführt, beträchtliche Muskelanstrengung erfordert und daher schneller ermüdet.

Die Schrittgeschwindigkeit bei den Gehübungen soll nicht zu klein genommen werden. Es ist im Grunde ein klägliches Schauspiel, wenn man kräftige Turner, welche die kühnsten Übungen am Barren und Reck ausführen, mit langsamen kleinen steifen Schrittschritten ihren Aufmarsch nach dem Takt der Musik ausführen sieht.

Die Zahl der Schritte in der Minute ist für alle Altersstufen gleichzusetzen und soll für gewöhnlich 120 Schritte in der Minute betragen: Das ist das Zeitmaß für den Sturmmarsch unserer Infanterie. Dies Zeitmaß ist auch für den Lehrer leicht mit der Taschenuhr zu bestimmen und zu kontrollieren; es ist ferner ein gutes Mittelmaß für einen rüstigen und munteren, aber nicht überhasteten Gang im Alltagsleben.

Ab und zu soll aber sowohl ein stark verlangsamter wie ein stark beschleunigter Schritt nach lautem Taktbefehl geübt werden, und zwar ersterer bis hinab zu 50 Schritten in der Minute, sehr schneller Marsch zunehmend bis zum Geschwindigkeitsschritt von 150—170 Schritt. Solch schnellster Schritt ist zugleich eine energische Willensübung: denn unwillkürlich möchte der Übende dabei immer wieder in die Laubbewegung verfallen und muß alle Kraft und Selbstzucht zusammennehmen, um im reinen Gehen zu bleiben. Schließlich soll bei dieser Übung dem angestrengten Sturmarsch der befreiende Sturmlauf (auf ein bestimmtes Ziel hin) folgen.

Eilgang im  
Dreitakt.

### § 288. Eilgang im Dreitakt.

Der Eilgang im Dreitakt ist ein gewöhnlicher Schnellmarsch, bei welchem nur die Taktfolge der Schritte von der gewöhnlichen abweicht. In der Regel wird beim taktmäßigen Marsche auf jeden ersten von zwei Schritten ein besonderer Nachdruck gelegt und zwar allgemein auf das Auftreten mit dem linken Fuß. Wir pflegen im Takt zu marschieren:

Links rechts, links rechts, links rechts, links rechts:  $\cup \cup \cup \cup \cup \cup$

Die besondere Betonung des jedesmaligen Auftretens links bedarf jedesmal einer besonderen kleinen Willensanregung, während der folgende Schritt rechts so gut wie von selbst erfolgt

Nimmt man statt dieses Zweitaktes den Dreitakt:  $\cup \cup \cup \cup \cup \cup \cup \cup \cup$   
so vollzieht sich das markierte Auftreten folgendermaßen:

Links rechts links, rechts links rechts, links rechts links usw.

Hier fallen also auf jeden kräftiger betonten Schritt nicht ein, sondern zwei fast von selbst erfolgende Schritte. Ferner hat dieselbe Hirnseite nicht alle zwei Schritte eine kleine Willensanregung zu geben, sondern erst jeden sechsten Schritt, und eine wohlthätige Abwechslung findet in der entsprechenden Tätigkeit für die beiden Gehirnhälften statt.

Wenigstens zieht diesen Schluß der Befürworter dieser Schrittart, Prof. W. Schmoelle, in seinem Buch: „Gubanik oder Neue Kunst, schnell und lange zu gehen, ohne zu ermüden“ (Bonn 1879). Zur Einübung des Ganges im Dreitakt verfaßte Schmoelle zum Ersatz der Musik im  $\frac{3}{4}$ -Takt rhythmische Verse.

So lauten z. B. die ersten Strophen von „Der Turner Pilgerlied“ folgendermaßen:

- |   |  |
|---|--|
| <p>1. <b>Ein</b> zwei drei<br/> <b>Ein</b> zwei drei<br/> <b>Glückliche</b><br/> <b>Pilgerei!</b><br/> <b>Heute</b> hier,<br/> <b>Morgen</b> dort<br/> <b>Geht</b> es von<br/> <b>Ort</b> zu Ort;<br/> <b>Überall</b><br/> <b>Nah</b> und fern<br/> <b>Sieht</b> man die<br/> <b>Turner</b> gern.</p> | <p>2. <b>Überall</b><br/> <b>Bringen</b> sie<br/> <b>Großsinn</b> und<br/> <b>Liebe</b> mit,<br/> <b>Überall</b><br/> <b>Singen</b> sie<br/> <b>Lustig</b> den<br/> <b>Zauberschritt.</b><br/> <b>Ein</b> zwei drei<br/> <b>Ein</b> zwei drei:<br/> <b>Das</b> ist die<br/> <b>Zauberei!</b></p> |
|---|--|

Daß tatsächlich durch Gehen in dieser Taktart der Gang sich stark beschleunigen läßt, haben uns Versuche im Schnellmarsch zum Gesang eines Liedes im  $\frac{3}{4}$ -Takt gelehrt. Dabei schien auch uns das Gefühl der Ermüdung geringer zu sein als bei gewöhnlichem Eilmarsch in gleicher Geschwindigkeit. In einem Falle handelte es sich um einen Eilmarsch über 25 km in 3 Stunden 6 Minuten, das Kilometer also in  $7\frac{1}{2}$  Minuten.

### § 289. Der Beugegang.

Der Beugegang.

Unter Beugegang (Marche en flexion) verstehen wir eine Gangart, bei welcher die Beine stets im Kniegelenk gebeugt bleiben; nur während des Abstützens findet eine leichte Streckung des hinteren Beines statt. Der Fuß wird möglichst flach aufgesetzt, der Rumpf wird stark nach vorn geneigt getragen. Die Schritte bei dieser Gangart sind groß und können stark beschleunigt werden.

Dieser Gang mit gebeugten („krummen“) Knien ist bei manchen Völkern als Alltagsgang der gewöhnliche, ebenso wie auch der Beugelauf mit gekrümmten Beinen. Es sind das Völkerschaften, welche sich zum Teil durch große Ausdauer im Marsch und Lauf auszeichnen. In dem Institut von Marey wurden eraste Untersuchungen über die physiologischen Eigenschaften und den Wert dieser Marschart angestellt.

Vorkommen des Beugegangs.

Die Vorschriften für die Ausführung sind etwa folgende:

Die Ausgangshaltung soll eine ungezwungene sein; der Rumpf ist gerade zu halten, Kopf hoch, die Brust heraus; die Ellbogen sind gebeugt, die Unterarme stehen horizontal. Beim Gehen sind die Knie gekrümmt, so daß der Schwerpunkt gesenkt ist und der Körper kleiner erscheint (bis um 15 cm). Die Füße streifen den Boden, d. h. sie werden nicht höher gehoben, als eben nötig ist, um über Rauhigkeiten des Bodens weggetragen zu werden. Das Aufsetzen des vorschreitenden Fußes geschieht möglichst flach mit der ganzen Sohle gleichzeitig (tatsächlich erreicht allerdings auch hier die Ferse des vorschreitenden Fußes zuerst den Boden), dabei ganz leicht und geräuschlos. Der Rumpf wird nach vorn geneigt, aber nicht in der Wirbelsäule, sondern in der Hüftachse; der Rücken bleibt also gerade gestreckt, der Kopf gehoben, die Augen geradeaus. Je mehr der Rumpf geneigt wird, um so größer wird von selbst der Schritt, der mit dem Stütz die vorfallende Schwerlast auffangen soll. Man läßt sich gewissermaßen von seinem Schwerpunkt nachziehen.

Ausführung des Beugegangs.

Vorteile des  
Beuge-  
marsches.

Der Beugemarsch unterscheidet sich vom gewöhnlichen Gilmarsch oder Streckmarsch äußerlich zunächst dadurch, daß der Rumpf mehr nach vorn geneigt ist, und daß Hangbein wie Stützbein stärker gebeugt sind, und zwar ist das Stützbein mehr im Kniegelenk, das Hangbein im Augenblick, wo es den Boden erreichen will, mehr im Hüftgelenk als beim Streckmarsch (Sig. 437 u. 438) gebeugt.

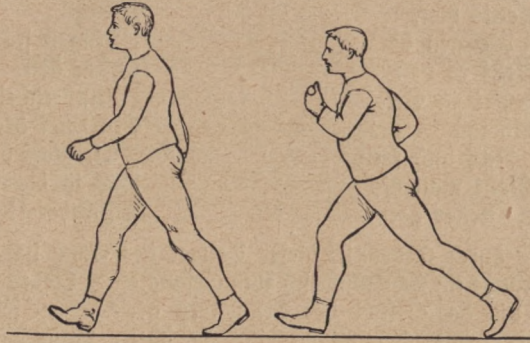


Fig. 437. Ein Moment des Streckmarsches nach Augenblicksphotographie von Marey.

Fig. 438. Derselbe Moment wie Fig. 437 im Beugemarsch.

(Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

Als wesentliche, hieraus entspringende Vorteile sind angegeben:

1. Da das aufsteigende Bein in seinen Gelenken gebeugt ist, so wird der Schoß oder Stoß, welcher beim jedesmaligen Auftreten auf den Boden dem Fuß mitgeteilt und durch das aufstützende Bein auf den Rumpf, d. h. das Becken übertragen wird, gemildert und namentlich durch die Winkelbeugung im Kniegelenk gebrochen. Diese vom aufsteigenden Fuß (der die Fallast des Körpers hemmt) ausgehende Erschütterung überträgt sich beim Streckgang unmittelbar dem Becken, wirkt der Fortbewegung des Schwerpunkts entgegen und unterbricht also kurz die vorhandene Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung des Beckens, so daß diese jedesmal durch einen neuen Anstoß nach dem Aufsetzen des Fußes dem Körper wieder neu mitgeteilt werden muß. Dazu gehört Aufwand von Muskelkraft, und wenn dieser auch für den einzelnen Moment geringfügig ist, bei einer großen Zahl von Schritten addieren sich solche kleinere Kraftaufwendungen doch zu einer größeren Arbeitssumme. Indem beim Beugegang diese Erschütterung des Körpers beim jedesmaligen Aufsetzen des ausschreitenden Beines wegfällt oder doch wesentlich abgeschwächt ist, wird also Muskelarbeit erspart.

2. Am wesentlichsten ist aber die Ersparnis an Kraftaufwand dadurch, daß beim Beugemarsch die senkrechten Hebungen des Körpers im Verhältnis zur Schrittlänge und Schrittgeschwindigkeit weit geringer sind als beim Streckmarsch. Die Aufwendung eines Teiles der zum Gehen nötigen Muskelarbeit zur senkrechten Erhebung des Körpers bedeutet einen Kraftverlust, da diese Muskelarbeit nicht direkt oder nur zu einem kleineren Teil der horizontalen Fortbewegung zugute kommt. Dieser Kraftverlust ist also beim Beugemarsch ein geringerer. Die folgende Tabelle gibt die Messungen wieder, welche im Mareyschen Institut bei einer und derselben marschgeübten Versuchsperson aufgenommen wurden, wobei in beiden Marscharten hervorragendes geleistet ist.

Milderung  
des Stoßes  
beim Auf-  
setzen des  
Fußes.

Geringere  
senkrechte  
Hebung.

Messungen  
von Marey.

Marschart	Schrittlänge des Doppelschrittes	Länge des einfachen Schrittes	Dauer der Schrittzzeiten in $\frac{1}{100}$ Sekunden				Kopfhöhe	Senkrechte Schwankung	Mittlere Kumpfneigung zur Horizontalen	Umfang der Schwankungen der verschiedenen Abschnitte der unteren Gliedmaßen		
			ein Doppelschritt	Stützzeit jed. Fußes	Schwingung	Doppelschritt				Schenkel zum Kumpf	Unter- zum Oberschenkel	Fuß zum Unterschenkel
Gewöhnlicher Streckmarsch	1,68	0,84	84	49	35	7	1,70	0,06	85	57	68	40
Beugemarsch . . . . .	2,27	1,135	66	34	32	1	1,54	0,04	75	77	67	71

Von diesen Ziffern sei zunächst die Kopfhöhe hervorgehoben, welche bei derselben Versuchsperson im Streckmarsch 1,70 m, im Beugemarsch nur 1,54 m betrug: der Kopf erscheint also beim letzteren um 16 cm gesenkt, woraus ein Maßstab für die bei schnellstem Beugemarsch nötige Beugung herzuleiten ist.

Am bemerkenswertesten ist aber die Verminderung der Höhe der senkrechten Hebung, die beim Streckmarsch hier 6 cm, beim Beugemarsch aber nur 4 cm beträgt, also um 2 cm bei jedem Schritt geringer ist. Da nun auch der Schritt beim Beugemarsch ein längerer ist, so ergibt sich daraus folgende Berechnung:

Arbeitsgröße der senkrechten Erhebung.

Marschart	Schrittlänge	Senkrechte Erhebung	Schritte über einen Kilometer	Gesamterhebung des Körpers auf 1 Kilometer Weg	Arbeit für die senkrechte Erhebung in kgm auf 75 kg Körpergewicht
Gewöhnl. Streckmarsch	0,84 m	0,06 m	1190,3	71,41 m	5355,75
Beugemarsch . . . . .	1,135 m	0,04 m	881	35,25 m	2443,75

In dem gewählten Beispiel also, bei welchem es sich in beiden verglichenen Marscharten um schnellsten Eilmarsch handelt, beträgt die Arbeitsmenge, welche auf die senkrechte Erhebung des Körpers beim Marschieren über 1 km entfällt, für den Beugemarsch noch nicht die Hälfte wie für den Streckmarsch.

3. Eine weitere Kräfteersparnis oder, sagen wir, bessere Ausnutzung der Kraft erweist die photographische Reihenaufnahme des Beugemarsches für das Verhältnis zwischen der Arbeit des Stüzes und der Lage des Schwerpunktes. Für den Streckmarsch ist der höchste Punkt der senkrechten Erhebung, welcher zugleich dem Gipfelpunkt der Arbeit des Stüzes oder des Abstimmens vom Boden entspricht, dann vorhanden, wenn der Schwerpunkt die Unterstüzungsfäche des stemmenden Fußes passiert, d. h. sich noch senkrecht über letzterer befindet: in diesem Augenblick findet die volle Streckung des Stüzhins statt. Beim Beugemarsch hat dagegen der Schwerpunkt in diesem Augenblick die Unterstüzungsfäche bereits passiert und befindet sich schon mehr nach vorwärts von der Unterstüzungsfäche. Die Arbeit des Stemmens, d. h. des Streckens des Stüzhins, die sowohl in der Richtung von unten nach oben wie von hinten nach vorn erfolgt, wird mithin weit mehr der Fortbewegung des Schwerpunktes nach vorn in horizontaler Richtung zugute kommen, d. h. die Muskelkraft wird zweckmäßiger und besser im Sinne der Vorwärtsbewegung ausgenutzt (s. Fig. 439 u. 440).

Bessere Ausnutzung des Stüzes für die Vorwärtsbewegung.

Geringerer  
Druck auf  
den Boden.

4. Es ist im Sinne dieses Minderaufwands von Muskelarbeit, daß auch der Druck des stemmenden Beins gegen den Boden beim Beugemarsch ein geringerer ist. Dies zeigen wenigstens die Kurven des druckmessenden Apparates.

Der Beugemarsch erlaubt also nicht nur große Schnelligkeit des Fortkommens, sondern dies wird auch mit möglichst geringem Kraftaufwand bewirkt. Allerdings

Schulung  
des Beuge-  
marsches.



Fig. 439. Der gewöhnliche oder Streckmarsch nach einer chronophotographischen Aufnahme von Marey.  
(Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

gehört eine gewisse Schulung dazu, um diese Gangart richtig auszuführen und ihre Vorteile auszunutzen. Man soll mit kleinen Schritten anfangen, die dann durch stärkeres Vorneigen des Rumpfes allmählich größer und schneller werden. Der erste Kilometer soll mit einer Schnelligkeit von zehn Minuten, der zweite in neun, der dritte in acht Minuten zurückgelegt werden. Letztere Schnelligkeit wird als Mittelmaß dieser Marschart angegeben. Es lassen sich für hinreichend Geübte zwar leicht noch größere Schnelligkeiten,  $6\frac{1}{2}$ –6 Minuten für den Kilometer,

erzielen, indes ist dann die Fortbewegung im Beugelauf nützlicher. Bei schnellstem Marsch gerät man übrigens schon unwillkürlich in die Laufbewegung.

Bei den eingeeübten französischen Truppenabteilungen betrug auch über unebenes Terrain, Sturzäder u. dgl. die mittlere Schnelligkeit stets noch acht Minuten für den Kilometer. 20 km wurden so leicht, ohne zu rasten, zurückgelegt. Bei langen Märschen über 50 oder 60 km dient eine zeitweilige Abwechslung von Beugemarsch und Beugeauf zur Entspannung der Beinmuskeln und vermindert die Ermüdung.

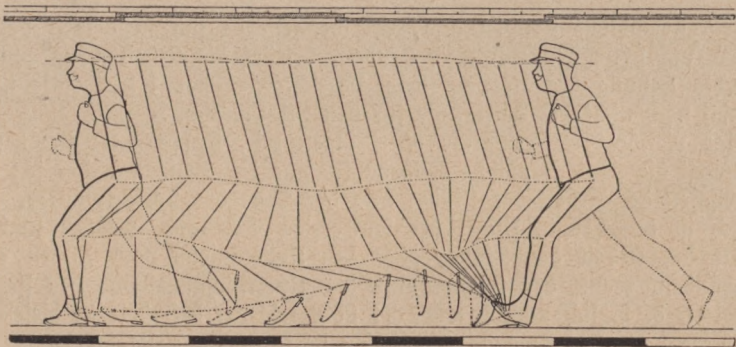


Fig. 440. Der Beugemarsch nach der chronophotographischen Aufnahme von Marey.  
(Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

Nach alledem ist für Dauerleistungen im Schnellmarsch der Beugegang sehr zu empfehlen. Die Gangart muß aber entsprechend vorgeübt sein, so daß sie halbautomatisch erfolgt. Wenn, wie oben (§ 278) angegeben ist, beim Wettmarsch Dresden–Berlin ein wesentlicher Unterschied im Kraftaufwand bei Beuge- und bei

Streckmarsch (nach kleinen Kalorien berechnet) nicht vorhanden war, so mag das vielleicht darauf beruhen, daß der betreffende Wettgeher dies Maß von Übung im Beugemarsch noch nicht besaß.

## § 290. Das athletische Schnellgehen.

Athletisches  
Schnellgehen.

Das athletische Schnellgehen (walking) gilt als die schwierigste Übung des leichtathletischen Sports, der im wesentlichen aus den verschiedenen Übungen des Laufens, Gehens, Springens und Werfens mit leichtem Gewicht besteht.

Die Kennzeichen des athletischen Schnellgehens in seiner klassischen, für die englischen Übungsplätze festgesetzten Form sind folgende:

Kennzeichen  
des athleti-  
schen Ganges.

Es wird, wie beim natürlichen Gang, von der Spitze des nachgestellten Fußes auf die Ferse des vorgestellten Fußes geschritten. Daher die Gangart auch die Bezeichnung „heel and toe“, d. h. Heel und Toe erhalten hat. Die Beine bleiben soviel als nur irgend möglich gestreckt. Ferner wird beim Vorschwingen eines Beins gleichzeitig Hüfte und Lende der anderen Seite stark nach vorn geschoben. Das Schwingen der Arme soll endlich mit jedesmaligem starken Heben der betreffenden Schulter erfolgen.

Die Ausführung dieser Gangart ist folgende:

Ausführung  
des athleti-  
schen Ganges

Bei der Ausgangstellung ist der Körper hoch aufgerichtet, der Kopf etwas nach hinten gestreckt; die Ellbogen ruhen an den Seiten, die Unterarme stehen in Beugung wagerecht nach vorn, die Hände sind geschlossen.

Zum Marsch wird das linke Bein geradegestreckt, der Fuß leicht nach auswärts gerichtet, mit den Ferse zuerst vor das rechte Bein gestellt. Die Schrittweite ist eine beträchtliche. Sie soll von der Fußspitze des hinteren Fußes bis zur Ferse des vorgelegten Fußes im Mittel etwa eine Elle = 0,914 m betragen. Rechnet man dazu für jeden Schritt noch eine Fußlänge mit 25 cm hinzu, so ergibt das eine gesamte Schrittlänge von 1,164 m. Gleichzeitig mit dem linken Bein wird der rechte Arm leicht nach vorn gestoßen, um den Körper nach sich zu ziehen, während der linke Arm balancierend nach hinten geht. Die Hände sind zur Faust geballt und umklammern zur Erhöhung der Energie je ein „Laufholz“, das sind Fahrrad-Korkgriffen ähnliche leichte Hölzer. Zugleich mit diesem Vorschwingen des Armes wird jedesmal auch die Schulter gehoben und damit der obere Teil der Brust gelüftet. Der rechte Fuß wickelt sich so vom Boden ab, daß in dem Augenblick, wo die Ferse des linken Fußes den Boden erreicht, der rechte Fuß nur noch mit dem Großzeh Stütz hat — also ähnlich wie bei jedem Giltgang. Der Doppelfuß darf mithin nur von verschwindend geringer Dauer sein. Es muß aber bei schnellstem Gehen streng Obacht gegeben werden, daß der hintere Fuß nicht schon mit der Zehenspitze den Boden verläßt, bevor der vordere Fuß mit der Ferse den Boden genommen hat, mit anderen Worten, daß kein Lauffschritt statt eines Gangschrittes entsteht. Ein solches „lifting“ macht bei Wettgehen die Leistung zu einer ungültigen.

Beim Anüben des athletischen Schnellgehens soll mit ganz besonderer Sorgfalt die Arbeit der Arme, welche wie Hebel wirken, um den Körper vorwärts zu ziehen, gelernt werden. Ebenso wird von vornherein die überaus große Schrittweite geübt. Dagegen wird zunächst die Geschwindigkeit gering genommen: etwa 10—11 Minuten für den Kilometer. Erst wenn der reine Stil der Bewegung dem Übenden vollkommen eingepreßt und halbautomatisch geworden ist, wird über ganz kurze Strecken auch mit größtmöglicher Schnelligkeit geübt.

Anübung  
des  
athletischen  
Gehens.

Einige  
Höchstleistungen  
im  
athletischen  
Schnell-  
gehen.

So wird allmählich das Ziel erreicht: große Schritte in staunenswert schnellem Zeitmaß erfolgen zu lassen. Nehmen wir die angeführte Schrittgröße von 1,164 m als Mittelmaß an, so berechnet sich die Schrittgröße bei einigen feststehenden Höchstleistungen im Schnellgehen folgendermaßen:

Länge der Strecken	Zeit	Schritte in der Minute
1/6 englische Meile = 268 m	57 1/2 Sekunden	240
1 " " = 1609 "	6 Minuten 23 Sekunden	216
5 " Meilen = 8045 "	35 Minuten 10 Sekunden	196,2
30 " " = 48270 "	4 Stunden 46 Minuten 52 Sekunden	144,6

Fügen wir diesen auf englischen und amerikanischen Übungsplätzen errungenen Leistungen noch einige — mindestens gleichwertige — deutsche Höchstleistungen aus jüngster Zeit hinzu. Nach der Liste der deutschen Sportbehörde für Athletik vom Jahre 1919 waren dies u. a.

Länge der Strecke:	Zeit:	
500 m	1 Min. 45 Sek.	(J. Böge-Berlin)
1000 "	3 " 56 <sup>4</sup> / <sub>5</sub> "	} (P. Gunia-Berlin).
2000 "	8 " 28 <sup>1</sup> / <sub>5</sub> "	
5000 "	21 " 46 <sup>3</sup> / <sub>10</sub> "	
10000 "	45 " 43 <sup>5</sup> / <sub>10</sub> "	

Meisterschaft von Deutschland im Gehen über 100 km 1909:

11 Stunden 3 Min. 1/5 Sek.: W. Schmidt-Nürnberg.

Vergleichung  
mit anderen  
Marsch-  
schnellig-  
keiten.

Die wenigen mitgeteilten Leistungen werden in ihrem vollen Wert erkannt, wenn man die erzielte Durchschnittsgeschwindigkeit auf den Kilometer berechnet und mit anderen guten Marschleistungen vergleicht.

1 Kilometer zurückgelegt in

	Minuten	Sekunden
Deutsche Armee: Sturmmarsch . . . . .	10	25
Französische Armee: Eilschritt . . . . .	11	6
Schnellmarsch von 150 Schritt in der Minute bei 0,76 m Schrittlänge nach Mareys Vorschlag . . . . .	8	46
Guter turnerischer Schnellmarsch . . . . .	7	50
Schnellster Beugemarsch . . . . .	6	—

Dem gegenüber im athletischen Gehen:

1. Strecke von 500 m . . . . .	3	30
2. " " 1 000 " . . . . .	3	56 <sup>4</sup> / <sub>5</sub>
3. " " 5 000 " . . . . .	4	21
4. " " 10 000 " . . . . .	4	34
5. " " 48 270 " . . . . .	5	56

Anstrengung  
beim  
athletischen  
Gehen.

Mit viel heroischer Ausdauer wird solche Leistungsfähigkeit erkaufte. Das athletische Gehen ist keine Gangart, bei der die aufgewendete Muskelarbeit für die Fortbewegung in mechanischem Sinne möglichst zweckmäßig ausgenutzt wird. Im Gegenteil wird dieser Gesichtspunkt ganz außer acht gelassen. Die Muskelanstrengung ist daher beim athletischen Schnellgehen eine außergewöhnlich große, denn wie oben (§ 281) bereits betont ist: bei wesentlicher Steigerung der Geschwindigkeit wächst der Arbeitsverbrauch stark an. Die Heftigkeit dieser Anstrengung und die damit



verbundenen Dehnungen und Zerrungen der Muskeln erzeugen auch beim Geübteren stets starke Muskelschmerzen. Vor allem stellt sich — wie im geringeren Grade schon bei jedem Schnellmarsch — zu Beginn solcher Gehübungen stets ein unerträglicher Schmerz am Schienbein ein. Nur wer diese Schmerzhaftigkeit mit fester Willenskraft zu überwinden und zu verbeißen versteht, vermag sich zu nennenswerten Leistungen in dieser Art des Schnellgehens herauszubilden.

Übrigens gibt es noch eine andere Form des athletischen Schnellgehens, die darin besteht, daß bei jedem Schritt der gleiche Arm oder die gleiche Schulter jedesmal mit Bein und Hüfte derselben Seite beim Ausschreiten vorgebracht wird. Diese Art des Gehens ist sogar früher schon als die klassische Form des athletischen Schnellgehens ausgegeben worden. Daß sie einen Vorteil in bezug auf Schnelligkeit des Fortkommens oder in bezug auf Arbeitersparnis bietet, ist nicht einzusehen. Wie wir noch sehen werden, machen griechische Vasenbilder auch eine Art des Laufs bei den Griechen wahrscheinlich, bei der mit jedem Lauffschritt die dem vorschwingenden Beine gleichsinnige Schulter vorgebracht wird. —

Für das Jugend- und Volksturnen hat das athletische Schnellgehen wenig Bedeutung. Denn die Anübung ist derart angreifend, daß während der langen Vorbereitungszeit jede andere Art von Übung, abgesehen von den Kumpf- usw. Übungen des Trainings, vollständig ausgeschlossen ist.

## § 291. Wanderungen und Turnfahrten.

Bei Wanderungen und Turnfahrten wird der Marsch als Dauerübung betrieben. Für solche Übungsmärsche und Wanderungen mögen folgende Gesichtspunkte gelten:

1. Die zu bewältigende Strecke muß der Marschfähigkeit der Teilnehmer angemessen sein, beträchtliche Leistungen mude man nur geübten Erwachsenen zu. Keinesfalls darf der Marsch zu Erschöpfungsercheinungen führen, wie sie als „allgemeine Muskelermüdung“ früher beschrieben sind

2. Die zu bewältigende Strecke ist nicht einseitig nach Zahl der Kilometer anzuschätzen, sondern die Beschaffenheit des Weges ist mit in Betracht zu ziehen. Eine Entfernung, die auf ebener fester Landstraße bequem zurückgelegt werden kann, erfordert womöglich das Doppelte an Kraftaufwand bei sandigem oder stark aufgeweichtem Boden. Weitere erschwerende Hindernisse sind widriger Wind; ferner Staub, Regen, Schnee, starke Hitze.

3. Die beste Marschzeit ist der frühe Morgen, da man dann am frischesten zum Wandern ist. Unmittelbar nach der Mahlzeit soll man sich keine Marschanstrengung zumuten. Nachtmärsche sind nie unbedenklich. Sie ermüden stärker, da das Gehen im Dunkeln stets mehr oder weniger das Gefühl der Unsicherheit erzeugt. Die Entbehrung des gewohnten Schlafes, an dessen Stelle eine anstrengende Muskel-tätigkeit gesetzt wird, erzeugt leicht Blutandrang zum Gehirn.

4. Der Marsch ist hier und da durch Marschpausen zu unterbrechen. Die erste wird am besten  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  Stunden nach dem Aufbruch vorgenommen, da dann die Muskeln am Schienbein, wie ihre Schmerzhaftigkeit dartut, am ehesten einer Entspannung bedürfen. Danach kann länger durchmarschiert werden. Die Marschpausen sollen nur kurz sein (etwa 5—7 Minuten) und im Stehen erfolgen. Niedersitzen macht erfahrungsgemäß zur Ermüdung nach dem Wiederaufrichten geneigter. Vor Erklommung einer steileren Anhöhe ist gleichfalls ein kurzer Halt zu machen, um mit frischer Kraft und ruhigem Atemgang das Steigen zu beginnen.

Wanderungen und Turnfahrten.

Marschstrecke.

Beschaffenheit des Weges.

Marschzeit.

Nachtmarsch.

Marschpausen.

Zunehmende  
Schnellig-  
keit.

5. Beim Marsch über längere Strecken schreite man nicht von vornherein in lebhaftestem Zeitmaß, sondern beginne langsamer und laufe sich allmählich in schnellere Gangart ein. Wenn der Soldat in voller Ausrüstung den Kilometer in noch nicht elf Minuten zurücklegt, so sollten erwachsene Turner, in leichtem Gewand und unbelastet, für den Kilometer höchstens zehn Minuten gebrauchen, Schüler von 15–17 Jahren zwölf Minuten, günstiger Marschweg vorausgesetzt. Geübtere sollen hier und da einen Schnellmarsch über 20–25 km mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von acht bis neun Minuten für den Kilometer versuchen.

Empfehlenswert ist es, bei solchen Schnellmärschen die Gangbewegung etwa alle  $1\frac{1}{2}$  Stunden durch einen kurzen Dauerlauf von sieben bis zehn Minuten zu unterbrechen.

Kleidung.

6. Hinsichtlich der Bekleidung beim Übungsmarsch oder längerer Wanderung ist in allererster Linie ein gutes bequemes, schon etwas ausgetretenes Schuhwerk wichtig. Nur nicht in neuen Stiefeln marschieren! Im übrigen sei die Kleidung bequem, an keiner Körpergegend beengend, und der Witterung angemessen. Wer genügend abgehärtet ist, wird selbst bei mäßiger Winterkälte (bis zu  $-2^{\circ}$ ) den Überzieher verschmähen. Andernfalls ist ein loser Wettermantel aus Lodenstoff am zweckmäßigsten.

Speise und  
Trank.

Trinkwasser.

7. Hinsichtlich der Erfrischung mit Speise und Trank gilt folgendes:

a) Gutes Trinkwasser in mäßiger Menge genossen ist beim Marsch nie schädlich. Ist das Trinkwasser sehr kalt, so warte man mit dem Trinken wenigstens, bis sich nach halt von einigen Minuten der Atem beruhigt hat.

b) Nächst gutem Quellwasser ist kalter Kaffee, Tee, Zitronensäure und Zucker in Wasser gelöst, auch Wasser mit etwas Essig als Getränk zu empfehlen und zum Mitführen in der Feldflasche am geeignetsten.

c) Von alkoholischen Getränken ist während des Marsches ein leichter Landwein in kleineren Mengen (50–100 g auf einmal, bei 6% Alkohol enthaltendem Wein also 3–6 g Weingeist entsprechend, 300–400 g im ganzen für einen 4–5 stündigen Marsch genossen, am besten mit etwas Wasser verdünnt) immerhin unschädlich, wie Untersuchungen über den Einfluß kleinerer Alkoholmengen dargetan haben — und wie die Erfahrung bei anstrengenden Märschen und Bergwanderungen beweist. Sowie aber dies Maß überschritten wird, wirkt Alkohol lähmend, beeinträchtigt also die Muskelarbeit. Namentlich sei vor dem Biergenuß gewarnt: 1 l Bier enthält schon 35 g,  $\frac{1}{2}$  l  $17\frac{1}{2}$  g Weingeist. Der erfahrene Wanderer weiß auch, daß Biergenuß während der Wanderung die Leistungsfähigkeit und Frische bald herabsetzt.

Schnaps ist ganz und gar zu verwerfen, namentlich auch die beleibte Art, in den „überhitzten“ Magen erst ein Gläschen Schnaps zu gießen, um dann ein Quantum Bier folgen zu lassen.

Nahrung.

d) Die Nahrung bei längeren Märschen sei gehaltvoll, aber von mäßiger Menge. Ein reichlicheres Mittagmahl taugt nicht für stramme Fußwanderungen. Zum Mitnehmen für unterwegs empfiehlt sich besonders eine Tafel guter Schokolade, auch Würfelzucker in Wasser zu lösen ist von Vorteil; ferner gekottene Eier, Käse, kaltes Fleisch, Schinken oder gute Fleischwurst mit Brot.

Sußpflege.

e) Bei mehrtägigen Wanderungen ist auf die Fußpflege besonderes Gewicht zu legen: abends Abreiben der Füße mit kaltem Wasser; bei Fußschweiß: Einpudern der Fußhohle mit Salizyl-Streupulver, Vasenoliform oder mit einer Salbe von Salizylsäure und Hammeltalg. Blasen an den Füßen sollen nicht unterwegs geöffnet werden, sondern sind des Abends im Quartier seitlich zu öffnen und mit einem Salizyl- oder Borsalbe-Druckverband (die Salbe ist in Zinntuben mitzuführen) zu verbinden.

f) Das lästige Wundwerden (sogenannter Wolf) zwischen den Oberschenkeln am Damme und am Hodensack ist am besten zu beseitigen durch Abwaschen mit „übersfetteter“ Seife, dann Abreiben mit Spiritus zum Trockenlegen und Überstreichen mit einer Salbe aus Talg, dem etwas Perubalsam oder Benzoeharz zugesetzt ist (Unna). Dundreiben

g) Auf die Darmentleerung ist bei mehrtägigen Wanderungen besonders zu achten. Bei Verstopfung ist ein mildes Abführmittel (1–2 Teelöffel Brustpulver) am Platz. Gegen Durchfall nehme man Tannigenpulver (je 1 g in Oblatentapsel) mit. Bei plötzlich entstandenem Durchfall heftigerer Art, so daß der Weitermarsch in Frage steht, ist das sicherste, durch eine Gabe Rizinusöl (1 Eßlöffel auf schwarzen Kaffee oder auf ein wenig Bier mit Bierschaum darüber genommen) die gärenden Massen aus dem Darm zu entfernen. Der Durchfall hört dann nach einigen flüssigen Entleerungen gewöhnlich von selbst auf. Derstopfung und Durchfall.

## Steigen.

### § 292. Das Steigen.

Das Steigen.

Unter Steigen als Bewegungs- oder Übungsform versteht man die Erhebung des Körpers mittels einer Geh- oder Schreitbewegung, welche in mehr oder minder zum Horizont geneigter Richtung erfolgt. Wir nennen diese Bewegung auch Aufwärtssteigen oder Anstieg im Gegensatz zum Abwärtssteigen, Niedersteigen oder Abstieg, bei welchem der Körper in zum Horizont geneigter Richtung nach abwärts getragen wird.

Das Steigen kann erfolgen:

1. Auf schiefer Ebene (Böschung, Anhöhe, Berg).
2. Auf horizontalen Platten, welche übereinander mit in der Regel gleichen Zwischenräumen in der Richtung einer schiefen Ebene angeordnet sind: T r e p p e ; Treppenleiter.
3. Auf in gleicher Weise angeordneten Stäben (Leiter), Stricken oder Drähten (Strick- und Drahtleiter).

Doch ist zu bemerken, daß beim Besteigen einer Leiter nur selten eine reine Steigbewegung bloß mittels der Beine erfolgt. Meist wird hier die Mitarbeit der Arme zu Hilfe genommen, und das Steigen wird dadurch zum Klettern. Diese Mitarbeit der Arme macht sich nötig, weil auf den Leitersprossen die Füße nur eine sehr kleine und bei der Seil- und Drahtleiter dazu auch noch schwankende, also doppelt unsichere Stützfläche finden. Mittels der Arme gewinnt der Körper also neue Stützpunkte; aber nicht nur das: die Arme helfen auch von ihren Stützpunkten aus durch Ziehen (Beugen) oder durch Stemmen (Strecken) den Körper aufwärtsbewegen. Klettern.

### § 293. Der Bewegungsmechanismus beim Aufwärtssteigen auf schiefer Ebene.

Der Bewegungsmechanismus beim Steigen.

Die Bewegung des Aufwärtssteigens auf schiefer Ebene, also eine Anhöhe hinan, entwickelt sich aus der Fortbewegungsart beim Gehen.

Handelt es sich z. B. um eine ganz sanft ansteigende Ebene (2,5–3%) und beträgt etwa die jedesmalige senkrechte Erhebung des Körpers bei einem Schritt 0,06 m statt 0,04 m auf der horizontalen, während die nachfolgende Senkung des Körpers dieselbe bleibt, also 0,04 m, so erfolgt eine Aufwärtsbewegung für jeden Schritt um  $0,06 - 0,04 = 0,02$  m. Steigen bei ganz sanft ansteigendem Boden.

Auf 1 km Wegelänge würde man bei einer Schrittgröße von etwas über 0,66 m 1500 Schritt gemacht haben und  $1500 \times 0,02 = 30$  m gestiegen sein, auf 10 km aber 300 m. Bei einem Körpergewicht von 75 kg wäre dieses also um 300 m gehoben worden, und die Steigarbeit betrüge (neben der Geharbeit im horizontalen Sinn)

$$75 \times 300 = 22\,500 \text{ mkg.}$$

Gleichwohl würde man bei einem so sanften Anstieg sich kaum der Arbeit des Steigens bewußt werden.



Fig. 441. Steigen auf ganz sanft ansteigender Ebene.

Anders werden diese Verhältnisse, sobald die zu ersteigende schiefe Ebene stärker geneigt ist. Die aufgenommenen Druckkurven zeigen dann gegenüber dem Gehen in der Ebene folgende Besonderheiten:

1. Die Zeit des Doppelstützes ist beim Steigen stets größer als beim einfachen Gehen, wo sie bei langsamem Gang  $\frac{1}{6}$  der Schrittdauer beträgt, um bei schnellstem Gange nahezu gleich Null zu werden. Der hintere Fuß drückt noch auf den Boden, und zwar mit stärkstem Druck, während der vorn angelegte Fuß bereits seine Stütztätigkeit begonnen hat. Diese Zeit des Doppelstützes, wo also beide Füße gegen den Boden stemmen, ist zugleich die Zeit der Erhebung des Körpers (ab in Fig. 442).

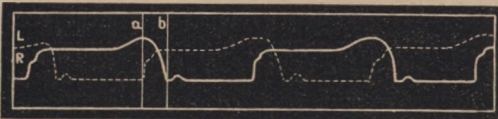


Fig. 442. Druckkurve des Treppensteigens nach Marey. — R Kurve des rechten, L des linken Fußes; a b Zeit des Doppelstützes.

prägt sich die Arbeit der Erhebung des Körpers durch besonders starke Druckerhebung in der Kurve aus (bei a in Fig. 442).

Diese senkrechte Erhebung ist bei ganz flach aufsteigender Ebene (oder bei sehr wenig geneigter Treppe) noch dem hinteren abstemmenden Bein überlassen, also wie beim Gehen auf der horizontalen Ebene. Je steiler aber der Aufstieg wird, um so mehr — und dies ist charakteristisch für die Steigbewegung — überträgt sich die Arbeit der Erhebung des Körpers auf das vorn aufgesetzte Bein, über welches dann also der Schwerpunkt schon gebracht sein muß.

Die Streckmuskeln des gebeugt vorn aufgesetzten Beines sind zu dieser Kraftleistung in die günstigste Lage versetzt: sowohl der Gesäßmuskel und der vierköpfige Schenkelstreckler als endlich — durch das Tieferstehen der Ferse beim Aufrufen der Fußsohle auf dem geneigten Boden — der Wadenmuskel sind stark gedehnt. Das Vornaufsetzen des vorderen Beins ist also zugleich eine ausholende Tätigkeit für die Streckmuskeln. Andererseits ist die Streckkraft des hinteren Beines schon verbraucht während das vordere Bein nach vorn und aufwärts gesetzt wird.

Nämlich beim Steigen auf stärker geneigter Ebene ist keine Rede von einem pendelartigen, mit geringem Muskelanstoß erfolgenden Vorschwingen des freien Hangbeins. Es muß vielmehr mit einer willkürlichen, nach der Steile des Weges bemessenen Beugebewegung erhoben und aufwärts gesetzt werden. Auch zu dieser Muskelstätigkeit werden beim Steigen die betreffenden Muskeln (die Beuger des Beins) durch die vorhergehende Bewegung (die starke Streckbewegung am Ende des Stützes) in ausholender Weise gedehnt. Jeder Akt der Gesamtbewegung ist also beim Steigen zugleich ein günstiges Ausholen für den folgenden Bewegungsakt.

Die horizontalen Schwankungen des Körpers von rechts nach links sind

Bewegung bei stärker ansteigendem Boden.

Längerer Doppelstütz.

Übertragung der Erhebung des Körpers mehr auf das vorn aufgesetzte Bein.

Aufsetzen des vorderen Beins.

Horizontale Schwankung des Körpers.

bei langsamem Steigen besonders ausgesprochen und stets stärker als bei entsprechendem Gang auf ebenem Boden.

Der vorn aufgesetzte Fuß trifft — wenn die Steigung des Bodens nicht <sup>Aussehen des Fußes.</sup> mehr ganz geringfügig ist — nicht mit der Ferse zuerst den Boden, sondern wird entweder gleich mit der ganzen Sohle oder mit der Fußspitze zuerst aufgesetzt. Da der mögliche Winkel zwischen Fuß und Unterschenkel im Sprunggelenk nie kleiner als  $60-55^\circ$  sein kann, so kann schließlich bei einem entsprechenden Grad von Steile die Ferse den Boden überhaupt nicht mehr berühren: die Steigbewegung findet dann nur noch auf dem Fußballen statt. Damit ist die Haftung des Fußes gegen den Boden auf der abschüssigen Ebene sehr erschwert; es kommt schließlich ein Grad <sup>Sehr starker Grad von Steile des Bodens.</sup> von Steile, wo nur auf rauhem Boden und mit rauhen Schuhsohlen (genagelte Bergschuhe) oder mit nackten Füßen, welche sich an den Boden anklammern und festsaugen können, ein Aufstieg überhaupt noch möglich ist.

Ist der Boden dabei ungleich gestaltet, so sucht der aufwärts zu stellende Fuß bei jedem Steigeschritt gewissermaßen tastend eine weniger geneigte, mehr halt gebende Stelle; ist der Boden lose (feines Gerölle, Sand, Schnee), so daß jeder Schritt einen Eindruck bewirkt, so gewinnt der Steigende dadurch eine bessere Haftfläche, daß er entweder die Füße stark auswärts setzt, oder daß er nicht geradeaus, sondern seitwärts gerichtet in Zickzackbahn geht, um möglichst wieder die ganze Fußfläche aufsetzen zu können.

Ungleichheit oder loser Boden.



Fig. 443.

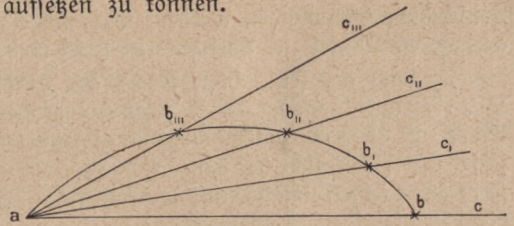


Fig. 444. a b ein Lauffschritt auf der Horizontalen a c. Auf der schiefen Ebene a  $c_{II}$  trägt dieser Schritt nur bis  $b_{II}$ , auf a  $c_{III}$  nur bis  $b_{III}$  und auf a  $c_{IV}$  nur bis  $b_{IV}$ .

Der ganze Körper wird bei etwas steilerem Anstieg vorwärts geneigt unter <sup>Dorneigung des Körpers</sup> Beugung im Sprung- und Hüftgelenk, gleich als ob der Körper eine Last auf dem Rücken trüge. Diese Vorwärtsneigung wächst unwillkürlich bei zunehmender Steile. Nur bei sehr hohem Grad von Steile ist ein zunehmendes Vorneigen des Körpers nicht mehr möglich, ohne daß die Knie und die vorwärtshängenden Arme den Steilhang berühren. Die Hände werden dann notgedrungen zum Stützen und Festhalten benutzt und bewegen sich gleichsinnig mit den Beinen; aus dem Aufwärtssteigen wird dann ein Aufwärtstklettern.

Erleichterung beim Steigen bietet die Hilfsnahme der Stütztätigkeit eines Armes mittels eines Wanderstabs oder Bergstocks. Wird er vorwärts aufgesetzt, so ermöglicht er dem Körper stärkste Vornüberneigung und damit vorteilhafteste Verlegung des Schwerpunktes nach vorn über das vorn aufgesetzte Bein, indem er das Vornüberfallen dabei verhindert.

Gebrauch eines Wanderstabs.

Aufwärtslaufen ist nur bei wenig ansteigendem Boden vorteilhaft. Da beim Lauf die Beine, während des Freiliegens gewissermaßen unter dem Körper weggezogen, für jeden Lauffschritt einen bestimmten Bogen über dem Boden beschreiben, so muß beim Laufen eine Anhöhe hinauf mit zunehmender Steile die Sehne dieses Bogens und damit auch die Länge des Lauffschritts immer kürzer werden. Schließlich <sup>Aufwärtslaufen.</sup>

ist mit der Laufbewegung nicht soviel Terrain zu gewinnen als mit der Schrittbewegung.

Beim Hinanstürmen auf eine steilere Anhöhe finden deshalb auch keine Laufbewegungen, sondern nur stärker beschleunigte Schrittbewegungen aufwärts statt. Liegt vor einem nicht allzu hohen, durch „Stürmen“ zu nehmenden Steilhang eine horizontale Ebene, so kann darauf vorher ein kräftiger Anlauf genommen und die dadurch dem Körper mitgeteilte lebendige Kraft für die ersten Steigschritte, wenn sie einander sehr schnell folgen, aufs wirksamste verwendet werden. Auf diese Weise lassen sich Anhöhen nehmen (z. B. sehr steile Böschungen, Schrägmauern u. dgl.), die zwar nur von beschränkter Höhe sein dürfen, andererseits aber zu steil sind, um ein einfaches Hinansteigen zu gestatten.

Anstürmen  
auf eine  
Anhöhe.

### § 294. Das Aufwärtssteigen auf einer Treppe.

Auch beim Treppensteigen wird, und zwar um so mehr, je eiliger gestiegen werden soll, der Rumpf vornüber gebeugt, und es überträgt sich die Steigarbeit immer mehr auf das vorn aufgesetzte Bein. Nur mit dem wichtigen Unterschied, daß die horizontalen Platten der Treppen stets dem Fuß eine sichere Unterstüßungsfläche gewähren und selbst bei sehr steilen Treppen eine solche Unsicherheit der Haftung des Körpers, wie sie bei entsprechend steiler Ebene vorhanden ist, nicht eintritt. Infolgedessen können mittels Treppen die steilsten Steigungen bis nahe zur Senkrechten überwunden werden, während eine geneigte Ebene schon bei einem viel geringeren Winkel zur Horizontalen nicht mehr ersteigbar ist.

Je nach der senkrechten Höhe der Treppenstufen übereinander, je nach deren Breite und damit auch je nach der größeren oder geringeren Steile der ganzen Treppe ist diese mehr oder weniger bequem und schnell zu ersteigen. Sind die Stufen so schmal, daß nicht der ganze Fuß, sondern nur die Ballen aufgesetzt werden können, so ist das Steigen unsicher und unbequem. Ebenso steigt man unbequem auf zu breiten oder zu niedrigen Treppenstufen. Da die gewöhnlichen Treppen allenthalben ziemlich ähnliche Verhältnisse in bezug auf Höhe und Breite der Stufen besitzen (die Treppenstufen werden meist 15–20 cm hoch und 25–30 cm breit angelegt, was einem Steigungswinkel von 35–30° entspricht), so ist eine bestimmte Art der Steigbewegung unseren Bewegungsorganen besonders geläufig und halbautomatisch geworden. Jede Abänderung der gewohnten Verhältnisse in der Anlage der Treppen macht daher leicht stolpern, wenn nicht unausgesetzt auf jeden Schritt beim Steigen Obacht gegeben wird.

Höhe und  
Breite der  
Treppen-  
stufen.

### § 295. Steigen, Klettern und Klimmen auf der Leiter.

Beim Steigen auf der Leiter hat der Fuß als Unterstüßungsfläche nur die quere Sprosse der Leiter. Das Aufwärtssteigen ohne Unterstüßung der Hände ist daher ein sehr unsicheres, erfordert unausgesetztes Balancieren des Körpers und ist allenfalls auf der schrägen Holzleiter möglich, so gut wie gar nicht aber auf der Strick- und Drahtleiter.

Gewöhnlich werden beim Leitersteigen unter Vorwärtsneigen des Körpers die Holme oder Leitersprossen mit den Händen gefaßt und die Hände im Gegeninne zu den Beinen bewegt: mit dem Steigtritt links greift die rechte Hand aufwärts und so fort. Wir nennen diese Bewegung nicht mehr Steigen, sondern Aufwärtsklettern. Dabei stützen entweder die Arme den Körper nur so weit, daß er nicht

Steigen,  
Klettern und  
Klimmen.

Aufwärts-  
klettern.

vornüber auf die Leiter fällt, und sichern die Gleichgewichtserhaltung, oder sie helfen den Beinen bei der Steigarbeit, indem sie durch Beugung der gestreckt aufwärtsfassenden Arme den Körper nach sich in die Höhe ziehen. Diese Bewegung des Schwerpunkts nach oben durch die Zugkraft der Arme nennt man Klimmen. Steht die Leiter beinahe senkrecht, ganz senkrecht oder gar über die Senkrechte hinaus nach rückwärts (Klettern an der Rückseite der schrägen Leiter; Klettern auf einer Feuerwehrlleiter, die mit ihrem oberen Ende auf einem vorspringenden Gesims festhängt, während das untere Ende sich an die zurüdliegende Hauswand anlehnt usw.), so hängt der Körper an den Armen, so daß er nicht nach hinten abfällt (Sig. 445).



Klimmen.

Sig. 445.

Auf weitere Geräte, wie Sprossenmast, Knotentau, Kletterwand usw., braucht hier nicht eingegangen zu werden, da die Art der Aufwärtsbewegung hier keine grundsätzlich verschiedene ist.

### § 296. Abwärtssteigen.

Beim Abstieg von einer Höhe kommt es darauf an, die beschleunigende Wirkung der Schwerkraft nach abwärts in eine gleichmäßige, periodische Bewegung zu verwandeln und mit jedem Schritt den Fallsturz aufzuhalten. Dies geschieht beim Niedersteigen auf mäßig geneigter Ebene oder Treppe dadurch, daß der Schwerpunkt so lange auf dem hinteren langsam sich beugenden Beine ruht, bis das vordere, erst gebeugte und pendelartig vorschwingende, dann gerade gestreckte Bein den Boden oder vielmehr die nächst untere Treppenstufe erreicht hat. Dabei wird der Körper gestreckt gehalten, ja bei stärkerer Steile etwas nach hinten gebeugt so, als ob er vorn eine Last trüge. Sowie das vordere gestreckte Bein Boden gefaßt hat, übernimmt es die Tragung des Schwerpunktes und beugt sich, um dem inzwischen vom Boden abgelösten Bein zu gestatten, daß es einen neuen Stütz abwärts suche usw.

Abwärtssteigen.

Bewegung beim Abstieg.

Bei dieser Lastübertragung und Fallhemmung fällt fast ausschließlich dem vierköpfigen Schenkelstrecker die Aufgabe zu, das vorn abgesetzte Bein wie einen starren Stab gestreckt zu halten und Einknickung im Kniegelenk zu verhindern. Dieser Muskel wirkt also bei jedem Schritt abwärts allein der Fallwirkung der gesamten Körperlast entgegen und bietet deshalb bei längerem Abstieg oft die Zeichen örtlicher Muskelermüdung dar. Hier ist also die Arbeit weniger glücklich auf viele Muskeln verteilt wie beim Aufwärtssteigen, daher der Abstieg vielfach als „anstrengender“ empfunden wird als der Aufstieg. Weiter sind beim Abstieg die Strecker des Rumpfes in steter Spannung, um den Rumpf rückwärts gestreckt zu halten, während umgekehrt beim Aufstieg die Bauchmuskeln unausgesetzt mit in Tätigkeit sind.

Tätigkeit des Schenkelstreckers beim Abstieg.

Beim Abstieg auf einer stark geneigten Ebene (Steilhang) bohrt sich der abwärts gesetzte Fuß, wenn der Boden nicht zu hart ist, bei jedem Schritt abwärts mit der Ferse oder dem Absatz geradezu in den Boden ein, um dem Körper Halt zu geben und Absturz zu vermeiden. Oder man sucht eine größere Stützfläche zu gewinnen und zugleich die Wirkung der geradeaus abwärts ziehenden Schwerkraft abzuschwächen dadurch, daß man abwärts eilt mit weit auseinandergespreizten Beinen und stark auswärts gesetzten Füßen, wobei der Schwerpunkt des Körpers von einer Seite zur andern in einer Zickzacklinie bewegt wird.

Abstieg auf stark geneigter Ebene.





Je nach der Art zu gehen wechselt die verhältnismäßige wie die absolute Größe dieser Arbeitsleistungen sehr stark. Jedoch ist der Wert von 3 stets sehr gering (0,3 mkg bei jedem Schritt ist oben als reichlich hohe Schätzung angegeben), während — abgesehen von sehr langsamem Gang — der Arbeitswert von 2 größer als der von 1 ist.

Anders beim Steigen. Hier wird die Arbeit der senkrechten Erhebung (1) mit zunehmender Steile immer größer, immer mehr ausschlaggebend und bestimmend, während die Arbeit des Vorwärtstragens in horizontaler Richtung immer geringer wird. Größer wird aber auch der Wert von 3: die Arbeit des Vor- und Aufwärtsgehens des vorderen gebeugten Beins. Dieser Wert berechnet sich allerdings mit unter 1: denn das Gewicht des bereits aufgehobenen und vorwärtsgeführten Beins braucht bei der nachfolgenden Erhebung der gesamten Körperlast nicht noch einmal mit berechnet zu werden.

Schon oben ist gezeigt, daß das Bergsteigen zu denjenigen Arten von Dauerübungen gehört, welche die größtmöglichen Arbeitssummen deren der menschliche Körper fähig ist, ohne erschöpfende Ermüdungserscheinungen zu leisten gestatten. Schon allein eine Steigarbeit um 2500 m Höhe bei sehr guten Wegen würde bei 75 kg Körpergewicht und 10 kg Kleidung und Ausrüstung betragen:  $85 \cdot 2500 = 212500$  mkg

dazu horizontale Fortbewegung (9 km nach der Formel  $s_{12}^2$ ):  $17708$  „  
 d. i. zusammen 230208 mkg.

Dazu kommt noch die gesteigerte Arbeit des Herzmuskels und der Atemmuskeln, welche schon für gewöhnlich 15% des gesamten Stoffumsatzes beansprucht.

Geltend machen sich ferner noch die besonderen Einwirkungen der Höhenluft. Zunz zeigte, daß mit zunehmender Höhe der Sauerstoffverbrauch in stetig steigendem Maße wächst. Die Steigerung des Stoffwechsels betrug auf dem Monte Rosa in etwa 4500 m Höhe bei Ruhe 44%, bei Arbeit 70% im Vergleich zum Stoffwechsel in der Ebene. Nach Mosso tritt in verdünnter Bergluft auch Verminderung der Kohlensäure im Organismus (Atapnie) ein. Der Meinung, daß die Atapnie Ursache der Beschwerden in der Höhenluft sei, kann Zunz nicht beitreten.

Hier ist weiter der Einflüsse zu gedenken, welche den als Bergkrankheit bezeichneten Zustand hervorrufen. Versagen der Körperkräfte und das Gefühl vollkommener Muskelschwäche sind neben Übelkeit, Erbrechen, Verdunkelung des Sehens und Störungen des Blutkreislaufs die hauptsächlichsten Erscheinungen dieses oft recht plötzlich eintretenden Zustandes. Weiter ist die Einwirkung der Kälte im Hochgebirge zu erwähnen. Dazu kommt das gefährvolle Klettern an Steilhängen, das ermüdende Gehen im Schnee und Eis und endlich die mächtige Beeinflussung des Nervensystems, welche die Erhabenheit und Einsamkeit der Hochgebirgsnatur einerseits, die stete Spannung und Aufmerksamkeit bei gefährdrohendem, schwierigem Pfad andererseits erzeugen. Diese oft so bewundernswerten Leistungen menschlicher Tatkraft lassen sich nicht in kalten Ziffern ausdrücken.

Berg-  
krankheit.

## § 298. Einwirkung des Steigens auf den Körper.

Der Übungscharakter des Steigens ist je nach der Art des Steigens ein ganz verschiedener.

Das Steigen und Klettern an der Holzleiter, der Draht- und der Strickleiter, mit sehr beschränkter Stützfläche für die Füße, zählt in ausgesprochenem Maße zu den Geschicklichkeitsübungen.

Leitersteigen  
und  
Klettern.

Ausnahmsweise gewinnt das Steigen den Charakter einer reinen Schnelligkeitsübung, nämlich bei schnellstem Hinanstürmen einen Abhang (oder eine Treppe) hinauf. 80—100 m hoch in schnellstmöglichem Zeitmaß einen Abhang hinauf-

Steigen als  
Schnellig-  
keitsübung.

eilen, beschleunigt in gleicher Weise Herzschlag und Atmung bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit, wie dies auch bei schnellstem Lauf etwa über 200 m der Fall ist. Ebenso stellt sich eine Erhöhung der Blutwärme ein. In der Ruhe kehrt zuerst die Atmung zum gewohnten Rhythmus zurück, während die Beschleunigung der Herz-  
tätigkeit langsamer abklingt.

Der sache von  
Mosso über  
eine Höhe  
von 100 m.

Eine Reihe hierher gehöriger Versuche hat Angelo Mosso in seinem prächtigen Werke: „Der Mensch auf den Hochalpen“ mitgeteilt. Es handelt sich um eine Höhe von 100 m, die in einer Neigung von 50% von einer Reihe im Bergsteigen geübten Versuchspersonen in schnellstem Zeitmaß erstiegen wurde.

Von den Ergebnissen seien folgende mitgeteilt, da sie früher über die Wirkung der Schnelligkeitsbewegungen Gesagtes wirksam illustrieren.

## I.

	Puls (in der Minute)	Atmung (in der Minute)	Blutwärme (Grad)
Dor dem Anstieg . . . . .	60	15	37,2
Anstieg 100 m hoch in 6 Min. 55 Sek.			
Kurz nach dem Anstieg . . . . .	114	30	37,7
Etwa 10 Minuten später . . . . .	84	21	37,8

Die Atmung kehrte zur Norm zurück nach etwa 27 Minuten in der Ruhe.

Der Puls kehrte zur Norm zurück nach etwa 1 Stunde in der Ruhe.

Die Körperwärme kehrte zur Norm zurück nach etwa 1 Stunde in der Ruhe.

## II.

	Puls	Atmung
Dor dem Anstieg . . . . .	70	19
Anstieg 100 m in 4 Min. 33 Sek.		
Direkt nach Erreichung des Ziels etwa 1 Minute lang . . .	fadenförmig und nicht zu zählen	
Nach 1½ Minuten . . . . .	150	31
Nach 38—40 Minuten . . . . .	90—94	18
Nach 1 Stunde 40 Minuten . . . . .	72	17

## III.

	Puls	Atmung
Dor dem Anstieg . . . . .	98	20
	(aufgeregt durch Gemütsbewegung)	
Anstieg 100 m in 3 Min. 45 Sek.		
Unmittelbar nach Erreichung des Ziels 2 Minuten lang . .	fadenförmig und nicht zu zählen	38
Nach einer weiteren Minute . . . . .	140	33
11 Minuten nach Erreichung des Ziels . . . . .	120	20
Nach 1½ Stunde Ruhe . . . . .	96	18

Die Atmung wurde nach längerer, dem Aufstieg folgender Ruhe also wiederholt etwas weniger häufig als vor dem Hinanstürmen und zudem zwei bis viermal so tief gefunden als vorher.

In der Regel wird das Steigen, d. h. das Bergsteigen als Dauerübung ausgeführt, also in einem Zeitmaß, welches Herz- und Atemtätigkeit nicht in kurzer Frist bis zur Höchstgrenze unter Eintreten von Ermüdungserscheinungen steigert, sondern nur so weit, daß die Vermehrung der Herz- und Lungentätigkeit in gewissen Grenzen bleibt, welche eine Fortsetzung der Bewegung über eine Reihe von Stunden gestatten.

Steigen als  
Dauer-  
übung.

Einfluß auf die Körperwärme.

Die Stoffumsetzungen im Körper, welche mit einer solchen Summe von Arbeitsleistung, wie das Bergsteigen sie erfordert, verbunden sind, bleiben in den meisten Fällen nicht ohne Einfluß auf die Blutwärme. Wie wir in dem vorhin angeführten Versuche (I) eines schnellsten Steigens auf 100 m Höhe schon eine namhafte Erhöhung der Blutwärme um  $0,6^{\circ}$  erfolgen sahen, so tritt bei längerem anstrengenden Bergsteigen eine solche Steigerung der Körperwärme ebenfalls bei den meisten Bergsteigern ein und kann selbst  $1-2^{\circ}$  betragen, d. h. vorübergehend Fieberhöhe erreichen. Allerdings walten hier je nach dem Grade des Geübtheits und je nach dem Grade der Vollkommenheit, mit der alle Lebensvorgänge in den Geweben des Körpers sich abspielen, bei den einzelnen sehr große Unterschiede ob.

Einfluß auf Atmung und Herzschlag.

Die hervortretendste und wichtigste Einwirkung des Bergsteigens ist die auf Atmung und Herzarbeit. Die Atmung wird entsprechend der Summe von Muskelarbeit beim Steigen, wozu noch der größere Sauerstoffbedarf in der Höhenluft kommt, sowohl durch Vermehrung der Atemzüge als namentlich dadurch eine weit umfangreichere, daß bei jedem Atemzug der Brustkorb nach allen Durchmessern hin mehr erweitert wird. Der Atemumfang wächst daher beim Bergsteigen auf das Vielfache gegenüber dem Atemumfang in der Ruhe an.

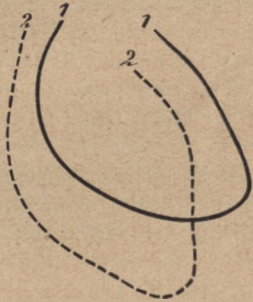


Fig. 447. Korporal C. 1. Form und Lage des Herzens vor dem Bergaufstiege; 2. nach dem Bergaufstiege (600 m). Verschiebung der Herzgrenze nach rechts (links auf der Figur). (Mosso, Der Mensch auf den Hochalpen.)

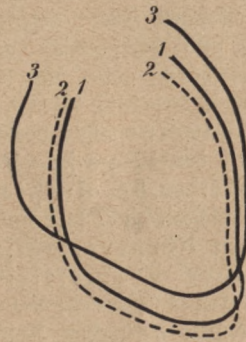


Fig. 448. Soldat S. Lage und Form des Herzens: 1. im Ruhezustande; 2. nach einem kleinen Aufstiege; 3. nach größerem Aufstiege zur Hütte Königin Margherita auf dem Monte Rosa. (Mosso, Der Mensch auf den Hochalpen.)

In gleicher Weise wächst der Umfang der Herzarbeit um das 4-5fache, beides ohne Zutun des Willens auf rein automatischem Wege.

Allerdings ist die Erhaltung des Gleichgewichts zwischen Anforderung und Leistung in bezug auf die Atem- und Herztätigkeit nicht immer so leicht. Einfach gestaltet sie sich bei durchweg gleichmäßiger Steigung des Weges. Eine solche ist indes nur auf den bequemen Fahrstraßen unserer Mittelgebirge oder bei einer Gestaltung der Bergformen vorhanden, welche gleichmäßig ansteigende Fußwege anzulegen gestattet. In den meisten Fällen wird aber die Steigung des Weges eine ungleichmäßige sein, steilere bis steilste Strecken wechseln mit sanfterem Anstieg, schlüpfrige Wegstellen, nachgiebiges Geröll, im Hochgebirge auch frischer Schnee, in den man bei jedem Schritt tief einjunkt, vermehren schnell die Muskelarbeit bei den Steigschritten. Hier tritt dann auch leicht vorübergehende Atem- und Herzerschöpfung ein; der Bergsteiger empfindet lästiges Herzklopfen, der Puls wird unregelmäßig, die Schleimhäute verfärben sich bläulich (Cyanose), und gleichzeitig eintretende Atemnot hindert das Weitersteigen. Es bedarf dann oft mehrerer Minuten und länger der Ruhe, um die beklemmenden Ermüdungserscheinungen zu überwinden und die

Vorübergehende Übermüdung des Herzens und der Atmung.

Bewegung fortzusetzen. Solche Übermüdung äußert sich am Herzmuskel vor allem auch dadurch, daß das Herz, und zwar in erster Linie das weniger muskelkräftige rechte Herz, sich nicht vollständig bei der Zusammenziehung zu entleeren vermag. Die rechte Herzkammer erfährt infolgedessen eine Erweiterung, so daß der Herzumfang vergrößert wird. Beistehende Fig. 447, dem Werke von Mosso entnommen, stellt den durch die Perkussion bestimmten Umriß des Herzens in der Ruhe und die Veränderung dieses Umrisses durch Bergsteigen (1½ Stunden lang mit einer Belastung von 15 kg) dar. Man sieht deutlich die Verbreiterung des Herzens, sowie daß die Herzspitze nach unten gerückt ist. Ähnliche Einwirkungen zeigt hinsichtlich der Verbreiterung des Herzens Fig. 448, während hier umgekehrt die Herzspitze nach oben verschoben ist. Zuverlässige orthodiagraphische Messungen der Herzveränderungen nach Bergsteigen, mittels des Röntgenapparates gewonnen, liegen meines Wissens noch nicht vor.

Zur wirklichen Überanstrengung des Herzens führen indes nur längere und stark erschöpfende Bergbesteigungen und dann auch wohl nur da, wo eine Überschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit vorhanden war. So ist stets ein Teil der Todesfälle in den Alpen auf Überanstrengung und Lähmung des Herzens zurückzuführen. In erschütternder Weise ist der Tod der Gebrüder Zoja im Jahre 1896 von Dr. de Silippi in dem Mosso'schen Buche geschildert. — In anderen Fällen kann dauernde Herz-erweiterung und Herzschwäche nach Überanstrengung zurückbleiben. Inwieweit die vielfach gemachte Angabe, daß Alpenbewohner ungemein häufig an Herzerkrankung zugrunde gehen, tatsächlich zutrifft, dafür konnte ich keine ziffermäßigen Belege auffinden.

Um andauernd ohne vorchnelle Ermüdung steigen zu können, muß man der Beschaffenheit des Weges stets Rechnung tragen und vor allem um so langsamer steigen, je steiler der Aufstieg ist.

Die Möglichkeit einer sehr guten Dauerleistung beim Bergsteigen hängt ferner von der jeweiligen Körperverfassung ab, und hier namentlich vom Grade des Geübts- oder Träniertseins. Heißt Geübtssein bei Geschicklichkeits- und Kraftübungen eine bestimmte Bewegung unter Vermeidung unnötiger Mitbewegungen mit dem denkbar geringsten Kraftaufwand ausführen, also Kraft sparen, so heißt Geübtssein bei Dauerbewegungen, bei denen es sich um bedeutenden Stoffumsatz handelt, auch Stoff sparen. Zweierlei hat der träniertere Bergsteiger voraus vor dem ungeübten: seine Muskeln arbeiten mit sparsamerem Stoffumsatz, und seine Lungen sind atemtüchtiger geworden.

So notwendig für anstrengendere große Bergbesteigungen allmähliche Einübung ist, es wird doch inmier wieder hiergegen gesündigt. Leute, die früher einmal sich als gute Bergsteiger erwiesen, aber dabei im Flachlande von jeder körperlichen Dauerarbeit wieder entwöhnt sind, benutzen oft genug wenige Ferientage zu einem Ausflug in die Alpen und beginnen, obschon noch gar nicht in der entsprechenden Körperverfassung, sofort mit anstrengenden Hochtouren. Kein Wunder, wenn solche Leute, weil wenig widerstandsfähig und bald erschöpft, der Bergkrankheit unterliegen und die Ziffer der Unfälle in den Alpen vermehren. —

Ins Gewicht fällt ferner beim Steigen der Rhythmus der Atmung. Schon beim gewöhnlichen Gehen verbindet sich ganz von selbst der Atemgang irgendwie mit dem Rhythmus des Gehens, so daß auf einen Atemzug stets dieselbe Zahl von Schritten entfällt. Dasselbe ist der Fall auf bequemen Wegen mit geringerer oder mittlerer Steigung. Ein geübter Bergsteiger macht bei mittlerer Steigung auf jeden Atemzug gewöhnlich drei Schritte. Ist der Weg bergan indes von ungleicher Beschaffenheit, müssen kleinere oder größere Hindernisse, hohe Steine und Steinstufen, Böschungen usw. mit sprunghaften Steigschritten überwunden oder durch Aufschwüngen

Über-  
anstrengung  
des Herzens.

Berück-  
sichtigung  
der ver-  
schiedenen  
Steile des  
Weges.

Körperver-  
fassung und  
tränierter  
Zustand.

Anstrengen-  
de Hoch-  
touren bei  
Ungeübten.

Atemrhyth-  
mus beim  
Steigen.

an einem in der Höhe gefassten Aste, Festhalten an stärkerem Wurzelwerk usw. erflommen werden, so wird auch der Rhythmus des Atmens gestört und der Atemgang mehr willkürlich. Es ist wesentlich, nach solchen besonderen Unterbrechungen gleichmäßig sich verbindenden Rhythmus der Atem- wie der Steigbewegung wiederzugewinnen.

Aus demselben Grunde ist es bei etwas steilerem Aufstieg verkehrt, den rhythmischen Atemgang durch Sprechen, Schreien, Singen—oder durch Rauchen zu beeinträchtigen.

Für Leute mit Kreislaufstörungen (z. B. mit Setzherz, übermäßiger Setzleibigkeit u. dgl.) gibt Oertel die Vorschrift, auf jeden einzelnen Schritt beim Steigen einen Atmungsakt vorzunehmen: auf den einen Schritt immer ein-, auf den andern immer auszuatmen.

Wie das Bergsteigen die Herzarbeit bis zur Ermüdung steigern kann, sahen wir oben. Es muß aber auch besonders betont werden, daß die Bewegung beim Steigen andererseits die Herzarbeit erleichtert und den Blutumlauf fördert. Und zwar beruht dies darauf, daß die Bewegung des Steigens in hervorragender Weise die Hilfskräfte des Kreislaufs in Tätigkeit setzt. In erster Linie ist hier die Lungentätigkeit zu nennen. Die nach allen Durchmessern hin erfolgende mächtige Erweiterung des Brustkorbes saugt bei der Einatmung jedesmal eine größere Blutmenge zum Herzen hinan und verhindert Störungen im Blutumlauf. Es sind ferner die rhythmischen Muskelbewegungen des Steigens, die nicht nur an sich den Kreislauf fördern, sondern auch den früher beschriebenen Saug- und Druckapparat, welcher durch die Lage der großen Schenkelblutadern zu den Leistenbändern und zur Schenkelbinde bis zur Kniekehle herab sich ergibt, in hervorragender Weise in Tätigkeit setzen.

Einfluß auf den Blutkreislauf.

Die vermehrte Atemtätigkeit in reinster Atemluft, die Einwirkung des Sonnenlichtes, die wohlthätige Erregung des gesamten Nervensystems tragen weiterhin zur Hebung der Blutbildung, d. h. zur Bereicherung des Blutes mit sauerstofftragenden roten Blutkörperchen bei. Zunh hat diese schon früher behauptete, aber auch wieder bestrittene Einwirkung der Höhenluft (über 1500 m hinaus) sichergestellt.

Einfluß auf die Blutbildung.

Was nun endlich die Einwirkungen des Bergsteigens auf das Nervensystem betrifft, so sind diese außerordentlich vielgestaltig. Wohlthuend und erfrischend auf das gesamte Nervenleben und damit auf alle Körpertätigkeiten wirken die mit dem Bergsteigen meist verbundenen Gemütsanregungen.

Einwirkung auf das Nervensystem.

Zunächst die erhebende Wirkung, welche die wechselnde Fülle von Naturindrücken bietet: Ausblicke bald ins weite Land und über aufragende Gebirge, bald in lauschige Täler und auf großartige Fels- und Waldmassen. Diese Eindrücke steigern sich aufs höchste in der erhabenen Einsamkeit und Majestät des Hochgebirges. Weiter weckt die reine, oft auch stark bewegte und kühle Bergluft ein wohlthuendes Gefühl von Frische und, in Verbindung mit den Schwierigkeiten und Mühsalen der Bergersteigung, auch von Regungs- und Kampfesfreudigkeit. Diesen anregenden und die Nervenarbeit erleichternden Gefühlen stehen indes unter Umständen Gefühlseinwirkungen entgegen, welche die Kraft und Leistungsfähigkeit des Nervensystems herabstimmen. Anhaltend ungünstige Witterung, welche jeden Ausblick benimmt, schweres Unwetter, gegen welches man schlecht geschützt ist, ungangbar gewordene Wege und was alles für üble Zufälle den Bergwanderer treffen können, lähmen die Tatkraft und leisten vorzeitiger Ermüdung Vorschub. Solche unglücklichen Ereignisse machen ihren die Nervenkraft herabmindernden Einfluß vor allem im Hochgebirge geltend. Sie verstärken hier wesentlich alle Ermüdungserscheinungen, wie sie durch die starke Muskelarbeit und die stete gespannte Aufmerksamkeit bei schwierigen Wegen ohnehin schon gegeben sind. Namentlich ist es hier die Bergkrankheit, deren Ausbruch wesentlich durch die Erschöpfung und Ermüdung des Nervensystems mit bedingt ist.

Anregende und schwächende Gefühlempfindungen.

### § 299. Einige Winke für größere Bergwanderungen.

Wenn hier einige Winke für Bergwanderungen gegeben werden, so sind dabei Wanderungen in unseren größeren Mittelgebirgen sowie solche Alpenwanderungen ins Auge gefaßt, welche sich auf die mehr gangbaren Pässe und Höhen beschränken. Schwierige Hochtouren erfordern besondere Vorbereitung und Ausrüstung.

**Kleidung.** Als Unterkleidung empfiehlt sich ein Baumwoll- oder Flanellhemd auf bloßem Leibe zu tragen auch für solche, die sonst an Leinenwäsche gewöhnt sind. Wollhemden sind nicht unbedingt zu empfehlen, da sie bei Märschen lästigen Hautreiz verursachen. Als Beinbekleidung empfiehlt es sich, Kniehose und lange Strümpfe zu tragen. Das Tragen einer Weste ist überflüssig. Der Rock sei, wie das Beinkleid, am besten von gutem Lodenstoff, zweireihig, oben geschlossen und nicht zu kurz; die Taschen hinreichend groß und mit Wollstoff gefüttert, wie auch das Rockfutter von leichtem Wollstoff sein soll. Der zweckmäßigste Mantel ist ein rundum geschlossener Wettermantel aus Loden mit Loch in der Mitte zum Durchstecken des Kopfes und seitlichen Schlitzen für die Arme. Der Wettermantel ist zum Schutz gegen Regen wasserdicht zu imprägnieren. Der beste Hut ist ein weicher Filz (solcher aus Hasenhaar ist besonders leicht und angenehm), innen mit einem Woll- oder Flanellstreifen versehen an Stelle des leider noch üblichen Schwitzlederstreifens. Eine Schnur zur Sicherung des Hutes bei Sturm darf nicht fehlen.

**Schuhwerk.** Ganz besonders ist auf richtige Fußbekleidung zu achten. Der Schuh — am besten derber Schnürschuh — habe breite dicke Sohlen und breite niedrige Absätze. Daß man mit einem neuen und womöglich zu engen Schuhwerk keine größeren Bergwanderungen unternehmen kann, versteht sich von selbst. Der Schuh darf aber auch nicht zu weit sein, weil sonst die Zehen nach vorn rutschen und schmerzhaft zusammengedrückt werden (vor allem beim Abstieg), während die Hacke schlappt und leicht die Ferse wund reibt. Vor Antritt der eigentlichen Bergwanderung sind die Schuhe kunstgerecht zu benageln. Die Schulter am Fuße des Gebirges verstehen das richtiger zu machen als die Schuster daheim im Flachlande. Die Schuhe sind nicht zu wachsen, sondern mit Fett einzuschmieren.

**Rucksack und sein Inhalt.** Zum Mitführen aller nötigen Gegenstände gebraucht man den Rucksack aus grobem wasserdichten Leinenstoff, oben mit derber Schnur geschlossen und an Riemen wie ein Tornister getragen. Alle kleineren Gegenstände darin sind am besten in wasserdichten kleinen Säcken aufzubewahren. Man packe den Rucksack derart, daß da, wo er auf dem Rücken anliegt, die weicheren Sachen liegen.

In den Rucksack kommt die notwendigste Wäsche, wie Hemden, Strümpfe, Schnupftuch usw. Ferner Seife, Kamm, Zahnbürste, Trinkbecher aus Leder, Schere und Nähzeug, Eßbesteck, Notizbuch, Reisehandbuch, Landkarte, Kompaß.

Gegen etwaige leichte Erkrankungen und Verwundungen führe man etwa mit: 1. Doversche Pulver in halben Grammen abgeteilt oder Opiumtinktur gegen Durchfall; 2. ein kleines Gläschen Kognak; 3. Heftpflaster in einem Blechdöschen; 4. ein Wundpäckchen, bestehend aus antiseptischer Gazekompressen, kleiner Mullbinde und Sicherheitsnadel in wasserdichten Überzug eingenäht; 5. eine Tube Borvaselin oder Borlanolin; 6. eine kleine Blechdose mit Streupulver (Talk, kohlensaure Magnesia oder Lykopodium). — Wegen der Behandlung des sogenannten „Wolfs“ s. o. § 291.

**Proviand.** Als Proviand für eine längere Fußwanderung kann man mitnehmen: Speck, Brot, geräucherter und gepreßter Fleischwurst (sogenannter Landjäger), Büchsenfleisch; ferner Schokolade, Zucker. Als Getränk: leichter Landwein.

**Bergstoß.** Der Bergstoß aus zähem Eschenholz mit Stahlspitze sei 2 m lang. Den rechten Gebrauch des Bergstoßes zur Förderung des Aufstiegs, zur Hemmung des Abstiegs, zur

Überwindung von Gräben und Wildbächen usw. muß man erst lernen. Bei Hochwanderungen tritt an Stelle des Bergstocks der Eispidel.

Wichtig ist es für die Wanderung, daß man schon einigermaßen dazu angeübt ist. Bevor man in die Berge geht, sollte man daheim durch tüchtige Märsche nicht nur über gute ebene Straßen, sondern auch querfeldein über Stoppelfelder, Gräben, steinige Halden, Gestrüpp usw. sich die nötige Marschtüchtigkeit erwerben. Im Gebirge selbst fange man mit mäßigeren Märschen und geringeren Höhen an, um sich allmählich zur Bezwingung größerer Leistungen zu tränieren.

Dorübung.

Zur Bergwanderung stehe man in aller Frühe auf und lege den stärksten Marsch des Tages in den Frühstunden zurück. Auf den Nachmittag verlege man nicht zu viele Marschstunden mehr: das Abendessen mundet und bekommt besser, und der Schlaf ist fester und erquicklicher, wenn man nicht unmittelbar vorher erschöpft angekommen war.

Zeit und Art  
des Berg-  
wanderns.

Den Marsch beginne man langsam und steige überhaupt nur mit mäßiger Geschwindigkeit, aber in ganz regelmäßigem, gleichem Gang stundenlang durch. Bei stärkerer Steigung mache man mindestens nach jeder Wegstunde einen Halt von höchstens 10 Minuten, und zwar stehend.

Wer gute Marschleistungen erzielen und stets frisch bleiben will, enthalte sich während der Wanderung jeglichen Übermaßes an geistigen Getränken und gelegentlicher Kneipereien. Das beste Getränk unterwegs ist etwas Wasser, welches im Gebirge meist in herrlicher Beschaffenheit sich vorfindet. Ferner ist Milch ein vortreffliches Getränk bei der Wanderung und in den Viehhütten und Gebirgsdörfern stets zu haben. Sie bekommt indes nicht jedem.

Geistige  
Getränke.

Bezüglich der Körperpflege ist Reinlichkeit allererstes Gebot. Ein kurzes erquickendes Bad nehme man, wo nur die Gelegenheit sich bietet. Oft wird man allerdings mit einer nassen Abreibung des ganzen Körpers sich begnügen müssen. Besonders wichtig ist die Reinlichkeit der Füße — und zu einem Fußbad findet man stets Gelegenheit.

Reinlichkeit.

### § 300. Die körperlichen Wirkungen des Abwärtssteigens.

Die Wirkungen des Abwärtssteigens sind denen des Aufwärtssteigens zumeist völlig entgegengesetzt. Beim Aufstieg leistet der Körper ein starkes Maß von Arbeit: die Hebung des Schwerpunktes entgegen der Schwerkraft. Beim Abstieg wird dagegen der Körper gesenkt im Sinne der Schwerkraft. Beim Aufstieg leisten wir eine positive, beim Abstieg eine negative Arbeit. Das Maß der Muskel-tätigkeit ist beim Abstieg, wie schon oben ausgeführt wurde, ein geringeres als beim Aufstieg. Insbesondere ist sehr viel weniger aktive Muskelerfürgung notwendig, um so mehr aber anhaltende Streckung. Neben der Rückwärtsstreckung des Rumpfes kommt hier insbesondere in Betracht die örtliche Anstrengung des Streckers des Kniegelenks, welche nötig ist, um dem Fallsturz des Körpers nach abwärts entgegenzuwirken. Diese Anstrengung wird denn auch bei längerem oder schwierigem Abstieg auf sehr abschüssigen Wegen, über nachgiebiges, loses Geröll oder schlüpfrigen Boden als Muskel- und Sehnen-schmerz über dem Kniegelenk oft recht lästig empfunden. So kommt es, daß der Abstieg trotz geringerer Muskelarbeit oft weit mehr das Gefühl der Ermüdung weckt als der Aufstieg. Denn bei diesem ist die Arbeit zwar groß, aber auf viele Muskeln verteilt, während sie hier eine örtlich beschränkte ist. Zu der örtlichen Ermüdung am Knie kommt noch der schmerzhafteste Druck auf die Zehen hinzu, hervorgerufen dadurch, daß beim Abwärtssteigen der stark gestreckte Fuß im Schuh nach vorn gleitet.

Wirkungen  
des  
Abwärts-  
steigens.

Örtliche  
Ermüdung  
am Knie.

Obgleich die etwas nach rückwärts gerichtete Streckhaltung des Rumpfes beim Abstieg für die Einatmung besonders günstig ist, kommt es hier wegen des geringeren Umfangs an aktiver Muskelarbeit nicht zu den mächtigen Einwirkungen auf die Atmung

Einfluß auf  
Herzschlag  
und Atmung.

und den Herzschlag, welche das Bergansteigen begleiten. Folgt der Abstieg unmittelbar dem Anstieg, so sinkt die auf der Höhe vorhandene Mehrarbeit des Herzens und der Lungen während des Abstiegs langsam ab und nähert sich der Norm.

## Der Lauf.

### § 301. Begriff des Laufens.

Unter Laufen verstehen wir eine natürliche Fortbewegungsart des Körpers, welche, wie das Gehen, durch die Stemmstätigkeit der Beine erfolgt sich vom Gehen aber dadurch unterscheidet, daß beim Laufen niemals beide Füße zugleich den Boden berühren, also niemals ein Doppelstüz stattfindet. Vielmehr folgen beim Laufen abwechselnd Zeiträume, während welcher ein Bein auf dem Boden steht und durch seine Streckbewegung den Körper hoch und vorwärts wirft, und Zeiträume, während welcher kein Fuß den Boden berührt, somit der Körper frei fliegt.

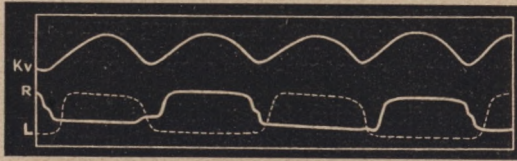


Fig. 449. Kurven vom Lauf des Menschen nach Marey. R Druckkurve des rechten, L des linken Fußes. Kv Linie der senkrechten Erhebungen des Körpers.

Wie also der Doppelstüz im Augenblick der Übertragung des Schwerpunktes von einem auf das andere Bein — wenn auch bei schnellstem Gange fast gleich Null werdend, beim Steigen dagegen stetig anwachsend — das charakteristische Kennzeichen des Gehens bildet, so ist das Freifliegen des Körpers das charakteristische Kennzeichen des Laufs.

Zum Studium der Bewegungen des Laufs wendet man dieselben Untersuchungs-methoden an wie beim Gehen: die graphische und druckmessende sowohl wie die photographische.

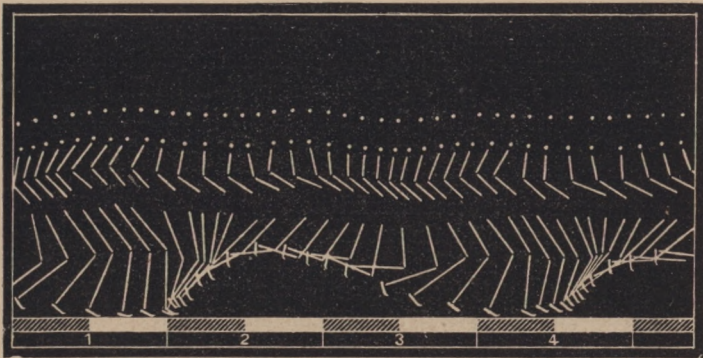


Fig. 450. Bewegung beim Lauf nach chronographischer Aufnahme von Marey.

Marey heftete zur Darstellung der Bewegungen beim Lauf an Kopf und Schultern kleine runde Platten, an die Gliedmaßen ebensolche Streifen von weißem Metall (s. Fig. 450). Diese erschienen also, wenn der Läufer, im übrigen schwarz gekleidet, vor einem schwarzen Hintergrund laufend in einer Reihe von Aufnahmen hintereinander auf einer Platte photographisch aufgenommen wurde, als weiße Punkte und Streifen auf schwarzem Grunde. So zeigt eine solche Aufnahme auf einen Blick



die fortschreitenden Bewegungen der verschiedenen Körperteile einer Körperseite während mehrerer Lauffschritte. Indem man durch Linien die entsprechenden Punkte verbindet, erhält man genaue Kurven, welche die Bewegungen verschiedener Teile des Körpers beim Lauf aufs beste darstellen. — In gleicher Weise untersuchte der verstorbene Anatom Braune in Leipzig den Lauf.

### § 302. Der Bewegungsmechanismus beim Lauf.

a) Die Stembewegung der Füße. Die Stembewegungen der Beine mittels der Füße folgen abwechselnd und in gleichen Zwischenräumen. Die Stützzeiten sind kürzer als beim Gang, dagegen die Zeiten des Freischwebens des einen oder anderen Beins verhältnismäßig länger.

Je schneller sich die Laufbewegungen folgen, um so kraftvoller wird die Stembewegung des Fußes gegen den Boden und um so kürzer und flüchtiger die Dauer des Abstimmens. Das Abstimmen des Fußes, welches beim Marsch von den Mittelfußköpfchen der zweiten und dritten Zehe erfolgt, vollzieht sich beim Lauf (und beim Hüpfen) stets vom Mittelfußköpfchen des Großzehs.

b) Schrittlänge und Schnelligkeit. Die Schrittlänge nimmt beim Lauf stetig mit der Schnelligkeit zu; sie kann von 0,75 m anwachsen bis selbst zu 1,70 m (Demeny). Nachgiebiger, z. B. sandiger Boden verkürzt die Schrittlänge, da er einen Teil der Arbeit des Abstimmens absorbiert und unwirksam macht. Beim Marsch dagegen nimmt die Schrittlänge nur bis zum Rhythmus von 150 Schritt in der Minute zu, bei noch schnelleren Schritten wieder ab.

Die Gesamtschnelligkeit des Marsches nimmt nur zu bis zu einem Rhythmus von 160–170 Schritt in der Minute (121 m bei 75 cm Schrittlänge), ein Rhythmus allerdings, der stark ermüdet. Bei noch schnellerem Rhythmus nimmt die Schnelligkeit des Fortkommens wieder ab.

Beim Lauf dagegen nimmt mit der Schnelligkeit der Schrittfolge auch die der Fortbewegung stetig zu bis zur höchstmöglichen bis jetzt bekannten Leistung von etwa 9,6 m in der Sekunde (100 m Lauf in 10,4 Sekunden).

c) Senkrechte Erhebung. Die senkrechten Schwankungen sind beim Marsch um so größer, je länger der Schritt ist; denn das Becken muß um so mehr gesenkt werden, je ausgreifender der Schritt ist, während die Höhe der höchsten Erhebung — Passieren der Senkrechten — bei allen Schnelligkeiten des Stredganges stets dieselbe ist.

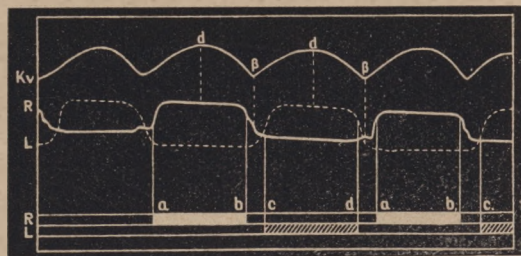
Beim Lauf dagegen liegt die Sache umgekehrt: hier vermindern sich die senkrechten Schwankungen mit der Länge des Lauffschrittes.

Die höchste Erhebung des Kopfes findet beim Marsch also während der Stützzeiten statt; beim Lauf dagegen zwischen zwei Stützzeiten während des Freisfliegens.

Letztere Angabe von Demeny widerspricht direkt den von Marey gegebenen Kurven (s. Fig. 451). Denn nach diesen erreicht der Kopf seine höchste Erhebung mitten während des Stembens und fällt in dem Augenblick, wo der Fuß sich vom Boden zu heben beginnt, bevor der andere schon niedergesetzt ist, d. h. während der Zeit des Freisfliegens. Nach den von Marey gemachten Angaben sollten die

Der Bewegungsmechanismus beim Lauf.

Stembewegung der Füße und ihre Zeitdauer.



Schrittlänge und Schrittgeschwindigkeit bei Marsch und Lauf.

Fig. 451. Lauf des Menschen nach Marey. R rechter, L linker Fuß; Kv senkrechte Erhebung des Kopfes. Die Stützzeiten der Füße sind in ein Liniennetz eingetragen (projiziert); Rechter Fuß a b, a<sub>1</sub> b<sub>1</sub>; linker Fuß c d, c<sub>1</sub> d<sub>1</sub>. Zeiten des Freisfliegens: b c, d<sub>1</sub> a<sub>1</sub>, b<sub>1</sub> c<sub>1</sub>.

Senkrechte Erhebung.

verschiedene Ergebnisse von Marey und Demeny über die senkrechte Erhebung beim Lauf.

Beine nach der Stembewegung unter dem Rumpf hinweggezogen werden, so daß der Körper während des Freifliegens einfach fällt.

Demeny erklärt diesen Widerspruch mit Mängeln der aufzeichnenden Apparate von Marey und der Schwierigkeit, die Aufzeichnungen richtig zu deuten. In den von ihm gegebenen Kurven beschreibt der Kopf und insbesondere das Becken übrigens auch nicht immer eine reine Parabel, deren Scheitel in der Mitte des Freifliegens liegt. Vielmehr rückt hier die größte Erhebung ganz in den Anfang des Freifliegens (Fig. 452). Wie dem auch sei: die von Marey verworfene ältere Anschauung, wonach der Lauf als eine Folge sprunghafter Bewegungen anzusehen ist, scheint nun doch wieder mehr zu Ehren zu kommen.

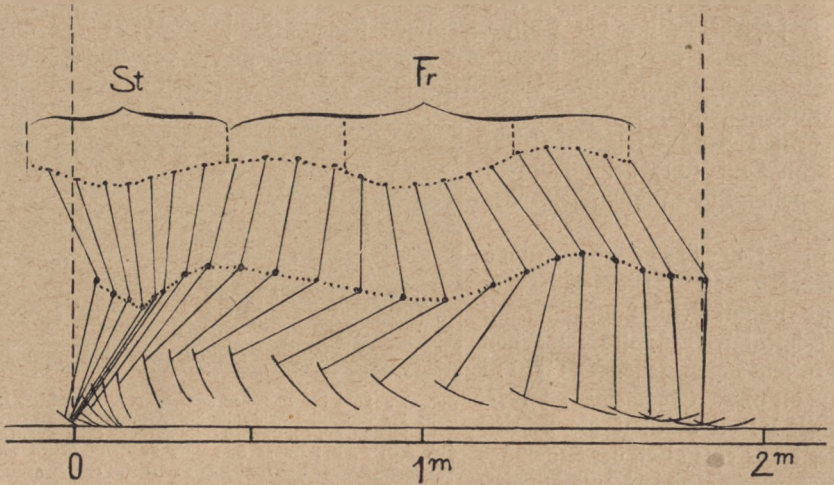


Fig. 452. Chronophotographische Aufnahme des Laufs (langsamer Lauf) nach Demeny. St Zeit des Stützens, Fr des Freifliegens, in deren Mitte die Stützzeit des anderen Beines fällt.

Bewegungen  
der unteren  
Gliedermaßen.

d) Bewegungen der unteren Gliedmaßen. Im Augenblick des Aufstehens ist das aufstützende Bein beim Marsch stets in annähernder Streckung — beim Lauf stets gebeugt; umgekehrt ist im Augenblick des Abstoßens das abstoßende Bein beim Marsch stets gebeugt (s. o. S. 455), beim Lauf dagegen um so mehr gestreckt, je schneller die Laufbewegung ist.

Wenn das Becken die Senkrechte passiert (5 und 6 sowie 15 und 16 in Fig. 411), ist beim Marsch das schwingende Bein nur ganz leicht gebeugt, so daß der Fuß knapp über dem Boden gleitet: beim Lauf dagegen aufs stärkste gebeugt, bis zum Anfersen des Fußes bei heftigem Lauf.

Aufsetzen  
des Fußes.

e) Aufsetzen des Fußes. Beim natürlichen Marsch erreicht der auschreitende Fuß stets zuerst mit der Ferse den Boden. Beim Lauf kann dagegen der Läufer entweder mit der Fußspitze den Boden zuerst erreichen oder die ganze Sohle aufsetzen oder zuerst mit der Ferse Boden gewinnen. Im letzteren Falle ist der Lauffschrift am längsten, während beim Aufsetzen der Fußspitze zuerst der Lauffschrift entsprechend kleiner wird (s. u. Fig. 465). Welche Vor- und Nachteile mit der verschiedenen Art des Aufsetzens der Füße beim Lauf verbunden sind, wird unten noch erörtert werden.



Fig. 453. Lauf mit Aufsetzen der Ferse zuerst. — Nach Augenblicksaufnahme von Anichüß.



Fig. 454. Der Stütz bei den verschiedenen Fortbewegungsarten nach Marec. Die Stützzeiten des rechten Fußes schwarz, die des linken schraffiert angegeben. Zu beachten: Beim Steigen (II) ist der Doppelfuß größer als beim Gehen (I). Die Zeiten des Freifliegens sind bei langsamem (III) und schnellem (IV) Lauf gleich groß. Sie bleiben auch gleich groß beim Hüpfpringen von einem Fuß, gleichviel ob das Hüpfen langlammer oder schneller (mit flüchtigem Stütz) erfolgt.

Je schneller die Laufbewegung wird, um so weniger werden die FüÙe beim Aufsetzen nach auswärts gewendet. Bei schnellstem Lauf werden sie vielmehr geradeaus und parallel gesetzt.

**Drehung des Rumpfes.** f) Drehung des Rumpfes. Die Drehung des Rumpfes ist beim Lauf viel beträchtlicher als beim Marsch. Sie kann während des Freisiegens bis zu 45° gehen und ist = 0, wenn die Beine (in der Mitte des Ausstühens) die Senkrechte passieren. Dabei bewegen sich die Schultern in umgekehrter Richtung wie die Schenkel: ist das rechte Bein vorgebracht, so ist die rechte Schulter zurück, die linke Schulter vorgedreht und umgekehrt, genau so wie dies auch beim Marsch der Fall ist.

**Beugung der Arme.** g) Beugung der Arme. Die Arme bewegen sich mit den Schultern im umgekehrten Sinne wie die Beine. Der Ellbogen steht am weitesten nach hinten, wenn das gleichsinnige Bein vorn aufgesetzt wird; er schwingt am weitesten nach vorn, wenn das abgestemmte Bein am stärksten im Kniegelenk gebeugt ist. Jedoch hängen die Arme beim Lauf nicht herab wie beim Marsche, sondern werden um so mehr — meist im rechten Winkel — gebeugt, je schneller der Lauf ist. Diese schon unwillkürlich eingenommene Armhaltung legt die Oberarme und Schulterblätter so weit fest, daß die hier ihren Ursprung nehmenden und zur Brust ziehenden Hilfsatemmuskeln bei der sehr starken Atemtätigkeit, welche der Lauf verlangt, mit beteiligt werden können.

**Neigung des Rumpfes.** h) Neigung des Rumpfes. Der Rumpf wird beim Lauf während des Beginns der Stützzeit ein wenig nach vorn geneigt, meist aber nicht über 5° hinaus. Nur beim Laufen gegen den Wind ist die Vorwärtsneigung zur Überwindung des Luftwiderstandes etwas größer.

**Horizontale Schwankungen des Beckens.** i) Horizontale Schwankungen des Beckens. Die beim Gehen und Steigen so stark ausgesprochenen horizontalen Schwankungen von rechts nach links und umgekehrt verschwinden beim Lauf um so mehr, je schneller der Lauf ist. Bei schnellstem Lauf wird das Becken fast in einer Linie geradeaus nach vorn getragen.

**§ 303. Die Arbeitsleistung beim Lauf.**

Die Arbeitsleistung beim Lauf ist eine sehr große. Schon die einfache Überlegung zeigt, daß die Zurücklegung z. B. von 100 m in 11–13 Sekunden, mit anderen Worten das Dahinschnellen eines Körpergewichts von 60–75 kg über eine Strecke von 100 m oder 320 Fuß in nur wenigen Sekunden, lediglich durch die eigenen Hilfsmittel des menschlichen Leibes, eine Leistung ist, gegen welche alle anderen möglichen Kraftstücke, wie z. B. das Heben schwerster Lasten, das Stemmen schwerer Gewichte, das Werfen großer Steinquadern, schwere Red- und Barrenübungen usw. als Kraftleistung verblaffen müssen. Man kann wohl bezüglich des 100-m-Laufs — über keine andere Laufstrecke erlangt der Körper eine größere Durchschnittsgeschwindigkeit — sagen, daß zu einer größeren Kraftleistung in gleich kurzer Spanne Zeit unser Körper überhaupt nicht mehr fähig ist. Künstliche Beförderungsmittel, wie Fahrrad, Ruderboot, Schlittschuh usw., kommen hier natürlich nicht in Vergleich.

Man hat die Arbeitsleistung beim Lauf für 75 kg Körpergewicht bei 300 Lauffschritten in der Minute folgendermaßen für den Lauffschritt abzuschätzen versucht:

1. Horizontale Vorwärtsbewegung . . . . .	18,4	kgm,
2. Senkrechte Erhebung . . . . .	2,3	"
3. Schwingungen der Gliedmaßen . . . . .	3,4	"
	24,1	kgm.

Abbildung nach kgm.

Das ergäbe für die Minute eine Arbeit von

$$300 \times 24,1 = 7230 \text{ kgm,}$$

also eine Arbeit gleich der, 72 dz einmal 1 m hoch zu heben — oder 100 Pfund 144 mal.

Die Gesamtarbeit in der Zeiteinheit ist beim Lauf natürlich eine weit größere als beim Gehen, weil erstens die Schritte weit häufiger sind und zweitens jeder Schritt eine größere Arbeit erfordert. Vergleich mit der Arbeitsleistung beim Gehen.

Nur bei langsamerem Lauf, etwa von 180 Lauffschritten und weniger in der Minute, wird die Laufarbeit, vor allem die Arbeit der horizontalen Fortbewegung, eine geringere, ja sie sinkt unter den Arbeitsaufwand beim Gehen in gleicher Geschwindigkeit herab. Daraus ergibt sich, daß für gewisse Schnelligkeiten, die noch mit schnellem Gehen bewirkt werden können, gleichwohl der Lauf vorteilhafter ist, da er diese Schnelligkeit mit einem geringeren Arbeitsaufwand erzielt und weniger dabei ermüdet, als dies bei entsprechend schnellem Gang der Fall ist. Diese Grenze fühlen wir leicht von selbst heraus. Sowie der Eilgang über einen gewissen Grad von Schnelligkeit hinausgeht, werden wir uns bewußt, daß der Lauf dasselbe in bequemerer Weise leistet, und fast unwillkürlich geht dann die Bewegung des Gehens in die des Laufens über. Die günstigste Taktfolge in bezug auf Ausnutzung der Muskelarbeit zu schnellstem Fortkommen liegt für den Marsch in dem Rhythmus von 120–150 Schritten in der Minute, für den Lauf im Rhythmus von 220–250.

Allerdings ist es nicht nur der geringere Arbeitsaufwand in Meterkilogrammen, welcher uns langsamen Lauf schnellstem Gehen vorziehen läßt, sondern auch der Umstand, daß schnellstes Gehen angespannte Willensarbeit erfordert, während die entsprechende Laufbewegung sich halbautomatisch vollzieht und auch dadurch weit bequemer ist.

### § 304. Schnelligkeit des Laufs.

Schnelligkeit des Laufs.

Als Ergebnis zahlreicher Versuche konnte Marey folgende Ziffern zusammenstellen, welche das Verhältnis der Laufschnelligkeit zur Schrittlänge und Schrittdauer dartun. Verhältnis der Laufschnelligkeit zu Schrittdauer und Schrittlänge

Schritte in der Minute	Schrittlänge	d. i. eine Geschwindigkeit in der Minute von	Es würden so zurückgelegt	
			100 m in	1 km in
140	0,675 m	94,5 m	63 Sek.	10 Min. 34 Sek.
180	0,925 "	166,5 "	36 "	6 " 3 "
200	1,05 "	210 "	28 "	4 " 45 "
220	1,165 "	256,3 "	23 "	3 " 54 "
240	1,33 "	319,2 "	18,8 "	3 " 8 "
280	1,51 "	422,8 "	14 "	2 " 21 "

Die beim Lauf erzielte Geschwindigkeit kann außerordentlich wechseln. Es ist, wie die mitgeteilten Messungsergebnisse zeigen, vor allem die Schrittlänge, welche bei zunehmender Laufgeschwindigkeit um das Mehrfache anwachsen kann, während die Schrittdauer sich in geringerem Maße ändert. Denn, wie wir sahen, ist es nur die Zeit des Abstemmens, welche hier gekürzt werden kann, während die Zeit des Greifliegens so gut wie gleich bleibt. Daraus geht für die Übung im schnellsten Lauf als wesentlich hervor, daß der Läufer vor allem lernen soll, große Lauffschritte zu machen.

Begrenzung  
der Lauf-  
schnelligkeit  
durch die  
Laufdauer.

Die Schnelligkeit des Laufs kann aber nicht ins ungemessene gesteigert werden, sondern hat ihre natürliche Begrenzung darin, wie lange oder wie weit die Laufbewegung fortgesetzt werden soll.

Die höchstmögliche Laufgeschwindigkeit kann nur erreicht werden, wenn über eine bestimmte kurze Strecke gelaufen wird. Je länger die Laufstrecke wird, um so mehr muß die Laufgeschwindigkeit gemäßigt werden, wenn anders das vorgesezte Ziel erreicht werden soll. Es waltet in bezug hierauf eine bestimmte Gesetzmäßigkeit ob, welche am besten aus den auf Sportplätzen erreichten Höchstleistungen im Lauf sich nachweisen läßt.

Höchst-  
leistungen im  
Lauf.

Die von Berufsläufern wie von hervorragend leistungsfähigen Liebhabern erreichten Höchstleistungen (Rekords) im schnellen Lauf sind das Ergebnis sorgfältigster ausschließlicher Vorbereitung und Übung. Der Umstand, daß schon vor langen Jahren erzielte Höchstleistungen auch bei der hingebendsten Vorbereitung später meist gar nicht mehr oder höchstens über die eine oder andere Strecke noch um Bruchteile einer Sekunde übertroffen werden konnten, trotz der zahlreichen Wettkämpfe, die alljährlich allenthalben stattfinden, der Umstand ferner, daß alle diese anerkannten höchsten Leistungsziffern zusammengestellt sich in eine ganz gesetzmäßig abgestufte Reihe bringen lassen, beweist, daß tatsächlich diese sportlichen Höchstleistungen der Ausdruck dessen sind, was der menschlichen Bewegungsmaschine auch unter den denkbar günstigsten Vorbedingungen überhaupt zu leisten möglich ist. Insofern wohnt also diesen „Rekordzahlen“, wenigstens für eine so vielgeübte Bewegung, wie es der Lauf ist, ein unbedingter wissenschaftlicher Wert bei.

Stellen wir nun eine Übersicht über die Leistungen in den meistgeübten Strecken zusammen, wobei bemerkt sei, daß die Ergebnisse des Laufs über 100, 200, 400, 800, 1500 und 5000 m die Höchstleistungen darstellen, welche bei den olympischen Spielen in Stockholm 1912 erreicht wurden; der Weltrekord über 2000 m wurde September 1912 in Paris aufgestellt. Da ergibt sich nun folgende Reihe:

	Höchsterzielte Leistungen		Durchschnitts- geschwindigkeit
	Minuten:	Sekunden:	
45,7 m	—	5,50	d. i. 100 m in 12,0
68,5 "	—	7,75	100 " " 11,3
91,4 "	—	9,25	100 " " 10,12
100 "	—	10,40	100 " " 10,4
200 "	—	21,60	100 " " 10,8
400 "	—	48,20	100 " " 12,03
800 "	1	51,90	100 " " 13,98
1 500 "	3	56,80	100 " " 15,78
2 000 "	5	39,60	100 " " 16,98
3 000 "	8	49,30	100 " " 17,62
3 218 "	9	11,50	100 " " 17,14
5 000 "	14	36,60	100 " " 17,53
12 872 "	40	45,75	100 " " 19,00
25 744 "	88	14,00	100 " " 20,56

Diese vergleichende Übersicht lehrt folgendes:

1. Die Strecke von 91,4 m oder sagen wir in runder Ziffer, die Laufstrecke von 90—100 m ist diejenige, bei welcher überhaupt die größtmögliche durchschnittliche Laufgeschwindigkeit zu erzielen ist.

2. In gesetzmäßiger Weise vermindern sich die möglichen Laufgeschwindigkeiten, je kleiner als 90 m die Laufstrecken werden, oder je weiter sie darüber hinausgehen.

Die Gründe hierfür sind verschiedene: bei den längeren Strecken ist es die Rücksicht auf die Herz- und Lungentätigkeit, welche eine mit der Länge der Strecke zunehmende Mäßigung der Laufgeschwindigkeit verlangt.

Bei den kürzeren Strecken ist es dem Läufer noch nicht möglich, die volle Laufgeschwindigkeit zu erlangen, da diese sich erst nach einigen Sekunden ganz erreichen läßt. Denn man kann nicht aus der Körperruhe ganz unmittelbar in die äußerste Laufgeschwindigkeit übergehen. Mag der Ablauf oder der „Start“ noch so häufig geübt sein — und beim Lauf über kürzeste und kurze Strecken ist unablässige Übung schnellsten und plötzlichen Ablaufs der wichtigste Teil der Vorbereitung —, die volle Wucht des Vorwärtsschießens erlangt der Körper erst, nachdem er über die ersten Sekunden der Laufbewegung hinaus in sich „eingelaufen“ hat. Erst dann arbeiten die Nerven und Muskeln mit der höchsterreichbaren Energie der Vorwärtsbewegung.

3. Bei einer Laufgeschwindigkeit, welche bereits um die Hälfte geringer ist als die höchstschnelligkeit der 100-m-Strecke, also bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 20,56 Sekunden für 100 m (und 3 Minuten 25,6 Sekunden für den Kilometer), ist bei einem durchgeübten trainierten Läufer das Gleichgewicht zwischen den Anforderungen der Laufbewegung und der Leistungsfähigkeit von Herz und Lungen so weit hergestellt, daß der Lauf in diesem Schnelligkeitsmaße mehr als eine Stunde ununterbrochen durchgeführt werden kann. Danach würden wir also eine Laufbewegung von höchstens 210–230 Lauffschritten in der Minute, jeder Schritt 1,2–1,3 m groß, als „Dauerlauf“ bezeichnen. Wird der Dauerlauf noch ausgedehnter, so muß auch die Schnelligkeit noch mehr herabgemindert werden. Bei nicht trainierten, wenn auch laufgeübten Fußballspielern und Turnern sind übrigens jene Unterschiede weit bedeutender: hier würde ein Dauerlauf über 18 km in 1½ Stunden, mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 30 Sekunden für je 100 m (statt 18–20 Sekunden beim entsprechenden sportlichen Dauerlauf) schon eine ganz achtenswerte Leistung bedeuten.

Ablauf.

Geschwindigkeit beim Lauf von mehr als einer Stunde Dauer.

### § 305. Körperliche Einwirkung des Laufs.

Der Lauf ist die wirksamste aller Schnelligkeitsübungen. Er kann bei stärkerer Mäßigung in der Schnelligkeit ebenso wie die anderen Schnelligkeitsübungen zur Dauerübung werden.

Die körperlichen Einwirkungen des Laufs leiten sich aus dem Umstande her, daß der Lauf in außerordentlich kurzer Zeit schon größte Arbeitssummen zu leisten verlangt. Da aber diese Arbeit eine auf große Muskelmassen verteilte ist und keinen der beteiligten Muskeln bis zur Höchstleistung in Anspruch nimmt, so tritt hier die Muskelanstrengung gegen die Beeinflussung der Lungen- und Herztätigkeit zurück.

a) Einwirkung auf die Atmung. Die bei schnellstem Lauf so plötzlich entfaltete Energie bedingt ein entsprechendes plötzliches Auftreten großer Mengen von Kohlensäure, welche nur durch angestrengte Atmung aus dem Körper entfernt werden kann. Selbst bei ganz kurzen Lauffstrecken über 150–200 m, die von guten Läufern in 20–25 Sekunden durchheilt werden, genügt die Arbeitsanforderung an die Lungen, um die vor dem Lauf ruhige und normale Atmung in diesen wenigen Sekunden bis zur Atemnot zu steigern. Dabei sind die Lungen stark blutüberfüllt, der Atemgang ändert sich derart, daß die Einatmung länger, tiefer und schnappend wird, die Ausatmung ganz kurz und stoßend. Eben noch stand der Läufer ruhig atmend an der Ablouffstelle und, nach kürzester Spanne Zeit am Ende der Laufbahn angelangt, sieht man ihn — vorausgesetzt, daß er kein gut trainierter Läufer war — trampfhaft nach Atem ringen, mit den Händen irgendwo nach einem festen Gegenstand greifend, um durch Sektlegen der Arme möglichst die Hilfsatemmuskeln der Brust an der Atemarbeit zu

Körperliche Einwirkung des Laufs.

Einwirkung auf die Atmung.

beteiligen. Dies Bild dauert allerdings nur ganz kurze Zeit. Die Atmung wird, wenn auch zunächst noch beschleunigt und vertieft, schon nach wenigen Minuten wieder regelmäßig und kehrt dann langsam zum gewohnten Atemgang, wie er vorher bestand, zurück.

Anders, wenn über eine längere Strecke mit verminderter Schnelligkeit gelaufen wird. Hier muß der Läufer mit der Atemfähigkeit seiner Lungen hauszuhalten wissen, muß seine Schnelligkeit mäßigen, sowie er ein beginnendes Versagen der Atemkraft spürt. Wollte einer mit derselben Höchstschnelligkeit, mit der er 100 m zurücklegt, auch über 1 km laufen, so würde die Atemerschöpfung ihn nicht zum Ziel gelangen lassen, sondern zu vorzeitigem Halten zwingen.



Fig. 455. Wettlauf über 200 m. Normale Pulskurve vorher.

b) Einwirkung auf den Herzschlag. Ebenso plötzlich wie die Atmung wird auch die Herzarbeit bis zur Höchstgrenze der Leistungsfähigkeit und bis zur beginnenden Ermüdung hin angestrengt, wenn der Lauf zur größtmöglichen Schnelligkeit gesteigert ist. Der Pulsschlag, vor dem Lauf ruhig und kräftig, 60—65 Schläge in der Minute zählend, schnell schon nach den wenigen Sekunden, welche das schnellstmögliche Zurücklegen einer Strecke von beispielsweise nur 200 m erfordert, hinauf auf eine Ziffer von 160—180, ja selbst von 200 und mehr Schlägen

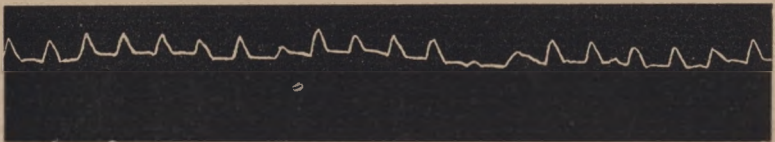


Fig. 456. Wettlauf über 200 m. 1—2 Minuten nach Ankunft am Ziel. Pulszahl in der Minute 140.

auf die Minute berechnet. Der Pulsschlag wird dabei ganz klein, schwer fühlbar und weniger gespannt, so daß die Schlagader sich leicht zusammendrücken läßt. Nicht nur das; die so stark beschleunigten Herzschläge werden auch unregelmäßig und ungleich, setzen hier und da aus: erste Anzeichen einer beginnenden Herzererschöpfung.

Letztere äußert sich auch dadurch, daß das so plötzlich überangestrengte und ermüdende Herz keine genügende Blutmenge mehr in das Ader-system zu treiben vermag: die Lungen sind, wie schon erwähnt, blutüberfüllt, was die Atemnot vermehrt; die Schlagadern der Haut sind dagegen blut-leer, so daß ein wenig angeübter Wett-läufer meist mit bleichem, erdfahlem Antlitz am Ziel anlangt.

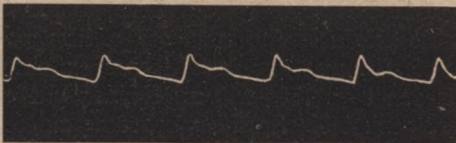


Fig. 457. Wettlauf über 200 m. Normale Pulskurve vorher.

Allein auch diese Erscheinungen ver-lieren sich schnell in der Ruhe: die Puls-welle wird nach wenigen Minuten stärker, die Pulsschläge werden wieder regelmäßig, das Antlitz rötet sich, und nur die Häufig-

keit des Pulses bleibt noch auf längere Zeit eine größere, als sie vor dem Laufe war. Diese Einwirkungen eines kurzen schnellsten Laufs werden leicht ersichtlich aus den Kurven, die G. Kolb mittels des Pulszeichners oder Sphygmographen gewonnen hat. In den beistehenden Fig. 455—460 sieht man jedesmal die normale Pulskurve vor dem Lauf und darunter die bezeichnenden Veränderungen dieser Kurve nach einem

Einwirkung  
auf die Herz-  
arbeit.

Pulskurven  
von Kolb.



Wettlauf über 200 m von verschiedenen Läufern aufgenommen. Die 200-m-Strecke wurde in 25–27 Sekunden zurückgelegt.

Wie die Lungenermüdung, so ist es auch die vorzeitige Herzerermüdung, die vermieden werden muß, wenn längere Strecken zu durchlaufen sind, und diese Rücksicht zwingt auch dazu, die Laufgeschwindigkeit dann entsprechend zu mäßigen.

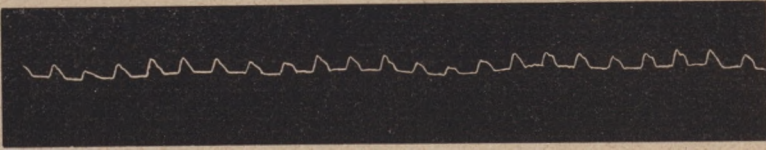


Fig. 458. Wettlauf über 200 m. 30 Sekunden nach Ankunft am Ziel. Pulszahl 189.

Es führt somit der Lauf als reine Schnelligkeitsübung, d. h. mit höchstmöglicher Schnelligkeit ausgeführt, jedesmal bis zur Höchstgrenze der Leistungsfähigkeit von Lungen und Herz — mag der Lauf nun über eine kürzere oder längere Strecke gehen. Der Unterschied besteht nur darin, daß bei ganz kurzen Strecken, bis zu 100 m, die Muskulatur der Beine imstande ist, die größte Energie der Schnelligkeit, deren sie überhaupt fähig ist, zu entfalten, während die Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit der Lungen und des Herzens von da ab in zunehmendem Grade eine Mäßigung der Laufgeschwindigkeit gebietet.

Lauf als reine Schnelligkeitsübung.

Wird die Laufgeschwindigkeit so weit gemäßigt, daß die Tätigkeit von Herz und Lunge zwar auf eine gewisse Höhe anwächst, von da aber nicht weiter steigt, sondern das Gleichgewicht zwischen Anforderung und Leistung zu halten vermag, so kann in diesem Zeitmaß längere Zeit gelaufen werden, ohne daß der Laufbewegung eine bestimmte Grenze gesteckt ist: die Schnelligkeitsbewegung wird zur Dauerbewegung, zum Dauerlauf.

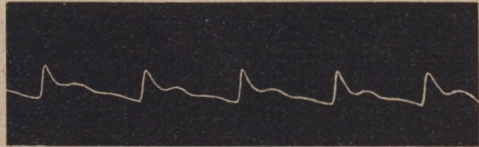


Fig. 459. Wettlauf über 200 m. Normal vorher.

Lauf als Dauerübung.

c) Die Einwirkung auf den Stoffwechsel ist natürlich um so größer, je andauernder und je schneller der Lauf ist. Sie hängt ferner ab vom Grade des Geübtheits. Tränierete Läufer laufen mit sparsamerem Stoffverbrauch als ungeübte. Die

Einwirkung auf den Stoffwechsel.

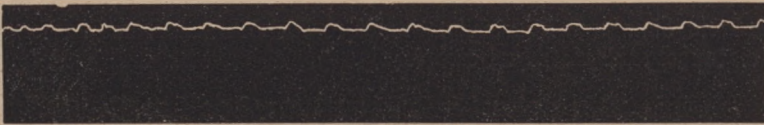


Fig. 460. Wettlauf über 200 m. Unmittelbar nach Ankunft am Ziel. Anfängliche Pulsziffer 250.

beim Dauerlauf immerhin sich schließlich einstellende örtliche Ermüdung der Beinmuskulatur wie auch der Atemmuskulatur gestattet nicht, mittels des Dauerlaufs Arbeitssummen von der Höhe zu erreichen, wie wir sie früher beim Bergsteigen und beim Marschieren kennen gelernt haben. Dabei ist von ganz ausnahmsweisen Leistungen, wie sie von träniereten Berufsläufern und Sportsleuten bekannt sind, natürlich abzusehen. So lief z. B. A. W. Sinclair im Jahre 1884

90 englische Meilen = 144,8 km in 15 Stunden

und J. Saunders im Jahre 1882

100 englische Meilen = 160,9 km in 17 Stunden 36 Minuten 14 Sekunden,

120 " " = 193 " " 22 " 47 " 23 "

Zum Vergleich diene der Marsch von Karl Mann aus Berlin, Pfingsten 1902 (Wettmarsch Dresden=Berlin):

202 km in 27 Stunden 12 Minuten.

Erwähnt sei noch der bei den „Olympischen Spielen“ übliche „Marathon=Lauf“ über 40–42 km, der als Geländelauf ausgeführt wird. Die Verschiedenheiten bezüglich der Luftwärme und -feuchtigkeit, der Beschaffenheit der Straßen usw., wie sie bei den olympischen Spielen in Athen, Paris, St. Louis, London und Stockholm für den „Marathon=Lauf“ bestanden, macht einen Vergleich der dabei erzielten Leistungen unmöglich. Nur das kann man nach den bisherigen Erfahrungen sagen, daß dieser Wettlauf ein überaus erschöpfender ist, ja als ein ganz übler Auswuchs des Sports betrachtet werden muß, der in Zukunft beseitigt werden sollte. Den traurigen Anblick, welchen mir die Sieger im „Marathon=Lauf“ zu St. Louis im Jahre 1904 boten, werde ich nie vergessen (s. o. § 140). — Bequemer ist das Zurücklegen der Strecke auf einer wohlgepflegten Rennbahn. So lief der Berufsläufer Hurst 40 km in 2 Stunden 26 Minuten 48 Sekunden (Paris 1900), während (auf guten Landstraßen) der Finnländer Kohlemainen bei den olympischen Spielen in Stockholm 1912 2 Stunden 29 Minuten 1,1 Sekunden brauchte.

Bei derartigen übergroßen Leistungen im Quertlauf ist natürlich auch der Umfang des Stoffwechsels ein entsprechend beträchtlicher. Indes kommt in Betracht, daß es sich in diesen Beispielen um sorgfältig angeübte Leute mit trainierter Muskulatur handelt, bei welcher solche Anstrengungen mit sparsamstem Stoffverbrauch vor sich gehen, was gleichzeitig einer entsprechenden Schonung der Atem- und Herzarbeit entspricht. Für nicht geübte Leute, mögen sie auch sonst noch so muskelkräftig sein, sind derartige Dauerleistungen einfach undenkbar.

d) Auf den Blutkreislauf wirkt die Bewegung des Laufs, solange das Herz noch nicht angestrengt ist, also beim mäßigen Dauerlauf, ähnlich belebend und fördernd, wie dies auch die Bewegung des Steigens sowie der Eilmarsch bewirken.

e) Bezüglich der Einwirkung auf den Herzmuskel sei auf das in § 144 oben Gesagte hingewiesen.

f) Daß der Lauf endlich eine entsprechende Kräftigung der Beinmuskulatur mit sich führt, bedarf bei dem Umfang der Muskelstätigkeit der Beine keines weiteren Beweises. Dabei mag im Anschluß an früher Gesagtes hervorgehoben werden, daß bei regelmäßiger Pflege des Laufs die Muskeln der Beine weniger stark an Masse als an Festigkeit und damit an Ausdauer gewinnen. Die Beine vorzüglicher Läufer scheinen oft merkwürdig dünn und schwächig, aber ihre Muskeln erweisen sich bei näherem Zusehen als außergewöhnlich hart und sehnig.

### § 306. Die gesundheitlichen Vorzüge des Laufs.

Aus der Aufzählung der besonderen körperlichen Einwirkungen ergeben sich die gesundheitlichen Vorzüge des Laufs von selbst. Sie bestehen darin, daß vor allem die Entwicklung und Kräftigung des Herzens und der Lungen durch den Lauf in einem Umfange gefördert wird, wie kaum durch eine andere Art von Übungen. Wenigstens gilt dies, wie noch darzulegen werden soll, für bestimmte Lebensalter.

Für die Entwicklung der Lungen ist es ohne Zweifel von Belang, daß die Lunge beim schnellen Lauf zur Höchstarbeit veranlaßt wird. Alles, was nur verfügbar ist an Atemfläche im Lungengewebe, wird dann zur Atemtätigkeit herangeholt, kein Teil der Lunge, keine Gruppe von Lungenbläschen bleibt ganz ungenutzt liegen. Alle Lungenteile erhalten also in gleicher Weise eine starke Anregung zum Wachstum.

Einwirkung  
auf den  
Kreislauf.

Kräftigung  
der Bein-  
muskeln.

Die gesund-  
heitlichen  
Vorzüge des  
Laufs.

Entwicklung  
der Lungen.

Ebenso bedeutsam ist der Lauf für die Entwicklung der Muskulatur des Herzens. Wenngleich das Herz unaufhörlich arbeitet, solange der Mensch lebt, mithin der besttränierte Muskel des Körpers ist, so bedarf es doch, vor allem aber das noch im Wachstum begriffene Herz, um eine hervorragende Leistungsfähigkeit und Stärke seiner Muskulatur zu gewinnen, zeitweise stärkerer Anregungen, wie solche durch eine bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit gehende Herzarbeit geboten werden.

Zu den gesundheitlichen Vorzügen des Laufs zählt weiter die lebhafteste Steigerung des Kreislaufs und der Stoffwechselforgänge im Körper.

Nicht alle Lebensalter sind gleich befähigt für den Lauf und werden in gleicher Weise seiner wohlthätigen Erfolge theilhaftig.

Am wirksamsten ist unzweifelhaft die Laufbewegung für die Jugend vor und in der Reifeentwicklung. Ja der Lauf ist hier geradezu ein Lebensbedürfnis. Das heranwachsende Kind ist stets zum Laufen aufgelegt. Wo nur die Absicht vorwaltet, irgendeinen Weg schneller zurückzulegen, da ist ein frisches Kind auch schon längst am Laufen und Rennen — da kostet es weiter keinen Entschluß, wie dies bei dem Erwachsenen in solcher Lage wohl stets der Fall ist. Die Summe von Laufstätigkeit, welche der heranwachsende Knabe und Jüngling stundenlang auf dem Spielplatze in steter Frische unermüdet leistet, ist dem voll Erwachsenen zu leisten nicht mehr möglich. Der Grund dazu liegt in den Kreislaufverhältnissen, wie sie vor vollzogener Entwicklung bestehen. Verhältnismäßig weiten Pulsadern entspricht hier ein verhältnismäßig kleines Herz, dessen Arbeit sich aber bei dem geringen vorhandenen Blutdrucke ungemein leicht vollzieht. Daher ist das Kind zu schnellem kurzen Lauf besonders befähigt und kann ihn nach kleinen Pausen immer wieder von neuem leisten. Dagegen ist ein anhaltender, erschöpfender Dauerlauf, der sich über ganze Stunden ausdehnt, für die Jugend ungeeignet. Denn solcher Dauerlauf bewirkt umfangreiche Stoffumsetzungen im Körper: das Kind benötigt aber einen großen Teil der Stoffvorräte des Körpers neben dem Unterhalt der Lebensvorgänge zum Stoffansatz, d. h. zum Wachstum. Erschöpfende Dauerleistungen der Jugend zumuten heißt genau so, wie dies bei Kraftübungen der Fall ist: das Wachstum stören.

Beim Erwachsenen nach vollendeter Entwicklung kehrt sich bis zum reifen Mannesalter (um das 30. Lebensjahr) hin das Verhältnis von Weite der Blutgefäße zur Größe des Herzens allmählich um. Die Pulsadern sind verhältnismäßig enge zu dem verhältnismäßig großen Herzen: das Herz muß eine weit größere Arbeit aufwenden, um seinen Inhalt an Blut in das enge Pulsadersystem zu pressen. Der Blutdruck in den Schlagadern ist darum beim Erwachsenen weit stärker als beim Kinde. Es ist eine Folge dieser Verhältnisse, daß beim Erwachsenen weit eher infolge von Schnelligkeitsübungen eine Störung der Herz- und Lungentätigkeit eintritt und weit eher sowohl Atemnot wie kleiner unregelmäßiger Puls nach einer Schnelligkeitsbewegung sich einstellt. Namentlich macht in diesem Alter der Mangel an Übung sich viel verhängnisvoller als vor der Reife geltend, indem selbst ganz geringfügige Leistungen dem Ungeübten, vom Laufen Entwöhnten schon heftige Atemnot verursachen.

Andererseits ist der vollkräftige Jüngling und Mann schon eher zu Dauerleistungen im Lauf befähigt.

Sowie aber mit dem 40.—50. Lebensjahre die Wände der Pulsadern, beim einen früher, beim anderen später, anfangen starr zu werden und sich gar mit Kalksalzen durchsetzen, beginnen auch die Verhältnisse für den Lauf sich immer schwieriger zu gestalten. Viel schneller als in irgendeinem früheren Lebensalter tritt dann Störung und Erschöpfung der Herztätigkeit ein. Ob die Pulswelle überall an eine gleichmäßig elastische oder an eine zum Teil mehr verhärtete Aderwand anschlägt, macht einen großen Unterschied. Im letzteren Falle ist der Rhythmus des Herzschlags bald gestört.

Kräftigung  
der Musku-  
latur des  
Herzens.

Wirksamkeit  
des Laufs  
bei der  
Jugend vor  
vollendeter  
Reife.

Lauf  
bei den Er-  
wachsenen.

Lauf im  
überreifen  
Alter  
über 40.

Es ist, um einen Vergleich *Mossos* hier anzuziehen, damit ähnlich, als ob man mit einem schlechten und beschädigten Luftreifen holprig auf dem Rade fährt, unter fortwährenden Stößen, während ein gut gefüllter, elastischer Luftreifen alle Unebenheiten ausgleicht. Vom 40. Lebensjahre an verbietet sich also der Lauf als Schnelligkeitsübung immer mehr.

So wohlthätig aber für bestimmte Lebensalter der Lauf ist, so sehr muß Vorzicht in seiner Übung anempfohlen oder muß gar die Pflege des Laufs überhaupt untersagt werden da, wo die Organe des Kreislaufs und der Atmung durch Erkrankungen in ihrer Leistungsfähigkeit beeinträchtigt sind.

Für Herzranke, für welche ein ungehinderter Gang des Kreislaufs bei ruhiger Lebensweise eben hergestellt ist, bedeutet eine so eingreifende Übung, wie es der Lauf ist, eine unbedingt bedenkliche Störung des mühsam innegehaltenen Gleichgewichts. Herzranke sind daher von der Übung des schnellen Laufs unter allen Umständen auszuschließen.

Ähnlich liegt die Sache bei Lungenranke. Namentlich bei den recht häufigen Erkrankungen der Lungen spitzen kann der schnelle Lauf leicht Anlaß zu Lungenblutungen geben, infolge der starken Blutüberfüllung der Lungen, welche, wie oben erwähnt, bei schnellstem Lauf schließlich eintritt. So starb der bekannte Läufer Käpernick an den Folgen einer heftigen Lungenblutung, die während eines Laufs eintrat. Zweifellos bestanden in diesem Falle schon vorher tuberkulöse Herde in den Lungen. Denn daß in vollkommen gesundem Lungengewebe infolge des Laufs eine starke Lungenblutung durch Plagen eines größeren Gefäßstüchens entstehen könne, muß von der Hand gewiesen werden. Keine Spur eines tatsächlichen Beweises liegt dafür vor.

Bei der Lungenerweiterung (*Emphysem*) ist der Kreislauf so erschwert und wird so mühsam in Gang gehalten, daß auch hier der Lauf sich verbietet.

Für Blutarme sind zweifellos die durch mäßigen Lauf gegebenen Anregungen für die Atmung und den Stoffwechsel recht wertvoll, während andererseits der Mangel an roten Blutkörperchen die nötige Sauerstoffzufuhr zu den heftig arbeitenden Muskeln schwierig gestaltet und bei schnellstem Lauf vor schnell zur Erschöpfung führt. Hier ist also die Laufbewegung nur in recht mäßigem Grade nützlich.

Endlich können auch äußere Umstände die Vorzüge des Laufs beeinträchtigen. Dauerlauf in verdorbener und stark staubiger Luft — es sei hier z. B. an die Staubluf schlecht gereinigter Turnhallen erinnert — kann unter Umständen mehr Schaden als Nutzen bringen.

Beim Lauf im Freien soll man nie mit offenem Munde gegen starken, rauhen Wind laufen. Bei großer Hitze kann schnellster Lauf Blutandrang zum Kopf und zu den Lungen in schädlichem Grade zur Folge haben, während bei kühler Witterung umgekehrt der Lauf eine besonders vorteilhafte Bewegung ist. Guts-Muths pflegte deshalb den Dauerlauf vornehmlich im Winter. Ebenso treibt man in England den Fußball, dasjenige Spiel, welches die heftigste Laufbewegung verlangt, ausschließlich in der kälteren Jahreszeit vom Oktober bis zu Ende April.

### § 307. Der schnelle kurze Lauf.

Die Laufbewegung ist eine andere, je nachdem es darauf ankommt, unter Aushietung aller Kräfte eine kürzere Strecke in größtmöglicher Schnelligkeit zurückzulegen oder unter möglichster Ersparung an Kraft mit mäßiger Geschwindigkeit anhaltend lange Zeit zu laufen, um große Entfernungen zu überwinden. Die Bewegung des schnellsten kurzen Laufes wird also verschieden sein von der Bewegung des eigentlichen Dauerlaufes.

Beim Lauf des geschulten Läufers ist der Rumpf als Ganzes gerade gestreckt und nur wenig im Hüftgelenke vorgeneigt; die Brust ist möglichst frei nach vorn herausgebracht und frei ausgedehnt, die Schultern sind zurückgenommen; der Kopf wird gerade gehalten, ja etwas nach hinten geworfen, so daß das Gesicht ein wenig nach aufwärts gerichtet ist. Die Arme sind im Ellbogengelenk rechtwinklig gebeugt, so daß die Unterarme wagerecht gehalten werden, die Fäuste sind geballt. Es ist schon bemerkt, daß diese Armhaltung dazu dient, die Brustmuskeln an der vermehrten Atemarbeit zu beteiligen.

Haltung des geschulten Läufers.



Fig. 461. Schneller Lauf auf den Fußspitzen.



Fig. 462. Griechischer Wettläufer.



Fig. 463. Griechischer Wettläufer. (Fig. 462 u. 463 nach einer panathenäischen Vase i. Britischen Museum zu London.)

Schulter und Arm werden abwechselnd bei jedem Lauffschrift vorgebracht, und zwar wie beim natürlichen Gang, im Gegensinn zur Bewegung der Beine. Schulter und Ellbogen befinden sich am weitesten nach hinten, wenn das gleichsinnige Bein vorn mit der Fußspitze aufgesetzt wird, und sind am stärksten nach vorn gebracht, während das gleichsinnige Bein nach dem Abstemmen am stärksten nach hinten im Kniegelenk gebeugt ist (Fig. 461).



Fig. 464. Griechische Waffenläufer. — Während der erste, zweite und vierte Schulter und Arm entgegengesetzt zur Beinbewegung vorbringen, entsprechend der Bewegung beim natürlichen Lauf, sind beim dritten diese Bewegungen gleichsinnig (wie in Fig. 466 u. 467).

Augenbilda-photographien, z. B. von Wettläufern, zeigen, daß beim gewöhnlichen schnellsten Lauf diese Art der Bewegung der Schultern und Arme die gewöhnliche ist. Wir sehen aber auf Darstellungen von Läufern des griechischen Altertums, daß neben dieser gewöhnlichen Art der Bewegung der Schultern und Arme vielleicht noch eine andere besteht, nämlich daß die Schultern und Arme gleichsinnig mit dem auschreitenden Bein bei jedem Lauffschrift vorgenommen oder vorgeschleudert werden (s. Fig. 462—464). Bei der feinen Beobachtungsgabe der griechischen Künstler und der Naturwahrheit, welche wir an griechischen Kunstwerken auch in der Wiedergabe

Armschwingen bei griechischen Läufern.

ganz flüchtiger Momente einer Bewegung stets wieder bewundern müssen, ist nicht wohl anzunehmen, daß es sich hier um fehlerhafte Beobachtung und ungeschickte Wiedergabe handelt. Wir können es vielmehr als ziemlich sichergestellt erachten, daß in der Tat bei den Hellenen eine Art des Schnelllaufs gepflegt wurde, der sich durch das gleichzeitige Vorbringen der Schultern und des Beins derselben Seite von der gewöhnlichen Art des natürlichen Laufs unterschied. Solcher Kunstlauf wäre allerdings nur mit harter Übung zu erlernen. Er muß aber wohl Vorteile geboten haben, denn ohne greifbaren Zweck übt man sich eine solche schwierige Laufart nicht an.

Neuzeitliche Versuche mit solcher Bewegung der Schultern und Arme beim Lauf sind nicht bekannt geworden. Es wäre aber für die Technik des schnellsten Laufs von Bedeutung, wenn solche Versuche mit Ernst und der nötigen Beharrlichkeit von einer Anzahl geübter Läufer einmal unternommen würden.

Bein- und  
Fuß-  
bewegung.



Fig. 465. Verschiedene Länge des Lauffschritts, je nachdem auf die Fußspitze oder die Ferse zuerst aufgetreten wird.

Kurz vor dem Augenblick, wo das vorschwingende Bein auf den Boden aufgesetzt werden soll, ist es im Kniegelenk fast gestreckt, ebenso ist oft die Fußspitze nach abwärts gestreckt. Im Augenblick aber, wo der Fuß den Boden berührt, um Stütz zu nehmen, beugt sich auch der Unterschenkel im Kniegelenk und dämpft so schon die Erschütterung des Fallstoßes. Diesen Fallstoß gilt es dann durch die nachfolgende Abwicklung des Fußes zur Fußspitze in einen nutzbringenden Abstoß zu verwandeln. Es sind die Streck- — vierköpfige Schenkelstreck- und Wadenmuskel —, welche durch ihre Spannung der Beugung, d. h. dem Einknicken des Knies in Folge der Wucht des Fallstoßes widerstehen, um dann durch kräftige Zusammenziehung in der zweiten

Zeit des Stützes positive Arbeit zu leisten: nämlich das Abstoßen des Beins vom Boden.

Es ist schon erwähnt, daß der Lauffschritt am längsten ist, wenn der Fuß mit der Ferse zuerst den Boden berührt, wobei das Bein fast gestreckt ist. Allein diese Beinhaltung steigert die Wucht des Fallstoßes und wirkt hemmend im entgegengesetzten Sinne zur Fortbewegung. Die Überwindung dieser Widerstandsarbeit bedingt einen größeren Verlust an der Gesamtschnelligkeit des Fortkommens, als der Gewinn bei längerem Lauffschritte beträgt. Der schnelle Lauf mit Aufsetzen des vorschwingenden Fußes, zuerst auch der Ferse, ist daher nicht nur unökonomisch, indem er mehr Muskelkraft verbraucht, und zudem schwerfällig durch die jedesmalige Erschütterung des Fallstoßes, sondern er beeinträchtigt auch die Laufgeschwindigkeit. Gleichwohl führt das

Aufsetzen des  
Fußes.

Bestreben, möglichst lange Lauffschritte zu machen, bei dem einen oder anderen Läufer dazu — wie die Augenblicksphotographie lehrt —, daß er gewohnheitsmäßig den Lauf mit Aufsetzen auf die Ferse zuerst ausführt (Fig. 453).

Weitaus die meisten Läufer setzen beim schnellen Lauf die ganze Fußsohle zugleich auf: es sind dabei einerseits noch recht große Lauffschritte möglich, andererseits ist dann im Augenblick, wo der Fuß auf den Boden niederkommt, der Unterschenkel schon genügend gebeugt, um den Fallstoß abzuschwächen und leicht zu überwinden.

Kürzer werden die Lauffschritte, wenn der vorschwingende Fuß auf die Fußspitze aufgesetzt und von Fußspitze zu Fußspitze gelaufen wird. Dem Gefühl nach scheint diese Laufart die leichteste und förderlichste. Der jedesmalige Fallstoß wird durch die Winkelbeugung im Fuß wie im Kniegelenk am meisten abgeschwächt und so gut wie gar nicht empfunden. Und doch kommt der Läufer, wenn er auch im Beginn des schnellen Laufs tatsächlich einige Lauffschritte so auf den Fußspitzen allein ausführt, bei der Fortsetzung des Laufs durch das Bestreben, möglichstste Schnelligkeit in der Folge der Lauffschritte zu verbinden mit möglichster Weite dieser Schritte, ganz unwillkürlich dazu, nicht mehr mit der Fußspitze, sondern mit der Sohle den Fuß aufzusetzen. Der Läufer selbst empfindet das meist gar nicht; der Beobachter sieht es kaum, weil bei einer so außerordentlich flüchtigen Bewegung der Augenschein tatsächlich trügt. Die Augenblicksphotographie liefert aber hier den unumstößlichen Beweis und zwingt uns, hergebrachte und anders geartete Anschauung umzuändern.

### § 308. Der Dauer- und Beugelauf.

Beim schnellsten Lauf über eine kurze Strecke kommt die Rücksicht auf Erzielung größtmöglicher Schnelligkeit des Fortkommens an erster Stelle, und es wird außer acht gelassen, wie groß sich dabei der Kraftaufwand gestaltet. Anders beim Dauerlauf. Hier wird das Aufsetzen des Fußes auf die Ferse oder auf die ganze Fußsohle gleichzeitig schon darum zur allgemeinen Gepflogenheit, weil es dabei möglich wird, den



Fig. 466 und 467. Zwei Augenblicksaufnahmen eines laufenden Negers. Natürlicher Beugelauf mit Aufsetzen der Fußsohle. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

Körper stärker vorzubeugen und dadurch das Vorwärtstragen des Schwerpunktes zu erleichtern, d. h. Kraft zu sparen. So wird also beim Dauerlauf in vorwärts gebeugter Haltung, oder sagen wir beim natürlichen Beugelauf, die Körperhaltung eine andere als beim schnelleren Stredlauf.

Der Schwerpunkt wird mehr nach vorn verlegt, durch Beugung des Rumpfes in der Hüftachse nach vorn, die Beine werden stärker gebeugt. Das Kniegelenk wird nicht nahezu gestreckt, sondern bleibt in ausgesprochener Beugung auch kurz vor dem

Niedersetzen des Fußes auf den Boden. Der Schwerpunkt wird niedriger getragen, die Körperhöhe ist durchweg eine geringere als bei dem Strecklauf. Diese Art der Haltung, beim einen mehr, beim anderen weniger ausgesprochen, wird beim natürlichen Dauerlauf ganz von selbst von jedem eingenommen. Der Dauerläufer fühlt ohne weiteres, daß er so mit geringerer Anstrengung läuft und länger aushalten kann. — Auf antiken Darstellungen findet man übrigens diese Unterschiede in der Bewegung beim Dauerlauf

Beugelauf.



Fig. 468 und 469. Zwei Momente des Beugelaufs nach Aufnahmen von Marex. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

und beim schnellen Lauf auf den Fußspitzen oft in ganz bezeichnender Weise wiedergegeben (vergl. Fig. 462 und 463 mit Fig. 464).

Aus der natürlichen Art des Dauerlaufs entwickelten Regnault und Raoul als Kunstlauf den Lauf in Beugung oder Beugelauf (*course en flexion*), eine Laufart, welche, ähnlich dem

Beugemarsch, zu außerordentlichen Dauerleistungen befähigt (siehe Fig. 466—469).

Haltung und Bewegung beim Beugelauf.

Bei diesem Lauf bleibt der Rumpf als Ganzes gestreckt, wird aber mit zunehmender Laufschnelligkeit immer mehr in der Hüftachse nach vorn gebeugt, der Läufer läßt sich gewissermaßen von seinem Schwerpunkt nachziehen, „läuft sich selbst nach“. Die Brust ist vorgebracht, die Schultern zurück, der Kopf hoch, etwas nach hintenüber gestreckt. Die Ellbogen sind in Beugung, so daß die Unterarme horizontal stehen, die Fäuste geballt. Raoul empfiehlt zur Einübung, um die Schultern gut zu heben und die Brustatmung zu erleichtern, einen Stab in den Händen zu halten, und zwar so, daß die Linke das eine Ende des Stabes in Brusthöhe mit Untergriff gefaßt hält, während die Rechte das andere Ende in Hüfthöhe trägt. Die Knie sind gekrümmt. Die Füße streifen kurz über dem Boden hin; sie werden



Fig. 470 und 471. Zwei Momente aus einer Reithenaufnahme des gewöhnlichen Strecklaufs, genau entsprechend den Aufnahmen in Fig. 468 und 469. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

nicht höher gehoben als eben nötig, um an die Rauigkeiten und Unebenheiten des Bodens nicht anzustoßen. Die Fußsohle wird möglichst in einem, mit Zeh und Ferse gleichzeitig, leicht und geräuschlos aufgesetzt.

Gegenüber dem gewöhnlichen Lauf in mehr gestreckter Haltung bietet der Beugelauf ähnliche Vorteile wie der Beugemarsch gegenüber dem militärischen Marsch: die Schrittlänge ist größer, die senkrechten Erhebungen des Kopfes sind geringer, und zwar



um 2 cm, die mittlere Körperhöhe durch die stärkere Beugung um etwa 10 cm niedriger als beim gewöhnlichen Lauf. Marey gibt folgende Messungsergebnisse an:

Laufart	Schrittlänge des Doppelschritts	Einfache Schrittlänge	Dauer der Laufschrittzzeiten in $\frac{1}{100}$ Sekunden				Kopfhöhe	Senkrechte Schwankung	Mittlere Rumpfeigung zur Horizontalen	Umfang der Schwankungen der verschiedenen Abschnitte der unteren Gliedmaßen		
			ein Doppelschritt	Sitzzeit jed. Fußes	Schwingung	Freifliegen				Schenkel zum Rumpf	Unter- zum Oberschenkel	Fuß zum Unterschenkel
Gewöhnlicher Dauerlauf . . . . .	m 2,59	m 1,295	$\frac{1}{100}$ Sekunden 57	18	39	12	m 1,64	m 0,07	Grad 85	Grad 65	Grad 84	Grad 53
Beugelauf . . . . .	2,77	1,385	61	23	38	7	1,54	0,05	77	77	65	62

Die Schrittlänge ist also beim Beugelauf nur wenig größer als beim Strecklauf, während sie beim Beugemarsch gegenüber der beim gewöhnlichen Marsch erheblich größer war. Die Zeit des Freifliegens ist kürzer. Als wesentlich fällt auch hier die geringere senkrechte Hebung bei jedem Lauffschritt ins Gewicht.

Dementsprechend ist der Arbeitsaufwand beim Zurücklegen eines Kilometers im Beugelauf, soweit er auf die senkrechte Erhebung des Körpers bei jedem Lauffschritt entfällt, um ein gutes Drittel geringer als bei gewöhnlichem Dauerlauf.

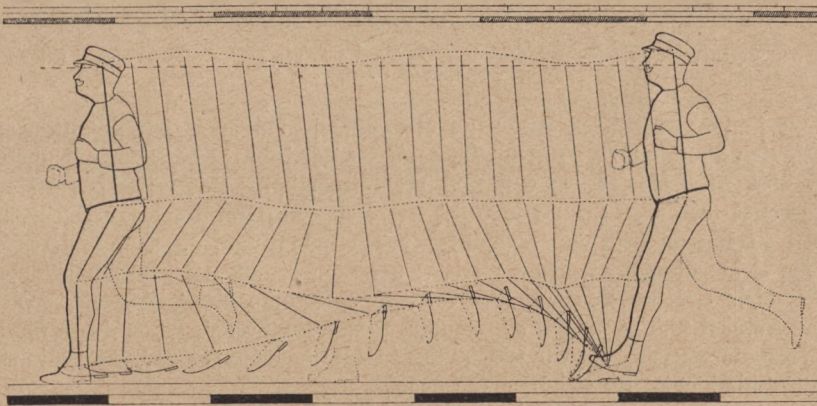


Fig. 472. Chronophotographische Reihenaufnahme des gewöhnlichen Laufs von Marey. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

Um den Beugelauf richtig und mit Vorteil über längere Strecken ausführen zu können, ist eine sorgfältige Übung und Schulung notwendig. Übung des Beugelaufs.

Raoul erzielte bei französischen Soldaten nach 36 Übungstunden, daß seine Leute schließlich 12 km in einem Zuge durchliefen. Die Leute trugen Drillschuhe, leichte Hosen und Sweater; nach dem Lauf wurde stets die Wäsche gewechselt. Er ließ immer erst mit ganz kurzem Schritt (25 cm) und langsamem Zeitmaß beginnen, so daß der erste Kilometer erst in 10 Minuten durchlaufen war; nur langsam wurde die Schnellig-

keit gesteigert. Auch bei den fertig Geübten wird stets mit etwas langsamerem Lauf begonnen und erst beim dritten Kilometer die volle mittlere Laufgeschwindigkeit eingenommen. Folgende Übersicht zeigt die gemachten Fortschritte bei einem solchen Übungsgang.

	Gesamte Lauflänge	Laufgeschwindigkeit beim		
		1. km	2. km	3. km
		Min. Sek.	Min. Sek.	Min. Sek.
Anfang der Übungen . . . . .	3 km	10,—	9,30	7,45
Nach 15 Übungstunden . . . . .	5 "	8,45	7,30	6,30
" 30 " . . . . .	9 "	8,—	6,45	5,45
" 36 " . . . . .	12 "	7,45	6,15	5,43

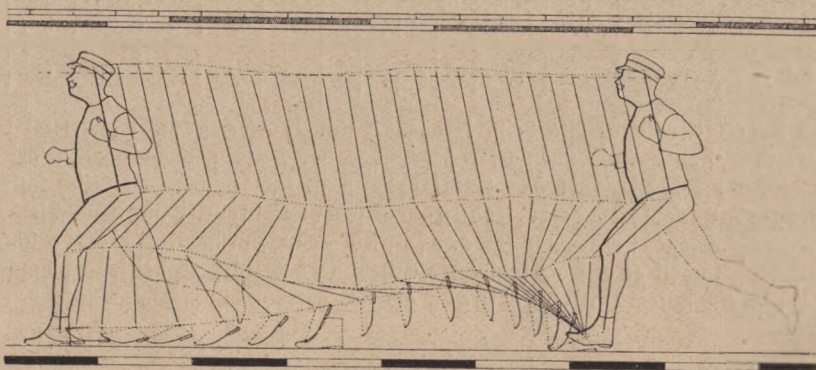


Fig. 475. Chronophotographische Reihenaufnahme des Beugelaufs von Maren. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

Vom fünften Kilometer ab betrug die Laufgeschwindigkeit durchschnittlich 1 km in 5 Minuten 30 Sekunden. Am Schluß der Übungszeit wurde der Lauf auf unebenem Boden, über Sturzäcker, durch Gestrüpp usw. bevorzugt. Dabei soll das Knie noch mehr gebeugt werden. Ebenso läßt sich der Beugelauf mit Vorteil verwenden, um Anhöhen zu überwinden und abschüssige Wege hinabzulaufen. Im letzteren Falle sollen die Beine überstark gebeugt werden; der Läufer muß sich „ganz klein“ machen.

Daß diese Art des Laufs in der Tat große Vorteile bietet, sich leicht vollzieht, weniger ermüdet und vor allem die Atmung weniger anstrengt, lehren schon die ersten Versuche — wengleich die Eingewöhnung in die ungewohnte Art der Haltung und Bewegung nicht ohne Muskelschmerzen abgeht.

### § 309. Pflege des Laufs.

Der Lauf als Übung wird gepflegt:

1. als Laufübung turnender Abteilungen nach Befehl im Charakter eines mäßig schnellen Dauerlaufs;
2. als Wettlauf;
3. als freier willkürlicher Lauf im Spiel.

1. Laufübungen auf Befehl sind, in rechter Weise gepflegt, ungemein wertvoll. Es kommt darauf an, einen nicht zu schnellen, aber großschrittigen Lauf an-

zuüben und so zu betreiben, daß die Laufzeiten allmählich gesteigert werden bis zu 12, 15 und 20 Minuten. Noch länger ununterbrochen zu laufen hat für die heranwachsende Jugend schwere Bedenken.

Die Arme sind bei den Laufübungen im Ellbogengelenk gebeugt mit wagenrecht gehaltenen Unterarmen zu tragen wie beim natürlichen Lauf. Gelegentlich kann man auch einen Stab quer vor der Brust in den Händen tragen lassen (Untergriff ist dabei vorzuziehen). Sehr wirksam, wenn auch natürlich ermüdender und daher nur gelegentlich für kurze Zeit vorzunehmen ist die Verbindung eines ruhigen Übungslaufs mit Stabgriffen (Stab voraus, vornauf, hintenab und Stab hinter Schulter), wie sie O. G. Jaeger in seiner „Neuen Turnschule“ darstellte. Allerdings entspricht die von ihm verlangte Streckhaltung der Beine und der Fußspitzen nicht dem Muster eines förderlichen Dauerlaufs. — Lauf mit Aufstützen der Hände auf die Hüften, früher viel beliebt, erschwert die natürliche Laufbewegung und ist unbedingt zu verwerfen.

Was die Atmung beim Lauf betrifft, so legt man gemeinhin großen Wert darauf, daß nur durch die Nase mit fest geschlossenem Munde geatmet werde. Diese Vorschrift ist, wie jeder weiß, der selbst viel gelaufen ist, weder bei längerem Dauerlauf noch bei schnellstem Lauf stets gut innezuhalten. Ja sie ist unter Umständen für die Erfüllung des Atembedürfnisses geradezu hinderlich. Wir Europäer besitzen nicht die weite Hundennase des Negers, sondern unsere Nasen sind schmaler gebaut und die Luftgänge des Nasenlabyrinths oft recht enge. Ungemein häufig sind die Nasenwege, namentlich im schulpflichtigen Alter, noch dadurch ganz besonders enge und für stärkere Atembewegungen unzureichend, daß Schwellungen der Schleimhäute in der Nase bestehen, daß die Nasenscheidewand verbogen ist, oder daß die Ausmündung der Nasenwege in die Rachenhöhle an den Choanen durch geschwellte Rachenmandeln eingengt ist. In allen diesen Fällen wird namentlich die Ausatmung, bei welcher Muskelkräfte in geringerem Grade tätig sind als bei der Einatmung, nur unvollständig erfolgen können, die Lungen werden unvollkommen entleert, und die Atmung versagt bald. Dies um so mehr, als ohnehin beim Lauf die Ausatmung bei stärkerer Atemanstrengung leicht kurz und stoßend wird, gegenüber der tieferen, längeren und schnappenden Einatmung. Die Lungen können sich der in ihnen enthaltenen kohlenensäureüberladenen Reserveluft nicht entledigen. Aus diesem Grunde hat man vorgeschlagen, beim Lauf nur durch die Nase einzusatmen, dagegen durch den Mund auszusatmen. Dies würde die Atmung schon wesentlich erleichtern — ist aber nicht so leicht auszuführen.

Für längeren Dauerlauf ist andererseits empfohlen worden, zwar durch die Nase zu atmen, aber allen 4—5 Atemzügen eine besonders tiefe Ein- und Ausatmung durch den Mund folgen zu lassen.

Bei schnellstem Lauf (Wettlauf) ist das Atmen durch den Mund, entweder mit geöffneten Lippen, aber durch die geschlossenen Zahnreihen hindurch, oder einfach mit leicht geöffnetem Munde, überhaupt nicht zu verbieten. Die Furcht, daß das unmittlere Eindringen kälterer Luft die Schleimhaut der oberen Luftwege zu empfindlich abkühle und schädige, ist um so weniger begründet, als diese Schleimhaut beim Lauf stärker blutreich ist als gewöhnlich und daher dem Einfluß der Abkühlung weniger unterliegt. Anders liegt schon die Sache, wenn die Luft stark staubig ist; denn hier wird in der Tat beträchtlich viel Staub durch den Mund unmittelbar in die Luftwege eingefogen. Hier und da sieht man Wettläufer, welche, die Nachteile des Atmens durch den offenen Mund befürchtend, aber nicht imstande, genügenden Atemgang bloß durch die Nase zu unterhalten, sich beim Lauf ein Tuch (ihr Schnupftuch meistens) in den Mund stecken, durch welches sie dann atmen. Diese Sitte ist weder schön noch appetitlich.

Armhaltung  
und  
Bewegung.

Atmung  
beim Lauf.

Auftreten.

Das Auftreten beim Lauf soll möglichst leicht erfolgen, ohne dröhnendes Ge-  
polter.

Zeitmaß  
des Laufs.

Das Zeitmaß des Dauerlaufs ganzer Abteilungen kann im Mittel 180 bis  
200 Lauffschritte in der Minute betragen. Man beginne aber mit etwa 100 Lauf-  
schritten in der Minute und steigere dann allmählich den Taktlauf bis zur obigen  
Schrittzahl. Der Leiter der Übungen muß den Takt in geeigneter Weise angeben oder  
besser selbst voranlaufen.

Den eigentlichen Lauf möglichst viel und ausgiebig hinsichtlich der Lauffschnellig-  
keit, der Schrittgröße und der Laufdauer zu üben, ist die Hauptaufgabe einer rechten  
Lauffschulung. Besondere künstliche Formen des Laufs, wie Spreizlaufen (Lauf mit  
Vorspreizen), Schlaglaufen, Wiegelauf, Lauf mit Knieheben (Steigelauf), Lauf mit  
Fersenheben oder Anfersen usw., ferner der sogenannte Lauf an Ort, der gar kein  
Lauf ist, und ähnliche Übungen haben keinen oder nur recht mäßigen Wert. Sie sind  
für die eigentliche Übung eines ausholenden Laufs nach Schnelligkeit und Dauer ganz  
ohne Belang.

Pflege des  
Wettlaufs.

### § 310. Bemerkungen über die Pflege des Wettlaufs.

Der Wettlauf hat als Höchstleistung unter Aufbietung aller verfügbaren Schnell-  
kraft des Körpers neben dem Dauerlauf einen besonderen, anders nicht zu ersiehenden  
Wert. Es ist eine irrige Vorstellung, daß der Wettlauf über kürzere Strecken leicht sei,  
dagegen der Wettlauf über längere Strecken schwieriger und erschöpfend, ja gefährlich.  
Das trifft nur für den ungeübten, nicht aber für den geschulten Läufer zu, welcher der  
Länge der zu durchlaufenden Strecke entsprechend mit seinen Kräften hauszuhalten  
und die Schnelligkeit abzustufen weiß.

Bei dem Wettlauf über kurze Strecken (50—100 m) ist vor allem wichtig  
die Übung des Ablaufens, der „Start“. Das Ablaufzeichen dazu wird am besten  
hinter dem Rücken des Läufers, nach kurz vorher erfolgter Ankündigung „fertig!“  
durch einen Pistolenschuß oder einen ganz kurzen scharfen Befehl: „Los!“ gegeben. Jedes  
durch das Auge vermittelte Ablaufzeichen ist zu verwerfen. Sobald der Befehl erteilt ist, muß  
der Läufer auch sofort schon in voller Laufbewegung sein. Dieser plötzliche Übergang  
aus der Ruhestellung in schnellste Vorwärtsbewegung ist ungemein schwierig. Er ist  
aber bei so kurzen Läufen, wo ein kleiner Bruchteil einer Sekunde für den Sieg aus-  
schlaggebend sein kann, von größter Wichtigkeit. Daher zu solchem Wettlauf unablässige  
Übung im Ablauf („Start“) einen Hauptteil der Vorbereitung ausmacht. Damit erhält  
aber auch der Wettlauf über kurze Strecken einen neuen Übungswert, und zwar im  
Sinne der Nervengymnastik. Denn Nerven und Muskeln vor dem Ablauf derart mit  
Spannkraft gewissermaßen zu laden, daß im selben Augenblick, wo das Ablaufzeichen  
gegeben ist und zum Bewußtsein gelangt, auch schon die beabsichtigte umfassende Be-  
wegung im vollsten Gange ist, so daß der Körper mit vollster Wucht vorwärtsgeschleudert  
wird: das erfordert eine eigene Schulung der Bewegungsnerven. Um diese schwierige  
Bewegungsaufgabe möglichst zu erleichtern, nimmt der Wettläufer an der Ablauf-  
stelle eine ausholende Stellung ein, welche diejenigen Muskeln, die zunächst durch  
plötzliche Zusammenziehung schnellste Laufbewegung einzuleiten haben, dehnt und  
so dem Läufer gestattet, mit einem kurzen Aufsprung unmittelbar in die schnellste Lauf-  
bewegung überzugehen.

Der Läufer steht zum Ablauf — dies war die früher allein übliche Art — sprung-  
bereit mit dem vorderen, leicht gebeugten Beine dicht vor der Ablauflinie, die Fuß-  
spitze in der Richtung der Laufbahn. Das hintere Bein, welches auf das Ablaufzeichen  
hin urplötzlich nach flüchtigem Abstemmen vom Boden in Beugung vorgebracht werden

Wettlauf  
über kurze  
Strecken.Plötzlicher  
Ablauf.Stellung  
zum Ablauf.

muß, um dann unter kraftvoller Streckung den ersten vollen Lauffschritt einzuleiten, ist, gleichfalls im Knie leicht gebeugt — ausholende Dehnung der Strecken! —, mit eben gelüfteter Ferse auf den Zehenballen aufgesetzt, und zwar mit der Fußachse nach außen gerichtet, so daß die beiden Fußachsen in ihrer Verlängerung nach hinten einen rechten Winkel bilden. Der Rumpf ist vorgebeugt und ruht mit seiner Schwerlast vorzugsweise auf dem vorderen Bein. Sprungartig geht auf das Ablaufzeichen der Körper in die volle Laufbewegung über.

Noch mehr ist dies der Fall beim sogenannten „Handstart“. Der Läufer ist so weit vorgebeugt, daß die Hände dicht vor der Ablauflinie mit gespreizten Daumen dem Boden aufstehen. Die beiden stark gebeugten Beine stehen im Abstand von einer Fußlänge nur mit den Zehenballen dem Boden auf. Aus dieser Stellung schnellst augenblicklich der Läufer sowohl von den Händen wie von den Füßen mit vereinigter Arm- wie Beinraft auf und vorwärts beim Erönen des Ablaufzeichens, wobei das hintere gebeugte Bein nach vorn geworfen, zum ersten Lauffschritt sich streckt. So geht der Körper aus einer zusammengekauerten ausholenden Stellung in mächtigem Aufsprung zur schnellen Laufbewegung über. — Manche Läufer bedienen sich, um sich nicht allzutief mit dem Rumpf vornüber beugen zu müssen, zweier mit den Händen erfaßter Stäbchen, mittels derer sie sich vom Boden abshnellen (Fig. 474).



Fig. 474. Fünf Wettläufer, das Ablaufzeichen erwartend. Nach einer Augenblicksphotographie (Athen 1896).

Wichtig ist für den Wettläufer der Atemgang. Ist die Lauffstrecke kürzer als 100 m (gute Läufer brauchen zum Lauf über 100 m etwa 11–12 Sekunden), so kann sie schon in einem Atem gelaufen werden. Der Wettläufer macht kurz vor dem Ablauf eine möglichst tiefe Einatmung und durchmischt mit angehaltenem Atem die Strecke, ohne einen neuen Atemzug machen zu müssen. Eine ähnliche Verlängerung der Ausatmung erzielten die Griechen dadurch, daß sie eine kurze Wettlaufstrecke mit anhaltendem Schreien durchliefen.

Eine unzuweckmäßige Kleidung vermag beim Wettlauf sehr hinderlich zu sein. Das Beinleid darf sich nicht im geringsten über dem Kniegelenk strammen. Darum ist für den Wettlauf am geeignetsten eine ganz weite Kniehose, welche nur bis oberhalb des Knies reicht — ähnlich den Beinleidern der Alpenbewohner. Das Kniegelenk muß eben ganz frei sein. — Der Rumpf ist am besten mit Tricothemd bekleidet, die Füße mit leichten Drillichschuhen.

Bei der Vorbereitung zum Wettlauf kommt es nicht nur darauf an, durch unermüdlige Übung des Ablaufs möglichst von vornherein in schnellster Fortbewegung zu sein, sowie sich auf schnellsten Lauf nach Schrittzahl und Schrittlänge zu üben, sondern es ist auch nötig, soviel als möglich Lungen und Herz zu kräftigen und auf die volle Höhe der Leistungsfähigkeit zu bringen. Wird dies auch durch den häufiger veranstalteten kurzen Lauf an sich schon teilweise erreicht, so wirkt in dieser Richtung nachhaltiger doch der ausgedehnte Dauerlauf, welcher lange Zeit hindurch gleichmäßig starke Tätigkeit

Kleidung  
beim Wett-  
lauf.

Dorbe-  
reitung zum  
Wettlauf.

der Atemmuskeln und des Herzmuskels erfordert. Seine Pflege ist daher auch zur Vorbereitung für den kurzen Wettlauf von großer Wichtigkeit.

200-m-Lauf.

Die Belastung des Kreislaufs und der Atmung beim Lauf tritt sofort hinsichtlich der Atmung dann hervor, wenn nicht mehr, wie über ganz kurze Strecken, in einem Atem gelaufen werden kann. Schon die vielgeübte, dem griechischen Stadion von 192 m am nächsten kommende und zum Wettlauf in Deutschland früher beliebte 200-m-Strecke erfordert besondere Rücksichtnahme auf den Atemgang. Die Kürze der Strecke verführt den Läufer immer wieder dazu, mit der vollen Geschwindigkeit des 100-m-Laufs und angehaltenem Atem auch die 200 m durchlaufen zu wollen. Daher gilt vielfach bei guten Läufern der 200-m-Lauf als der anstrengendste, der am meisten „auspumpt“.

Längere Strecken.

Die näher liegt es beim Wettlauf über längere Strecken, daß der Läufer sich durch häufigere Übung über das Maß seiner Herz- und Lungenkraft unterrichtet, um die Schnelligkeit der Bewegung dementsprechend einzuschränken. Mit der Schnelligkeit, die man über 100 oder 200 m entwickelt, kann man nicht 500 m laufen — man würde sonst vor dem Ziel schon erschöpft sein und einhalten müssen oder nur noch mit ganz geringer Schnelligkeit sich bis zum Ziel durchschleppen können. Darum darf beim Lauf über längere Strecken nicht mit allzu großem Ungestüm losgelaufen werden. Es ist sogar gut, daß man die Durchschnittsgeschwindigkeit, mit der man die Strecke zu durchmessen gelernt hat, nicht von vornherein schon einnimmt, sondern sich erst eine Reihe von Sekunden hindurch allmählich „einläuft“. Die so ersparte Kraft reicht dann zu einem kräftigeren Vordrschießen in schnellstem Lauf (spurt) aus, um den Gegner zu überholen. Nur darf der Läufer sich dabei nicht zu viel ausgeben; er muß doch mit voller Laufgeschwindigkeit durchs Ziel gehen.

Ankunft am Ziel.

Nachdem der Wettläufer am Ziel angekommen ist, oder sagen wir besser, die Ziellinie durchlaufen hat, kommt es für ihn darauf an, durch ruhigeres und namentlich tieferes Atmen die Blutüberfüllung der Lungen und das beklemmende Gefühl auf der Brust loszuwerden. Vorzeitiges Sprechen ist zu meiden. Dabei soll der überhitzte Läufer nicht stehen, sondern umhergehen; bei kühlem windigen Wetter ist ihm ein leichtes Wolltuch oder ein weiter Todenmantel umzuhängen.

Seitenstechen.

Bei vielen Läufern stellt sich während eines starken Laufs heftiger Schmerz, meist in der Gegend der linken Rippenweiche, ein. Er wird vor allem verursacht durch die Erschütterung der Magenwände; namentlich dicht unter dem Zwerchfell, am Mageneingang, sowie durch die Anstrengung des Zwerchfells selbst. Im Volksmunde wird dieser Schmerz als „Milzstechen“ bezeichnet. Daß ein Zusammenhang dieser Schmerzempfindung mit einer angenommenen Blutüberfüllung der Milz bestehe, ist schon oben als unwahrscheinlich bezeichnet worden. — Häufige Übung im Lauf macht das Auftreten dieses Schmerzes schwinden oder verringert es doch erheblich.

Hindernislauf.

### § 311. Der Hindernislauf.

Eine besondere Art des Wettlaufs von bedeutendem Übungswert ist der Hindernislauf. Hierbei wird die Laufbahn unterbrochen durch niedrige Hürden, durch Planken, durch Bretterwände oder auch durch Gräben, welche Hindernisse mit einfachem Sprung, Flankensprung oder Überklettern überwunden werden müssen. Besonders beliebt sind als Hindernisse 0,90—1,10 m hohe Hürden aus Stroh, aufrechtstehenden Binsen oder Ginstercruten, an leichtem Lattegestell befestigt.

Beim meist geübten sportlichen Hürdenrennen befinden sich auf der 120 Ellen = 109,7 m langen Laufbahn zehn Hürden von je 1,06 m Höhe. Diese Hürden sind in Zwischenräumen von je 10 Ellen = 9,14 m angeordnet. Nur am An-

Sportlicher Hürdenlauf.

fang der Bahn sowie am Ende derselben hinter der letzten Hürde ist ein größerer Raum von 15 Ellen = 13,65 m. Diese regelmäßige Einteilung ermöglicht es, daß die Läufer mit genau eingeübten Schritten von bestimmter Länge den Zwischenraum zwischen zwei Hürden in drei Lauffschritten zurücklegen, während mit dem vierten Lauffschritt die Hürde mehr überstiegen als übersprungen wird (s. Fig. 475). Es ist also jeder Lauffschritt etwa 2,28 m lang. Nur so sind erstaunliche Leistungen bei dieser Art des Hindernislaufes möglich geworden. 1865 wurde diese Lauffstrecke von 109,7 m mit zehn Hürden in 16 Sekunden gelaufen, 1898 bei einem Wettlauf in Chicago sogar in  $15\frac{1}{5}$ , 1912 in Stockholm in  $15\frac{2}{5}$  Sekunden.

Da der Hindernislauf wie wenige Wettübungen angewandtes Turnen bezeichnet und für zahlreiche Fälle sowohl im praktischen Leben — Lauf querfeldein über Hecken und Gräben — wie namentlich im Kriegsdienst vorbereitet, so verweisen

Turnerischer  
und militäri-  
scher Hinder-  
nislauf.



Fig. 475. Überspringen einer Hürde beim sportlichen Hürdenlauf. Nach einer Augenblicksphotographie.

solche künstlich zurechtgeschnittenen, für die Gewinnung bester Ergebnisse hinsichtlich der Schnelligkeit allerdings günstigen Verhältnisse doch den eigentlichen Zweck dieser Übung und entkleiden sie allzusehr des übenden Charakters für wirkliche Vorkommnisse des Lebens. — Es empfiehlt sich daher für die Übung des Hindernislaufs, als einer Kapitalübung volkstümlichen angewandten Turnens, auf den Übungsplätzen unserer Jünglinge und Männer die Hindernisse mannigfacher zu gestalten, nicht bloß Hürden von 90–100 cm Höhe, sondern auch Planken verschiedener Höhe, ferner Gräben u. dgl. zu verwenden. Es soll ferner mit dem Abstand der zu überwindenden Verhältnisse häufiger gewechselt werden.

Neuerdings ist besonders der Geländelauf (Cross-Country) oder das Querfeld-einrennen beliebt geworden, d. h. ein Wettlauf über kilometerweite Strecken, die durch unebenen Waldboden, Anhöhen und Einschnitte, Strauch und Dorn mannigfachste Hindernisse bieten. Bei den olympischen Spielen von St. Louis 1904 sah ich einen solchen Lauf über 12,8 km ausgeführt.

Der Lauf im Spiel.

### § 312. Der freie willkürliche Lauf im Spiel.

Der Lauf beim Spiel trägt bald den Charakter des Dauerlaufs, bald mehr den des Schnell- oder Wettlaufs. Den des Dauerlaufs insofern, als die Summe dessen, was bei stundenlangem Spiel im Lauf geleistet wird, Dauerläufen von beträchtlicher Ausdehnung gleichkommt. Häufig aber macht das Spiel es notwendig, daß die Laufschwindigkeit auf das Höchstmaß gesteigert wird, und da gewinnt der freie Lauf im Spiel fast den Charakter des Wettlaufs. Das ist z. B. der Fall, wenn bestimmte Läufe zu machen sind, bevor der Ball (wie beim Schlagball oder Torball) ins Spielfeld zurückgebracht ist.

Mäßhalten in der Anstrengung.

Für die Jugend ist im gesundheitlichen Sinne die Laufübung im Spiel die günstigste und zuträglichste. Zunächst deshalb, weil beim Spiel ein jeder den Maßstab dessen, was ihm zuträglich ist, in sich selber trägt. Der spielende Knabe, der mit ganzem Herzen beim Spiele dabei ist, läuft, was er nur kann, um seiner Partei den Sieg zu sichern. Sowie er aber fühlt, daß er atemlos zu werden beginnt, so mäßigt er auch von selbst seine Laufschwindigkeit und läßt sich willig haschen — denn es ist ja doch nur Spiel, was er treibt. Es besteht hier nicht so starker Zwang, wie er schon beim Wettlauf über eine bestimmte Strecke vorhanden ist und in dem heftigen, den Willen bestimmenden Anreiz, ja Ehrgeiz, hinter den Mitläufern nicht zurückzubleiben, äußerste Anspannung bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit nicht scheut.

Bei den Laufübungen auf Befehl kann, da die einzelnen Turner einer laufenden Abteilung körperlich verschieden widerstandsfähig sind, der eine übermüdet und zu sehr angestrengt werden, während der andere — und dieser Fall dürfte beim Schulturnen gemeinhin der häufigere sein — weit hinter dem zurückbleibt, was er mit großem Vorteil noch leisten könnte. Das Spiel individualisiert besser, gewährt jedem eher das ihm nach seiner körperlichen Anlage und Energie zuträglichste Maß strammer Laufbewegung.

Erhöhung der Lauffähigkeit durch Luftgefühl.

Noch ein anderes macht aber den Lauf im Spiel besonders wertvoll. Das ist der Umstand, daß die Leistungsfähigkeit und damit auch die Leistungssumme des Laufens beim Spiel gegenüber dem Laufen auf Befehl stark erhöht ist. Und das beruht darauf, daß die Lustgefühle der Spielfreude und das Spielinteresse die Bewegungszentren des Gehirns in erhöhte Erregung versetzen und dadurch den Ablauf der Bewegungsvorgänge in den Nerven und Muskeln außerordentlich erleichtern und weniger ermüdend gestalten (vgl. § 223). Die Leistungssumme im Lauf, welche die Jugend beim Spiel mit Leichtigkeit „spielend“ bewältigt, ohne wesentlich ermüdet und angegriffen zu werden, läßt sich durch Laufübungen auf Befehl nicht erreichen.

Selbstverständlich sind nicht alle Spiele gleichwertig in bezug auf diese Seite des Spiels. Die Spiele, welche das größte Maß an anhaltender Laufbewegung bieten, stehen nicht nur in erster Linie hinsichtlich der Übung des Herzens und der Lungen, sondern sie sind auch, wie z. B. der Fußball, geeignet, selbst an kühleren, ja an kalten Tagen noch mit besonderem Vorteil für die Gesundheit im Freien betrieben zu werden.

## Der Sprung.

### § 313. Die Bewegung beim Sprung.

Begriff des Sprungs.

Unter Sprung verstehen wir eine Ortsveränderung des Körpers, bei welcher der Körper vom Boden abgehoben und, als wäre er eine fremde Masse, in einer bestimmten Richtung geworfen wird.



Wie bei den Ortsbewegungen des Gehens, Steigens, Laufens, Hüpfens vollzieht sich der Sprung durch die Stemmtätigkeit der Beine gegen den Boden. Mit dem Lauf, dem Hüpfen, dem Sprunglauf, dem Vorwärtshüpfen hat der Sprung das gemein, daß während einer Dauer der Bewegung der Körper frei in der Luft fliegt. Er unterscheidet sich aber von diesen Bewegungsarten, den Lauf vielleicht ausgenommen, dadurch, daß während der Zeit des Freifliegens der Körper beim Sprung eine parabolisch gekrümmte Flugbahn, genau wie ein geworfener toter Gegenstand, beschreibt. Der höchste Punkt der Körpererhebung liegt also beim Sprung — vorausgesetzt, daß Absprung- und Niedersprungstelle in derselben horizontalen Ebene sich befinden — in der Mitte des Freifliegens.

Die Art, wie die Bewegungen beim Sprung untersucht und in graphischer Darstellung festgelegt werden, ist dieselbe, welche wir bei der Darstellung des Gehens und Laufens bereits kennen gelernt haben. Durch die Reihenphotographie und druckmessende Vorrichtungen lassen sich die Bewegungsverhältnisse sowie der Druck gegen den Boden beim Sprung graphisch genau darstellen. Maßgebend sind auch hier vor allem die Untersuchungen von Marey geworden.

Unter-  
suchung der  
Sprung-  
bewegung.

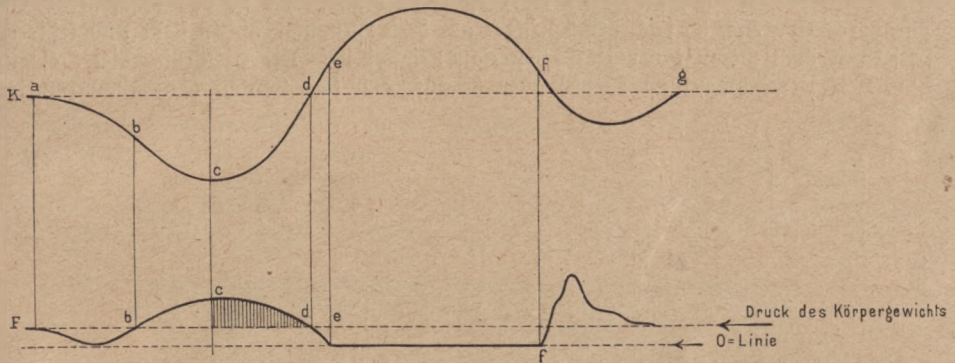


Fig. 476. Kurven des reinen Hochsprungs von beiden Füßen nach Marey. a bis c vorbereitende Kniebeuge, von e ab Absprung. In e hat der Körper den Boden verlassen und fliegt bis f frei. K Kurve des Kopfes; K F Linie der Körperhöhe im Stand; F Druckkurve der Füße; e f = Zeit des Freifliegens, die Druckkurve steht währenddessen auf Null. Von den beiden unteren punktierten Linien gibt also die unterste die Null-Linie des Druckes, die obere (F) diejenige an, welche lediglich durch das Körpergewicht entsteht. Die Erhebung über letzterer Linie in b bis d gibt den direkten Druck der Muskeln gegen den Boden an, in c d — Zeit des Absprungs — durch Schraffierung besonders hervorgehoben. Die starke Erhebung der Drucklinie nach f ist die Stoßwirkung des Niedersprungs auf den Boden.

Zur Messung des Drucks der Füße gegen den Boden verwandte Marey statt des sogenannten dynamographischen Schuhwerks ein druckmessendes Sprungbrett. Dieser „Dynamograph“ von Marey besteht aus einem großen viereckigen Brett, unter dessen Unterfläche, dem Boden aufliegend, eine Anzahl von Luftkammern (neun in drei Reihen zu je drei Kammern) aus spiralförmig aufgewundenen Kautschukröhren angebracht sind. Alle diese Luftbehälter stehen mittels eines Sammelrohrs — ähnlich wie beim druckmessenden Schuh — mit einer Luftkammer in Verbindung, die ihrerseits einen Schreibhebel in Bewegung zu setzen vermag. Der Schreibhebel zeichnet den Druck, welcher bei Belastung des Brettes auf die Luftbehälter unter dem Brette einwirkt und auf die Luftkammer durch das Verbindungsrohr übertragen wird, in Gestalt einer Linie oder Kurve auf eine sich umdrehende Trommel auf.

Druck-  
messendes  
Sprungbrett  
oder Dyna-  
mograph  
von Marey.

Die Stellung des Schreibhebels bei unbelastetem Dynamograph gibt den Druck = Null an. Belastet man den Dynamographen mit einem Gewicht, welches ebenso groß ist wie das Körpergewicht der Versuchsperson, so zeigt der Schreibhebel die Höhe des Druckes an, welcher lediglich durch das Körpergewicht verursacht wird.

Da, wo die beim Sprung gewonnene Kurve über letztere Höhe hinausgeht, bezeichnet sie den Druck der Muskeln gegen den Boden beim Abstemmen des Körpers.

Stellt man weiter mittels einer photographischen Reihenaufnahme des Sprungs auf eine einzige Platte die Bewegung des Körpers — beim Sprung ist diejenige Linie gewählt, welche der Kopf in der Luft beschreibt — fest und trägt diese Bewegungsbahn des Kopfes so über die mit dem Dynamographen erhaltene Kurve ein, daß beide Kurven in ihrem Verlauf ganz genau im gleichen Zeitpunkte beginnen und weiter genau zeitlich miteinander verlaufen, „synchronisch“ sind, so erhält man eine graphische Darstellung, welche für jeden Augenblick der Bewegung sowohl die Lage des Körpers, d. h. die Entfernung des Kopfes vom Boden, als auch die Kraftäußerung des Körpers, soweit sie sich im Anstemmen der Beine gegen den Boden ausdrückt, vereint anzeigt.

In der obigen Fig. 476 gibt die obere Linie die Bewegung des Kopfes, die untere die Drucklinie der Körperschwere und des Muskeldrucks. Bei a beginnt die Sprungbewegung. Der Springer senkt zunächst den Kopf, d. h. er beugt die Knie: Herabgehen der oberen Kurve, die Kopflinie bis c. Anfangs, wo der Schwerpunkt des Körpers durch die Kniebeuge gesenkt wird, zwischen a und b, geht auch die Drucklinie des Körpers unter die Linie der Körperschwere hinab. Es ist das anscheinend ein paradoxer Vorgang, da doch der Springer auf dem Dynamographen steht und letzterer stetig mit dem Gewicht der Versuchsperson belastet ist. Die Erklärung dieser eigentümlichen Druckschwankung beruht aber darauf, daß das Senken des Schwerpunktes

Erklärung  
der graphi-  
schen Dar-  
stellung.



Fig. 477. Hochsprung von einem Fuß. Nach einer Reihenaufnahme von O. Anshüg.

im Augenblick des Niedergehens des Rumpfes eine Druckminderung zur Folge hat, welche sofort wieder verschwindet, wenn die mit der Schwerwirkung gleichsinnige Bewegung dieses Senkens aufhört.

Schon bevor der Schwerpunkt auf den tiefsten Punkt — in c — gesenkt ist, beginnt die Stemm-tätigkeit der Beine (oder eines Beines, wenn der Sprung von einem Beine erfolgt). Dies lehrt das schnelle Ansteigen der Drucklinie b c. Der Körper streckt sich schnell von c bis d zur Körperhöhe und darüber hinaus — d e: Erheben auf die Fußspitzen —, um dann von e ab, wo der Druck gegen den Boden gleichzeitig = Null wird, in der Flugbahn e f frei zu fliegen. Dabei beschreibt der Kopf eine Linie in Form einer Parabel.

Dieses Moment: die Wurf-bahn des Körpers in Form einer parabolisch gekrümmten Linie — also diejenige Linie, welche jeder geworfene Körper in der Luft beschreibt — ist für die physiologische Bestimmung der Sprungbewegung das bestimmende. Rein für sich tritt es nur da zutage, wo der Sprung lediglich durch die Sprungbewegung der Beine bewirkt wird, also beim Sprung ohne Anlauf. Beim Sprung mit Anlauf kommt zur Sprungkraft der Beine hinzu die durch den Anlauf dem Körper mitgeteilte lebendige Kraft in der Richtung horizontal nach vorwärts. Beim gemischten Sprung kommt hinzu die Verstärkung der Beinbewegung durch die Stemm-tätigkeit der oberen Gliedmaßen, sei es daß letztere mittels eines Stabes ebenfalls einen Stützpunkt auf dem Boden, sei es, daß sie einen Stützpunkt an dem zu überspringenden festen Gegenstand selbst (Bock, Pferd, Kasten usw.) finden.

Wurf-bahn  
des Körpers  
in Form  
einer  
Parabel.

Wir können demgemäß den Sprung von der Stelle als reinen Sprung bezeichnen.

Um auf unsere graphische Darstellung zurückzukommen, so gelangen bei f die Füße auf den Boden. Die Stoßwirkung des Niedersprungs schnellst die Drucklinie vom Nullpunkt stark in die Höhe (von f ab), während die Kopflinie die Senkung in leichte Kniebeuge beim Niedersprung anzeigt, bevor sie in g die Körperhöhe im Stand wieder erreicht.



Fig. 478 und 479. Zwei aufeinanderfolgende Momente beim Überspringen der Schnur. Schneller Wechsel von Beugung (Fig. 478) und Streckung des Rumpfes (Fig. 479). — Nach einer französischen Augenblicksaufnahme.

Demnach können wir beim reinen Sprung mit beiden Füßen in die Höhe und vorwärts die dabei erfolgenden Bewegungen in vier Zeiten einteilen.

I. Zeit der Vorbereitung. Bevor man sich zum Sprung anschickt, wird der Schwerpunkt des Körpers gesenkt. Der Rumpf beugt sich im Hüftgelenk zum Schenkel, der Schenkel im Kniegelenk zum Unterschenkel, der Unterschenkel im Sprunggelenk

Zeit der Vorbereitung.

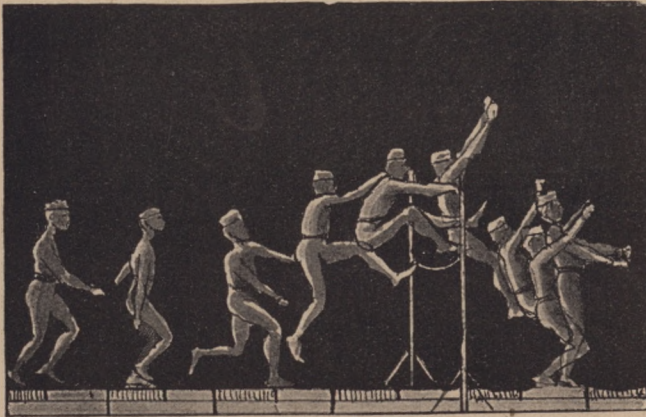


Fig. 480. Hochsprung in neun aufeinanderfolgenden Augenblicken nach Marey.

zum Fuß. Der Fuß erhebt sich mit Lüften der Ferse auf den Ballen des Mittelfußes und die strahlig gegen den Boden federnden Zehen. Es beugt sich ferner der herabhängende Unterarm leicht gegen den Oberarm, die Ellenbogen werden etwas nach hinten geführt.

II. Aufschwellen des Körpers. Sobald der Körper zur tiefsten Stelle der gewollten Beugung angelangt ist, findet auch schon eine plötzliche Zusammenziehung der Streckmuskeln des Fußgelenks, des Knies, des Hüftgelenks bis hinauf zu den Streckern

Aufschwellen des Körpers.

der Wirbelsäule statt. Der Körper richtet sich schnellend auf, löst sich mit der Großzehenspitze zuletzt vom Boden ab und wird in bestimmter Richtung emporgeschleudert. Die Arme beginnen hierbei nach vorn zu schwingen.

III. Freisliegen des Körpers. Nach denselben Gesetzen wie für eine leblo-  
se emporgeschleuderte Masse beschreibt auch der Körper eine parabolische Wurfbahn. Dabei finden folgende Bewegungen statt: bis zum Augenblick der höchsten Erhebung beugen sich die Beine stark gegen den Rumpf; der Rumpf wird weiter nach vorn gebeugt; die Arme schwingen bis zur Horizontalen nach vorn. Ist die höchste Spitze der Erhebung erreicht, so strecken sich die Beine wieder nach vorn unten, und der Rumpf wird nun nach hinten gebeugt. Dieser Wechsel von Beugung und Streckung ist um so stärker ausgesprochen, je höher der Sprung geht (s. Fig. 478 u. 479).

IV. Niedersprung. Kurz vor Berührung des Bodens werden Knie und Hüften gebeugt, um den Fallstoß in seiner erschütternden Wucht abzuschwächen; die Füße werden gestreckt und erreichen mit dem Zehenballen zuerst den Boden; dann richten sich nach vollzogener Ankunft auf dem Boden die gebeugten Gelenke wieder auf, der nach hintenüber gebeugte Rumpf wird gleichzeitig nach vorn gebracht, und der Springer steht gestreckt wie vor dem Sprunge.

Dies der allgemeine Bewegungsverlauf. Einzelne Punkte sind im folgenden besonders zu erörtern.

### § 314. Die vorbereitende Beugung.

Die vorbereitende Beugung vor dem Sprung ist unerlässlich, da die zum Sprung in Tätigkeit tretenden Muskeln erst etwas gedehnt werden müssen, um überhaupt wirksam sein zu können. Aus völligem Streckstand auch nur 1 cm hoch zu springen, ist unmöglich, weil die Streckmuskeln dann bereits zusammengezogen sind und nicht in genügendem Maße weiter derart verkürzt werden können, daß sie das Körpergewicht vom Boden zu heben vermöchten. Zu einer Kraftleistung von dem Umfang des Sprunges müssen die arbeitenden Muskeln also vorher eine ausholende Bewegung machen. Dies geschieht durch das Niederbeugen des Körpers.

Allerdings hat der Umfang dieses Ausholens, der Senkung des Schwerpunktes, eine Grenze nach unten. Denn wenn die unteren Gliedmaßen zu stark gebeugt sind, so wird die Kraft der Streckmuskeln zum Wiederaufrichten des Körpers schon verbraucht, bevor der Augenblick da ist, in welchem dem Körper der kraftvolle, schnellende Stoß zur Erhebung vom Boden gegeben werden soll. Aus tiefer Kniebeuge ist eben ein ordentlicher Hochsprung nicht mehr möglich. — Durch häufige Übung nur lernt es der Springer, das richtige, fruchtbarste Maß der vorgängigen Beugung, je nach der gewollten Ausgiebigkeit der Sprungbewegung, abzuschätzen und in jedem Falle ohne weiteres anzuwenden.

### § 315. Das Aufspringen.

Dermittelst welches Mechanismus sind nun die unteren Gliedmaßen imstande, den Körper wie eine starre Masse vom Boden aufzuheben und frei durch die Luft zu werfen?

Diese Frage hat von je die Physiologen viel beschäftigt. Borelli in seinem grundlegenden Werke: „De motu animalium“ (1680) vergleicht die Kraftwirkung, welche sich im Sprunge äußert, mit dem Aufspringen einer vorher zusammengedrückten elastischen Feder. Wird die elastische Feder A (Fig. 481), die mit ihrem Ende C sich gegen den Boden stemmt, am anderen Ende B stark zusammengedrückt und dann plötzlich losgelassen, so nimmt sie nicht nur durch heftige plötzliche Streckung ihre frühere

Freisliegen  
des Körpers.

Nieder-  
sprung.

Vor-  
bereitende  
Beugung.

Mechanis-  
mus des Auf-  
springens.

Erklärung  
Borellis.

Stellung E C wieder ein, sondern sie erhebt sich auch mit einem schnellenden Sprunge über E hinaus vom Boden in die Höhe.

Ähnlich dachte sich Borelli die Muskelwirkung beim Sprunge. Wenn an den drei in Beugung befindlichen Gelenken in Fig. 482 B (Hüftgelenk), C (Kniegelenk) und D (Sprunggelenk) eine schnellste gleichzeitige Zusammenziehung der Streckmuskeln mit Gewalt diese Gelenke auseinanderstrecke, so müßte diese Bewegung den Schwerpunkt S wegen des Widerstandes des Bodens aufwärtstreiben. Eine solche Bewegung teile dem Körper eine gewisse Geschwindigkeit mit, welche beharre, die Masse des menschlichen Körpers eine Zeitlang außer Berührung mit dem Fußboden bringe und in die Höhe treibe, bis allmählich die Kraft der Schwere jene dem springenden Körper mitgeteilte Geschwindigkeit aufhebt.

In der That ist die Borellische Erklärung, daß die plötzliche Streckung an den drei gebeugten Gelenken, in Verbindung mit dem Widerstand, den diese Bewegung an dem festen Boden findet, imstande sei, den Körper vom Boden abzuheben und hoch

Einwendung gegen die Borellische Erklärung.

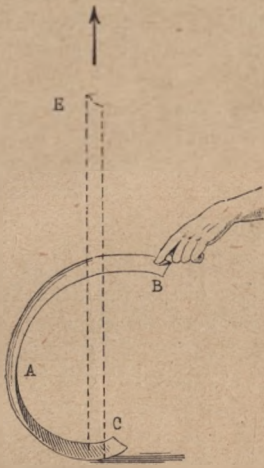


Fig. 481.

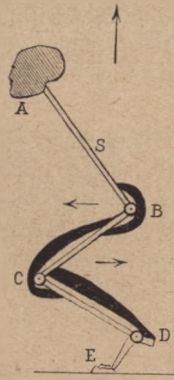


Fig. 482.



Fig. 483.

oder weit zu werfen, die meist angenommene zur Erklärung der Sprungwirkung geblieben. Und doch läßt sich wohl mit Recht gegen diese Erklärung einwenden, daß eine, wenn auch noch so plötzliche und heftige Zusammenziehung der Streckmuskeln allein ihre Wirkung vorab nur auf die Punkte geringeren Widerstandes erstrecken wird: und das sind die Gelenkverbindungen, nicht der Körper als Ganzes. Die Gelenkverbindungen würden durch die gemeinsame Tätigkeit der Streckmuskeln zunächst bis zum höchstmöglichen Grade gestreckt werden — zur Erhebung des Körpers als Ganzes wäre keine verfügbare Kraft mehr vorhanden. Damit der Körper, dieses Ganze von beweglichen Gelenken, in die Höhe geschleudert werden könne, muß er starr geworden sein; die heftige Streckbewegung darf nur bis zu einem gewissen Grade gehen und muß dann ein Hindernis finden, welches plötzlich in die Bewegung eingeführt wird. Dieses Hindernis kann aber nur die Kraft der Antagonisten sein: der Beugemuskeln. Indem die begonnene plötzliche Streckung, vom Fußgelenk bis zum Rumpf hinaufgehend, ebenso plötzlich durch eine Zusammenziehung der bis dahin an ihren Gelenkhebeln passiv gedehnten Beugemuskeln gehemmt wird und die Gelenke sich so in der erreichten Stellung festgelegt finden, überträgt sich die begonnene und beschleunigte Streckbewegung anstatt auf die einzelnen Gelenke auf den Schwerpunkt des ganzen

Erklärung von Dally.

Systems und teilt diesem eine Bewegung mit, welche der erlangten Schnelligkeit entspricht. Der Körper gehorcht dem wie eine träge in gegebener Richtung emporgeschleuderte Masse.

Eine Stütze für diese Erklärung, wie sie u. a. von Dally entwickelt ist, liefert meines Erachtens die Augenblicksphotographie. Denn sie zeigt stets, daß tatsächlich im Augenblick des Aufspringens durchaus keine vollkommene Streckung der in Frage kommenden Gelenke statthat, vielmehr bleiben die Beine leicht gebeugt, die Hüfte wird nicht übergestreckt (vgl. z. B. Fig. 477 u. 480, ebenso unten 492 u. a. sechster Moment). Hände der Sprung lediglich durch die kraftvolle plötzliche Tätigkeit der Streckmuskeln an diesen Gelenken statt, so müßten jene Gelenke, als Punkte geringeren Widerstandes, auch tatsächlich vollkommen gestreckt sein.

Voraussetzung für ein kräftiges Abspringen ist aber stets, daß der Boden, von dem aus der Fuß abstemmen soll, genügend Widerstand leiste, d. h. fest ist. Von losem tiefen Sandboden aus ist es ebenso unmöglich aufzuspringen wie aus einem Sumpf, in den man einzusinken im Begriffe steht. Andererseits kann der Boden, von dem man abspringt, wenn er elastisch und federnd ist (federndes Sprungbrett), den Umfang der Sprungbewegung noch verstärken. Der durch das Körpergewicht und im Augenblicke des Abspringens noch dazu durch den Muskeldruck der abstemmenden Beine niedergedrückte, federnde Boden wird, sobald sich der Körper vom Boden lösen will, entlastet und schnell plötzlich auf: schnell genug, um dem springenden Körper einen elastischen Stoß zu geben, der die Sprunghöhe oder Sprungweite erheblich verstärkt.

### § 316. Richtung des Sprunges.

Die Richtung des Sprungs ergibt sich aus der Lage des Schwerpunktes des Körpers zum Stützpunkt im Augenblick des Abstemmens. Für die verschiedene Lage des Schwerpunktes kommt in Betracht der Unterschied der verfügbaren oder angewandten Streckkraft bei den in Frage kommenden Gelenken.

Die alleinige oder vorwiegende Streckung im Sprunggelenk wirft den Körper rückwärts, die im Kniegelenk vorwärts, die im Hüftgelenk wieder rückwärts. Die vereinigte Streckung aller drei Gelenke treibt an sich den Körper aufwärts, gibt ihm aber eine andere Richtung, je nachdem vor der Streckung der Rumpf als Ganzes geneigt war oder, besser gesagt, je nachdem im Augenblick des Absprungs der Schwerpunkt über, vor oder hinter dem Stützpunkt lag.

Liegt der Schwerpunkt im Augenblicke des Absprungs genau in der durch den Stützpunkt des Fußes gehenden Senkrechten, d. h. fällt letztere mit der Schwerlinie in eins

zusammen, so erfolgt der Sprung einfach in die Höhe, und die Wurfbahn des Körpers ist keine Parabel, sondern eine gerade, zum Boden senkrechte Linie: Sprung aufwärts (Fig. 484); neigt sich die Verbindungslinie des Schwerpunktes mit dem Stützpunkt nach vorn gegen den Horizont, so geht der Weg der parabolischen Wurfbahn nach vorn: Sprung vorwärts (Fig. 485); neigt sich die Linie nach hinten, so geht auch der Sprung nach hinten: Sprung rückwärts.

Selbstigkeit  
des Bodens.

Richtung des  
Sprungs.

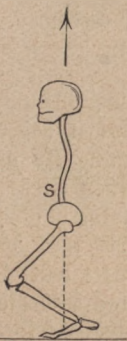


Fig. 484. Sprung aufwärts.  
S = Schwerpunkt.

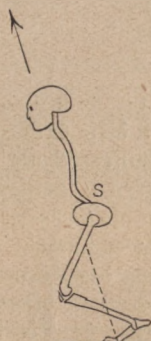


Fig. 485. Sprung vorwärts.  
S = Schwerpunkt.

Sprung aufwärts, vorwärts und rückwärts.

Beim Sprung seitwärts muß der Schwerpunkt im Augenblick des Absprungs nach rechts oder links von der auf den Stützpunkt gefällten Senkrechten geschoben werden. Diese seitliche Verlegung des Schwerpunktes wird im Augenblicke des Absprungs dadurch bewirkt, daß an der Sprungbewegung nicht beide Beine gleichmäßig beteiligt werden, sondern daß der Sprung vorzugsweise oder ausschließlich von dem der gewollten Richtung des Sprungs entgegengesetzten Beine erfolgt: nach rechts wird vom linken, nach links vom rechten Bein seitwärts gesprungen. Es kann also nicht die volle Sprungkraft beider Beine beim Sprung seitwärts ausgenutzt werden, daher denn auch dieser Sprung niemals so ausgiebig erfolgen kann wie der Sprung vorwärts.

Springen  
seitwärts.

Die bezüglichen Verhältnisse bei den Schrägsprüngen ergeben sich nach dem Vorhergesagten von selbst.

Nur beim Sprung auf der horizontalen Ebene ist die Sprungbahn eine reine Parabel mit gleichlangen Ästen und dem Scheitel in der Mitte — wenn wir den Einfluß des Druckwiderstands der Luft, der namentlich beim Springen gegen den Wind merklich ist, außer acht lassen.

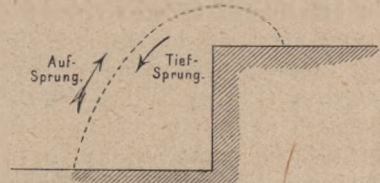


Fig. 486.

Schräg-  
sprung.

Aufsprung  
und Tief-  
sprung.

Beim Sprung auf eine höher gelegene Fläche als die Sprungebene — Aufsprung auf einen festen Gegenstand — ist der absteigende Ast der Parabel entsprechend kürzer als der aufsteigende; beim Sprung auf eine tiefer gelegene Ebene — Tiefsprung — ist der absteigende Ast der Parabel länger und geht bei tieferem Sprung allmählich infolge der allein übrigbleibenden Wirkung der Schwerkraft in die Senkrechte über (Fig. 486).

### § 317. Kraftaufwand und Maß des Sprunges.

Die beim reinen Sprung aufgewendete Muskelarbeit ist annähernd meßbar, und zwar 1. durch Messung des Drucks, welchen die anstemmenden Beine gegen den Boden ausüben, und 2. durch Messung der Ortsveränderung des Schwerpunkts. Der Druck läßt sich durch den Dynamographen, die Kurve der Ortsveränderung leicht durch die Reihenphotographie ermitteln. Beim reinen Sprung aufwärts ist die aufgewendete Arbeit gleich dem Produkt aus Druckkraft und senkrechter Sprunghöhe. Handelt es sich um einen in seiner Flugbahn immer mehr der horizontalen sich nähernden Weitsprung, so kommt an Stelle der verschwindend klein werdenden senkrechten Höhe die horizontale Geschwindigkeit in Rechnung. Je größer also beim Hochsprung — unter sonst gleichen Umständen — die aufgewendete Druckkraft, um so höher wird in senkrechter Richtung der Schwerpunkt getragen.

Kraft-  
aufwand und  
Maß des  
Sprunges.

Berechnung  
des Arbeits-  
aufwandes.

Indes kommt beim Überspringen eines Gegenstandes — Springschnur, Kasten, Hürde usw. — nicht nur die Flugbahn des Beckens, welche der des Schwerpunkts entspricht, in Betracht, sondern auch die Fähigkeit, kurz vor und auf der Höhe dieser Flugbahn Kumpf und Beine möglichst zueinander zu beugen derart, daß die Beine noch über die Springschnur usw. ohne Berührung gebracht werden können, auch wenn die Höhe, in der das Becken die Schnur überspringt, nur eine geringe ist. Also nicht nur die Aufbietung der größten Sprungkraft an sich, sondern auch diese besondere Geschicklichkeit ist bestimmend für die — im Sinne des Übungsplatzes — höchste erreichbare Sprunghöhe. Um letzteren Vorteil möglichst ausnützen zu können, findet der sogenannte schottische Sprung mit schrägem Anlauf immer mehr Anwendung auch auf unseren Übungsplätzen. Hierbei wird der Anlauf in schräger Richtung zur Springschnur ausgeführt (Fig. 487), um mit Seitendrehung des Körpers die Beine nacheinander

Besondere  
Geschicklich-  
keit beim  
Sprung.

Sprung mit  
schrägem  
Anlauf.

über die Schnur zu werfen. Diese seitliche Drehung des Körpers kann so stark sein, daß Becken und Fuß im Augenblick des Überfliegens der Schnur sich fast gleich hoch befinden. Das Becken braucht also nur ganz knapp über die Schnur zu gehen, während beim Hochsprung gerade vorwärts auf dem höchstenpunkte des Sprungs zwischen Becken und Schnur immer genügender Raum sein muß, um die Beine unter dem Becken über die Schnur zu bringen. Diesen scheint der Hochsprung geradeaus gymnastisch schöner, weil in ihm die Sprungkraft des Körpers in voller Reinheit zum Ausdruck komme — der Sprung mit schrägem Anlauf gestattet aber bessere Leistungen. So sind denn auch die in der Neuzeit höchsten erreichten Leistungen der Hochsprung mit schrägem Anlauf von Sweeney in Newyork über 1,97 m (1895), ohne Sprungbrett, sowie der Sprung von George Horine (Stamford-Universität in Kalifornien) über 1,985 m (1912). Ja bei den Vorübungen zu den olympischen Spielen in Stockholm sprang derselbe Horine 2,06 m. Die deutsche Höchstleistung von Pasemann-Kiel ist 1,92 m. Mit Sprungbrett, aber geradeaus sprang von deutschen Turnern Hüppe 1,86 m hoch. Die Abbildung (Fig. 488) nach einer Augenblicksphotographie des Sprunges von Sweeney zeigt, wie der Springer seinen Körper fast in die horizontale gedreht hat und über die Springschnur hinüberwölzt. Rechnet man als Maß der Sprunghöhe nicht die Höhe der übersprungenen Schnur, sondern die Höhe, bis

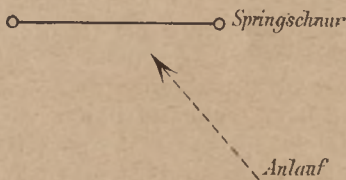


Fig. 487.  
Sprung mit schrägem Anlauf.



Fig. 488. Der bis 1895 höchste bekannte Sprung von 1,97 m, ausgeführt von Sweeney in Newyork. Nach einer Augenblicksphotographie.

zu welcher der Schwerpunkt des Körpers emporgeworfen wurde und in welcher das Becken über die Schnur ging, so dürfte die Sprunghöhe der deutschen Turner doch nicht so sehr hinter den sportlichen Leistungen zurückstehen, als es den Anschein hat.

Zu erwähnen sind noch die durch Photographie zweifellos festgestellten Sprünge eines mittelafrikanischen Negerstammes, der Watussi, welche nach dem Bericht des Oberleutnants von Wiese 1900 (Expedition des Herzogs Adolf Friedrich von Mecklenburg) mit Anlauf bis zu 2,50 m (!) Höhe sprangen. Allerdings diente dabei ein 80 cm hoher Termitenhügel als Sprungbrett. Zudem handelt es sich um außergewöhnlich hoch gewachsene Leute von 2—2,25 m Körperhöhe.

Das Maß der Sprungfertigkeit hängt unter sonst gleichen Verhältnissen ab von dem Maß der vorgängigen Beugung und der Energie der ins Spiel tretenden Muskeln. Diese Energie ist aber nicht allein bestimmend für die Schnelligkeit, welche während der Streckung beim Aufspringen dem Schwerpunkt mitgeteilt wird; vielmehr

Maß der  
Sprung-  
fertigkeit  
nach Körper-  
größe und  
Körper-  
gewicht.



sind darauf von Einfluß: a) die Länge der Gelenkhebel. Von zwei gleich großen und gleich kräftigen Springern wird der, welcher die verhältnismäßig längeren Beine hat, ausgiebiger springen können; b) das geringere ver-

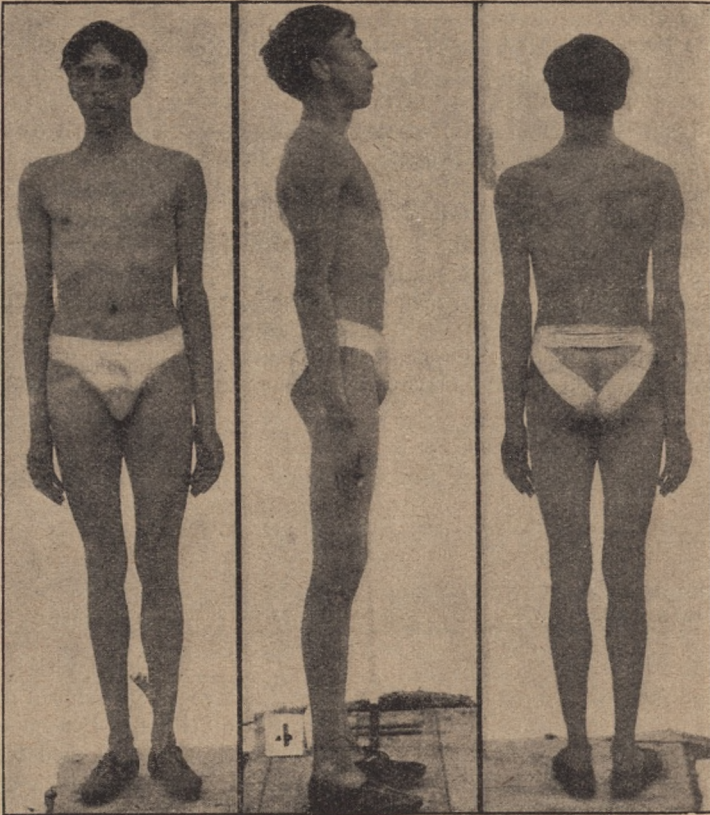


Fig. 489. Der Meisterpringer Bagler nach der Aufnahme von Mareq (Paris 1900).

hältnismäßige Gewicht. Von zwei gleich großen und gleich muskelstarken Springern ist natürlich der im Vorteil, der einen hageren Körperbau hat und ein geringeres totes Mehrgewicht von Setz usw. aufzuwerfen braucht (Fig. 489).

### § 318. Die Tätigkeit der oberen Gliedmaßen beim Sprung.

Die Tätigkeit der oberen Gliedmaßen beim Sprung ist für gewöhnlich eine mehr untergeordnete, wenn auch nicht unwichtige. Daher ist die Ausführung des Sprungs mit festgelegten, auf die Hüften gestützten Armen, wie das früher im Schulturnen sehr beliebt war, nur ein Zeichen der Hilfslosigkeit des betreffenden Lehrers: er weiß nicht dem Schüler zu zeigen, wie man die Arme richtig zu gebrauchen hat.

Dorab werden die Arme zur Gleichgewichtshaltung des Körpers gebraucht. Die Armhaltungen im Verlauf des Sprunges wechseln meist so, daß die vor dem Absprung herabhängenden Arme mit dem Augenblick des Abspringens nach vorn (teils zur wagerechten Haltung) geschleudert und beim Niedersprung wieder gesenkt, ja

Tätigkeit der  
oberen  
Gliedmaßen.

vorübergehend etwas nach hinten geführt werden. Letztere Bewegung insbesondere sichert die Gleichgewichtserhaltung und Standhaftigkeit beim Niedersprunge und bricht die Macht des Fallstoßes. Der Springer steht so nach einem wuchtigen Sprunge augenblicklich fest auf der Niedersprungstelle, rutscht nicht bei losem Boden nach vorn oder fällt gar nach hinten.

Aber die Bewegung der herabhängenden Arme schnellend vorwärts und aufwärts mit plötzlichem Festhalten in horizontal vorgestreckter Haltung hat noch ein anderes zur Folge: nämlich Verlegung des Schwerpunktes nach aufwärts um einige Zentimeter (dem Armgewicht entsprechend) und damit Verstärkung des Druckes der Füße gegen den Boden. Wir hatten früher gesehen, daß das Senken des Schwerpunktes bei der dem Absprung vorhergehenden Beugung der Beine auf dem dynamographischen Sprungbrett eine Druckschwankung in dem Sinne erzeugt, daß der Druck des Körpers während dieser Beugung unter die Drucklinie des Körpergewichts hinabgeht (Fig. 476 F b). Umgekehrt zeigt sich bei plötzlichem Erheben der Arme eine Steigerung des Druckes der Beine gegen den Boden über den Druck des Körpergewichts hinaus (Demeny, s. Fig. 490); wird diese Drucksteigerung im richtigen Augenblick ausgenützt, so vermehrt sie den Druck, den das Abstemmen der Füße zur Sprungbewegung ausübt, und steigert die Ausgiebigkeit des Sprungs. Diese kleine Aufwärtsverlegung

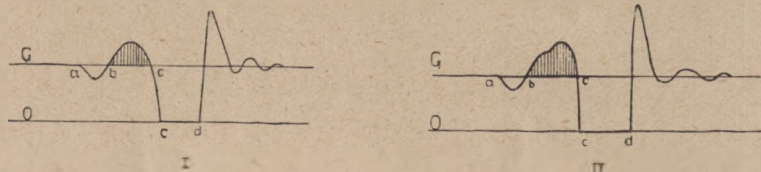


Fig. 490. Zwei Sprungkurven. In Fig. I ohne Hochheben des Arms, in Fig. II mit plötzlichem Hochschwingen der Arme zugleich mit dem Abstemmen der Füße vom Sprungbrett. G Drucklinie des Körpergewichts; 0 Nulllinie; a b Beugung der Beine; b c Drucksteigerung beim Abstemmen, in Fig. II vermehrt durch das plötzliche Hochschwingen der Arme; c d Zeit des Freifliegens (nach Demeny).

des Schwerpunktes mit Steigerung des Druckes der Füße gegen den Boden wird natürlich nur um so stärker sich ausdrücken, wenn die Arme bei dieser Bewegung mit Gewichten (Halteren) belastet sind. Insofern war also der Gebrauch, den die Hellenen von den Halteren beim Sprung zu machen wußten, vielleicht doch geeignet, um die Ausgiebigkeit des Sprungs zu steigern. Allerdings ist die Ausnützung des richtigen Augenblicks zum Absprung eine Sache, die gar nicht so leicht zu machen ist — wie die vielen nutzlosen Versuche des Springens mit belasteten Armen zeigen.

Im umgekehrten Sinne macht sich das schnelle Senken der Arme geltend: es wirkt gleichsinnig mit dem Senken des Schwerpunktes des Körpers, d. h. es macht den Druck der Füße gegen den Boden sinken unter die Druckwirkung des Körpergewichts, wie gleichfalls die Versuche am dynamographischen Sprungbrett zeigen. Dies macht erklärlich, daß so die Wucht des Fallstoßes, wenn im richtigen entscheidenden Augenblick das schnelle Senken der Arme ausgeführt wird, eine nützliche Abschwächung erfährt. Man hat daher auch vermutet, daß die Belastung der Hände mit Halteren bei den Griechen nur geschah, um einen guten Niedersprung zu sichern.

Nach alledem wäre zu wünschen, daß die Versuche des Springens mit Hanteln oder Halteren noch einmal mit der nötigen Ausdauer aufgenommen würden. Vielleicht ließen sich doch so nennenswerte Vorteile erzielen.

### § 319. Formen des Sprunges.

Im vorhergehenden war der reine Sprung von der Stelle mit beiden Füßen zunächst zum Ausgangspunkt genommen. Häufiger und namentlich beim

Bewegung  
des Schwer-  
punktes durch  
Arm-  
beugung.

Druck-  
schwankung  
auf dem  
dynamo-  
graphischen  
Sprungbrett.

Sprung mit  
Halteren.

Formen des  
Sprunges.

Springen mit vorherigem Anlauf angewendet ist der Sprung von einem Fuß entweder auf beide Füße oder auf den anderen Fuß oder wieder auf denselben Fuß (Hüpf sprung). Das an dem Absprung nicht beteiligte Bein macht in den beiden ersteren Fällen während des Sprunges in dessen Richtung eine Art von Schreitbewegung in der Luft. Beim Hüpf sprung von einem auf daselbe Bein wird dagegen das unbeteiligte Bein gebeugt über den Boden gehalten und wie ein lahmes Glied mitgeführt. Der Ungeübte führt allerdings mit diesem Bein eine Mitbewegung aus, indem er es beim Sprung kurz nach hinten ausstreckt, damit „austritt“.

Der reine Sprung oder der Sprung von der Stelle ist (wie auch der unten zu besprechende Sprung mit Anlauf sowie der gemischte Sprung) ausführbar:

Einteilung  
des reinen  
Sprunges.

1. von beiden Füßen;

2. von einem Fuß;

der Niedersprung kann gehen:

a) auf beide Füße,

b) auf den anderen Fuß,

c) auf denselben Fuß (Hüpf sprung).

Der reine Sprung kann erfolgen als:

A. Sprung auf der Stelle (aufwärts). Die Flugbahn ist eine senkrechte Linie.

B. Sprung mit Ortsbewegung auf der horizontalen Ebene. Die Flugbahn ist stets eine parabolisch gekrümmte Linie; je nach ihrer Steile unterscheidet man:

a) Hochsprung, wenn die Flugbahn steil ansteigt und der Senkrechten sich nähert;

b) Weitsprung, wenn die Flugbahn flach wird und der horizontalen sich nähert;

c) Hoch = Weitsprung (oder Weit = Hochsprung), wenn die Flugbahn einen mittleren Grad von Steile aufweist.

Nach der Richtung des Sprungs unterscheidet man:

Sprung vorwärts, rückwärts, seitwärts und Schrägsprung.

C. Sprung auf eine höher gelegene Unterstüßungsfläche oder Aufsprung.

D. Sprung auf eine tiefer gelegene Unterstüßungsfläche oder Tiefsprung.

Durch Verbindung all dieser Sprungsformen mit Drehungen des Körpers um seine Längsachse, mit besonderen Armhaltungen, Armschwingen, Griffen usw. läßt sich leicht ein außerordentlicher Reichtum von Übungsformen erzielen, wovon sich zur Entwicklung der Geschicklichkeit die eine oder andere im Jugendturnen auch gelegentlich verwenden läßt. In der Hauptsache aber ist turnerisch der Sprung als eine Brauchkunst nach den ihm innewohnenden Übungszwecken zu betreiben.

Diese sind aber:

1. Überwindung eines Hindernisses für die Fortbewegung auf ebener Fläche, sei es, daß a) der Zusammenhang der Ebene in horizontaler Richtung unterbrochen (Graben, Wasserlauf usw.) und durch Weitsprung zu nehmen ist; oder daß b) die Ebene in vertikaler Richtung durchbrochen ist (Steinblock, Planke, Hecke, dorniger Strauch usw.), wo der Hochsprung zur Überwindung dient.

2. Gewinnung einer neuen Stützfläche, sei sie a) höher gelegen (Aufsprung) oder b) tiefer gelegen (Tiefsprung).

Nach diesen Richtungen hin muß die Sprungfertigkeit vor allem entwickelt werden.

Hauptfläche  
übungs-  
zwecke des  
Sprunges.

Bei Geübteren ist es wichtig und erhält der Sprung den Charakter einer wirklichen Mutübung, wenn das bei den Springübungen zu überwindende Hindernis nicht bloß durch eine Springschnur bezeichnet wird, sondern ein wirkliches Hindernis (Springgraben, Planke, Hürde, Kasten u. dgl.) darstellt.

### § 320. Der Sprung mit Anlauf.

Bei dem Sprung mit Anlauf wird die lebendige Kraft nach vorwärts, welche dem Körper durch eine mehr oder weniger ausgedehnte Laufbewegung mitgeteilt ist, für den Sprung mit ausgenützt. Diese Bewegung addiert sich zu der flüchtig dem Körper erteilten Sprungbewegung einfach hinzu; flüchtig — denn die kleinste Störung in der Vorwärtsbewegung vermindert sofort die verwendbare lebendige Wurfkraft des Anlaufs oder hebt sie gar auf.

Jedenfalls ist beim Anlaufsprung mit beiden Füßen die durch den Anlauf erreichte Geschwindigkeit nur zum kleinen Teil für den Sprung noch ausnützlich; denn die Notwendigkeit, beide Füße nebeneinander auf die Absprungstelle zu bringen, unterbricht die Laufbewegung.

Anders, wenn der Absprung nur von einem Fuß erfolgt. Hier macht nach dem letzten Lauffschritt das vorgeschwungene Bein anstatt eines weiteren Lauffschritts einfach eine Sprungbewegung, während das nachschwingende Bein während des Auf- oder Vorwärtsfliegens des Körpers wieder nach vorn schwingt und gewissermaßen in der Luft weiterläuft.

Obgleich beim Sprung mit Anlauf von einem auf den anderen Fuß die Sprungkraft nur eines Beins ausgenützt wird, so trägt doch infolge der ungehemmten Ausnutzung der durch den Lauf erzielten lebendigen Kraft dieser Sprung von einem Fuß sowohl weiter als auch höher als der Sprung von beiden Füßen mit Anlauf, wenngleich bei diesem die Sprungkraft beider Beine ins Spiel kommt. Bei einem Sprung von der Stelle liegt die Sache natürlich umgekehrt.

Beim Hochsprung mit Anlauf verwandelt sich die lebendige, durch den Anlauserlangte Kraft in der Richtung nach vorwärts in potentielle Kraft zur Hebung des Schwerpunkts des Körpers, also in die Richtung nach aufwärts. Diese Umwandlung vollzieht sich um so schwieriger, je steiler die Wurfbahn des Körpers ist, d. h. je näher die Absprungstelle dem Lotpunkte der Schnur liegt. Andererseits wird der Gipfel der parabolischen Wurfbahn, d. h. die Sprunghöhe, bei gleichem Aufwand von Sprungkraft um so niedriger sein, je flacher die Wurfbahn ist, d. h. je weiter die Absprungstelle vom Lotpunkte der Schnur liegt. Beim Hochsprung erreicht man also nicht dieselbe Höhe wie beim eigentlichen Hochsprung. Man rechnet aber als Hochsprung solche Sprünge, bei welchen die Entfernung der Absprungstelle vom Lotpunkte der Schnur größer ist als die Sprunghöhe.

Über das Verhältnis zwischen Absprungstelle — d. h. der Entfernung der Absprungstelle vom Lotpunkte der Springschnur — und Sprunghöhe hat die praktische Erfahrung ergeben, daß es am günstigsten ist, wenn die Entfernung der Absprungstelle vom Lotpunkte der Schnur jedesmal gleich ist der halben Schnurhöhe, also z. B. bei 120 cm Sprunghöhe 60 cm beträgt.

Bezüglich der zweckmäßigsten Art des Anlaufs muß man sich zunächst

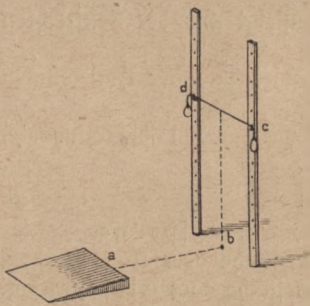


Fig. 491. a Absprungstelle; b Lotpunkt der Springschnur d c.

Der Sprung mit Anlauf.

Mit beiden Füßen.

Von einem Fuß.

Hochsprung mit Anlauf.

Günstigstes Verhältnis zwischen Absprungstelle und Höhe der Springschnur.

des Umstandes erinnern, daß die Richtung des Sprunges gegeben ist durch die augenblickliche Lage des Schwerpunktes zum Stützpunkt im Moment des Abspringens. Da durch den Lauf der Schwerpunkt in schnellster Vorwärtsbewegung ist, so muß die den Körper aufwärts- oder vorwärts-schnellende Sprungbewegung haarscharf und blißschnell genau in dem flüchtigen Augenblick erfolgen, wo der Schwerpunkt diejenige Lage passiert, welche für die gewollte Sprungrichtung die ausschlaggebende ist. Dazu gehört eine Feinheit des Abschätzungsvermögens, die nur durch häufigste Übung erworben werden kann, dann aber auch dem guten Springer unbedingt eignet. Beim Anfänger ist dies nicht der Fall. Er versäumt noch oft den richtigen Augenblick des Aufspringens nach kräftigem Anlauf, überrennt die Absprungstelle oder stolpert nach vorn. Man läßt daher den Anfänger nur kurzen Anlauf nehmen — vielfach werden drei Lauffschritte vor dem Sprunge vorgeschrieben — und gestattet erst nach besserer Übung einen weiteren, beliebig zu nehmenden Anlauf. Dieser soll aber nicht zu weit sein. Der Anlauf soll dem Körper eine gewisse schnelle Bewegung in der Richtung nach vorwärts erteilen; dem ist mit etwa 9—12 kräftigen Lauffschritten genügt. Wird der Anlauf noch länger genommen, so wird die nutzbare Schnelligkeit kaum nennenswert gesteigert, und zudem wird es schwieriger, dann den richtigen Augenblick zur Sprungbewegung wahrzunehmen.

Zweckmäßigste Art des Anlaufs.

Zu langer Anlauf.

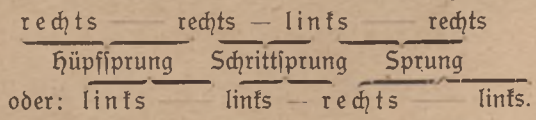
### § 321. Der Dreisprung.

Der Dreisprung.

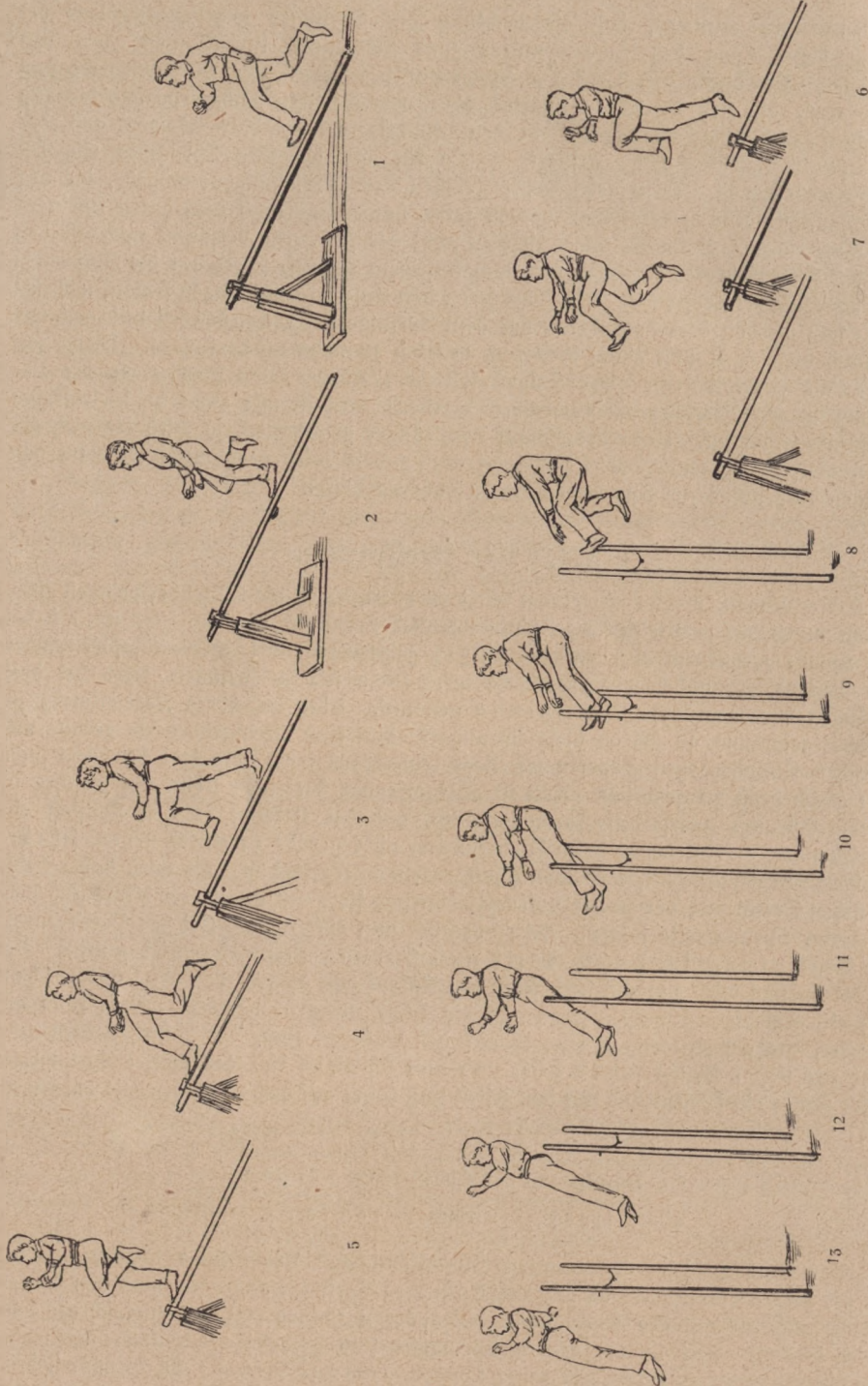
Entfernungen, welche mit einem einzigen Weitsprung nicht zu überspringen sind, können durch einige Weitsprünge hintereinander bewältigt werden. Es wird dabei nach Ablauf von einem auf den anderen Fuß gesprungen, mit letzterem sofort wieder eine weitere Sprungbewegung gemacht usw. Diese Art zu springen, wird bei drei Sprüngen der Deutsche Dreisprung genannt. Eine besondere Berechtigung zu dieser Bezeichnung, so als ob diese Sprungart etwa eine alteingebürgerte gerade auf deutschen Übungsplätzen gewesen sei, liegt keineswegs vor. Die drei Sprünge sucht man gleich groß zu gestalten. Nun ist ober offenbar dasjenige Bein, auf welches in weitem Sprunge zuerst aufgesprungen wird, aus der tieferen — den Fallstoß abschwächenden — Kniebeuge beim Niedersprung nicht gerade zu einem neuen, sehr ergiebigen Sprung geschickt, wie oben schon auseinandergesetzt ist. Es wird daher beim deutschen Dreisprung der zweite und dritte Sprung stets mit geringerer Kraft und verminderter Sprungweite folgen. Dem begegnet nun eine andere Art des Dreisprungs, der Dreisprung in Hupf, Tritt und Sprung (hop, step and jump). Bei diesem Sprung wird zunächst nach kräftigem Anlauf von dem einen auf denselben Fuß ein ergiebiger Weitsprung — also ein Hüpfprung — gemacht. Dem folgt ein kürzerer, mehr schrittartiger Sprung auf den anderen Fuß, der beim Niedersprung nicht zur tiefen Beuge führen darf, und nun schließlich mit der vollen Sprungkraft dieses Fußes ein Weitsprung auf den ersten Fuß (oder auf beide Füße). Also entweder:

Deutscher Dreisprung.

Dreisprung in Hupf, Tritt und Sprung.



Der Vorzug dieses sogenannten „amerikanischen“ Dreisprungs liegt darin, daß für die beiden hauptsächlichsten und entscheidenden Sprünge, den ersten und den dritten, die Sprungkraft erst des einen, dann des anderen Beines voll und ungeschwächt ins Spiel kommt. Mit dieser schönen Sprungart sind gewaltige Strecken überfliegbar (Höchstleistungen: Ahearne, England, London 1908: 14,91½ m; O. Connor=Irland,



Sta. 492. Sturmsprung. Nach einer Reihenfolge von Prof. Dr. Kohlenstein in Hannover. (Auch in 6 sieht man, daß beim Abprung keine völlige Streckung des Beines stattfindet.)

Athen 1906: 14,70 m) und weit höhere Leistungen erzielt als mit dem sogenannten deutschen Dreisprung.

Beide Arten des Dreisprungs sind für die Übung und Entwicklung der Schreit- und Sprungkraft der Beine von großem Werte.

### § 322. Sturmspringen.

Sturm-  
springen.

Wie für den Weitsprung der Anlauf auf der horizontalen Ebene ungemein förderlich ist, indem die dem Körper mitgeteilte lebendige Kraft in der Richtung nach vorwärts, der eigentlichen Sprungbewegung, voll zugute kommt, so wird der Hochsprung unmittelbar in seiner Ausgiebigkeit gesteigert, wenn der Anlauf über eine ansteigende Ebene erfolgt, so daß dem Schwerpunkt bereits eine Bewegung nach aufwärts mitgeteilt ist. Dies ist der Fall beim sogenannten Sturmspringen, wobei eine mehr oder weniger steile Erhöhung hinaufgelaufen wird, von deren Spitze dann der Hoch- oder Hochweitsprung erfolgt. Die Stelle einer gleichmäßig ansteigenden Anhöhe (Erdbwall, Böschung), die nur auf sehr großen Übungsplätzen sich dauernd eingerichtet findet, vertritt für gewöhnlich das 3—4 m lange Sturmbrett, welches, mit seinem vorderen Ende auf ein verstellbares Querholz aufgelegt, eine schiefe Ebene darstellt, der man nach Belieben einen verschiedenen Grad von Steile verleihen kann. Bei zu großer Steile (über 30° hinaus) wird die eigentliche Sprungbewegung schwieriger und weniger ausgiebig, da der Sturm- oder Sturmlauf dann nicht mehr auf der Fußsohle erfolgen kann, sondern nur noch auf den Fußspitzen. Die Streckmuskeln des Sprunggelenks können dadurch nicht mehr genügend an der Sprungbewegung beteiligt werden.

Um Sprunghöhe und Sprungweite beim Sturmspringen noch mehr zu steigern, benutzt man auch federnde Sturmbretter. Sie sind ebenso kostspielig wie überflüssig.

### § 323. Gemischter Sprung.

Gemischter  
Sprung.

Gemischte Sprünge sind solche, bei denen zur Ausführung des Sprunges auch die Stemmkraft der oberen Gliedmaßen mit beteiligt und ausgenutzt wird. Es kann dies so geschehen, daß 1. die oberen Gliedmaßen einen Stützpunkt an dem zu überspringenden festen Gegenstand selbst finden, oder daß sie 2. mittels eines mit den Händen geführten Geräts, z. B. eines längeren Stabes, einen Stützpunkt auf dem Boden gewinnen.

Demgemäß zerfallen die gemischten Sprünge in zwei verschiedene Arten.

### § 324. Sprung mit Aufstützen der Hände auf einen festen Gegenstand.

Sprung mit  
Aufstützen  
der Hände  
auf einen  
festen  
Gegenstand.

Der Sprung mit Aufstützen der Hände auf den zu überspringenden Gegenstand kann im gewöhnlichen Leben erstens zu dem Zwecke ausgeführt werden, um, ähnlich wie beim freien Aufsprung, für den Körper eine neue feste Stützfläche zu gewinnen (Aufsprung oder Aufschwung auf einen Balken, eine Plattform, eine Mauer, ein Pferd usw.). Zweitens kann ein solcher Sprung erfolgen, um einen festen Gegenstand zu überspringen, z. B. einen Pfosten, einen hohen Steinblock, eine Bretterwand, ein Geländer usw.

Auf dem Übungsplatze werden zu solchen gemischten Sprüngen zahlreiche Geräte verwendet, wie Boß, Pferd, Sprungtisch, Kasten, Reß Barren, Planke, Sturmbrett (Fig. 493).

Je nach dem Grade der Ausführung des Sprunges kann man hier unterscheiden:

1. Sprung in den Stütz. Mittels einer Sprungbewegung auf- und vorwärts bringt man den Körper hoch genug, um die Hände auf das Gerät aufsetzen oder mit ihnen das Gerät umfassen zu können. Die so aufstützenden gestreckten Arme übernehmen damit die Tragung des Schwerpunktes (Querbalken, Reßtange, Barrenholm usw.).

Sprung in  
den Stütz.

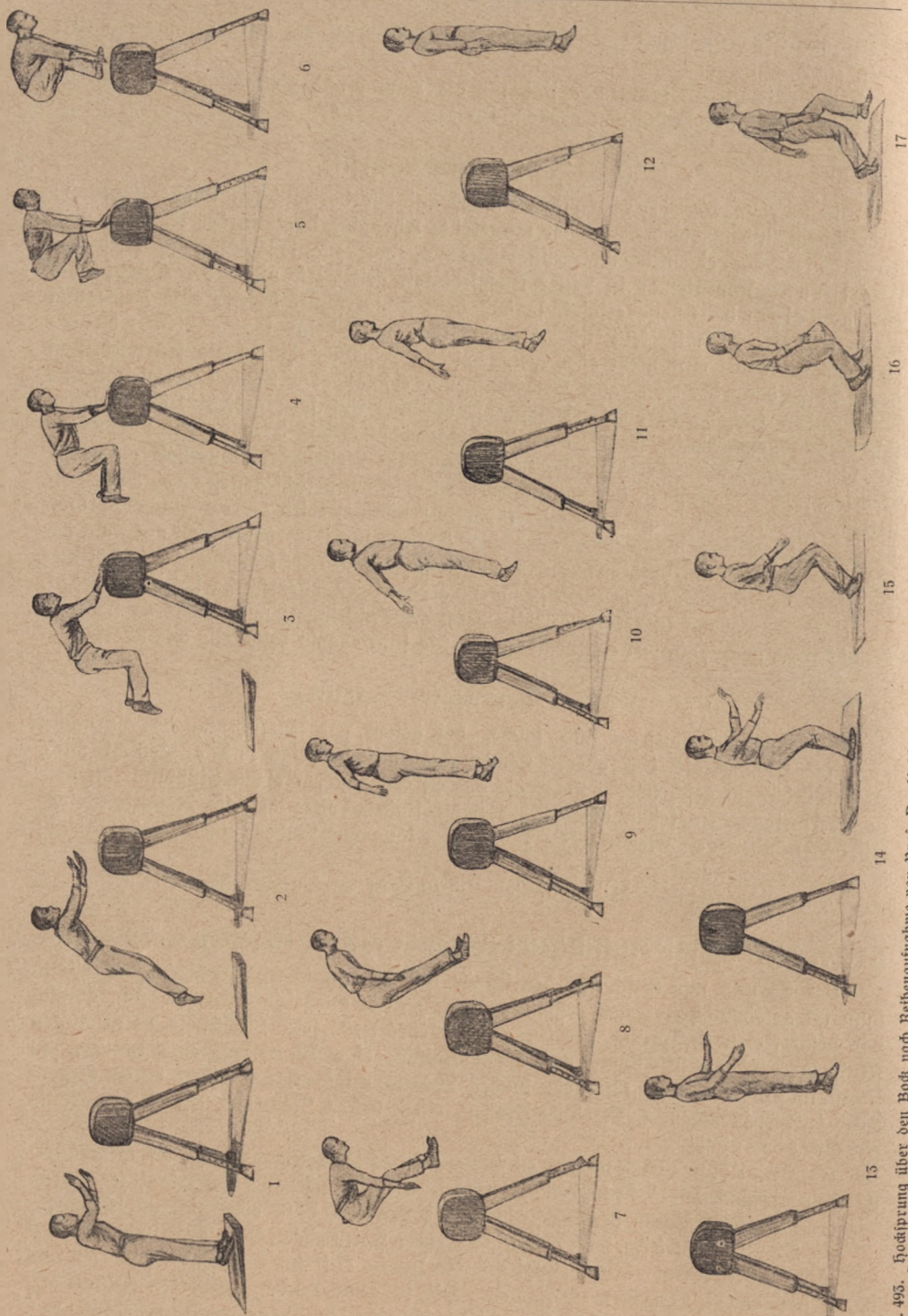


Fig. 493. Hochsprung über den Buck nach Reihenaufnahme von Prof. Dr. Kohlrausch. — 1 und 2 Aufsprung von den Beinen. 3 und 4 Aufsprung auf das Gerät mit leicht gebeugten Armen. In 5 beginnen die Arme sich zu strecken und eine schneellende prungrische Bewegung auszuführen bis zu den Fingertippen, welche in 6 eben das Gerät verlassen; diese neue, dem Körper mitgetheilte Bewegung wirft diesen in 7, 8, 9 weiter aufwärts, wobei der Rumpf getrebt wird; von da ab fällt der Körper zum Niedertreten wie beim einfachen Sprung.



2. Übersprung mit seitgrätichenden Beinen. Soll ein Gegenstand in einem übersprungen werden und ist der zu überspringende Gegenstand schmaler als die Entfernung der Füße bei auseinandergespreizten oder gegrätichten Beinen, so braucht der Sprung nicht so hoch zu erfolgen, daß die Füße die Höhe des Hindernisses oder des Geräts erreichen. Im Gegenteil kann das Becken um so knapper über das Gerät gebracht werden und bleiben die Füße um so näher dem Boden, je schmaler das Gerät ist (schmaler Pfosten, Steinsäule). Ist das Gerät aber breiter als die Entfernung der Füße in Spreizhaltung (quergestellter Kasten oder Pferd), so muß der Körper wenigstens so hoch geschwungen werden, daß auch die Füße über das Gerät hinwegfliegen. Leichter als in Spreizhaltung in solchem Falle das Hindernis überwunden, wenn die Beine nebeneinander seitlich rechts oder links über das Gerät gebracht werden (in Flanke, Kehre, Wende) durch den Flankensprung oder das Voltigieren.

Übersprung  
mit seit-  
grätichenden  
Beinen.

Bei diesen Sprüngen wie auch bei den folgenden Arten des gemischten Sprunges finden zwei Sprungbewegungen hintereinander statt: 1. Der Absprung vom Boden mittels der Beine und 2. der Absprung oder das Abstützen vom Gerät mittels der flüchtig aufgestützten Arme.

Letztere Bewegung bietet in ihrer Ausführung ein ganz besonderes Interesse. Die Hand wird mit ihrer vollen Fläche aufgesetzt und wirkt — ähnlich wie der Fuß beim Zehenstand oder beim Sprung — wie ein einarmiger Hebel (Fig. 497),

Absprung  
oder Ab-  
stützen mit  
den Händen.

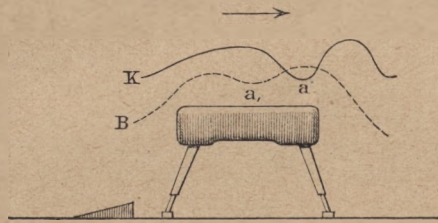


Fig. 494. Längsprung über das Pferd. K Kurve des Kopfes, B die des Beckens. Bei a in der oberen, a, in der unteren Kurve zeigt die Sprungbewegung der Arme ein. — Ermittelt aus einer Reihenaufnahme von Prof. Dr. Kohlrausch.

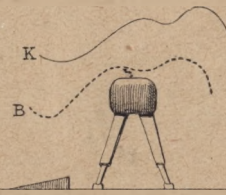


Fig. 495. Einfacher Bodsprung. K Kurve des Kopfes, B des Beckens. Nach einer Reihenaufnahme von Prof. Dr. Kohlrausch ermittelt.

dessen Unterstützungs- und Drehpunkt die Finger指尖 bilden. Der Angriffspunkt der Kraft befindet sich am Handgelenk. Die vorzugsweise hierbei tätigen Muskeln sind in erster Linie die Speichen- und Ellenhandbeuger; dazu kommt die Zusammenziehung der Fingerbeuger, welche gleichfalls die gestreckte Hand von der festen Unterlage abhebeln, da die feste Stützfläche der Beugung der Finger指尖 Widerstand entgegensetzt. Ebenso nimmt der dreiköpfige Armstrecker an dem Abstützen teil, indem er durch heftige Zusammenziehung das Ellbogengelenk streckt. Da mittels der aufgesetzten Hand der Arm der feste Hebel ist, nach welchem hin während der flüchtigen Sprungbewegung der Körper gezogen wird, so sind an der Bewegung auch die Anzieher des Armes, breiter Rücken- und großer Brustmuskeln, beteiligt; ebenso muß während des Vor- und Aufwärtswerfens des Körpers durch das Abstützen von den Händen das Schulterblatt flüchtig festgestellt werden, um z. B. dem dreiköpfigen Strecker volle Wirksamkeit zu gestatten. Die Mechanik der Sprungbewegung mittels der Arme ist mithin eine weit verwickeltere, als es für den Sprung mittels der Beine der Fall ist. Die Gelenke und Muskeln der Beine sind zur Fortbewegung des Körpers eben auf das vorteilhafteste eingerichtet, da hierin ihre eigentlichste Bestimmung liegt; für die Arme ist solche Tätigkeit nur eine ganz gelegentliche.

Die Wurfbahn des Körpers ist nach der Sprungbewegung oder dem Abstützen mittels der Arme ebenso eine Parabel, wie es auch nach dem Sprung von den Füßen

Wurfbahn  
des Körpers  
beim gemisch-  
ten Sprung.

der Fall ist. Die gesamte Flug- oder Wurfbahn beim gemischten Sprung mit Aufstützen der Hände setzt sich also aus zwei parabolischen Linien zusammen. Die Kurve dieser Flugbahn beginnt mit der durch den Absprung von den Füßen erwirkten Parabel, welche dann an irgendeinem Punkte durch die parabolische Bewegung unterbrochen wird wie sie die Sprungbewegung der Arme dem Körper mitteilt. Je nach der Art des Sprunges und je nach dem Zeitpunkt des Einsetzens der schnellenden Sprungtätigkeit der Arme unterbricht die zweite Parabel die erste schon in deren aufsteigendem Aste, oder erst im absteigenden Aste, wo der Körper also bereits nach abwärts zu fliegen im Begriff ist. Betrachtet man die von mir ermittelten Kurven der Flugbahnen des Körpers bei verschiedenen gemischten Sprüngen, so zeigt sich bei den einfachen Längsprüngen über das Pferd, daß die flache Parabel des Absprungs schon im absteigenden Teil begriffen ist, wenn die parabolische Flugbahn, welche die Armtätigkeit dem Körper mitteilt, erst einsetzt (Fig. 494). Und während die letztere Kurve beim Grätschsprung über ein schmales Hindernis — z. B. beim einfachen Bodhöchsprung —, weil das Becken ganz knapp über das Hindernis hinwegzufliegen

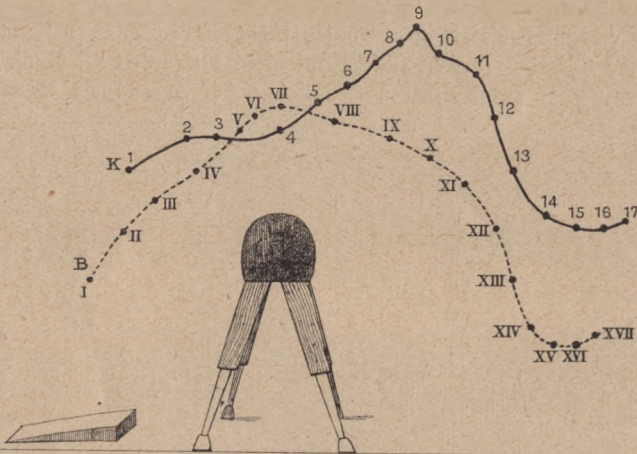


Fig. 496. Hochsprung über den Bod. K Kurve der Bewegung des Kopfes, B des Beckens. Durch die Streckung des Rumpfes in 7—9 kommt die zweite Parabel nicht rein zum Ausdruck.

braucht, sich nur wenig höher erhebt als der Gipfel der begonnenen ersten Parabel (Fig. 495), so wird die zweite Parabel ausgesprochen höher und steiler, wenn das Becken hoch über das Hindernis gebracht werden muß, so z. B. bei den Hochsprüngen (Fig. 496). Die Höhe und Steile dieser Parabel ist also der Ausdruck des Umfanges der Armtätigkeit beim gemischten Sprung und läßt abschätzen, wie hoch und wie weit die Arme allein den Körper zu werfen imstande sind. Dabei ist natürlich nicht außer acht zu lassen, daß dem Körper in dem Augenblick, wo die Sprungbewegung mittels der Arme einsetzt, bereits eine lebendige Kraft der Vorwärtsbewegung in der Richtung des Gesamtsprungs mitgeteilt war.

Um aber aus einer Ruhestellung heraus, z. B. aus dem Reitsitz auf einem Gerät, dem Körper eine Sprungbewegung mitzuteilen, dazu reicht die Armkraft allein nicht in bescheidenem Maße aus. Zu diesem Behufe muß — z. B. beim Abgrätschen aus dem Reitsitz auf dem Halse des Springpferdes — der Schwerpunkt hinreichend nach vorn über den Unterstützungspunkt gebracht werden. Es geschieht dies durch Vornüberbeugen des Rumpfes und starke Beugung der sonst gestreckten Beine im Hüftgelenk. Erst in diesem Augenblick können dann die Arme in der beschriebenen Weise unter energischer Streckung mit Abhebeln der Handflächen eine Bewegung ausführen.

welche den Körper etwas nach oben und nach vorn wirft. Diese Bewegung ist indes wenig ausgiebig und fällt bei der gezwungenen Haltung des Körpers — Vorwärtschiebung nach den aufgestützten Armen hin — meist recht hölzern aus.

Man führt deshalb den Absprung aus dem Reitsitz oder das Abgrätschen besser so aus, daß unter Aufstützen auf die Hände ein Rückschwung gemacht wird, dem ein Vorschwung folgt. Sowie dabei der Schwerpunkt genügend nach vorn über die aufgestützten Hände gelangt, bedarf es nur des Abstützens der Hände, unter plötzlicher vollkommener Streckung der Arme, um die Bewegung des Abgrätschens zu vollenden.

Beim Aufsprung in die Hochstellung und Aufrichten zum aufrechten Stand auf dem Gerät sowie beim Übersprung eines Geräts in der Höhe (Hochsprung, Fig. 493) muß das Becken besonders hoch über das Gerät geschwellt werden. Der Absprung mittels der Hände muß infolgedessen weit ausgiebiger erfolgen als beim einfachen Übergrätschen; es zeigt sich daher die zweite Wurfline höher und steiler als die durch die Sprungtätigkeit der Beine gegebene Wurfline, die Armtätigkeit wird kräftiger und ausschlaggebender (Fig. 496).

Auf die zahlreichen Abarten und Unterarten dieser Sprungformen, das Überspringen beider Beine nebeneinander seitlich in Flanke, Kehre und Wende usw. kann hier füglich nicht eingegangen werden. Es kam hier nur darauf an, die Mechanik der grundlegenden Bewegungen zu erörtern.

### § 325. Gemischter Sprung von Fuß und Hand gleichzeitig aus dem Stande.

Bei den bisher betrachteten gemischten Sprüngen war angenommen, daß erst ein Absprung von den Füßen erfolgt, der zum Auflegen der Handfläche auf das Gerät führt, und daß dann die Arme, indem die ausgestreckte Hand von ihrer Unterlage bis zur Fingerspitze sich abhebelt, eine zweite Sprungbewegung ausführen.

Der Sprung kann aber auch aus dem Stande so erfolgen, daß in der Ruhestellung bereits die Handflächen dem Gerät aufliegen oder doch im Augenblick des Abspringens der Beine aufgelegt werden. Dann geschieht Absprung von den Beinen und Armen gleichzeitig, und die Wirkungen der Bewegungen der unteren und oberen Gliedmaßen addieren sich zu einer ununterbrochenen Flugbahn. Man springt so namentlich dann, wenn das feste Gerät, welches den Händen Stütz bietet, keine breite Stützfläche besitzt, sondern so schmal ist, daß es von den Händen umgriffen werden kann (Barrenholm, Redstange, bügelförmige Pferdpause u. dgl.).<sup>9</sup> Es kann also dann die Hand nicht platt sich auslegen und, ähnlich wie die Fußsohle vom Boden sich von der Ferse zur Zehe abwickelt, so in einem Zuge von der Handwurzel bis zu den Fingerspitzen sich abhebeln: vielmehr kann die Hand nur eine Greifbewegung machen, während die Sprungbewegung der Arme sich lediglich im Ellbogengelenk vollzieht. Die Bewegung erfolgt daher mit weit geringerer Kraft.

Auf den Sportplätzen sind diese Sprünge als „Volltugieren über eine Schranke“ (Balken oder Planke) zur Wettübung ausgestaltet. Höchstleistungen sind das Überspringen einer Schranke von 2,23 m Höhe mit Aufstützen beider Hände (Page, 1881) und einer Planke von 1,69 m Höhe mit Aufstützen einer Hand (Webster, 1886).



Fig. 497. Abhebeln der Hand beim gemischten Sprung.

Hochsprung.

Gemischter Sprung von Fuß und Hand gleichzeitig aus dem Stande.

Volltugieren.

## § 326. Stabspringen.

Anderer Art sind solche Sprünge, bei welchen das Gerät nicht zum Stütz und Übersprung, sondern zum Hang gefaßt wird, um dann aus dem Hang mittels einer Schwungbewegung den Körper nach vorwärts und auch bis zu einem gewissen Grade nach aufwärts zu werfen. Ist der gewollte Höhepunkt erreicht, so lassen die Hände los, und der Körper fliegt mit der erlangten Schwungkraft frei vor- und abwärts. Man nennt solche Sprünge mit flüchtigem Hang: Unterschwünge. Beispiel: Unterschwung am Reck über eine hinter dem Reck angebrachte Springschnur.

Auf diese Weise vermag sich auch der Wanderer an einem starken überhängenden oder aufstehenden Baumast über einen nicht allzu breiten Graben oder Wasserlauf zu schwingen.



Fig. 498. Stabhochspringen. Nach einer Augenblicksphotographie, aufgenommen in Schönholz bei Berlin 1890.



Fig. 499. Stabspringen. Nach einer Augenblicksphotographie, aufgenommen in Frankfurt a. M. 1896 (2,70 m hoch).

Nun kann man die feste Stange oder den Ast auch durch eine bewegliche Stange ersetzen. Wenn man nämlich eine längere Stange (etwa 3 m lang) nach ihrem oberen Ende zu so faßt, daß die Hände weit genug auseinander sind, um auf den unteren gestreckten Arm den Körper beim Sprung stützen zu können, dann das untere Ende oder die Spitze der Stange fest in den Boden einsetzt und nun kräftig abspringt, so verleiht man der Stange bei feststehender Spitze eine zeigerförmige Bewegung. Der Körper, im Stütz gehalten, balanciert wagerecht schwebend auf dem oberen Ende der Stange. Sowie die Stange so bis zur Senkrechten gelangt ist, erfolgt der Absprung, wobei man entweder den Stab von seiner festen Unterlage lüftet und mitnimmt oder besser ihn zurückfallen läßt. Hinsichtlich der Ausführung des Stabsprunges im einzelnen ist die Technik bei den besten Stabspringern vielfach verschieden. So hat man den Anlauf (wie auch beim Weisprung) in zwei Hälften, den Ein- und den Auslauf, geschieden und gefordert, daß zur Erhöhung der Federkraft beim Absprung die letzten 2—3 Schritte etwas kürzer genommen werden sollen. Der Absprung selbst erfolgt bei guten Springern 1,50—2 m vor dem Lotpunkt der Schnur, während der Stab direkt unter der Schnur oder doch ganz vor dem Lotpunkt einzusetzen ist. Das Überspringen kann als Kreuzsprung ohne Drehung — ähnlich wie der Selguntersprung am Reck — ausgeführt werden, oder mit Nachgreifen der unteren Hand, halber Drehung und Emporheben des Körpers fast zum Handstand. Endlich hat man auch ein blißschnelles Hinaufflettern am Sprungstab, der förmlich eine Sekunde etwa senkrecht stehen muß, nicht ohne Erfolg versucht.

Mittels des Springstabes lassen sich bedeutende Höhen überwinden: bis zu 3 m Höhe und darüber. Weltreford 4,03 m, in Stockholm 1912 erreichte Höchstleistung

3,95 m, deutsche Höchstleistung 3,58 m (Pasemann-Kiel). — Der Stab kann auch zum Weitsprung benutzt werden: Stabweitspringen.

Für den Bergwanderer ist die Benutzung des Bergstoßes als Sprunggerät oft sehr dienlich. Kleine Wildwässer, Spalten und Gräben können so übersprungen werden. Man vermag mit dem Bergstoß ebensowohl auf steile Böschungen oder Felsblöcke hinaufzuspringen, wie sich von solchen hinabzuschwingen.

Auch für manche andere Vorkommnisse im Leben kann der Sprung mittels eines Stabes als Brauchkunst dienen.

### § 327. Übungswert des Sprunges.

Die körperliche Einwirkung oder der Übungswert des Sprunges ist sehr mannigfaltig. Für die Muskulatur der Beine besitzt eine Bewegung, welche das gesamte Körpergewicht aufhebt und in die Höhe oder Weite wirft, den Charakter einer momentanen Höchstleistung. Der Sprung ist also eine Kraftübung, welche die Muskeln der Beine — namentlich die Streckmuskeln — ungemein kräftigt. Da der Augenblick des Aufschnellens ein äußerst kurzer ist, so ist die Muskelermüdung nach der Sprungbewegung nur von geringerem Umfang: man kann zahlreiche Sprünge hintereinander ausführen, bevor sich stärkere Ermüdung geltend macht.

Die Notwendigkeit, die Bewegung genau abzumessen und beim Sprung mit Anlauf genau im geeigneten Augenblick in die schnelle Vorwärtsbewegung die aufschnellende Sprungbewegung der Beine einzuschalten, der Übergang aus der gebeugten Rumpfhaltung beim Aufsprung in die Streckung des Rumpfes beim Niedersprung, die Abschwächung des erschütternden Fallstoßes beim Niederkommen auf den Boden durch Aufsprung auf die Zehenballen und elastische Senkung in die Kniebeuge, die Erhaltung des Gleichgewichts beim Niederkommen auf den Boden und beim Aufrichten nach dem Niedersprung: alles das gibt dem Sprung auch den Charakter einer Geschicklichkeitsübung, welche in bezug auf schöne Haltung und Ausführung sowie leichten Niedersprung, ferner in bezug auf möglichste Höhe und Weite des Sprunges großer Dervollkommnung fähig ist. Der Charakter der Geschicklichkeitsübung tritt vor allem bei den Übungen des gemischten Sprunges hervor, so bei denjenigen Sprungarten, bei welchen die Hand mit ihrer ganzen Fläche auf eine breite Unterlage gebracht wird und die Arme eine der Sprungbewegung der Beine gleichartige Sprungbewegung ausführen (Boß-, Pferd-, Tisch-, Kastenspringen). Die Greiftätigkeit der Hände, die oft im raschen Fluge zu erfolgen hat, kommt beim Red- und Barrenspringen zur Übung, die Gleichgewichtserhaltung schwieriger Art beim Stabspringen. Die Übungen des Sprungs und namentlich des gemischten Sprungs nehmen mithin unter den Geschicklichkeitsübungen einen ganz hervorragenden Platz ein.

Auch eine moralische Einwirkung ist den Übungen des Sprungs eigen: sie bedingen schnelle Entschlossenheit, Selbstüberwindung und Mut. Vor allem sind die Freisprünge über feste Hindernisse sowie die gemischten Sprünge über den Boß, das Pferd, den Kasten hervorragende Mutübungen. Der weithin oder in die Höhe geschnellte oder gar in die Tiefe hinabsausende Körper erreicht den Boden nur unter heftigem Anprall. Das hemmende Angstgefühl vor schmerzhafter Erschütterung muß ebenso überwunden werden wie die Furcht vor schmerzhaftem Fall bei etwaigem Fehlsprung, welcher letzterer namentlich beim Sprung über ein festes Hindernis in nähere Möglichkeit gerückt ist. Zwar mindert die mit Sand, feuchten Sägespänen u. dgl. angefüllte Niedersprungstelle die Furcht vor heftigem Fallstoß; die bei Berührung sofort niederfallende Springschnur benimmt die Gefahr des Fehlsprungs. Eine männlich-stramme, turnerische Erziehung muß aber beim Sprung auf jene Erleichterungen auch

Übungswert  
des  
Sprunges.

Übung der  
Bein-  
muskeln.

Geschicklich-  
keit beim  
Sprung.

Moralische  
Einwirkung  
der Spring-  
übungen.

verzichten lernen. Ein geschulter Springer soll auch auf harten Boden elastisch und leicht niederpringen können. Das Sprungbrett ist gänzlich zu missen. Vor allem soll der Sprung über feste Hindernisse — Hürde, Planke, Balken, Springkasten u. dgl. — auf den Übungsplätzen stetig betrieben werden.

Der Sprung übt endlich auch das Abschätzungsvermögen. Mit dem Augenmaß ist der Umfang des zu überwindenden Hindernisses nach Höhe und Weite, ist der Ort des Abwie des Niedersprungs abzuschätzen und danach Richtung wie Kraftaufwand beim Sprung zu bemessen.

### § 328. Vorsichtsmaßregeln beim Springen.

Beim Betrieb der Springübungen sind eine Reihe von Vorsichtsmaßregeln nicht außer acht zu lassen, da das Springen leicht zu Verletzungen Anlaß geben kann.

Schon der Gebrauch des Sprungbrettes gab leicht zu Verstauchung des Fußes u. dgl. Anlaß. Das Gerät kann ganz gut entbehrt werden. —

Am meisten gibt ungeschickter Niederirprung Anlaß zu Verletzungen. Zunächst wenn der Körper, anstatt elastisch auf die vorgestreckten Zehenballen niederzukommen, mit den Ferseu zuerst den Boden erreicht, so daß sich auf diese die ganze Fallwucht des Körpers überträgt. Das verursacht selbst auf weicherer Matratze eine heftige Erschütterung des Körpers, welche sich die Wirbelsäule entlang bis zum Kopfe hinauf fortpflanzt und die Zähne zusammenklappen macht. Ja ungeschickter Sprung aus großer Höhe und auf harten Boden kann selbst ernstere Erscheinungen von Erschütterung des Hirns oder des Rückenmarks zur Folge haben. Ferner kann hierbei leicht der Ferseuknochen beschädigt werden, sei es daß der starke Fallstoß den unmittelbar auf den Boden aufschlagenden Knochen nur in heftiger und recht schmerzhafter Weise erschüttert, oder daß dieser doch so derbe Knochen wirklich verletzt wird und kleine Risse oder Sprünge in seinem Gefüge erleidet. Im günstigeren Falle braucht solche Verletzung des Ferseuknochens nicht gerade das Gehen auf dem verletzten Fuße ganz zu hindern, aber das Auftreten auf den Fuß bleibt doch noch wochenlang äußerst schmerzhaft.

Es kann ferner das Aufrichten nach dem Niedersprung mißlingen, der Springer kann ausrutschen und rücklings oder seitlings fallen. Hier sind glatt gewordene Matratzen — z. B. die sonst in bezug auf Staubfreiheit noch am ehesten zu empfehlende Matratze aus Rindsleder — gefährlich. Auch wenn die Matratze ungeschickt liegt, oder wenn der Springer durch eigenes Ungeschick entweder zu kurz, auf die Vorderkante der Matratze, oder zu weit, auf deren Hinterkante, niederfällt, kann Niedersturz und zuweilen selbst Verstauchung des Fußes veranlaßt werden. Am gefahrlosesten ist es, wenn an Stelle der Matratzen eine hinreichend große, mit weichem Sand oder mit Sägemehl, dem zum Feuchthalten Salz beigemischt ist, angefüllte größere Niedersprungstelle benutzt werden kann. Wie das Stabspringen, so sollte auch das Weit- und Hochspringen nur im Freien geübt werden. — Beim Üben möglichst hoher oder weiter Sprünge ist es namentlich im Schulturnen angebracht, hinter dem Gerät Schüler zum etwaigen Hilfegeben aufzustellen, um Niederspringende aufzufangen und vor Sturz zu bewahren.

Am ehesten treten üble Zufälle beim Niedersprung aus größerer Höhe auf, so beim Tieffspringen, beim Sturmspringen, beim Stabspringen.

Staubhaltige, schlechte Matratzen werden beim Sprung zu einer Gefahr für die Atemorgane. Die schmutzige Staubluft, welche ihnen beim Springen einer Abteiluug entquillt, wirkt um so schädlicher, als durch die Anlauf- und Sprungbewegung die Atemtätigkeit der Turnenden stärker vermehrt und vertieft ist.

Übung  
des Ab-  
schätzungs-  
vermögens.

Vorsichts-  
maßregeln  
beim  
Springen.

Ungeschickter  
Nieder-  
sprung.

Verletzung  
des Ferseu-  
knochens.

Ausrutschen  
beim Nieder-  
sprung.

Hilfegebeu.

Staubige  
Matratzen.

## Der Wurf.

### § 329. Die Wurfbahn.

Die Wurfbahn.

Durch den Wurf wird ein mit einer oder mit beiden Händen gefaßter Gegenstand mittels einer stoßenden oder schwingenden Bewegung in einer bestimmten Richtung bewegt und nach plötzlichem Loslassen mit der ihm erteilten lebendigen Kraft in dieser Richtung fortgeschleudert. Der Weg, den das losgelassene Wurfgeschloß nimmt, d. h. die Flug- oder Wurfbahn, wird wesentlich durch folgende Kräfte bestimmt:

1. Die durch den augenblicklichen Stoß oder Schwung des Armes (oder beider Arme) dem Wurfgeschloß mitgeteilte lebendige Wurfkraft, welche nach jeder Richtung hin sich äußern kann;

Lebendige Wurfkraft.

2. die andauernd wirkende Schwerkraft, welche stets senkrecht nach unten zum Boden hin zieht;

Schwerkraft.

3. den Widerstand der Luft.

Widerstand der Luft.

Dieser ist verschieden groß je nach der spezifischen Schwere und dem Umfang des Wurfgeschloßes. Er äußert sich ferner verschieden je nach Stärke und Richtung des Winddrucks. Wirft man gleichsinnig mit der Windrichtung, so wird die Wurfweite gefördert, wirft man gegen den Wind, so wird sie verkürzt. Kommt der Wind von der Seite, so wird der Weg des Wurfgeschloßes mehr oder weniger abgelenkt. Lassen wir den Widerstand der Luft zunächst außer Betracht, so ergibt sich für die Gestaltung der Wurfbahn folgendes.

Ist die Wurfrichtung senkrecht nach unten oder oben gerichtet,

Wurf senkrecht nach oben oder unten.

so stellt die Wurfbahn eine senkrechte Linie dar und steht unter dem Einfluß der Gesetze des freien Falls. Beim Wurf senkrecht nach unten nimmt die Fallgeschwindigkeit um so viel zu, als der mitgeteilten Wurfkraft entspricht. Umgekehrt beim Wurf senkrecht in die Höhe.

Ist die Wurfrichtung eine andere als die senkrecht nach oben oder unten, so stellt die Wurfbahn stets eine krumme, und zwar parabolische Linie dar wie beim Sprung.

Wenn der Wurf genau in horizontaler Richtung erfolgt, so liegt der Scheitel der Parabel im Anfang der Flugbahn, und die Flugbahn stellt lediglich den absteigenden Ast einer Parabel dar. Letzteres ist ebenso der Fall bei allen schräg nach abwärts gerichteten Würfen.

Horizontaler Wurf.

Gesetzt, ein Wurfgeschloß, z. B. ein Stein, werde genau in horizontaler Richtung durch einen Wurf fortbewegt, so daß der Stein, wenn die ihm mitgeteilte Wurfkraft allein auf ihn einwirkte, in der ersten Sekunde (Fig. 500) von A nach B, in der zweiten, dritten usw. Sekunde nach C, D usw. fliegen würde. In dem Augenblick aber, wo der Stein zu fliegen beginnt, wirkt auch schon die Schwerkraft auf ihn ein und sucht ihn senkrecht nach unten zu treiben; der Stein würde, wenn die Schwerkraft allein auf ihn einwirkte, mit stets beschleunigter Geschwindigkeit nach Ablauf der ersten Sekunde in b, nach Ablauf der zweiten Sekunde in c, nach Ablauf der dritten Sekunde in d usw. sich befinden. Da aber beide Kräfte, Stoß- und Schwerkraft, gleich-

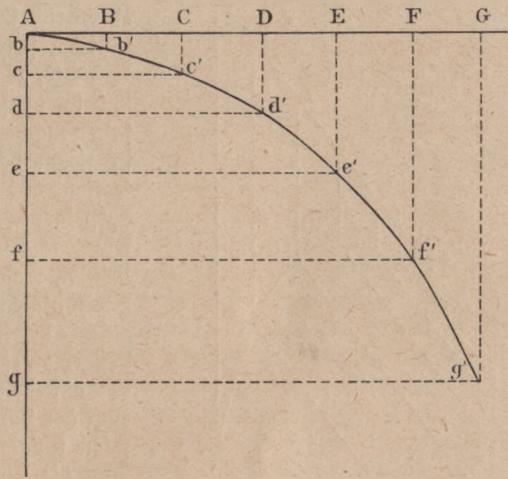


Fig. 500. Flugbahn eines horizontal gerichteten Wurfs.

zeitig auf den Stein einwirken, so findet man nach dem Gesetz des Parallelogramms der Kräfte seine Flugbahn dadurch, daß man den Einfluß der einen wie der anderen Kraft durch gerade Linien darstellt, welche der Richtung und Länge nach der Richtung und Größe jener Kräfte entsprechen, und daß man ferner das durch beide bestimmte Parallelogramm ergänzt und vom Ausgangspunkt der Bewegung A aus die Diagonale zieht. Demnach wird die gekrümmte Flugbahn des Steines die Punkte  $b'$  (nach der ersten Sekunde),  $c'$ ,  $d'$ ,  $e'$ ,  $f'$ ,  $g'$  passieren und den absteigenden Ast einer Parabel, deren Scheitel in A liegt, darstellen.

Ist die Wurfrichtung schräg aufwärts gerichtet, so ist die Flugbahn zunächst eine aufsteigende, dann aber, nachdem sie den höchsten Punkt oder den Scheitel der Parabel erreicht hat, eine absteigende. Sie wird auf dieselbe Art ermittelt. In Fig. 501 würde ein mit der Geschwindigkeit AB schräg aufwärts geworfener Stein, wenn die Schwere nicht auf ihn einwirkte, in der ersten, zweiten, dritten, vierten, fünften, sechsten, siebenten Sekunde nach B, C, D, E, F, G, H gelangen, während die Schwere allein ihn in denselben Zeiten nach  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$ ,  $f$ ,  $g$ ,  $h$  fallen machen würde. Stellen wir aber diese Kräfte in Form von Linien dar und ergänzen die betreffenden Parallelogramme, so ergibt sich die erst aufsteigende, dann absteigende parabolisch gekrümmte Wurfbahn  $Ab'c'd'e'f'g'h'$ . Der Winkel, welchen die anfängliche Flugbahn mit der horizontalen bildet, heißt der Erhöhungswinkel. Je größer dieser Winkel wird, um so steiler, zuletzt der Senkrechten sich annähernd, wird der absteigende Ast der Parabel, d. h. um so mehr rückt der Scheitel der Parabel dem Ende der horizontalen Flugweite zu. Es zeigt sich ferner, wenn man die Flug- oder Wurfbahnen für verschiedene Erhöhungswinkel bestimmt (Fig. 502), daß bei Würfen mit gleicher Wurfkraft die Flugweite in horizontaler Richtung mit zunehmendem Erhöhungswinkel zunächst anwächst bis zu einem Erhöhungswinkel von  $45^\circ$ , um dann weiterhin wieder immer mehr abzunehmen, bis die Wurfweite bei  $90^\circ$  — senkrecht aufsteigender Wurf — gleich Null wird. Es ist also die Wurfrichtung von  $45^\circ$  oder einem halben rechten Winkel diejenige, bei welcher man die größte Wurfweite erzielt (AD Fig. 502).

Wurf schräg aufwärts.

Erhöhungswinkel und Flugweite.

Schwere und Größe des Wurfgeschosses.

Fig. 501. Flugbahn eines schräg aufwärts gerichteten Wurfs.

werden können und wenigstens bis zum Beginn der Mittelhand reichen. Auf kleinere, nur mit den Fingerspitzen umfaßte Gegenstände läßt sich die volle Wurfkraft des Armes nicht mehr ganz übertragen. Bezüglich der Schwere des Wurfgeschosses gilt, daß dieselbe Kraft einem leichteren Wurfgerät zwar eine größere Anfangsgeschwindigkeit mitteilt, daß indes mit der geringeren spezifischen Schwere auch der Luftwiderstand



wächst. Einen spezifisch sehr leichten Gegenstand, z. B. einen Papierballen, weit zu werfen, ist auch mit der größten Kraftanstrengung nicht möglich, während eine gleich große, um das Vielfache schwerere Bleifugel, mit gleicher Wurfkraft abgeworfen, weithin die Luft durchfliegt. Einen platten festen Stein in Form einer runden Scheibe, den man bequem mit Daumen und Zeigefinger zangenförmig umfaßt und der vermöge seiner Form wenig Widerstand durch die Luft findet, indem er sie leicht durchschneidet, wird man weiter werfen können als einen gleich schweren hohlen Ball. Als Übung hat der Wurf eines kleinen leichteren Wurfgeräts, z. B. eines kleinen, etwa 100 g schweren Schlagballs, natürlich dieselbe Berechtigung wie das Schleudern eines 2 kg schweren Schleuderballs oder das Stoßen eines 17 kg schweren Steins.

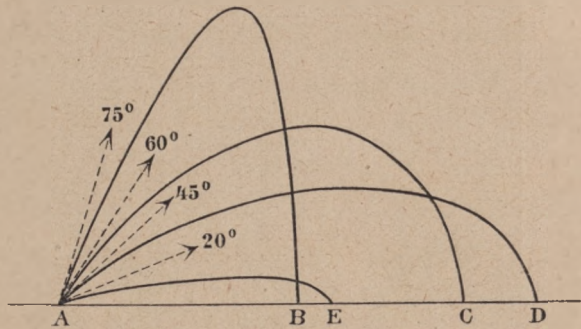


Fig. 502. Flugbahnen für verschiedene Würfe schräg aufwärts mit gleicher Wurfkraft, aber verschiedenem Erhöhungswinkel.

### § 330. Arten des Wurfs.

Arten des Wurfs.

Die verschiedenen auf unseren Übungsplätzen üblichen Arten des Wurfs lassen sich in mannigfacher Weise einteilen. Für den praktischen Bedarf ist es am einfachsten, je nach Art des Wurfgeräts (Ger- und Lanzenwerfen; Ballwerfen; Ballschleudern; Kugelwerfen; Steinstoßen usw.) die verschiedenen Würfe abzuhandeln. Nach der Form der Bewegung unterscheiden wir aber vor allem zwei Arten des Wurfs: nämlich den Stoßwurf und den Schwungwurf (oder Schleuderwurf).

Stoßwurf.

Beim Stoßwurf erfolgt der Wurf geradlinig, d. h. das Wurfgerät wird nach einer ausholenden Vorbewegung in der Richtung des Wurfs bewegt und fliegt, losgelassen, in der Richtung dieser Wurf- oder Stoßbewegung einfach weiter. Zum Stoßwurf gehörig ist der Schoßwurf. Der Unterschied ist der, daß beim Stoßwurf im engeren Sinne das Wurfgerät mit emporgehobenem Arm mindestens in Schulterhöhe, in Augenhöhe oder gar über dem Kopfe hinweg nach vorwärts oder vor- und aufwärts (den Tiefwurf können wir außer Betracht lassen) gestoßen oder geworfen wird, während beim Schoßwurf der Wurfarm herabhängt und das Wurfgerät nach vorgängiger ausholender Bewegung — die, wie beim Schwungwurf, den Teil eines Kreisbogens darstellt — etwa in der Höhe der Körpermitte oder etwas darüber geradlinig fortgestoßen oder geworfen wird.

Schleuderwurf.

Beim Schwung- oder Schleuderwurf macht der Arm mit dem Wurfgeschloß eine kreisförmige Bewegung und gibt während dieser Kreisbewegung das Wurfgerät frei, so daß es in der Richtung der Tangente des Schwungkreises weiterfliegt. Eine haarscharfe Trennung zwischen Stoß- und Schleuderwurf findet durchaus nicht immer statt, indem bei Würfen, welche an sich den Charakter des Schleuderwurfs tragen, der Wurfarm der Richtung der Tangente ein Stück mit folgt und dann erst das Wurfgeschloß frei wird, d. h. der Wurfarm fügt dem Schwung noch eine kurze, stoßartige Bewegung bei.

Der Stoßwurf.

### § 331. Der Stoßwurf.

Beim Stoßwurf wird also durch eine geradlinige, stoßende Bewegung dem zu werfenden Wurfgerät eine Bewegung derart erteilt, daß es, sobald es freigegeben ist, Schmidt, Unser Körper. 5. Auflage.



Fig. 503. Stoßwurf mit einem schweren Stein. — Nach einer Reihenaufnahme von O. Anshütz.

mit der empfangenen lebendigen Kraft genau in der Richtung der Stoß- oder Wurfbewegung weiterfliegt. Soll die Wurfbewegung eine möglichst ausgiebige sein und dem Wurfgeschloß eine starke Wurfkraft erteilt werden, so müssen die Muskeln, welche die Wurfbewegung bewirken, unter möglichst günstigen Bedingungen arbeiten können, d. h. mit der Vollkraft der ersten heftigen Verfürzung aus dem Zustand größtmöglicher Dehnung heraus. Eben weil es sich beim Wurf um eine ganz augenblickliche Höchstleistung der Muskeln handelt, ist hier auch, wie kaum noch bei einer anderen Leibesübung, ein richtiges Ausholen von großer Wichtigkeit, ja für die Ausgiebigkeit des Wurfs mit entscheidend. Derjenige Muskel nun, welcher in der Hauptsache den Arm im Schultergelenk in der Richtung von hinten nach vorn schleudert, ist der große Brustmuskel. Der gegensinnig wirkende Muskel, welcher das Schulterende des Arms nach hinten und unten zieht und damit den großen Brustmuskel vor allem zum Ausholen spannt, ist der breiteste Rückenmuskel.

Ausholen beim Wurf.

Beim Wurf beteiligte Muskeln.

Das durch die plötzliche Zusammenziehung des großen Brustmuskels bewirkte Vorschleudern des Armes zum Wurf und Stoß wird weiterhin fortgesetzt und ausgiebiger gestaltet durch heftige Streckung im Ellbogengelenk, vor allem mittels des dreiköpfigen Armstreckers. Ist das Wurfgerät groß und wird es mit beiden Händen gefaßt, dann vollzieht sich die Wurf- und Stoßbewegung vorwärts, wenn das Wurfgerät vor die Brust oder vor den Kopf gebracht ist und von hier aus vorwärts geworfen wird, vorzugsweise nur mit den Streckmuskeln des Armes. Der Stoß ist nur ein kurzer, besitzt geringere Wucht und trägt nicht weit. Daher ein schwerer Stein, der möglichst weit vorwärts fliegen soll, nur von einem Arm geworfen wird. Um dabei den Brustmuskel des Wurfarmes ausholend zu spannen, wird der Wurfarm seitlich vom Körper stark nach hinten geführt und der Arm zugleich im Ellbogengelenk gebeugt zur ausholenden Spannung der Strecker. Umfang und Wucht der Stoßbewegung werden aber noch wesentlich verstärkt durch eine Reihe von Hilfsbewegungen. Diese sind: 1. eine Drehung des Rumpfes um seine Achse nach der Seite des Wurfarmes zu; 2. eine seitliche Biegung des Rumpfes entgegengesetzt der Wurfrihtung (s. Abb. des Stein- sowie Speerwurfs). Diese beiden Rumpfbewegungen bringen die Schulter des Wurfarmes möglichst nach hinten und unten und verstärken durch heftige Streckung des Rumpfes und Drehung nach vorn im Augenblick der Wurfbewegung deren Umfang. Dasselbe bezweckt 3. eine Beugung der in Auslagestellung befindlichen Beine im Hüft- und Kniegelenk, namentlich des hinteren, dem Wurfarm gleichsinnigen Beines, auf welches das ganze Schwerkraft des Körpers übertragen wird. Der Fuß dieses Beines steht rechtwinklig zur Wurfrihtung, der Fuß des vorderen, unbelasteten, vor dem Wurf oft mit der Ferse leicht gelüfteten Beines ist dagegen genau in die Wurfrihtung gestellt. Dadurch, daß das hintere Bein im Augenblick des Wurfs eine heftige Streckung, also eine sprungartige schnellende Bewegung — so daß im Augenblick des Abstoßens tatsächlich der Fuß vom Boden abgestoßen wird — ausführt, hilft es wesentlich, den Rumpf in der Richtung nach vorn und oben zu werfen.

Wurf mit beiden Armen.

Wurf mit einem Arm.

Hilfsbewegungen des Rumpfes und der Beine.

So werden also an dem Stoßwurf zahlreiche Muskeln der Arme, der Brust, der Schulter, des Rumpfes und der Beine beteiligt, welche alle im gegebenen Augenblick zu einer einzigen, plötzlich erfolgenden heftigen Bewegung zusammenwirken.

Streckung des seitlich gebogenen Rumpfes und Vierteldrehung des Rumpfes um seine Achse; Werfen der nach hinten und unten gebrachten Schulter weit nach vorn und oben; gleichzeitiges Schleudern des in Ellbogen und Handgelenk bis zu den Fingerspitzen hin sich streckenden Armes nach vorwärts in die Wurfrihtung; sprungartige Streckung des hinteren, tief gebeugten Beines, die wuchtig genug ist, um den Fuß vom Boden ab hochzuschleudern, mit plötzlicher Übertragung der Schwerlast des Körpers



Fig. 504—509. Speerwurf. — Sechs Momente aus einer Reihenaufnahme von O. Anshûs.

von dem hinteren auf das vorgekehrte Bein — alles dies vollzieht sich in einem Zuge. Die gesamte Rumpflast wird gewissermaßen in der Flugrichtung eine Strecke weit mitgeworfen und würde nach vorn nachstürzen, wenn nicht das vorgekehrte Bein, im Knie sich beugend, in ähnlicher elastischer Weise, wie dies beim Niedersprung der Fall ist, den Fallstoß aufnahm und dessen Wucht abschwächte. So gewinnt der Körper Halt und kann sich wieder aufrichten.

Aber nicht nur vorwärts fliegt der Körper, sondern die Wucht der Bewegung auf nur einer Körperseite, während die andere Körperseite an der eigentlichen Wurfbewegung nicht beteiligt ist, bringt eine Achsendrehung des Körpers nach der unbeteiligten Körperseite hin zustande. Diese tritt besonders schön in den Reihen- aufnahmen des Stein- und Speerwurfs zutage.

Der Stoßwurf auch mit schwererem Gewicht wird in seiner Ausgiebigkeit gefördert, wenn einige sprungartige Anlaufschritte dem Wurf vorausgehen und dem Körper eine gewisse lebendige Kraft in der Richtung nach vorwärts bereits verleihen. Allerdings gehört eine besondere Übung dazu, um die durch den Anlauf erzielte Bewegung nach vorwärts auch unverzüglich im rechten Augenblick zum Wurf auszunutzen.

Außer bei schwererem umfänglichen Wurfgerät, wo von einer schleudernden Bewegung keine Rede sein kann und das Schocken vom herabhängenden Wurfarm aus viel zu wenig vorwärts tragen würde, wird der Stoßwurf stets angewendet beim Wurf mit langem stabartigen Wurfgeschloß, also mit dem Speer, dem Ger, dem Eisenstab usw.

Nach der Richtung, welche hierbei dem Wurfgerät mitgeteilt wird, unterscheidet man Kern- und Bogenwürfe.

Der Kernwurf ist auf ein bestimmtes Ziel derart gerichtet, daß die Spitze des Wurfgeschosses in möglichst geradliniger Flugbahn das Ziel trifft. Meist handelt es sich dabei um ein in Manneshöhe oder wenig darüber befindliches Ziel, und die Flugbahn ist annähernd horizontal. Man wendet also den Kernwurf vor allem beim Zielwurf nach der Scheibe, nach dem Pfahlkopf usw. an.

Der Bogenwurf mit dem Ger oder dem längeren Speer (Bambus mit schwererer Spitze) wird da angewendet, wo es sich nicht um das Treffen eines bestimmten Zieles handelt, sondern um einen möglichst ergiebigen Weitwurf. Unter den sogenannten leichtathletischen Übungen ist der Speerwurf in den letzten Jahren stark in Aufnahme gekommen. Ganz besonders hat man damit auf den skandinavischen Übungsplätzen hervorragende Leistungen erzielt. Während man vor wenigen Jahren noch einen Wurf über 45–50 m Weite anstaunte, beträgt jetzt der „Weltrekord“ 60–64 m. In Stockholm 1912 warf der Schwede Lemming 54,61 m. Die deutsche Höchstleistung ist 53,90 m (J. Mandel-Danzig). Ebenso hat man als Wettübung eingeführt, erst mit dem rechten, dann mit dem linken Arm zu werfen und die beiden Wurfweiten zu addieren. Hier ist bis jetzt die höchste Leistung 110,42 m!

### § 332. Der Schockwurf. (Siehe die Reihenaufnahme S. 552 und 553.)

Der Schockwurf unterscheidet sich vom Stoßwurf im engeren Sinne dadurch, daß zum Ausholen der Wurfarm gesenkt bleibt. Die Hand mit dem Wurfgeschloß wird erst zum Ausholen schwunghaft nach hinten geführt, wobei sie den Teil eines Kreisbogens beschreibt, und dann denselben Weg zurück, also zunächst auch eine Kreisbewegung machend, nach vorn. Würde der Wurf nur aus dem Arm heraus erfolgen, während der Körper im übrigen unbewegt bliebe, so müßte das Wurfgeschloß, während der Kreisbewegung des Armes losgelassen, einfach in der Richtung der Tangente weiterfliegen, und wir hätten einen — wegen der Kleinheit des Schwunges — wenig kraftvollen Schleuderwurf. Dadurch aber, daß der zurückgebeugte Rumpf gerade in diesem Augen-

Anlauf beim Stoßwurf.

Werfen mit Speer, Lanze usw.

Kernwurf.

Der Schockwurf.

blick aufgerichtet, die Schulter des Wurfarms nach vorn und oben geworfen und ferner das zurückgestellte, gebeugte hintere Bein kraftvoll und sprungartig schnellend gestreckt



Fig. 510. Diskuswurf mit schraubenförmiger Drehung des Körpers. Nach einer Reihenaufnahme von Prof. Dr. Kohlschusch.

wird, wird die Wurfhand mit dem Wurfgeschöß in der Richtung der Tangente, d. h. des Wurfs, geradlinig fortgetrieben. Der anfänglichen Schwungbewegung gesellt sich also die geradlinige Stoßbewegung hinzu: der Schoßwurf wird zugleich ein Stoßwurf.

Bei manchen Schoßwürfen ist diese Grenze nicht scharf zu ziehen — der Schoßwurf nimmt daher vielfach eine Mittelstellung zwischen Schwungwurf oder Schleudwurf und Stoßwurf ein.

Ist das Wurfgeschöß eine Kugel (Ball, Kegelfugel) oder eine runde Scheibe (z. B. Diskus), so vermag beim Freigeben des Wurfgeschößes die Hand, indem sie das Wurfgeschöß über die Handfläche und die gestreckten Finger, namentlich Zeige- und Mittelfinger, rollen läßt und mit den übergestreckten Fingerspitzen im Augenblick des Loslassens eine kurze schnellende Beugebewegung ausführt, die Kugel oder Scheibe in eine rollende Bewegung um ihre Achse während des Fliegens zu versetzen.

Beim Stoßwurf mit schwerem Wurfgeschöß (Stein oder Eisenkugel), ebenso beim Stoßwurf mit Lanze oder Ger erfordert schon die rechte Unterstützung des Schwerpunktes beim Ausholen, daß das dem Wurfarm gleichsinnige Bein nachgestellt und tief gebeugt ist und



Dem Wurfgeschöß mitgeteilte Drehung.

Beinstellung beim Schoßwurf. Fig. 511. Diskuswerfer nach Myron. Nach einer Statuette im Bonner Altertumsmuseum.

durch seine sprungartige Streckung während des Wurfes selbst die Schulter des Wurfarmes nach vorn und oben werfen hilft. Ebenso ist beim Schockwurf mit mittelschwerem oder leichterem Wurfgeschöß (größerer Ball, Kegelfugel usw.) in der Regel das dem Wurfarm gleichsinnige Bein zurückgestellt, und der Schwerpunkt wird erst zu Ende der eigentlichen Wurfbewegung auf das vordere Bein übertragen, welches dabei den mit der Wucht des Wurfes nach vorn erfolgenden Stoßfall des Körpers aufhält.

Es kann aber auch der Schockwurf so erfolgen, daß das dem Wurfarm gleichsinnige Bein in Beugung vorgestellt ist. Diese Stellung ermöglicht, wie die Reihenaufnahme eines Diskuswurfes Fig. 510 sehr schön zeigt, daß der Rumpf mit dem Wurfarm auf den Hüftgelenken unter Kreuzung der Beine außerordentlich stark zum Ausholen nach hinten gedreht werden kann. Dabei wird zugleich der Rumpf gebeugt und der ganze Körper stark gesenkt. Und nun aus dem tiefsten Punkt des Ausholens heraus macht der Körper eine schraubenförmige Drehung um seine Achse zurück nach vorn und aufwärts, die entsprechende Wurfbewegung des Armes ungemein verstärkend. So groß ist die Wucht dieses in einer Schraubenlinie erfolgenden Drehschwunges, so heftig die plötzliche Streckung des vorher tief gebeugten Wurfbeines, daß der Körper, hochgestreckt, dem Wurfgeschöß nach vom Boden erhoben und mit in die Höhe gerissen wird, um dann auf das nunmehr vorschwingende bisher hintere Bein wieder zum Boden zu gelangen.

Diese Art des Wurfes wurde bei den Griechen zweifellos geübt. Auch der bekannte Diskuswerfer nach Myron hat das dem Wurfarm gleichsinnige Bein vorgesezt; auch hier findet sich die Achsendrehung des Rumpfes und die dadurch hervorgerufene merkwürdige Zwangsstellung des hinteren auf dem Zehenrücken stehenden Beines. Man braucht die Myronische Figur nur mit diesen Aufnahmen von Kohlrausch eingehender zu vergleichen, um über die Art des hier dargestellten Wurfes nicht im unklaren zu bleiben. Der Myronische Diskuswerfer stellt eben das Ausholen zu einem solchen mit schraubenförmiger Drehung des Körpers ausgeführten Wurfes dar. Daher ist es auch so außerordentlich schwierig, ja fast unmöglich, diese Stellung des Diskuswerfers von einem lebenden Modell genau wiedergeben und das Modell in dieser Stellung beharren zu lassen. Man darf nicht vergessen, daß auch das geübteste Künstlerauge so flüchtige Augenblicke, wie sie in einer photographischen Reihenaufnahme zutage treten, unmöglich mit voller Treue erfassen kann. Die Schärfe der Beobachtung, mit welcher bei dem Myronischen Diskuswerfer der bezeichnende Augenblick einer heftigen und ganz eigenartigen Bewegung erfaßt und dargestellt ist, stempelt diese Figur zu einem Wunder der darstellenden Kunst.

Übrigens zeigen die alten Bildwerke, daß diese Art des Diskuswurfs durchaus nicht ausschließlich, ja wahrscheinlich nicht einmal vorwiegend bei den Griechen geübt wurde. Auf einer Reihe antiker Darstellungen sehen wir den Diskuswurf als Schockwurf so ausgeführt, daß das dem Wurfarm gleichsinnige Bein in Beugung zurückgestellt

Schraubenförmige Drehung beim Wurf.



Diskuswerfer nach Myron.

Fig. 512.  
Diskuswurf als Schockwurf: Garret, Athen 1896.



6



5



4



10



9



16



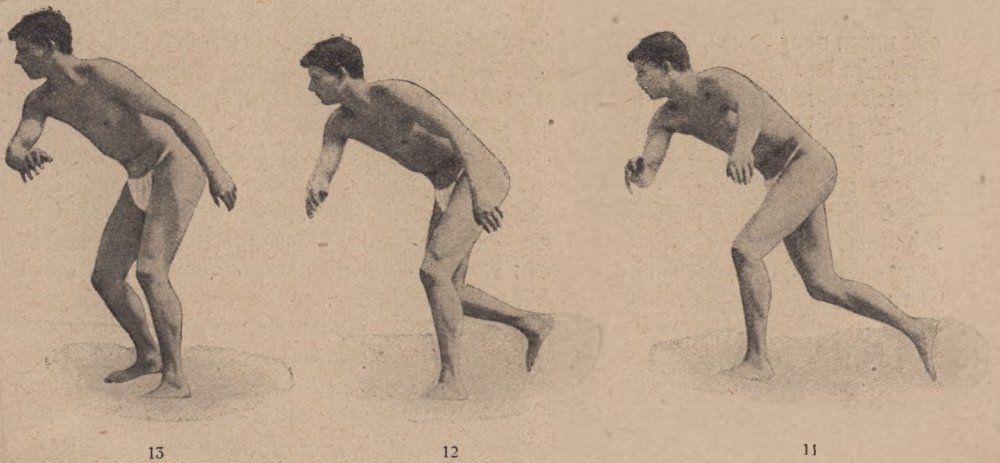
15



14

Fig. 513-528. Schockwurf mit einer Nebenbewegung





13

12

11

ist. So wird auch auf unseren Übungsplätzen noch meist geworfen. Zum Vergleich mit dem Myron'schen Diskuswerfer sei hier die Augenblicksaufnahme des Wurfes des Amerikaners Garret (Athen 1896) wiedergegeben, welcher mit dem einfachen Schoßwurf, wobei also das dem Wurfarm gleichsinnige Bein nicht vor-, sondern nachgestellt ist, eine Wurfweite von 29,05 m erreichte und damit erster Sieger blieb. Inzwischen hat die Übung des Diskuswurfs auf den Sportplätzen die Leistungen ganz außerordentlich gesteigert. Bei den olympischen Spielen in St. Louis 1904 sah ich einen Diskuswurf von 39,26 m. In Stockholm 1912 wurde der Diskus 45,2 m weit geworfen. Der Weltrekord ist augenblicklich 47 m. Wie beim Speer-, so hat man auch beim Diskuswurf die Wurfweiten rechts und links addiert. Die beste Leistung ist hier 82,86 m: 44,68 m rechts + 38,18 m links.

### § 333. Der Schwung- oder Schleuderwurf.

Beim Schwung- oder Schleuderwurf beschreibt der Arm mit dem Wurfgerät eine Linie, welche einen mehr oder minder großen Teil eines Kreisbogens, ja sogar einen ganzen oder mehrere Kreise nacheinander darstellt. Das Zentrum

dieser Kreisbewegung entspricht der Lage des Schultergelenks. Der Arm ist dabei gestreckt. Durch diese Kreisbewegung wird dem Wurfgeschöß eine starke Bewegung mitgeteilt: freigegeben fliegt das Geschöß mittels der erhaltenen Zentrifugalkraft in der Richtung der Tangente weiter. Der Augenblick des Freigebens des Geschößes an irgendeinem Punkte der Kreislinie bestimmt demnach die Anfangsrichtung der Flugbahn. Wird das Geschöß in dem Augenblicke freigegeben, da der Arm senkrecht nach unten gerichtet ist, so fliegt das Wurfgeschöß genau horizontal ab; wird das Wurfgerät freigegeben in dem Augenblick, da der Arm im Kreis-

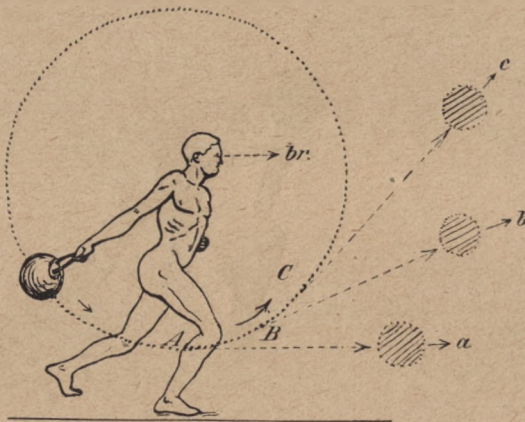


Fig. 529. Schleuderwurf mit zum Boden senkrechter Schwingungsebene. — Der in A freigegebene Ball fliegt parallel dem Boden in der Richtung nach a; in B freigegeben nach b; in C freigegeben nach c. — br Blickrichtung.

von unten nach oben herauf parallel der Horizontalen des Bodens sich befindet, so ist die Flugbahn senkrecht nach oben gerichtet. Wird das Geschöß an irgendeinem Punkte des Viertels, der zwischen den beiden genannten Stellungen liegt, freigegeben, so fliegt das Wurfgeschöß schräg aufwärts, und zwar um so flacher, je näher der senkrechten, um so steiler, je näher der horizontalen Stellung des Armes der Augenblick des Freigebens erfolgt ist.

Es ist also hier angenommen, daß die Ebene, in welcher der Kreisbogen der Schwingungsbewegung, ebenso wie deren Tangente, die Flugbahn, liegt, senkrecht zur Horizontalebene des Bodens steht. Ein Kreiswurf in dieser Ebene hat den großen Vorteil, daß, man mag das Geschöß in einem Erhöhungswinkel zwischen rein horizontaler und rein senkrechter Flugbahn werfen, welchen man will, die Flugrichtung doch in gleicher Richtung geradeaus geht, in der Blickrichtung (Fig. 529).

Schwung-  
oder  
Schleuder-  
wurf.

Richtung der  
Flugbahn.

Schwung-  
kreis in einer  
zur horizon-  
talen senk-  
recht gestell-  
ten Ebene.

Nun ist es aber keineswegs notwendig, die Kreisbewegung des Schwungwurfes nur in dieser Form erfolgen zu lassen. Vielmehr kann sie auch in einer Ebene liegen, die zur horizontalen schief geneigt ist, oder gar in einer dem horizontalen Boden parallelen Ebene. Tatsächlich wird in zahlreichen Fällen der Schleuderwurf in dieser Weise ausgeführt. Hierbei fliegt aber das Wurfgeschöß, z. B. der Schleuderball, nur dann in der anfänglichen, auf das Ziel gehenden Blickrichtung geradeaus nach vorwärts, wenn der Ball gerade in dem Augenblick freigegeben wird, da der vorwärtsbewegte Arm, als Radius des Schwungkreises, genau senkrecht zur Blickrichtung geradeaus sich befindet. Daher bei solchen Würfen der Ball ungemein leicht und oft seitlich anstatt geradeaus fliegt. Es gestattet aber diese Art des Schleuderwurfs, durch Rumpfbewegungen und namentlich durch Rumpfdrehungen um die Körperachse den Schwungskreis stark zu vergrößern und dadurch den Wurf wuchtiger sowie weittragender zu gestalten.

Schwungkreis in einer zum Boden schiefen oder demselben parallelen Ebene.

### § 334. Übungswert des Wurfs.

Übungswert des Wurfs.

Wie der Sprung, so ist auch der Wurf eine bis zur Höchstleistung der hauptsächlich beteiligten Muskeln führende, ebenso heftige als kurze schwinghafte Bewegung. Zahlreiche Muskeln der verschiedensten Körpergegenden werden beim Wurf, wenn auch in sehr verschiedenem Maße von Anstrengung, beteiligt. Während beim Sprung die eigentliche Hauptbewegung den Beinen zufällt, wird beim Wurf die Hauptbewegung von denjenigen Muskeln ausgeführt, welche die Arme und Schultern bewegen. Indes werden beim Wurf außerdem die Rücken- und Beinmuskeln oft derart in Anspruch genommen, daß ihre Arbeit über die einer bloßen Hilfsbewegung weit hinausgeht. Beim Stoßwurf — namentlich wenn es sich um ein schweres Wurfgeschöß handelt — verlangt die starke und wuchtige Schwerpunktverlegung des Körpers nach der Wurfrichtung hin geradezu eine flüchtige Höchstleistung der Streckmuskeln des Rückens und namentlich der der Beine. Beim zurückgestellten Bein kommt diese Arbeit der Streckmuskeln am Hüft-, Knie- und Sprunggelenk der einer Sprungbewegung gleich und hat, wie oben gezeigt, tatsächlich auch oft den Erfolg, den Körper dem fliegenden Wurfgeschöß nach vom Boden ab in die Höhe zu schleudern. Der Wurf ist mithin eine Kraftübung, welche größere Muskelgebiete, ganz besonders der Arme und Schultern, ungemein zu üben und zu kräftigen imstande ist.

Beim Wurf beteiligte Muskeln.

Wurf als Kraftübung.

Unter den verschiedenen Wurfarten trägt den ausgesprochenen Charakter einer Kraftübung vor allem der Stoßwurf mit schwerem Wurfgerät, vorab das Steinstoßen; ferner das Kugelwerfen, der Speerwurf in die Weite, der Schleuderwurf mit schwerem Schleuderball u. dgl.

Bei allen Schwungwürfen, bei welchen es so sehr darauf ankommt, nicht nur dem Wurfgeschöß möglichst große Anfangsgeschwindigkeit und damit mögliche Flugkraft zu erteilen, sondern auch das Geschöß im richtigen Augenblicke freizugeben, weiterhin bei allen auf ein bestimmtes Ziel gerichteten Zielwürfen nimmt der Wurf in hohem Grade Muskelgefühl und Abschätzungsvermögen in Anspruch und erheischt ferner, sowohl in den Haupt- wie in den Hilfsbewegungen, in hohem Maße genaueste Zusammenarbeit (Koordination) zahlreicher über das ganze Skelett verteilter Muskeln. Der Wurf reiht sich somit auch den Geschicklichkeitsübungen an, ja ist eine hervorragende Geschicklichkeitsübung; denn kaum eine andere Übungsart gibt Gelegenheit, in so vortrefflicher Weise das Augenmaß zu üben und nach Maßgabe dessen Bewegungsart, Bewegungsumfang und Kraftaufwand genau einzurichten.

Wurf als Geschicklichkeitsübung.

Übungen im  
Ballwerfen  
und Ball-  
fangen.

Dieser Übungswert des Wurfes als Geschicklichkeitsübung macht das Ballwerfen in Verbindung mit der Geschicklichkeitsübung des Ballfangens sehr geeignet, in elementarer Weise zu einem Übungstoff für den schulmäßigen Turnbetrieb verwendet zu werden. Solche Übungen — mein verstorbener Freund Hermann in Braunschweig hat sie für das Schulturnen trefflich bearbeitet — haben zudem den Vorzug, eine Vorübung für die Ballspiele zu sein.

Inanspruch-  
nahme nur  
einer  
Körperseite.

Nun hat man an dem Wurf als Leibesübung das tadeln wollen, daß er fast ausschließlich eine und dieselbe Körperseite in Anspruch nehme, und zwar, abgesehen von den wenigen Linkshändern, die mit Vorliebe links werfen, nur die rechte. Es ist darum gefordert worden, die Wurfertigkeit sowohl rechts wie links auszubilden. Es ist oben angeführt, daß man dieser gewiß berechtigten Forderung nicht nur bei den elementaren Ballübungen nachgekommen ist, sondern selbst auch bei leichtathletischen Wettkämpfen. Beim Spiel allerdings, wo der Erfolg von möglichst sicherem und weitem Wurf abhängt, lassen sich darüber keine Vorschriften machen.

Formen des  
Wurfs.

### § 335. Formen des Wurfs.

Folgende Formen des Wurfs werden auf unseren Übungsplätzen vorzugsweise geübt:

1. Das Gewichtstoßen. Zum Gewichtstoßen benutzt man schon aus alter nationaler Überlieferung (im Gerwurf, im Weitsprung und im Stoßen eines „großen und ungefügen“ Steins bestand der Wettkampf Siegfrieds und Brunhildens, von welchem das Nibelungenlied erzählt) zumeist einen schweren Stein. Bevorzugt ist dabei ein Gewicht von 15 kg. Die besten Würfe damit sind auf deutschen Übungsstätten 8—9 m weit. Man nahm früher meist nur roh behauene oder in Würfelform zurechtgemeißelte Steine.

Neuerdings werden zum Stoßwurf Eisenkugeln von verschiedenstem Gewicht gebraucht. Bevorzugt wird insbesondere die Eisenkugel von 10 kg. Höchstleistung (Stockholm 1912) ist hier 15,34 m Wurfweite; für den Wurf rechts wie links 27,70 m (15,23 m rechts + 12,47 m links). — Deutsche Höchstleistung für Kugelstoßen von 12½ kg ist 8,39 m. —

2. Der Weitwurf mit dem kleinen Ball (Schlagball von 100—200 g Gewicht, Kricketball u. dgl.).

Gute Wurfweiten deutscher Übungsplätze sind gegen 100 m. Von athletischen Kampfplätzen Amerikas und Englands sind verzeichnet: 128,02 m mit dem Kricketball, 142,53 m mit dem Lacrosseball.

3. Schockwurf mit einer Kugel von 2½ kg oder mit dem Stoßball.

4. Schwungwurf mit schwerem Gewicht. Eine Eisenkugel mit Griff, 25,4 kg schwer, benutzt man zum Gewichtwerfen auf den athletischen Sportplätzen. Die besten damit erzielten Würfe sind 8—8,15 m weit. Auch Hochwürfe mit diesem Gewicht werden geübt. Als bester ist ein Wurf von 3,58 m Höhe verzeichnet.

5. Schwungwurf mit dem meist 2 kg schweren Schleuderball und Ledergriff oder Schlaufe von 33 cm. — Bester Wurf: 54,25 m (Waizer-Stuttgart 1909).

6. Der Weitwurf mit der Diskusscheibe. Der gebräuchliche Diskus unserer Übungsplätze stimmt nach Größe und Gewicht ziemlich mit dem antiken Bronzediskus des Berliner Museums überein.

7. Der Weitwurf mit dem Speer oder dem Ger.

8. Der Zielwurf nach dem Pfahlkopf oder der Scheibe mit Ger oder Speer.

9. Das Hammerwerfen. Der Schwungwurf mit einem Hammer — Eisenprisma mit längerer Griffstange, in Amerika wird eine Bleikugel, die an dickem Eisen-

draht befestigt ist, bevorzugt — wird vorzugsweise auf englischen und amerikanischen Sportplätzen geübt. Das Gewicht des Hammers schwankt zwischen 3—10 kg. Am beliebtesten ist das Hammergewicht von 7,25 kg (16 engl. Pfund). Geworfen wird mit einer oder mit beiden Händen unter starkem Schleuderschwung und schließlichem Kreisschwung um die Körperachse mit ganzer Drehung. In Stockholm 1912 wurde der Hammer 48,61 m weit geschleudert.

Alle diese Wurfarten bieten eine große Verschiedenheit in der Bewegung dar, so daß sie einander als Übung durchaus nicht ersetzen, sondern nebeneinander geübt zu werden verdienen. Dazu kommen dann noch die mannigfachen Arten des Ballwerfens usw. bei unseren Spielern. —

## Schwimmen.

### 336. Bewegungszweck beim Schwimmen.

Bewegungszweck beim Schwimmen.

Das Schwimmen ist eine natürliche Bewegungsart, welche den im Wasser befindlichen Körper 1. vor dem Untersinken wahrnt und 2. fortbewegt. Eine natürliche Bewegungsart kann man das Schwimmen nennen, obwohl es nicht wie Gehen, Laufen, Springen in allererster Jugend erlernt zu werden pflegt, sondern erst auf späterer Altersstufe, obgleich es ferner nur eine sehr selten eintretende Ausnahme ist, daß der Mensch sich vorübergehend mit dem Körper im Wasser befindet, und obgleich endlich ein recht beträchtlicher Bruchteil aller Menschen die Bewegung des Schwimmens überhaupt nicht auszuüben gelernt hat.

Der menschliche Körper ist an sich kaum schwerer als die Wassermasse, welche er, im Wasser befindlich verdrängt. Sein spezifisches Gewicht wechselt je nach der Füllung der Lungen mit Atemluft und der Eingeweide mit Darmgasen. Krause gibt als spezifisches Gewicht des Gesamtkörpers nach mäßiger Ausatmung die Ziffer 1,05, Meek bei stärkerer Ausatmung 1,013—1,057 an. Nach stärkster Einatmung fand letzterer die Ziffer 0,967, d. h. der Körper kann bei stärkster Füllung der Lungen nicht unter sinken. In der Tat ist es möglich, wenn man sich im Wasser auf den Rücken legt, die Brust hoch herausstreckt und den Kopf stark nach hinten beugt, nachdem man vorher eine tiefste Einatmung gemacht hat, in dieser Stellung so auf dem Wasser zu treiben, daß der Mund- und Nasenteil des Gesichts über der Wasseroberfläche bleibt und man, selbst wenn man sich ganz regungslos verhält, nicht unter sinkt. Allenfalls genügen einige leichte Bewegungen der Hand auf- und abwärts, um in dieser Stellung atemfähig und ungefährdet beharren zu können. Demgemäß haben Leute, die im Trodenen saßen und schrieben, allen Nichtschwimmern, die ins Wasser fielen, den guten Rat gegeben, daß sie nur schleunigst die eben beschriebene Stellung einnehmen sollen, um vor dem Ertrinken geschützt zu sein. Nur schade, daß ein Ertrinkender in solchem Augenblick sich meist recht unverständig benimmt.

Spezifisches Gewicht des Körpers.

Der Vierfüßler, welcher ins Wasser fällt oder ins Wasser geworfen wird, vermag gewöhnlich, auch wenn er zum erstenmal in seinem irdischen Dasein sich diesem Elemente überantwortet fühlt, instinktiv eine Stellung im Wasser einzunehmen derart, daß die Nasenlöcher zum Weiteratmen über Wasser bleiben, und daß die Füße, durch Tretebewegungen abwechselnd das Wasser hinter sich stoßend, den Körper fortbewegen. So können Hund, Katze, Maus usw. ohne weiteres schwimmen. Anders steht's mit dem Menschen, dem sein aufrechter Körperbau, welcher ihn als Krone der Schöpfung vor allen Tieren auszeichnet und ihn über diese erhebt, hier zum Verderben gereicht. Ihm liegt es gar nicht so natürlich, daß er die richtige Lage im Wasser einnimmt und den Kopf stark genug nach hintenüber beugt, um Mund und Nase andauernd über

Schwimmen der Tiere.



Fig. 530.

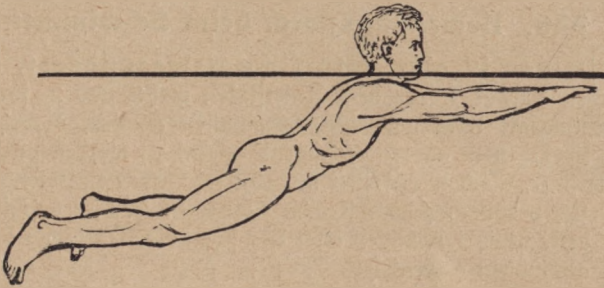


Fig. 531.

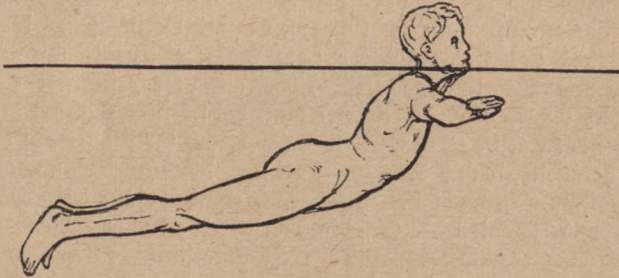


Fig. 532.



Fig. 533.

Fig. 530)–533. Die Bewegungen beim Brustschwimmen.

Wasser halten zu können. Im Gegenteil ist das eine gezwungene Haltung, die erst gelernt sein will. Sowie aber Mund und Nase, die Eingänge zu den Luftwegen des Körpers, unter Wasser kommen, so dringt auch schon Wasser in die Mund- und Nasenhöhle, in den Rachen, in die Luftröhren, in die Lungen ein, während die bisher darin enthaltene Luft gurgelnd in die Höhe steigt und entweicht — der Mensch stirbt den Erstickungstod, d. h. er ertrinkt. Ertrinken.

Abgesehen von besonderen Hilfsmitteln, wie Rettungsgürteln, Schwimmlase usw., erreicht man nur durch das Schwimmen, daß man auch im Wasser die Atmung fortsetzen und so das Leben erhalten kann, und daß man, sich im Wasser fortbewegend, den festen, sicheren Boden wieder zu erreichen vermag. Wenigstens bis zu einem gewissen Grade. Denn auch ein guter Schwimmer wird z. B. schließlich ermatten und willenlos untergehen, wenn ihn eine dicke, schwere Kleidung umgibt, welche sein spezifisches Gewicht erhöht, ihn also sinken macht und zudem, an die Körperoberfläche sich anklebend, die Bewegungsfähigkeit hemmt. Es ist daher für den Schwimmer immerhin nützlich, sich auch im Schwimmen mit Kleidern zu üben. Machtlos ist ferner ein Schwimmer in sehr starken Wellen, in Strudeln sowie in stark abwärts schießendem und fallendem Strom. Denn hier wird es unmöglich, rechte Körperhaltung zu wahren und die Atemwege vor dem Eindringen von Wasser zu schützen.

Durch die Bewegungen, welche wir mit den Armen und Händen, Beinen und Füßen beim Schwimmen ausführen, sind wir also imstande, uns gegen das Untersinken zu wehren, und zwar so weit, daß die Atemmündungen über Wasser bleiben. Wir bewegen oder schieben ferner den Körper im Wasser dadurch vorwärts, daß wir mit den Gliedmaßen eine Art von Ruderbewegung ausführen, d. h. das Wasser hinter uns drängen. Im allgemeinen erfolgen die Bewegungen des Schwimmens so, daß der Körper beim Schwimmen immer aus dem Zustand starker Beugung in den starker Streckung übergeht. Während die gebeugten Beine, seitwärts sich streckend, mit der unteren Fläche des Schenkels und den Fußsohlen sich gegen das Wasser stemmen, um dann, unter vollkommener Streckung und Schließung der Beine, mit den inneren Flächen der Ober- und Unterschenkel die zwischen den beiden Beinen liegende Wassermenge zusammenzudrängen, und den Körper wie einen Keil vorwärts zu schieben, sind die Arme nach vorn gestreckt worden und teilen mit den Spitzen der einander zugekehrten Handflächen die Wogen gleich dem scharfen Kiel eines Ruderbootes. Während die gestreckten Beine stark unter den Leib gebeugt werden, um damit zu neuer Stoßbewegung auszuholen, werden die Hände mit dem Handteller nach unten flach ausgebreitet und dann in die Tiefe geführt, um den Kopf über Wasser zu halten und damit den ungestörten Sortgang der Atmung zu sichern.

### § 337. Bewegungen beim Schwimmen.

Wollen wir die Bewegungen des Schwimmens uns genauer vor Augen führen, so folgen wir am besten den Vorschriften, wie sie dem Anfänger im Schwimmen eingeprägt und von ihm geübt werden (s. Fig. 530—533 und Fig. 534 1. 2. u. 3.).

#### Armbewegungen.

1. Die gestreckten, dicht unter der Oberfläche des Wassers ausgebreiteten Arme, die sich senkrecht zur Längsachse des Körpers befinden, werden, die Handflächen nach unten, langsam abwärts gedrückt, bis die Handflächen mit

#### Beinbewegungen.

1. Die bis dahin gestreckten Beine werden langsam nach dem Rumpf hin herangezogen, und zwar so, daß die

Bewegungen  
beim Brust-  
schwimmen.

## Armbewegungen.

den einander zugekehrten Daumen senkrecht unter der Brust zusammenkommen. Sodann werden die Arme gebeugt und die Hände, mit einander zugekehrten Handflächen, die Daumen nach oben, unter das Kinn gebracht.

2. Die Arme werden mit festgeschlossenen Händen dicht unter der Oberfläche des Wassers hin vorwärts gestoßen, so daß sie nach vorwärts gestreckt sind. Das Ende der Streckung fällt mit der 3. Beinbewegung noch zusammen.

3. Während die in der 3. Beinbewegung ausgeführte Streckung beharrt, werden die Arme steif gestreckt, so weit ausgebreitet, bis sie sich in der Verlängerung der durch beide Schultern gezogenen geraden Linie befinden.

Dabei werden die Handflächen bei geschlossenem Daumen etwas nach außen gerollt, so daß die Kleinfingersseite ein wenig höher steht als die Daumenseite.

## Beinbewegungen.

Knie weit geöffnet auseinander gehen, während die Ferse zusammenbleiben. Die Fußspitzen stehen nach außen.

2. Die Beine werden mit mäßiger Geschwindigkeit ausgebreitet und zugleich unter Streckung der Kniegelenke seitwärts gestoßen. Die Füße sind dabei nach auswärts gedreht und bewegen sich mit der vollen Fußsohle gegen das Wasser.

3. Die auseinandergespreizten Beine werden schnell geschlossen, so daß sie vollständig gestreckt nebeneinanderliegen.



Fig. 534. Die Bewegungen beim Schwimmen von oben gesehen.

Trocken-  
schwimmen

Alle diese, das Schwimmen zusammensetzenden Körperbewegungen lassen sich — die Armbewegungen als Freiübungen, die Beinbewegungen im Streckhang am Reck, beide vereint beim Liegen mit der Körpermitte quer über eine Turnbank — als „Trockenschwimmen“ vorüben. Die Schüler, ins Wasser gebracht, lernen überraschend schnell das Brustschwimmen. Das Rückenschwimmen erlernt sich mit gewonnener Sicherheit im Wasser dann von selbst.



Wichtig ist der richtige Atemgang, und zwar soll dann, wenn die Arme voll ausgebreitet sind und zusammen mit dem Anziehen und Beugen der Beine nach unten drücken, gleichzeitig die Einatmung erfolgen, während die Ausatmung mit dem Vorschieben der Arme und dem Austreten und Schließen der Beine zusammenfällt. Es liegt dies ganz naturgemäß in der Art dieser Bewegungen begründet: das Ausbreiten der Arme begünstigt den Vorgang der Einatmung, das Vorstoßen den der Ausatmung. Somit ist mit jedem Schwimmstoß eine Ein- und Ausatmung zu verbinden.

Atemgang  
beim  
Schwimmen.

Schon in der Form der oben gegebenen Nebeneinanderstellung der Bewegungen der Arme wie der Beine ist ersichtlich zu machen gesucht, daß die unter 1., 2. und 3. gegebenen Bewegungsakte der Arme und der Beine zeitlich nicht genau zusammenfallen. Die Armbewegungen gehen den entsprechenden Beinbewegungen jedesmal etwas voran.

Die Zeitdauer der einzelnen Schwimmbewegungen ist von ungleicher Länge. Nach jedem Schwimmstoße läßt man den Körper mit der erlangten Schnellkraft der Vorwärtsbewegung erst eine Weile vorschleichen, bevor man zu neuem Stoß ausholt. Der zu jedem Schwimmstoß erforderlich gewesene Kraftaufwand muß in seiner Wirkung auch voll ausgenutzt werden. Wer mit Überhastung schwimmt, vergeudet nur Muskelkraft, kommt durchaus nicht schneller vorwärts, ermüdet aber weit eher als der ruhige Schwimmer.

Verhältnis-  
mäßige  
Zeitdauer  
der einzelnen  
Bewegungs-  
akte.

Es wird also der erste Bewegungsakt, das Seitführen der Arme und Anziehen der Beine, ganz langsam ausgeführt, schneller das Vorstoßen der Arme und das Seitwärtsstoßen der Beine (zweiter Bewegungsakt), während das Schließen der Beine kraftvoll schnellend zu erfolgen hat.

Der fertige Schwimmer macht seine Schwimmbewegungen nicht in der ausgeprägten schulmäßigen Form, wie sie oben beschrieben und zur Erlernung des Schwimmens zunächst auch notwendig ist. So wird beim schnellen Schwimmen namentlich das Ausbreiten der Arme nicht in vollem Viertelkreis ausgeführt, bis die seitwärts gestreckten Arme in ein und derselben durch die Schultern gehenden Linie sich befinden; vielmehr werden die Hände schon auf der Hälfte dieses Weges herabgedrückt und an die Brust gebracht. Die Hauptsache der Schwimmbewegung beim Brustschwimmen bleibt eben die richtige und kraftvolle Arbeit mit den Beinen.

Das gilt insbesondere auch für das Rückenschwimmen, welches an sich die leichteste und für den Menschen natürlichste Schwimmart darstellt und mit oder ohne Armbewegung ausgeführt werden kann.

Dazu kommen nun einige neuere, in Schwimmvereinen stark gepflegte Schwimmarten. Die schwierigste darunter, wenigstens wenn sie in gutem Stil ausgeführt wird, ist das Seitenschwimmen, bei dem jeder Arm und jedes Bein seine eigene Bewegung ausführt. Man unterscheidet dabei zwei Arten: das Seitenschwimmen ohne (auch englisches Seitenschwimmen genannt) und das mit Herausgreifen des Armes oder mit Überhandschlag. — Verwandt mit dem Seitenschwimmen ist das Handüberhandschwimmen, wobei die Arbeit der Arme noch mehr in den Vordergrund tritt. Man nennt dies Handüberhandschwimmen auch „spanisches“ Schwimmen und unterscheidet von diesem noch als besonders wirksam den „ungarischen Stil“ des Handüberhandschwimmens. Endlich ist im letzten Jahrzehnt noch eine weitere Schwimmart, nämlich der Kriechstoß (crawling) aufgekommen, zuerst von australischen Schwimmern bei uns gezeigt. Doch hat sich neben der australischen Art des crawling noch eine „amerikanische“ Art eingebürgert. Die Technik des Kriechstoßes eingehend zu beschreiben, würde hier zu weit führen. Erwähnt sei nur, daß diese — von dem Brustschwimmen außerordentlich abweichende Art des Schwimmens — in der Arbeit der Arme dem Handüberhandschwimmen verwandt ist während die Beinbewegung darin besteht,

daß in schnellstem Wechsel bei geschlossen gehaltenen Oberschenkeln die Unterschenkel mittels Beugung im Kniegelenk über Wasser gehoben und — gleich dem Zappeln eines Fißchschwanzes — mit dem Fußrücken scharf aufs Wasser geschlagen werden. Die schnelle Folge der Arm- und Beinbewegungen bringt bei dieser Schwimmarart den Körper verblüffend schnell im Wasser vorwärts. Allerdings sind die letztgenannten Schwimmararten, mit Ausnahme des Seitenschwimmens, nur zum sportlichen Schnellschwimmen über kürzere Strecken, nicht aber zum Dauerschwimmen geeignet.

Um einige besondere Leistungen in geschlossener Schwimmbahn, wenigstens über die 100-m-Strecke, anzuführen (wobei an die Höchstleistung im Lauf über 100 m: 10,4 Sekunden erinnert sei), so sind dies von deutschen Schwimmern:

Brustschwimmen (Bathé, 1910) . . . . .	1 Min. 17 <sup>4</sup> / <sub>5</sub> Sek.
Rückenschwimmen (Fahr, 1912) . . . . .	1 " 15 <sup>2</sup> / <sub>5</sub> "
Seitenschwimmen (Wohlfeld, 1909) . . . . .	1 " 12 <sup>1</sup> / <sub>5</sub> "
Handüberhandstil und Kriechstoß (Bretting, 1910) . . . . .	1 " 3 "

Auf offener Bahn schwamm der Australier Healy, der 1906 zum erstenmal den Kriechstoß in Deutschland, und zwar in Hamburg, zeigte, 100 m in 1 Min. 7<sup>2</sup>/<sub>5</sub> Sek.

Auf die zahlreichen Schwimmkünste und die mannigfaltigen Wassersprünge, welche der schwimmenden Jugend einen reichen Übungstoff zu geschickter und fröhlicher Betätigung auf der Schwimmbahn bieten und dazu eine unübertreffliche Folge von Nutzübungen darstellen, braucht an dieser Stelle nicht näher eingegangen zu werden.

### § 338. Übungswert des Schwimmens.

Wenn man sich Rechenschaft über die körperliche Einwirkung des Schwimmens geben will, so findet man durchaus keine einfachen Verhältnisse vor. Denn man muß ebensowohl die Einwirkungen des Bades in Betracht ziehen als die Wirkung, welche das Schwimmen lediglich als Leibesbewegung besitzt. Je nach der Kälte des Wassers, in dem geschwommen wird, nach der Dauer des Bades und dem Umfang der Schwimmbewegung gestalten sich die Einwirkungen in verschiedener Weise.

Wie bei keiner anderen Leibesübung tritt beim Schwimmen der gesundheitliche Zweck in den Vordergrund. Bei der weitaus größten Masse derer, welche unsere Schwimmbäder bevölkern, ist das Schwimmen nur Mittel zum Zweck, das kühle Bad leichter und länger zu ertragen und somit dem Körper vollkommener und nachhaltiger die belebende und erfrischende Wirkung des kalten Bades zu verschaffen.

Die lebhafteste Bewegung des Schwimmens steigert in hohem Grade die Herzstätigkeit sowie den Blutdruck. Dadurch wird auch der Blutumlauf der Haut fortdauernd wirksam unterhalten. Wenn also im kalten Schwimmbad auch der gesteigerte Wärmeverlust auf der Haut als Abkühlung empfunden wird, der Umstand, daß die kräftigere Herzarbeit immer wieder warmes Blut durch die Gefäße der Haut treibt, verhindert das schnelle Eintreten erstarrender Frostempfindung. Anders wenn im kalten Bad keinerlei starke Körperbewegungen vorgenommen werden. Hier verengern sich bald die Hautblutgefäße, das Blut drängt sich in den inneren Organen zusammen, und der heftige Nervenreiz der Abkühlung schwächt die Herzarbeit. Dann tritt Froststarre, starkes Zittern und Steifigkeit ein, die Haut wird blaß, die Lippen färben sich bläulich.

Beim Schwimmen im kühlen oder kalten Wasser wird das Eintreten der Froststarre zwar nicht vermieden, aber doch hinausgeschoben. Der kräftige Schwimmer vermag viel länger im kalten Wasser mit vollem Wohlgefühl zu verweilen. Stellt sich aber Frostgefühl bei ihm ein, so ist es auch Zeit, das Bad zu verlassen. — Das Schwimmen steigert also in hohem Grade Wirkung und Genuß des kalten Bades, weckt damit auch

Übungswert  
des Schwimmens.

Hygienisches  
Schwimmen.

die Lust an regelmäßigem häufigem Baden und trägt zur Erlangung all der gesundheitlichen Vorteile kalter Bäder ganz wesentlich bei.

Lediglich als Leibesübung betrachtet, stellt sich das Schwimmen als eine vollkommene Form von Schnelligkeitsübung dar, die unter Umständen auch zur Dauerübung werden kann. Die meisten und größten Muskeln des Skeletts werden beim Schwimmen betätigt und in ihrer Arbeitstüchtigkeit gekräftigt. Vor allem sind es die Muskeln der Beine, welche kräftigste Arbeit, die andersartig als bei den Bewegungen des Gehens, Laufens und Springens ist, zu leisten haben. Beim Brustschwimmen, der Hauptform des Schwimmens, werden zur Überstreckung des Kopfes nach hinten, die nötig ist, um die Mündungen der Atemwege andauernd über Wasser zu halten, die Streckmuskeln des Rückens stark in Anspruch genommen. Unverkennbar werden damit gerade jene Muskeln gekräftigt, welche für eine stete schöne Haltung des Körpers besonders wichtig sind. Somit trägt regelmäßiges Schwimmen zur rechten Körperhaltung nicht unwesentlich bei. Es konnte daher oben (§ 45) das Schwimmen als eine derjenigen Leibesübungen angeführt werden, die zur Bekämpfung des runden Rückens der Jugend von Nutzen sind.

Schwimmen  
als Leibes-  
übung.  
Muskel-  
übung.

Einfluß auf  
die Körper-  
haltung.

Entsprechend dieser starken Streckung der Wirbelsäule während der Hauptzeiten der Schwimmbewegung wird der Brustkorb in wirksamer Weise vorgewölbt und entfaltet. Wir kommen damit zu der Einwirkung des Schwimmens auf die Atemtätigkeit. Diese ist eine ebenso mannigfaltige als eingreifende.

Einwirkung  
auf die  
Atemtätig-  
keit.

Zunächst wirkt das Schwimmen als eine die größten Muskelgebiete des Skeletts in Anspruch nehmende Schnelligkeitsbewegung steigend auf den Umfang der Atmung. Es ist aber beim Schwimmen der Atemgang mit der Schwimmbewegung in regelmäßiger Weise zu verbinden, und der Schwimmer hat es in der Hand, dadurch, daß er in gutem Stil, ruhig und gleichmäßig schwimmt, der Beschleunigung der Atmung entgegenzuwirken. Um so mehr muß also beim Schwimmen, um dem vergrößerten Atembedürfnis zu genügen, der Umfang der Atmung nach allen Durchmessern der Lunge vermehrt werden. Diese umfassende und gleichmäßige Arbeit der Atemmuskeln ist eine ungemene übende. Dazu kommt noch, daß der Druck des den Brustkorb umgebenden Wassers der Ausdehnung des Brustkorbes ebenso wie der Vorwölbung des Bauches bei der Einatmung einen gewissen Widerstand entgegensetzt. Auch die Überwindung dieses, bei der einzelnen Atembewegung zwar mäßigen, bei zahlreichen Atembewegungen aber sich zu einer größeren Arbeitsmenge summierenden Widerstandes erfordert entsprechende Mehrarbeit der Atemmuskeln.

Andererseits wird die Arbeit der Atemmuskeln durch den Umstand, daß sie regelmäßig mit gewissen Schwimmbewegungen sich verbindet, auch wieder erleichtert. Das gilt namentlich für die Ausatmung, indem die kräftige Streckung der Beine und die Hohlbiegung der Lendenwirbelsäule die Bauchwand straffer spannt und die Baucheingeweide gegen die untere Fläche des Zwerchfelles andrückt. Umgekehrt bewirkt das Zusammenfallen des Körpers beim Ausholen zum Schwimmstoß, wobei jedesmal die Einatmung zu erfolgen hat, daß die Bauchwand gänzlich entspannt wird und daher der Zusammenziehung des Zwerchfells und der Vorwölbung des Bauches den denkbar geringsten Widerstand entgegensetzt. Überall da also, wo das Schwimmen in wirksamer Weise über eine längere Strecke betrieben wird, bedeutet es eine ganz ausgezeichnete Übung für die Atemtätigkeit.

Nicht minder ist dies der Fall hinsichtlich der Arbeit des Herzens. An und für sich ist schon die plötzliche Abkühlung des Körpers beim Springen in die kalte Wasserflut von einem starken Einfluß auf das Herz. Die Hautblutgefäße ziehen sich reflexorisch zusammen, so daß eine Blutwelle nach dem Herzen zu sich zurückstaut; der mächtige Kältereiz kommt noch hinzu. Nur mit kräftigster Zusammenziehung vermag

Einfluß auf  
die Herz-  
arbeit.

das gesunde Herz dieser Erschwerung seiner Arbeit erfolgreich zu begegnen. Das Schwimmen als Schnelligkeitsbewegung steigert aber gleichfalls sofort die Arbeitsgröße des Herzens nach Zahl der Zusammenziehungen des Herzmuskels wie nach dem Umfang der bei jedem Herzschlag in die Adern gepressten Blutmenge. Diese gesteigerte Herzarbeit hilft also den Einfluß des kalten Badewassers auf den Blutkreislauf des Körpers überwinden. Bei anhaltenderem oder sehr schnellem Schwimmen wird sich infolge dieser hohen Anforderungen an die Herzkraft leicht Herzermüdung einstellen, und der Einfluß der andauernden Wärmeentziehung des Körpers sowie der Widerstand, den die Herzarbeit durch die Verengerung der Blutgefäße an der ganzen Oberfläche des Körpers findet, steigern die Herzererschöpfung schnell. Das Gesicht des dem Wasser Entstiegenen sieht dann bleich und sahl aus, die Lippen und die Schleimhäute erhalten einen bläulichen Anflug, während das Weiße des Auges sich rötet; die Atmung ist hastig, oft keuchend. Alle diese Erscheinungen verflüchtigen sich meist allmählich nach dem Abtrocknen des Körpers und dem Anlegen wärmender Kleidung. Ab und zu hält allerdings das Gefühl des Fröstelns und eine gewisse Steifigkeit der Glieder oft noch länger, selbst stundenlang an. Jedenfalls hat das kühle Schwimmbad nur dann seinen vollen gesundheitlichen Wert, wenn nach dem Bade die wohltuende Reaktion folgt, d. h. die Hautblutgefäße sich erweitern und eine wohlige Wärme zugleich mit dem Gefühle erneuter Lebensfrische den Körper überzieht.

Anders liegt natürlich die Sache bei einem erschöpfenden Dauerschwimmen über weite Strecken. Hier macht sich der Einfluß der Ermüdungstoffe schließlich in lähmender Weise geltend; es können zuletzt die Kräfte versagen, und das Leben ist bedroht, wenn nicht rettende Hilfe zur Stelle ist.

Abgesehen also von solchen außerordentlichen Anforderungen an die Herzkraft bedeutet das Schwimmen zwar eine starke Anstrengung des Herzmuskels, aber zugleich auch eine wohltätige, das Herz kräftigende Anstrengung.

Unter allen Umständen nimmt das Schwimmen unter den Schnelligkeitsübungen wegen seiner besonderen gesundheitlichen Einwirkungen einen sehr hohen Platz ein. Die wachsende Ausbreitung des Schwimmens bei der Jugend und die Einführung des Schwimmunterrichts klassenweise an unseren Schulen ist daher in hygienischem Sinne sehr zu begrüßen, um so mehr, als die Vorübungen dazu im sogenannten Trockenschwimmen auch ausgezeichnete Haltungübungen sind.

## Das Rudern.

### § 339. Das Rudern als Leibesübung.

Die Fortbewegung im Wasser mittels Ruderns ist eine der ältesten Fertigkeiten und Künste der Menschen. Der Entwicklung des Ruderbootes vom ausgehöhlten Baumstamm bis zum leichten Kanoe, zum festgefügtten, tragfähigen Nachen, zum kunstvoll geschmückten, zierlichen Lustboot sowie zum wuchtigen Kriegsfahrzeug begegnen wir schon früh in der Geschichte der Völker des Altertums. Gleichwohl gehört der Betrieb des Ruderns als einer den Körper kräftigenden Leibesübung erst der Neuzeit an.

Es ist merkwürdig, daß die Seebefahrenen, schiffskundigen Griechen bei ihrem für den gymnastischen Wert der verschiedenen Bewegungsarten außerordentlich geschärften Blick doch den hohen Übungswert der Ruderbewegung übersahen. Ihnen war Rudern Arbeit, aber keine Leibesübung. Vielleicht sogar eine etwas mißachtete Arbeit, weil sie vielfach nur Sklaven und Sträflingen zufiel. Jedenfalls sind Ruderwettfahrten den Griechen unbekannt gewesen, ebenso den Römern; denn die Naumachien, welche

Rudern als  
Leibes-  
übung.

Geschicht-  
liches.

Roms Kaiser veranstalteten, waren nichts als prunkhafte Darstellungen von Schiffskämpfen und Seeschlachten im kleinen, durch Gladiatoren ausgeführt.

Die Ruderwettfahrten, wie sie in Venedig seit Anfang des 14. Jahrhunderts zu Volksfesten wurden, fanden nur zwischen zünftigen Schiffern und Fischern statt, ebenso wie die späteren Fischerstechen in Deutschland. Das Verdienst, den Wert des Ruderns als einer ebenso wirksamen wie gesunden und anziehenden Leibesübung erkannt und durch die Schaffung des neuzeitlichen Ruderbootes das Rudern zu einer Übungsart herausgebildet zu haben, die wie keine allseitig den Körper in Anspruch nimmt, gebührt den Engländern. Im Laufe des 18. Jahrhunderts bürgerten sich in England die ersten großen Ruderwettkämpfe, nicht von zünftigen Schiffleuten, sondern von Liebhabern ausgefochten, ein. Diese Ruderwettkämpfe wurden im 19. Jahrhundert zu großen nationalen Volksfesten, von denen das alljährliche Wettrudern der Universitäten Oxford und Cambridge (seit 1829) sowie die Henley-Regatta (seit 1839) am meisten bekannt geworden sind.

Die englischen Ruderwettkämpfe.

Verhältnismäßig jung ist die Pflege des schulmäßigen Ruderns in Deutschland: die weitaus größte Zahl unserer Rudervereinigungen ist erst seit 1880 entstanden.

Das Rudern in einem kleineren Boot oder Nachen ist eine Arbeit, welche, wie jede andere Fortbewegungsart des Körpers, in rhythmischem Gange erfolgt, größere Muskelgebiete in Anspruch nimmt und je nach Umständen mehr mit Rücksicht auf größtmögliche Schnelligkeit des Fortkommens oder mehr mit Rücksicht auf längere Dauer vor sich geht. Mit einem solchen Fahrzeuge des Schiffergewerbes auf dem Wasser zu fahren und sich abzumühen, hat für viele schon sehr großen Reiz; zahllose Vergnügungsboote auf unseren Flüssen und Seen sind nichts weiter als Schiffertäbne, nur daß sie etwas leichter gebaut sind.

Rudern zur Übung.

Der gewöhnliche Schiffertahn, welcher sich stets auf dem Wasser befindet, manchen heftigen Anstoß an eine stärkere Schiffswand, an Pfähle und Landungsbrücken, an Stein und Boden u. dgl. zu ertragen hat, verlangt ein kräftiges Gefüge. Er muß zum Transport von Personen oder Lasten eine größere Tragfähigkeit besitzen und endlich so gebaut sein, daß er sicher in Wind und Wellen geht und nicht leicht umschlägt. Allen diesen Bedingungen entspricht ein Kahn nur dann, wenn er eine gewisse Breite und Schwere besitzt — Eigenschaften, welche der Erzielung einer großen Fahrgewindigkeit des Bootes durch die Ruderbewegung natürlich entgegenstehen. Der Ruderer hat in einem solchen schwerer gebauten Kahn mehr Muskelarbeit auf die Fortbewegung des Bootes als solchen wie auf die Fortbewegung seines Körpergewichts zu verwenden. Für das Rudern als Leibesübung aber, wo alle die Rücksichten auf nützliche Verwertung im Dienste des Verkehrs, des Schiffergewerbes usw. entfallen, kommt es darauf an, das Fahrzeug in bezug auf Bauart und Gewicht so zu gestalten, daß die Fortbewegung des Bootes allein nur einen möglichst geringen Bruchteil der aufgewendeten Ruderkraft erfordert, und daß vielmehr diese Kraft in der Hauptsache der Fortbewegung des Körpergewichts zugute kommt. Wenn z. B. ein vierrudriges neuzeitliches Rennboot 55 kg wiegt, die rudernde Mannschaft aber nebst dem Steuermann  $5 \times 70 = 350$  kg, so ist ersichtlich, in welchem Grade die Last des Bootes hier in den Hintergrund tritt. Mit dem geringeren Gewicht wird auch die Wasserdrängung des Bootes eine geringere. Vor allem aber ist es durch sinnreiche Erfindungen und Verbesserungen gelungen, nicht nur dem sportlichen Ruderboot eine Form zu geben, bei der der Widerstand des Wassers beim Vorwärtsfahren auf das denkbar geringste Maß zurückgeführt wird, sondern auch die Ruderarbeit so zu gestalten, daß der größte Teil der Muskulatur des Körpers an dieser Arbeit mitbeteiligt wird, in einem Umfange, wie dies bei keiner anderen Art von Leibesübung erreicht ist.

Anforderungen an das Fahrzeug.

## § 340. Das Ruderboot.

Da die Art der Ruderarbeit durch die Bauart des Ruderbootes wesentlich bestimmt wird, so ist es notwendig, auf die Bauart der Ruderboote einen kurzen Blick zu werfen.

Den Rückgrat des Bootes bildet der Kiel. Er ist an den beiden Enden des Bootes aufgebogen zum Vorder- und zum Hintersteven. Seitlich vom Kiel laufen in gewissen Abständen die Rippen. Kiel und Rippen müssen aus festem Holz angefertigt sein. Das Bootgerippe wird bekleidet mit den Planken, welche die Außenhaut des Bootes bilden. Sind die Planken so zusammengefügt, daß jede obere Planke die untere dachziegelförmig um ein Stück deckt, so heißt das Boot ein geklinkertes; stoßen sie einfach aneinander, so heißt es ein glattes. Bei den leichtesten Rennbooten besteht die Außenhaut lediglich aus zwei gebogenen, dünnen Holzplatten von Zedernholz. Der obere Bootrand, welcher die Ruderauflage und Ruderrollen trägt, besteht aus einer festeren Planke, dem Dollbord. Auf dem Kiel ruht als Fußboden das Bodenbrett oder Streubord.

Am Achtersteven oder Stern des Bootes ist das Steuer eingehängt, bestehend aus Steuerstoß und Steuerblatt. Dem oberen Ende des Steuerstoßes ruht das horizontale Steuerjoch auf. An ihm sind die Leinen befestigt, mittels deren das Steuer bewegt wird.

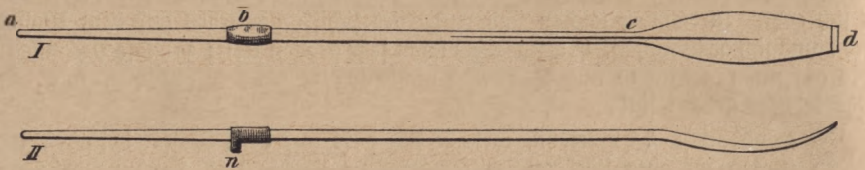


Fig. 535. Ruder: I von oben, II von der Seite gesehen. a b Innenhebel; b c Außenhebel; c d Ruderblatt. Bei n Belederung mit der Nase oder Knagge n (II).

Ruderbänke.

Im Innern des Bootes ruhen auf Verstärkungen der betreffenden Rippen die Ruderbänke auf, denen am Sitzplatz des Ruderers meist ein plattes Ruderfissen aufgeschnallt wird. Hinter jeder Ruderbank befindet sich über dem Bodenbrett, in bestimmter Neigung zur Ruderbank, das Stemmbrett zum Aufsetzen der Füße beim Rudern. Auf dem Stemmbrett befinden sich Sersenhalter aus Metall sowie zwei Fußriemen. Diese halten die Füße fest und ermöglichen es dem Ruderer, sich zu Ende des Ruderzuges gänzlich nach hinten überzulegen und aus der Rückenlage wieder aufzurichten. Das Stemmbrett ist verstellbar und wird, da die Beine beim Rudern im Kniegelenk leicht gebeugt sein müssen, je nach der Körpergröße des Ruderers näher oder weiter von der Ruderbank eingestellt.

Dollen.

Dem festeren Bootrand ruht das Ruderlager oder die Dolle auf. Die feste Dolle setzt sich zusammen aus zwei senkrecht aufstehenden oder einander etwas zugeneigten Holzpflocken, an welchen das Ruder seinen Stützpunkt beim Ruderzug (Ruder- oder Zugpflock) sowie beim Streichen oder Rückwärtsrudern (Streichpflock) findet. Zwischen den beiden Pflocken befindet sich das Dollenlager.

Neben den festen Dollen sind auch drehbare eiserne Gabeln zum Einlegen des Ruders, die Drehdollen, vielfach im Gebrauch.

Dollenboot.

Ein solches Boot, bei welchem die Auflage des Ruders auf dem Bootrand statt hat, nennen wir ein Dollenboot. Hat es eine glatte Außenhaut und ist es möglichst leicht gebaut, so heißt es Dollenrennboot. Dollenrennboote sind wenig mehr in Gebrauch und durch die Auslegerrennboote verdrängt worden. Anders verhält

es sich mit dem geklinkerten Dollenboot oder der Dollengig. Dieses Boot, widerstandsfähig in seinem Bau und breit genug, um nicht bei starkem Wellengang, bei seitlichem Anstoß, bei mißlungenem, in die Tiefe abirrendem Ruderschlag („Krebsfangen“) usw. gleich umzuschlagen, ist das geeignetste zu weiteren Dauerruderfahrten sowie zum täglichen Rudern für den, der gesunde Ruderbewegung in herrlicher Luft sucht und nicht darauf aus ist, durch sportliche Leistungen in bezug auf Schnelligkeit zu glänzen. Die für zwei Ruderer und einen Steuermann gebaute Dollengig, der „Dollengig-Zweier“, ist daher das beste Boot für weitere Fahrten.

Das Ruder oder der Riemen, welches in einem solchen Ruderboot benutzt wird, ist von möglichst leichtem, aber widerstandsfähigem Holz (z. B. Pitch-pine) aus einem Stück gefertigt und besteht aus dem Schaft und dem gebogenen Ruderblatt (Fig. 535). An der Stelle, wo der Schaft des Riemens dem Dollenlager aufruht, ist er in einer Breite von 15–20 cm rundum mit Rindsleder belegt. Dadurch wird der Schaft vor Abnutzung geschützt und die Reibung vermindert. Ein aus dicken Lederstücken, ähnlich dem Absatz eines Schuhs, angefertigter Fortsatz am inneren Ende der Belederung (die „Nase“ oder „Knagge“) verhindert das Auswärtsrutschen des Ruders. Der Teil des Riemenchaftes, welcher nach innen von der Delle liegt, heißt der Innenhebel, der Teil zwischen Delle und Blatt der Außenhebel des Ruders. Die Länge des Innenhebels richtet sich nach der Gesamtlänge des Ruders. Das förderlichste Verhältnis zwischen der Länge des Innen- und der des Außenhebels ist durch Erfahrung festgestellt und kann nicht ohne Beeinträchtigung der Ruder-

arbeit willkürlich viel geändert werden. Bei dem von einem Ruderer mit zwei Händen geführten langen Ruder beträgt die Gesamtlänge 371–381 cm, wovon auf die Länge des Innenhebels 100–105 cm entfallen. Im Auslegerboot wird der Innenhebel um 5 cm, der Außenhebel um 10–12 cm länger. Rudert ein Ruderer („Skuller“) gleichzeitig mit zwei Rudern, von denen er jedes mit einer Hand führt, so sind beliebige Maße 300 cm für die Gesamtlänge, 82 cm für den Innenhebel.

Da also die Länge des Innenhebels eine gegebene ist und bei einem solchen langen und ausgreifenden Ruder nicht mehr verkürzt werden kann, so ist die geringste mögliche Breite für ein Dollenboot 106–108 cm. Dabei muß der Ruderer, um am Ende des

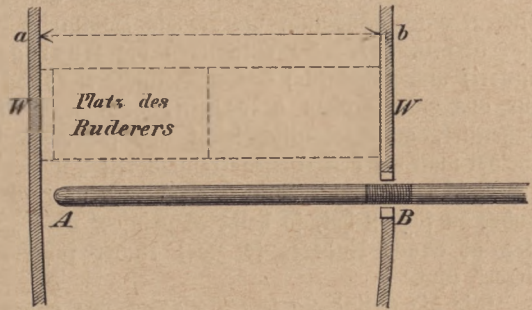


Fig. 536.

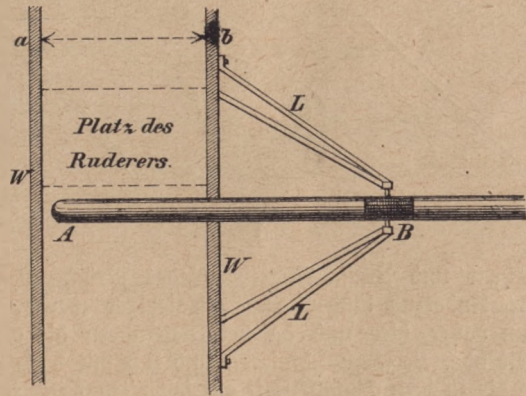


Fig. 537.

Fig. 536. Ruderplatz eines Dollenbootes. Fig. 537 Ruderplatz eines Auslegerbootes von oben gesehen. In beiden Figuren bedeutet A B den Innenhebel des Ruders, die belederte Stelle liegt bei B zwischen den Dellen; a b Bootbreite; W W die Seitenwände des Bootes. Man sieht in Fig. 537, wie durch den Ausleger L das Dollenlager B außerhalb des Bootes liegt, wodurch dessen Breite (a b Fig. 537) wesentlich geringer wird als die Breite des Dollenbootes (a b Fig. 536).

Ruder.

105 cm langen Innenhebels noch richtig hantieren zu können, ganz nach außen, an der seiner Dolle gegenüberliegenden Bordseite, sitzen.

Ausleger.

Die Erfindung des Auslegers durchbrach die Abhängigkeit der Bootsbreite von der Rudertlänge und bedeutete im Bau leichter schneller Rennboote einen außerordentlichen Fortschritt durch Steigerung der Fahrgeschwindigkeit sowie Kräfteersparnis beim Rudern. Unter „Ausleger“ versteht man ein leichtes Stangengerüst, welches, an der Außenseite des Bootrandes angebracht, den Auflage- und Drehpunkt des Ruders von dem Dollbord weg außerhalb des Bootes verlegt. Wie durch die Anbringung des Auslegers es ermöglicht wurde, die Bootbreite wesentlich einzuschränken, zeigen die Fig. 536 u. 537. So entstanden die Auslegerboote: die Auslegergig (gefinkert) und namentlich das neuzeitliche Auslegerrennboot, letzteres mit glatter, nur aus zwei großen gebogenen, dünnen Blättern bestehender Außenhaut, ohne Außenkiel, außerordentlich leicht und flach. Je nach der Zahl der Rudersitze unterscheidet man bei den Auslegerrennbooten „Zweier“, „Vierer“ und „Achter“. Ist das Auslegerboot nur zur Aufnahme eines Ruderers (Skuller) bestimmt, der also zwei Ruder zu führen hat, so heißt es „Einsler“ oder „Stiff“. Ruderboote, in welchen zwei, vier oder acht Ruderer je zwei Ruder führen, heißen „Doppelzweier“, „Doppelvierer“ usw.

Wie die Erfindung des Auslegers vor allem Form und Gewicht des Bootes beeinflusste und zur Schaffung des neuzeitlichen Rennbootes führte, so war es eine andere

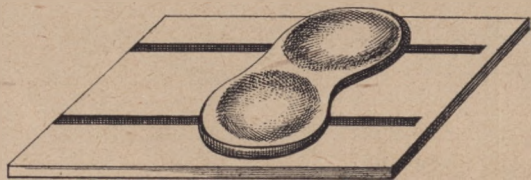


Fig. 538. Gleit- oder Rollsiß.

Erfindung, die des Rollsißes, welche die Ruderarbeit als solche umgestaltete, indem sie die mächtige Muskulatur der Beine in wesentlicher Weise am Rudern mit beteiligte. Schon beim Rudern auf festem Sitz rutscht, wenn der Sitz glatt ist, während des Ausholens zum Ruderzug das Gefäß vor und während des An-

ziehens und Rückschwingens wieder zurück. Daß dadurch die Ruderarbeit leichter, der Ruderzug länger und ausgiebiger werde, erkannte man schon früher. So kam daher hier und da bei Wettrudern die Gewohnheit auf, die Ruderbank mit Fett oder Seife zu schmieren und sich mit hochlederner Hose darauf zu setzen. Von da bis zu dem Einfall, statt auf fester Bank zu „rutschen“, lieber gleich den Sitz beweglich zu machen, war nur ein kleiner Schritt. In der Tat war es dem amerikanischen Erfinder des Gleit- und Rollsißes, dem Ruderer Babcock (1857), zunächst nur darum zu tun, das „Rutschen“ angenehmer zu machen. Erst später erkannte man den außerordentlichen Vorteil des Gleit- und Rollsißes: nämlich die volle Ausnutzung der Stemm- und Beugekraft der Beine zur Ruderarbeit. Bestand anfänglich der bewegliche Sitz darin, daß er mittels Kufen auf zwei glatten Führungsschienen hin und her rutschen konnte, so wurde die Reibung auf das denkbar geringste Maß zurückgeführt, als die Kufen durch Rollen ersetzt wurden und der Gleit- und Rollsiß zum Rollsiß wurde. Der heutige Rollsiß besteht aus einer Platte, welche in ihrer Gestaltung der Form des Gefäßes entspricht, gewissermaßen das Negativ der Gefäßform darstellt. Diese Platte bewegt sich mittels Rädern aus Bronze auf zwei Stahlbändern, den Schienen, hin und her. Im Anfang ließ sich der Gleit- und Rollsiß um 25–30 cm hin und her schieben, später wurde die Bewegung auf 50–65 cm ausgedehnt.

Für das sportliche Schnellfahren werden heute allgemein die Boote mit Gleit- oder Rollsiß bevorzugt. Allerdings, wer die Kunst eines schönen und vollkommenen

Ausleger-  
Rennboot.Gleit- und  
Rollsiß.



Ruderns erlernen will, muß erst ein fertiger Ruderer auf dem festen Sitz geworden sein, bevor er auf dem Kollisitz arbeitet. Denn der Kollisitz verführt sehr leicht zu ungeschöner Haltung beim Rudern, wie unten noch zu erörtern ist.

### § 341. Die Bewegung beim Rudern auf dem festen Sitz.

Es ist eine ebenso verbreitete als falsche Vorstellung, daß der Hauptanteil der Ruderarbeit auf die Muskeln der Arme entfalle. Dies ist keineswegs der Fall. Weit anstrengender ist bei einem richtigen schönen Rudern das Vor- und Rückschwingen des gestreckt zu haltenden Rumpfes, eine pendelartige Bewegung, welche sich in den Hüftgelenken zu vollziehen hat.

a) Sitz des Ruderers. Der Ruderer sitze im Boot mit gerade gestrecktem Rumpf, Kopf hoch, Blick geradeaus, Brust heraus, Kreuz hohl, die Rumpflast ist auf beide Sitznорren gleich zu verteilen. Die Füße sind auf das Stemmbrett gesetzt, die Ferse ruhen geschlossen auf dem Fersehalter, die Fußrücken sind unter die Fußriemen geschoben, Fußspitzen nach auswärts. Das Stemmbrett muß so weit von der Ruderbank entfernt sein, daß die Beine im Kniegelenk leicht gebeugt sind, und zwar so weit, daß der Ruderer beim Ausgreifen noch bequem mit dem Ruder über die symmetrisch nach auswärts gerichteten Knie hinwegkommen kann; das Ruder wird mit gestreckten Handgelenken von den hakenförmig gekrümmten Fingern leicht umfaßt, der Daumen liegt an der Unterseite des Ruders. Dabei ist das Ruderblatt horizontal gerichtet. Die beiden das Ruder fassenden Hände — die Außenhand knapp am Griffende — sind etwa 5 cm voneinander mit ihren Innenrändern entfernt und sind genau symmetrisch vor der Körpermitte zu halten. Die Oberarme liegen den Seiten des Körpers leicht an.

b) Ausgreifen (Fig. 539). Beim Ausgreifen muß der Körper mit den gestreckten Armen, wobei die Schulterblätter ganz nach vorn und außen stehen, so weit als nur möglich nach vorn gebracht werden. Dabei ist es falsch, die Wirbelsäule zu beugen und einen krummen Rücken zu machen, vielmehr muß der Rumpf als Ganzes gestreckt bleiben und darf nur im Hüftgelenk nach vorn geschwungen werden. Ist der äußerste Punkt des Ausgreifens erreicht, so wird das bis dahin horizontal gehaltene Ruderblatt blitzschnell etwas gedreht durch einfaches Lodern des bis dahin innegehaltenen Rudergriffs, so daß es senkrecht ins Wasser taucht, und zwar nicht tiefer, als daß das Ruderblatt sich eben im Wasser befindet und sein oberer Rand mit der Oberfläche des Wassers abschneidet. Unverzüglich, nachdem das Ruderblatt Wasser gefangen hat, muß auch mit voller Kraft schon der Zug eingreifen und soll gleichmäßig bis zu Ende durchgezogen werden.

c) Der Zug. Beim derart beginnenden Zug richtet sich der vorgestreckte Körper, in den Hüftgelenken schwingend, auf und schwingt wieder nach rückwärts. Die das Ruder haltenden Arme bleiben vorab noch gestreckt. Die Schulterblätter werden nach hinten gebracht und die Arme erst dann, wenn der Körper die Senkrechte bereits passiert hat und nach rückwärts niedergeht, langsam so weit gebeugt, bis die Hände vor der Brust angelangt sind. Das Rückschwingen erfolgt so weit, daß der Rudernde von seinem Sitz rückwärts fallen würde, wenn nicht die Füße in den Fußriemen ihn hielten. Ist mit dem tiefsten Rückschwingen der Ruderzug vollendet, so werden die Hände ge-



Fig. 539. Ruderbewegung auf festem Sitz.

Bewegung  
beim Rudern  
auf dem  
festen Sitz.

Sitz des  
Ruderers.

Ausgreifen.

Der Zug.

senkt und gleichzeitig rasch im Handgelenk nach dem Handrücken zu gebogen (d. h. gestreckt). Dadurch wird das Ruderblatt aus dem Wasser gehoben und derart gedreht, daß seine Unterfläche parallel dem Wasserspiegel steht. Das Ruderblatt kann nun entweder, platt auf der Wasserfläche liegend und leicht über sie hinglitschend, beim Ausholen wieder zurückgebracht werden, oder aber so, daß es in der Höhe des Dollens über dem Wasser schwebt. Die erste Art des Zurückbringens, das Schleifen, sieht recht hübsch aus und hält das Boot gut im Gleichgewicht, ist aber nur bei glatter Wasserfläche durchzuführen.

Indem der Körper als Ganzes aufgerichtet und wieder nach vorn geschwungen wird, holt er zu einem neuen Ruderzug in der beschriebenen Weise aus. Dabei ist zu bemerken, daß die rhythmische Bewegung des Vor- und Rückschwingers so erfolgt, daß das Rückschwingen mit dem Ruderzug schneller vor sich geht und ein Viertel der Zeit der Gesamtbewegung in Anspruch nimmt. Das Vorwärtsschwingen (Ausholen) erfolgt langsamer und nimmt drei Viertel der Gesamtzeit in Anspruch.

Fragen wir uns nun, welche Muskelgebiete bei dieser Folge von Bewegungen vorzugsweise ins Spiel kommen, so sind dies am Rumpf vor allem die langen Rückenmuskeln beim Rückwärtsschwingen sowie die Bauchmuskeln, namentlich der gerade Bauchmuskel, beim Vorwärtsschwingen. Da das Schwingen im Hüftgelenk erfolgen soll, das Becken also mit dem Rumpfe gleichsinnig bewegt wird, so fällt ein großer Teil der Arbeit des Rumpfschwingens dem kräftigen Lenden-Hüftbeinmuskel für das Vor-, dem großen Gesäßmuskel für das Rückschwingen zu. Ebenso werden die Schenkelbeuger und Schenkelstrecker entsprechend beteiligt. Das Kniegelenk erleidet dabei abwechselnd leichte Beugung und Streckung (nach Silberer von einem Winkel von  $105^{\circ}$  zum Winkel etwa von  $112^{\circ}$ ). Wer einmal eine weite Strecke in mehrstündigem Rudern angestrengt durchrudert hat, weiß, daß die Ermüdung der Bein- und Hüftmuskeln sich dann mehr fühlbar macht als Ermüdung der Arme. Daß auch die Arm- und Schultermuskeln, Brustmuskeln und breite Rückenmuskeln lebhaft an der Ruderbewegung teilnehmen, ergibt sich aus der Art der beschriebenen Armbewegungen von selbst.

Der Atemgang ist ähnlich wie beim Schwimmen dem Gang der Bewegung anzupassen. Während des Zuges — er nimmt, wie erwähnt, ein Viertel der Zeit eines ganzen Ruderschlags in Anspruch — steht die Atmung still. Im übrigen erfolgt in der Vorwärtslage beim Ausholen die Einatmung, die Ausatmung dagegen beim Rückschwingen nach vollendetem Zug.

Da bei ruhigem Rudern 24–28–30 Ruderzüge in der Minute gemacht werden, so würden also auch ebensoviele Ein- und Ausatmungen in der Minute stattfinden. Bei schnellstem Rudern (Wettrudern über eine bestimmte Strecke) ist solch regelmäßiger Atemgang indes nicht aufrecht zu erhalten.

## § 342. Die Bewegung beim Rudern auf dem Gleit- oder Rollsitze.

Die Grundbewegungen des Ruderns beim Gleit- oder Rollsitze sind im großen und ganzen von den oben beschriebenen Ruderbewegungen beim festen Sitze dadurch verschieden, daß 1. die Beine durch starke Beugung und Streckung in viel größerem Maße mit beteiligt werden und 2. das Schwingen des Rumpfes weniger ausgiebig zu erfolgen braucht.

Beim Ausgreifen bewegt sich der Rollsitze so nahe an das Stemmbrett heran, daß die Beine bis zu einem Winkel von etwa  $60^{\circ}$  im Kniegelenk gebeugt werden und daß im Augenblicke des stärksten Vorgreifens die Spitzen der Knie gegen 8 cm höher stehen als die Hände und zwei Handbreit etwa vor den Brustwarzen sich befinden. Dagegen

Beteiligte  
Muskeln.

Atemgang  
beim  
Rudern.

Bewegung  
beim Rudern  
auf dem  
Gleit- oder  
Rollsitze.

Ausgreifen.

kann der Rumpf nicht in dem Grade vorgeschwungen werden wie beim Rudern auf festem Sitz. Denn während hier der Rumpf bis zu einem Winkel von  $40^\circ$  mit dem Bootrand vorgebeugt wird, ist dies beim Rollsitze höchstens bis zu einem Winkel von  $70^\circ$  möglich, und zwar deshalb, weil eine starke Beugung im Hüftgelenk durch die Beugung des Knies mit gleichzeitigem Vorschieben des Rollsitzes bereits vorhanden ist. Eine weitere Beugung im Hüftgelenk kann also nicht mehr stattfinden. Das Bestreben indes, mit den gestreckten Armen möglichst weit auszuholen, führt aber gerade in dieser Lage leicht dazu, da nun einmal weitere Beugung im Hüftgelenk nicht möglich ist, die Wirbelsäule oberhalb zu biegen, um dadurch ein etwas weiteres Ausgreifen mit dem Ruder zu ermöglichen. An Stelle der schönen gestreckten Rumpfhaltung auch beim tiefsten Vorschwingen tritt dann eine unschöne Krümmung des Rückens, ein richtiger Katzenbuckel. Bei einem Ruderer, der sich dies einmal angewöhnt hat, ist die zusammenkauernde Stellung des weitesten Ausholens, weil auch noch mit krummem Rücken verbunden, eine ausnehmend häßliche. Daher hat die Schulung des Ruderers auf festem Sitz, wobei das Schwingen mit gestreckt gehaltenem Rumpf vor allem geübt wird, auch für das Rudern auf dem Rollsitze im Interesse einer schönen Form des Ruderns den größten Wert.

Bei dem nun beginnenden Ruderzug ist die erste im Sinne des Zuges auszuführende Bewegung das Aufrichten und Hintenüberschwingen des Rumpfes, so daß also möglichst bald nach Beginn des Zuges schon das Rumpfgewicht mittels der gestreckten Arme am Ruder hängt und durch seine Last den Zug verstärken hilft, während die Muskeln, welche den beim Ausgreifen vornüberhängenden Rumpf hielten, so schnellstens wieder entlastet sind. Nun erst greifen die Strecker der Beine, der Wadenmuskel,

der vierköpfige Schenkelstrecker, der große Gesäßmuskel, kraftvoll ein und strecken die Beine, wobei das Gesäß mit dem Rollsitze möglichst weit nach hinten geht (die Verschiebung des Sitzes kann, wie schon erwähnt, 50–65 cm betragen). Die Streckung der Beine ist nun so bedeutend, daß der anfängliche Winkel des Kniegelenks von etwa  $60^\circ$  beim Ausgreifen am Ende des Zuges bis auf  $150^\circ$  vergrößert ist. Vollständige Streckung des Kniegelenks bis nahe an  $180^\circ$  würde dagegen die sofort nach vollendetem Zuge wieder einsetzende Beugung im Kniegelenk erschweren. Erst ganz vor Ende des Zuges, bei gestreckten Beinen und zurückliegendem Rumpfe, ist es die Beugung der Arme, welche den Ruderzug vollendet. Bis dahin hatten die gestreckten Arme nur die mächtige Muskelarbeit der Rumpf- und Beinmuskeln sowie die Wirkung des Rumpfgewichts auf das Ruder zu übertragen.

Während beim Anziehen die Rumpfbewegung der Beinbewegung vorauszugehen hatte, ist beim Wiederausgreifen die Sache umgekehrt: die Beugung der Beine mit Wiedervorgleiten des Sitzes erfolgt zunächst, und erst wenn diese im Gange ist, wird der zurückgelegte Rumpf wieder aufgerichtet und vorgeschwungen.

Der wichtigste Erfolg des Ruderns mit Rollsitze ist zunächst die Beteiligung der Beinmuskulatur an der Ruderarbeit, und zwar, wie die Beschreibung der ganzen Bewegung zeigt, in außerordentlichem Umfange. Die Beine leisten den Hauptteil der Ruderarbeit auf dem Rollsitze, und das bedeutet in Anbetracht der Mächtigkeit der

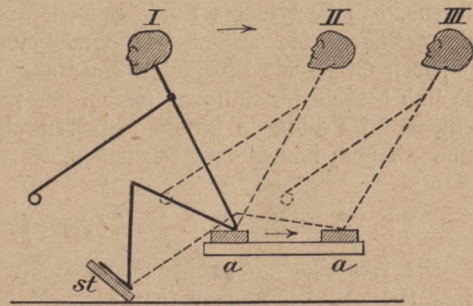


Fig. 510. Schema der Bewegung des Ruderns auf dem Rollsitze. I Ausholen; II Rücklegen des Rumpfes; III Gleiten nach hinten unter Strecken der Beine. st Stembrett; a Rollsitze, der nach hinten gleitet.

Beinmuskeln eine große Erleichterung für die Ruderarbeit. Andererseits wird die Arbeit der Beugung und Streckung des Rumpfes eine geringere als beim Rudern auf festem Sitz, dem nach dieser Richtung hin wenigstens ein Vorzug gebührt.

Der Ruderzug beim Rudern auf dem Gleitsitz wird ein längerer, als er auf festem Sitz möglich ist, und zwar ist es weniger das Ausgreifen, welches ausgiebiger wird, als das Ende des Zuges. Die Angaben darüber, um wieviel der Ruderzug verlängert wird, sind nicht genau übereinstimmend.

Kommt nun zu der Verlängerung des mit einer größeren Anzahl stärkster Muskeln ausgeführten Ruderzuges hinzu, daß die Ruderzüge im Rennboot mit Rollsitze schneller ausgeführt werden können (beim Ruderrennen bis auf 38—40 Ruderschläge in der Minute), so ist nicht zu verwundern, daß die Fortbewegung in einem solchen Ruderboot eine außerordentlich schnelle wird, so daß z. B. eine gute Rudermannschaft in einem Viererrennboot 2000 m in  $7\frac{1}{2}$ —8 Minuten zurücklegt, was der Schnelligkeit eines mittelguten Dauerläufers entspricht.

Alles in allem sind die Vorteile der Rennboote mit Rollsitze für Schnell- und Wettfahrten, d. h. für den Betrieb des Ruderns als Schnelligkeitsübung, derartig überwiegend, daß sie hier die Boote mit festem Sitz gänzlich verdrängt haben. Andererseits gewähren die Dollenboote oder Halbausleger mit festem Sitz in mindestens demselben Grade die Möglichkeit einer ebenso vollkommenen als schönen Ruderarbeit und sind deshalb für Anfänger sowohl wie für solche Liebhaber des Ruderns, denen es weniger auf Leistungen im Schnellfahren als auf erfrischende, gesunde Leibesübung ankommt, noch immer am geeignetsten.

### § 343. Das Rudern als Schnelligkeitsübung.

Die körperlichen Einwirkungen des Ruderns sind ungemein tiefgreifende. Bei keiner Art von Leibesübung hat der größte Teil der Körpermuskulatur in gleichem Umfang Arbeit zu leisten. Da diese Arbeit eine verteilte ist, so sind gleichwohl die örtlichen Ermüdungserscheinungen in den vorzugsweise arbeitenden Muskeln beim Rudern wenig hervortretend, nicht mehr als auch bei anderen Schnelligkeits- und Dauerübungen, denn das Rudern zählt in ausgesprochenem Maße zu diesen Übungsarten. Was dagegen die Ermüdung der großen Organtätigkeiten der Atmung und des Kreislaufs sowie das Eintreten von Allgemeiner müdung betrifft, so macht es auch hier einen deutlichen Unterschied, ob das Rudern als Schnelligkeitsübung, d. h. zur Erreichung der höchstmöglichen Fahrgeschwindigkeit über eine bestimmte Strecke betrieben wird, oder ob die Ruderbewegung genügend gemäßig wird, um lange Zeit hindurch fortgesetzt werden zu können, ohne daß das Gleichgewicht zwischen den Anforderungen an die Lungen- und Herzkraft und den Leistungen dieser Organe eine Störung erleidet.

Über das Rudern als Schnelligkeitsübung liegt eine Reihe genauer Untersuchungen und Beobachtungen vor, welche G. Kolb auf dem Übungsplatze eines Berliner Rudervereins mit hingebender Unterstützung seiner Rudergenossen gewonnen hat.

Über die beim schnellsten Rennrudern geleistete Muskelarbeit fehlen noch alle Angaben, um den geleisteten Arbeitsaufwand ähnlich wie beim Gehen, Bergsteigen, Radfahren, Laufen und Springen in Meterkilogrammen zu bestimmen. Beim schnellsten Rudern findet mit jedem Ruderschlag eine flüchtige äußerste Zusammenziehung, d. h. eine höchstarbeit der größten Muskelmassen des Körpers statt. Beim Ausgreifen ist der Körper ganz zusammengekauert in äußerster Beugung, mit Ausnahme der Arme. Beim Ruderzug wird der Rumpf gestreckt und nach hinten gelegt, werden die Beine gestreckt und endlich die Arme gebeugt und die

Das  
Rudern als  
Schnellig-  
keitsübung.

Muskel-  
arbeit.

Schulterblätter zurückgezogen. Dann wird wieder in die Grundstellung zurückgegangen: der Gesamtstreckung folgt wieder die Gesamtbeugung. Nun werden beim Rennfahren 32–42 Ruderschläge in der Minute gemacht, und die erlangte Fahrgeschwindigkeit beträgt durchschnittlich 4,5 m in der Sekunde. Über die Strecke von 2000 m würden also in 8 Minuten gegen 300 Ruderschläge gemacht, d. h. gegen 300 mal finden in dieser kurzen Frist höchstzusammenziehungen der größten Muskeln des Körpers statt. Das bedeutet eine ganz gewaltige Arbeitssumme.

Dem entspricht denn auch die Einwirkung auf Atmung und Herzschlag. Was zunächst die Atmung betrifft, so muß vorausgeschickt werden, daß es sich bei den Untersuchungen von Kolb um muskelstarke, im Trainieren befindliche junge Leute mit hervorragend großer Lungenkraft handelte. Gleichwohl führte während der kurzen Ruderarbeit über die genannte Rennstrecke am Ende des Rennens die Atemanstrengung stets bis zur Grenze der Atemermüdung und Atemerschöpfung. Mit ruhiger Ruderarbeit kann der Atemgang derart verbunden werden, daß jedesmal mit dem Ausgreifen die Einatmung vor sich geht, welcher nach Beendigung des Ruderzuges die Ausatmung folgt. Beim schnellen Rennfahren ist aber eine solche regelmäßige Aus- und Einatmung nicht möglich.

Einfluß auf die Atmung

Es verläuft nämlich nach den Aufzeichnungen, welche Kolb mit seinem Registrierapparat machte, der Atemgang bei einem solchen Rennfahren in folgender Weise.

Zunächst beim Abfahren (Start), wo es darauf ankommt, mit äußerster Kraft dem bis dahin ruhenden Boot gleich die volle Fahrgeschwindigkeit zu erteilen, arbeiten die Ruderer mit angehaltener Atmung (Pressung), so daß 5–10 Sekunden lang hier überhaupt Atemstillstand besteht. Dann setzt die Atmung plötzlich ein, geht in einer halben Minute auf 40 Atemzüge (auf die Minute berechnet) und weiter auf 50–60. Wird jetzt noch einmal, gleichwie zu Beginn des Rennens, mit Aufgebot aller Willenskraft eine äußerste Anstrengung geleistet, so kann die Atmung sogar auf 120–140 ansteigen, es tritt Atemerschöpfung ein, und die gesamte Muskulatur versagt infolge der Kohlenstoffdioxidanreicherung im Körper — ähnlich wie nach einem Wettkampf von ähnlicher Dauer vorübergehend völlige Erschöpfung eintritt. Eine geübte Mannschaft wird sich natürlich nicht vorzeitig derart „auspumpen“. — Beim normalen Verlauf der Rennfahrt tritt nach der ersten Minute ein beengendes Gefühl in der Kehlkopfgegend ein, wie es auch bei sehr starken Kraftübungen — z. B. Hantelstemmen — gespürt wird. Dabei ist das Gesicht sehr bleich — während nach dem bald wieder eintretenden Schwinden dieses zuschnürenden Gefühls Wärmegefühl und Röte des Kopfes eintritt. Nach zwei Minuten der Fahrt machen sich Ermüdungserscheinungen geltend, die überwunden werden müssen; Schweißausbruch, der nun folgt, bringt Erleichterung. Wieder droht Ermattung — die Hast der Atemzüge aber steigt infolge der Ermüdung der Atemmuskeln nicht mehr über 60. Nur zum Schluß, wo noch einmal mit äußerster Anstrengung alle verfügbaren Kräfte bis auf den Rest angespannt werden, werden auch die Atemzüge noch einmal häufiger, um dann in den Zustand der Atemnot überzugehen. Atemlos, krampfhaft den Bootstrand umgreifend, um die Hilfsatemmuskeln mit zu beteiligen und Herr zu werden der quälenden Blutüberfüllung der Lungen — so befinden sich die Ruderer, nachdem das Ziel passiert ist. „Erstaunlich schnell“ sah Kolb diese Erscheinungen aber auch schwinden nach Eintritt von Körperruhe. Nach wenigen Minuten bereits tritt ein Zustand angenehmer Erschlaffung und leichten Müdigkeitsgefühls ein, welches in keinem Verhältnis steht zu der kolossalen Leistung. Nach einer guten Stunde sind gute Ruderer imstande, ein solches Rennen noch einmal zu fahren.

Natürlich treten die beschriebenen Erscheinungen nur dann ausgeprägt ein, wenn die Mannschaft hinreichend Übung und Energie besitzt, um alles einzusehen, was an Leistungskraft in ihr steckt.

Es ist vor allem also die Atmung, welche aufs äußerste in Anspruch genommen wird. Dementsprechend ist denn auch der Stoffwechsel gesteigert und wächst die Menge der auszufcheidenden Kohlensäure auf das äußerste Maß an.

Kolb fing die Ausatemungsluft der Rudenden in verschiedenen Zeiten des Rennfahrens auf und bestimmte deren Gehalt an Kohlensäure. Bei ruhiger Atmung und Muskelruhe des Körpers beträgt der Kohlensäuregehalt der Ausatemungsluft 4,38 Volumprozent.

Nach Kolbs Bestimmungen hat aber bei einer Ruderrennfahrt die Ausatemungsluft gleich nach Beginn des Rennens einen Kohlensäuregehalt von bereits 6 %. Er wächst bis zum Anfang der sechsten Minute noch auf 7 %, um dann wieder auf 6 % zu sinken.

Unter der Annahme, daß bei einem Ruderrennen die Atemgröße auf das Dreifache gegenüber der bei Muskelruhe anwächst und 50 Atemzüge auf die Minute fallen, berechnete Kolb für ein Ruderrennen von 8 Minuten Dauer den gesamten Gaswechsel auf 600 l Luft mit 39 l Kohlensäure. In der Ruhe würden aber in 500 ccm Ausatemungsluft 21,9 ccm Kohlensäure enthalten gewesen sein, d. h. bei 12 Atemzügen in der Minute 262,8 ccm und in 8 Minuten  $8 \times 262,8 = 2102,4$  ccm oder 2,1 l. Demgemäß übertraf bei einer solchen Rennfahrt von 8 Minuten die Kohlensäureausscheidung, d. h. der Gaswechsel, den Ruhewert um das Neunzehnfache.

Ähnlich wie diese mächtige Zunahme des Stoffwechsels mit einer Steigerung der Atemtätigkeit bis zum Eintritt der Atemerschöpfung vor sich geht, wird auch die Herz-tätigkeit gesteigert. Die Pulsziffer steigt bei schnellstem Rudern außerordentlich rasch hinauf und wächst selbst bis zu 240 Pulsen in der Minute an. Da in den großen arbeitenden Muskelgebieten die Muskelblutgefäße stark gefüllt und erweitert sind, so ist der Blutdruck kein hoher, ein Umstand, welcher einer allzu starken Belastung der Herzarbeit beim Rudern günstig entgegenwirkt. Es tritt eben die mächtige Einwirkung auf die Atmung beim schnellsten Rudern weit mehr in die Erscheinung. Gleichwohl sind einige Fälle von Ohnmacht, ja von plötzlichem Tode (der englische Meisterruderer Renforth 1877) beim Wettrudern bekannt, welche wohl kaum anders als durch Überanstrengung des Herzens zu erklären sind.

### § 344. Das Rudern als Dauerübung.

Gleichwie die Einwirkungen des Wettlaufs sich unterscheiden von der Einwirkung der Laufübung im Spiel, des langsamen Dauerlaufes usw., so unterscheiden sich auch die Einwirkungen des schnellsten Ruderns beim Rennfahren von denen eines ruhigen, aber ausgreifenden Dauer- oder Erholungsruderns.

Zunächst in bezug auf die Muskelübung und -kräftigung. Da sämtliche Hauptmuskeln des Skeletts beim Rudern beschäftigt werden, so bedeutet Dauerrudern eine oder mehrere Stunden hindurch mithin für alle diese Muskeln ein sehr hohes Maß von Übung und Kräftigung. Die Kräftigung der langen Rückenmuskeln wie der Bauchmuskeln verdient besonders hervorgehoben zu werden. Falls ein Ruderer in schöner Form mit dem Ruder zu arbeiten gelernt hat und diese Form stetig wahrhrt, bewirkt die Ausbildung der Rumpfmuskulatur beim Schwingen des Körpers eine schöne gerade Körperhaltung und eine kräftige, gewölbte Brust.

Diese Übung und Betätigung der Gesamtmuskulatur geht einher mit einer entsprechenden Belebung des Stoffwechsels. Das zeigt sich in der Vergrößerung des Atemumfanges, der Vermehrung des Gaswechsels, die bei keiner Übung als so hoch nachgewiesen ist, in der Beschleunigung des Blutumlaufs, in der stärkeren Ausscheidung stickstoffhaltiger Substanzen in Harn, worüber Messungen von Lagrange vorliegen. Der Stoffverbrauch wird gesteigert, aber auch der Stoffansatz, wenigstens hinsichtlich

Steigerung  
der Kohlen-  
säureaus-  
scheidung.

Einwirkung  
auf das Herz.

Rudern als  
Dauer-  
übung.

Übung der  
Muskulatur.

Belebung  
des Stoff-  
wechsels.

der Zunahme an kraftgebendem Muskelgewebe. Ebenso wird die Tätigkeit der Haut stark angeregt: kräftiges, anhaltendes Rudern ist stets mit oft äußerst starkem Schweißverlust verbunden, der übrigens auf dem Wasser meist angenehm empfunden wird. Für kräftige fettreiche Männer bedeutet eine längere Rudersfahrt immer einen nicht unerheblichen Gewichtsverlust, und bei regelmäßigem Rudern tritt eine wohlthätige Entfettung des Körpers ein, falls nicht die sonstige Lebensweise allzusehr angetan ist, diesen Verlust gleich wieder wett zu machen.

Daß das Rudern in stärkster Weise den Atemgang beeinflusst, sahen wir bei Schilderung der Einwirkungen des Schnellruderns. Beim ruhigen Dauerrudern handelt es sich um eine auf gleicher Höhe bleibende beträchtliche Steigerung des Atemvorganges. Sie ist um so wirksamer und für die Atemmuskeln um so übender, als sie sich in regelmäßigem Gange mit der Ruderbewegung verbindet. Ganz besonders muß aber auf die Beschaffenheit der umgebenden Luft beim Rudern hingewiesen werden. Die Luft dicht über der Wasseroberfläche ist gänzlich staubfrei und um so reiner, je weiter man vom Ufer entfernt ist. Man atmet sie geradezu mit Genuß und empfindet die herrliche Luft über dem Wasser wie ein erfrischendes Bad für die Lungen.

Für die Herztätigkeit und den Blutkreislauf bedeutet die Ruderarbeit eine äußerst wirksame Belebung von ähnlichem Umfang und gleich bedeutsam wie auch bei anderen Schnelligkeits- und Dauerbewegungen.

Daß die Hauttätigkeit beim Rudern besonders stark ist, zeigt die stetig vorhandene, oft sehr beträchtliche Schweißabsonderung. Die gesunde Steigerung der Kreislaufthätigkeit bewirkt, daß die Haut stets reichlich von Blut durchflossen und lebhafter gerötet ist. Daher auch an den unbedeckten Körperstellen unter dem Einfluß des Sonnenlichts gerade beim Rudern die Haut sich besonders schnell dunkler abtönt und bei fleißigem Rudern einen wahren Bronzeton annimmt, stärker als bei Bewegung in der Landluft. Allerdings kommt auf dem Wasser zu dem Einfluß der direkten Sonnenstrahlen noch die Wirkung der von der Wasseroberfläche reflektierten Strahlen hinzu.

Der Ausdauer in der Ruderarbeit kommt es sehr zustatten, daß selbst an heißen Tagen das Ruderboot von dem stets kühleren Wasser umgeben und die Luft über dem Wasserspiegel stets weniger heiß ist als auf dem von der Sonne gedörrten staubigen Erdboden. Umgekehrt empfindet man die Abkühlung auf dem Wasser in geringerem Grade — abgesehen davon, daß man bei kühler Luft zur erwärmenden Ruderbewegung besonders aufgelegt ist. Zur Ruderarbeit gehört aber eine leichte Kleidung — viele Ruderer rudern selbst im kühlen Herbst nur mit leichtem Flanellzeug bekleidet, welches am Halse weit ausgeschnitten ist und Arme wie Unterschenkel ganz unbedeckt läßt. Dies macht den fleißigen Ruderer immer weniger empfindlich gegen kühlere Luftbewegung; er kümmert sich wenig darum, in seinem dünnen Wams schon beim kleinsten Regenfall oder bei ansprühendem Wasser bis auf die Haut naß zu werden. So bewirkt die rechte Pflege des Ruderns einen hohen Grad von Abhärtung und Wetterfestigkeit.

Dem Rudern sind aber auch eine Reihe wertvoller moralischer Einwirkungen eigen. Sich dem schwanken, dünnen Ruderboot anzuvertrauen, erfordert an sich schon einen gewissen Mut. Dieser darf nicht verwechselt werden mit dem sträflichen Leichtsinne, den des Ruderns gänzlich Unkundige so vielfach beweisen, indem sie sich mit mangelhaften Mietsbooten hinaus aufs Wasser wagen und ihr eigenes Leben wie auch das anderer aufs Spiel setzen. Im Gegenteil, wer mit dem Fahren auf dem Wasser vertraut geworden, weiß Wagemut in rechter Weise mit Vorsicht zu verbinden. Bei

Atmung.

Kreislauf.

Tätigkeit der Haut.

Abhärtung der Haut.

Moralische Einwirkungen.

weiteren Fahrten über Fluß und See gilt es, unausgesetzt darauf Obacht zu geben, daß man allzu seichte Stellen vermeidet, an verankerten Schiffen, Tauen und Ketten, Bojen und Pfählen ungefährdet vorbeikommt; daß man entgegenkommenden Schiffen richtig ausweicht, auf entsprechende Steuerung bei ankommenden stärkeren Dampferwellen gut achtet, mit der nötigen Besonnenheit den Kurs stark fahrender Schiffe kreuzt usw. Kurz, es sind der Gelegenheiten auf dem Wasser und namentlich auf stark befahrenem Wasser außerordentlich viele, wo ein scharfes Auge, richtiges Abmessen, ruhiges Erwägen und entschlossenes Ausführen erfordert wird — Eigenschaften, die den kundigen Führer auszeichnen. Es darf dabei auch der gute Humor nicht fehlen, selbst dann nicht, wenn einem ein von unfundiger Hand geleitetes Vergnügungsboot in unberechenbarem Zickzackkurs in den Weg läuft und die frische, schnelle Fahrt aufhält. Vor allem aber muß der Ruderer, der mit anderen gemeinsam im Boot arbeitet, unbedingte Zucht bewahren und nicht nur unausgesetzt auf streng gleichmäßige Arbeit achten, sondern auch den Anordnungen des Bootsführers unbedingt Folge leisten. Wenn es auch selbstverständlich ist, daß ein Ruderer zugleich ein guter Schwimmer sein muß — denn es gehört nicht viel dazu, um gelegentlich einmal mit dem Boot umzukippen —, so vergesse man doch nie, daß es zahlreiche Gelegenheiten gibt, wo hoher Wellengang bei Sturm oder fehlerhaftes Fahren gegen Ankerketten, Landungsbrücken, größere Schiffe usw. auch den besten Schwimmer in Lebensgefahr bringt. So frohgemut das schnelle Dahingleiten auf weitem Wasserspiegel mittels erfrischender Ruderbewegung macht, nie darf man vergessen, daß eine jede Fahrt auf kleinem schmalen Boot auch ihre ernste Seite hat und man sich oft urplötzlich einer gefahrdrohenden Lage gegenüber befinden kann. Mag für eine lediglich sportliche Anschauung der Hauptzweck der Ruderübungen im schnellsten Streckenfahren, im Rennrudern bestehen, und mag für das Rennrudern eine vom Schiffsverkehr nicht berührte stille Wasserfläche die willkommenste Übungsstätte abgeben, die besten Tugenden des Ruderers und der schönste Genuß des Fahrens werden erst offenbar bei längeren Dauerfahrten.

Ästhetisches  
Genießen.

Wie dem rüstigen Bergwanderer die herrlichen wechselnden Natureindrücke die Arbeit des Wanderns und beschwerlichen Steigens zum Genuß stempeln, so wird der Ruderer für seine schweißtreibende Arbeit reichlich entschädigt durch die Fülle wechselnder Bilder auf Strom und See. Gerade auf dem Wasser genießt man die verschiedenen Luftstimmungen, wie sie durch den Stand der Sonne, Wolkenbildung, Duft und Nebel so mannigfaltig sich gestalten, am allerschönsten. Wer in anmutiger Landschaft z. B. in den Frühstunden des Frühling und Sommers tagtäglich hinausfährt, wird auch tagtäglich immer wieder neue, frische Eindrücke empfinden, wenn er auf der weiten Wasserfläche dahingleitet. Für jedes empfängliche Gemüt bietet die Gewohnheit regelmäßiger oder doch häufiger Ruderarbeit auf dem Wasser eine stete Quelle reiner, schöner Naturfreuden. Getragen vom freundlichen Elemente — freudlich allerdings nur für den, der sich mit ihm vertraut gemacht! —, fühlt man auf der weiten Wasserfläche sich allen kleinen Lebensorgen, allen Mühen und Kämpfen entrückt und gewinnt für diese Kämpfe neuen Lebensmut und frische Kraft. Mag auch das Rudern als Leibesübung der großen Masse unseres Volkes und unserer Jugend nur in beschränktem Maße zugänglich sein, da sein Betrieb immerhin einen gewissen Geldaufwand erfordert, auch an manchen Orten unseres Vaterlandes es an entsprechenden Wasserflächen und Flußläufen mangelt — so kann man es doch dem Ruderer nicht verargen, wenn er dafür hält, daß gleich keine andere Leibesübung gleich schön und herzerfreuend, gleich angreifend, kräftigend und gesund sei.



## Das Radfahren.

### § 345. Das Fahrrad.

Die letzten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts haben eine ungeahnte Entwicklung der mechanischen Verkehrsmittel gesehen. Ein immer dichter werdendes Netz von Bahnen überzieht alle Kulturländer und befördert uns mit unheimlicher Geschwindigkeit von einem Ort zum anderen. Straßenbahnen, früher meist von Pferden gezogen, jetzt immer mehr durch Dampf, Gas und vor allem durch Elektrizität getrieben, stehen auch für kleinere Entfernungen in unseren Städten jeden Augenblick bereit, uns die natürliche Fortbewegung mit der Kraft unserer Beine zu sparen. Auf zahllose Höhen führt bequem das Dampfroß hinauf, ja zu den Gletschergebieten des Hochgebirges, die bisher nur unerfahrenen Bergsteigern zugänglich waren, trägt uns auf kühnem Eisenbau, in schwindelerregender Höhe an senkrechten Felswänden entlang, diese ab und zu auch durchbohrend und weiter hinüber über drohende Abgründe führend, die Maschine gefahrlos und sicher hinan. Zweifellos kommen diese reichen Verkehrsmittel, über deren Wert an sich ja nicht zu streiten ist, der Bequemlichkeit und der Scheu vor körperlicher Anstrengung bei zahllosen Menschen in hohem Grade entgegen. Man hat diese noch lange nicht abgeschlossene Entwicklung der mechanischen Verkehrsmittel nicht ganz mit Unrecht angeklagt, daß sie das Bewegungsbedürfnis der Menschen und namentlich die Freude an rechter Gangerholung immer mehr vermindere. Man darf aber im Sinne gesunder Leibesübung nicht übersehen, daß mit der vermehrten Gelegenheit, leicht und schnell hervorragend schöne Gegenden zu erreichen, auch dem Wandern, namentlich dem Gebirgswandern, eine früher ungeahnte Ausdehnung geworden ist. Vor allem aber ist bemerkenswert, daß dasselbe Zeitalter, welches die Gelegenheiten, sich mühelos von einem Ort zum anderen befördern zu lassen, so außerordentlich vermehrte, gleichzeitig auch ein Verkehrsmittel schuf, das dem einzelnen Menschen durch Inanspruchnahme der eigenen Muskelkraft auf gebahnten Wegen eine früher unerhörte Schnelligkeit des Fortkommens gewährt. Dies Verkehrsmittel ist das Fahrrad.

Wenn wir von früheren Versuchen im 17. Jahrhundert (Hautsch und Soerster in Nürnberg) absehen, so war in der Neuzeit der Erste, welcher zum Ersatz des Gehens und Laufens dem Körper schmale Räder unterstrebte, der Freiherr von Drais in Karlsruhe. Bei seinem „Laufrad“, welches er 1814 dem Wiener Kongreß vorführte, handelte es sich aber darum, daß der Fahrer mittels mehrerer Lauffschritte auf dem Boden den Rädern unter ihm eine gewisse Umdrehungsgeschwindigkeit erteilte, die nach Unterbrechung der Lauffschritte und Emporheben der Füße vom Erdboden hinreichend beharrte, um den Fahrer eine Strecke weit fortzubewegen. Bei Nachlassen der Geschwindigkeit mußte dann wieder durch einige Lauffschritte dem Fahrrad neue Geschwindigkeit erteilt werden usw.

Es kam nun weiter darauf an, die Bewegung der Beine direkt zur Umdrehung eines der Räder mit Zuhilfenahme von Tretkurbeln zu benutzen. Diese Kurbeln mußten, um einen gleichmäßigen Gang der Maschine zu erzielen, so angebracht sein, daß, wenn die eine am höchsten vom Boden stand und das ihr aufliegende Bein gebeugt war, die andere am tiefsten war und das an ihr arbeitende Bein in Streckung. Anfang der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts wurden solche Maschinen — man taufte sie „Veloziped“ — in Deutschland wie in Frankreich zuerst versucht. Es würde zu weit führen, die Dervollkommnung dieser Maschinen vom Dreirad zum Zweirad und vom Hochrad zu dem heutigen, technisch äußerst vollendeten Niederrad näher zu verfolgen. Genug, daß auf einem neuzeitlichen Fahrrad der durchgebildete Fahrer mit Leichtig-

Das  
Fahrrad.  
Mechanisch  
Verkehrsmittel der  
Neuzeit.

feit 30 km in der Stunde zurücklegt; ja eine Geschwindigkeit von 60 und mehr Kilometern in der Stunde, gleich der eines Schnellzuges, ist erreicht. Kein Wunder, daß ein Fortbewegungsmittel von so unerhörter Leistungsfähigkeit sich in kurzer Frist allgemeinste Verbreitung eroberte und zahllose Menschen zu regelmäßiger Bewegung in freier Luft veranlaßte, die sonst sicherlich der Wohltaten solcher Bewegung und Übung nicht teilhaftig geworden wären.

### § 346. Die Haltung auf dem Fahrrad.

Die außerordentliche Dervollkommnung, welche dem Fahrrad immer mehr zuteil wurde und es geradezu zu einem Wunder neuzeitlicher Technik stempelte, gipfelte darin, daß die beim Radfahren aufgewendete Muskelkraft in dem Verhältnis der Übertragung der Kurbeldrehung auf das Hinterrad, der Vermeidung der Reibung in den bewegten Teilen der Maschine selbst (Kugellager), wie zwischen den Radreifen und dem Erdboden (Gummiluftreifen), möglichst vollständig zur schnellsten und sicheren Fortbewegung ausgenutzt werden kann.

Die eigentliche Muskelarbeit besteht in abwechselndem Beugen und Strecken der Beine. Der Fahrende sitzt rittlings auf dem Sattel, der so gebaut sein muß, daß ihm die beiden Sitznoren bequem aufliegen und nicht seitlich bei kleineren Drehungen oder Erschütterungen abrutschen. Der Sattel ist federnd und schwächt so alle Stöße, welche durch die Unebenheiten des Bodens verursacht werden, in gleichem Sinne ab, wie der luftgefüllte Gummireif des Rades dies tut.



Fig. 541. Das neuzeitliche Zweirad.

Der Rumpf ist vollkommen gestreckt und, soweit zugänglich, aufrecht zu tragen. Damit dies möglich sei, sind an jedem besseren Rad Sattel wie Lenkstange in der Richtung nach oben und unten, der Sattel auch in der Richtung nach vorn und hinten verstellbar. Es kommt darauf an, für einen jeden nach seiner Körpergröße Sattel und Lenkstange so zueinander zu stellen, daß bei schöner, aufrechter Haltung des im Sattel sitzenden Fahrers die Hände, bei eben gebeugtem Ellbogengelenk, bequem die Griffe der Lenkstange fassen und ungezwungen bewegen. Dagegen soll die Lenkstange nie als Stütze dienen. Ebenso wichtig ist die Stellung des Sattels zu den Tretkurbeln oder den Pedalen.

Die Höhe des Sattels ist derart einzustellen, daß bei tiefstem Stand eines Pedals der betreffende, dem Pedal aufliegende Ballen des Fußes etwas nach abwärts gebogen ist, während das Bein selbst weder im Kniegelenk noch im Hüftgelenk völlig gestreckt sein darf, sondern noch einen leichten Grad von Beugung (150–160°) beibehält. Für das Hüftgelenk ist dies ohne weiteres klar. Denn das Zentrum der Kurbel für die Kurbeldrehung, d. h. die Achse des Kurbelrades, steht nicht senkrecht unter der Mitte des Sattels oder unter dem Hüftgelenk, wie dies bei vollkommener Streckung des Hüftgelenkes der Fall sein müßte. Vielmehr steht das Kurbelrad mehr nach vorn als der Sattel, so weit etwa, daß eine vorn von der Sattelspitze gefällte Senkrechte den Kreis, welchen das Kurbelrad beschreibt, an dessen hinterer Peripherie eben berührt. Ebenso darf der Sattel nicht so hoch über den Pedalen stehen, daß beim tiefsten Stand eines Pedals die Fußspitze nur noch bei vollkommener Streckung im Kniegelenk die Kurbel in der Gewalt behält. Denn unwillkürlich wird dann, um in der Beherrschung der Kurbeldrehung mit dem Fuße ganz sicher zu gehen, die betreffende Beckenseite nach dem gestreckten Beine hin gesenkt und damit fortwährend, je nach-

Haltung  
auf dem  
Fahrrad.

Stellung des  
Sattels zur  
Lenkstange.

Stellung des  
Sattels zu  
den Tret-  
kurbeln.

dem das rechte oder das linke Pedal tief getreten ist, das Rückgrat nach rechts oder nach links verbogen. Solch Hin- und Herdrehen des Beckens ist in hohem Grade unschön, namentlich bei Mädchen oder Frauen, wo es der breiteren Hüften wegen besonders auffällt. Es gestaltet ferner den Sitz beim Fahren zu einem sehr unsicheren und leistet oorschneller Ermüdung der langen Rückenmuskeln sowie dem Auftreten von Kreuzschmerzen allen Vorschub.

Aus alledem geht hervor, daß die richtige Stellung der drei Teile: Sattel, Griffe der Lenkstange und Tretkurbeln zueinander von höchster Wichtigkeit für eine gute, bekömmliche Haltung beim Radfahren ist. Es kann nicht genug Gewicht darauf gelegt werden, daß diese Entfernungen genau den Körpermaßen des Radfahrers oder der Radfahrerin entsprechend festgestellt und schließlich auch ausprobiert werden, so daß der Sitz beim Fahren Festigkeit und Schönheit der Kumpfhaltung ebensowohl wie Freiheit und Leichtigkeit in den Bewegungen der Beine und der Arme gewährleistet. Würde von kundiger Seite hierauf mehr geachtet und dem Neuling sein Rad stets aufs sorgfältigste in dieser Richtung eingestellt, so würde man nicht so viele Haltungsfehler bei den Radfahrern draußen gewahren.

Der häufigste Haltungsfehler ist der runde Rücken mit vornübergebeugtem Rumpf und eingedrückter Brust. Es ist keine Frage, daß solche Haltung, bei regelmäßigem Radfahren stets eingenommen, sich namentlich bei jungen Leuten auch leicht auf das Alltagsleben als Gewohnheit überträgt. Die vornübergebeugte Haltung wird bei schnellstem sportmäßigen Fahren aus dem Grunde eingenommen, um den Luftwiderstand möglichst zu verringern, d. h. die dem Winddrucke entgegenstehende Fläche des Körpers möglichst zu verkleinern. Je schneller gefahren wird, um so mehr macht sich auch, selbst bei Windstille, der Widerstand der Luft geltend; denn dieser wächst mit dem Quadrat der Geschwindigkeit und erfordert schließlich bei hohen Geschwindigkeiten zu seiner Überwindung den größten Teil der zum Fahren aufzuwendenden Energie. Gegen den Wind ist überhaupt eine größere Geschwindigkeit mit dem Rad nicht zu erlangen. Nicht nur aus diesem Grunde wird bei schnellstem Rennfahren eine solche vornübergebeugte Haltung eingenommen, sondern auch deshalb, um überhaupt atmen zu können. Denn der Luftwiderstand vor dem Gesichte behindert vor allem die Ausatmung — und wie bei allen Schnelligkeitsübungen, so ist auch beim Radfahren ungehinderte, tiefste Atemführung Vorbedingung für eine gute Leistung, für Erzielung höchstmöglicher Schnelligkeit. Aus diesen Gründen ist es durchaus natürlich, daß bei Wettfahrten auf dem Rad, also bei Radrennen und der Vorübung zu solchen, diese schlechte Haltung eingenommen wird. Sie bedingt, daß die Griffe der Lenkstange tiefer stehen, als zur Erzielung einer guten Haltung bei mittlerer Fahrergeschwindigkeit richtig und erforderlich ist. Es werden daher die Maschinen für das Rennfahren mit Lenkstangen ausgestattet, deren Griffe tiefer nach abwärts gebogen sind. Auf solchen Maschinen ist eine schöne, aufrechte Haltung beim Fahren überhaupt nicht möglich.

Kann man das für den sportlichen Betrieb schnellsten Fahrens als notwendiges Übel noch gelten lassen — ein Unding ist es sicherlich, solche Maschinen auch zum tagtäglichen Gebrauch zu benutzen. Leider sind es gerade die jugendlichen Radfahrer, welche in der Benutzung sportmäßiger Rennmaschinen eine gewisse Schneidigkeit beweisen möchten und daher so vielfach durch ihre schlechte Haltung, ihren „Kaszenbucel“, auf öffentlichen Wegen nur ein Zerrbild einer gesunden, schönen Leibesübung liefern. Da bei uns das weibliche Geschlecht erfreulicherweise noch nicht an Radrennen teilnimmt und jene üble Renommisterei bei den Radfahrerinnen noch nicht eingerissen ist, so zeichnen sich unsere radelnden Mädchen und Frauen meistens durch gute Haltung auf dem Rade vorteilhaft aus.

Runder Rücken.

Notwendige Haltung beim Rennfahren.

Dornüber-  
neigen des  
Rumpfes.

Eine andere fehlerhafte Haltung, die lediglich durch falsche, und zwar ebenfalls zu tiefe Stellung der Lenkgriffe (oder zu hohen Sattel) bewirkt wird, ist das Dornüberneigen des in sich gestreckten Rumpfes im Hüftgelenk. Indem der Rumpf mit



Fig. 542. Ein Rennfahrer (der Neger „Major“ Taylor).

seinem Schwergewicht nicht etwa gerade auf dem Sattel getragen wird, so daß sein Schwerpunkt im Sattelsitz unterstützt wird, sondern sich nach vorn neigt, wird das Rumpfgewicht von den Armen aufgenommen, welche an die zu tief stehende Lenkstange greifen, und lastet auf diesen. Diese fehlerhafte Haltung hat zur Folge, daß der Damm

stark gegen die Sattelspitze angepreßt wird und die Geschlechtsteile hier einen starken Druck, selbst Quetschung erfahren können. Ferner werden die Arm- und Handmuskeln unnötig angestrengt. Während bei guter aufrechter Haltung die Hände nur ganz lose, zu leichter Lenkung der Lenkgriffe, diesen aufliegen sollen, haben sie nunmehr die Rumpflast dauernd zu stützen. Dabei werden den zusammengezogenen Muskeln in einem fort die zitternden Stöße der rollenden Maschine mitgeteilt. Alles dies bewirkt Ermüdungserscheinungen in den Armen und Händen. Die Hände bleiben nach der Fahrt noch eine geraume Weile kraftlos und zittrig.

Nicht nur Gründe der Schönheit, sondern wichtige gesundheitliche Gesichtspunkte sind es, welche beim Radfahren eine gute Haltung erfordern. Vor allem ist hierauf bei der Jugend zu achten, soll anders das Radfahren nicht mehr Schaden als Nutzen stiften. Die Jugend vor den Entwicklungsjahren, wo das Knochenwachstum noch in vollem Gange ist und die Knochen noch weich und biegsam sind, so daß Haltungsfehler leicht Wachstumsstörungen und dauernde Verbildung zur Folge haben, gehört überhaupt nicht aufs Fahrrad, wenigstens nicht zu längeren Fahrten. Die Nachteile überwiegen hier weitaus die Vorteile.

Radfahren  
in früher  
Jugend.

### § 347. Die Bewegung und Arbeit beim Radfahren.

Die eigentliche Bewegung beim Radfahren besteht in dem Runddrehen des Kurbelrades mittels der auf die Kurbeln oder Pedale aufgesetzten Füße. Die Fußballen beschreiben also mit den Pedalen eine Kreisbewegung; die Pedale sind an den Endpunkten eines Durchmesser dieses Kreises angebracht und stehen etwa 30 cm auseinander. Wenn das eine der Pedale seinen höchsten Stand erreicht hat, so befindet sich das ihm mit der Fußspitze aufstehende Bein im höchsten Grad der Beugung. Dabei steht der Oberschenkel nahezu horizontal, und der Beugungswinkel im Hüftgelenk beträgt ungefähr einen rechten Winkel, während der Beugungswinkel im Kniegelenk spitzer ist. Dieses Bein, welches also im Begriffe steht, durch seine Streckung das Pedal, dem es aufruht, vom höchsten Stand hinabzudrücken in den tiefsten Stand, nennen wir das Arbeitsbein und das zu Anfang dieser Bewegung in ziemlich gestreckter Haltung dem unteren Pedal aufruhende Bein das Lastbein. Es geht, während das Arbeitsbein durch Streckung hinabtritt, passiv auf seinem Pedal wieder herauf. Der Streckung des Arbeitsbeins entspricht stets die Beugung des Lastbeins: beide Beine befinden sich beim Kurbeltreten im ununterbrochenen Fluß der Bewegung. Das herabtretende Arbeitsbein hat also neben seiner eigentlichen Arbeit: Drehung des Kurbel- oder Kettenrads, noch die zu leisten, das Lastbein zu heben und den durch dessen Eigenschwere der Aufwärtsbewegung des unteren und hinteren Pedals entgegenstehenden Druck zu überwinden. Im wesentlichen entfällt von den Streckmuskeln der Beine die Arbeit des Radfahrens auf den großen vierköpfigen Schenkelstrecker. Ferner sind mit wirksam die Senker oder Strecker des Fußes, und zwar gemeinsam mit dem großen Wadenmuskel in um so größerem Umfange, je mehr die Pedalarbeit auch im Fußgelenk erfolgt.

Entgegengesetzt dieser Arbeit ist die Bremsarbeit des Gegentretens, welche beim Fahren eine abwärts geneigte Ebene hinunter nötig wird. Da das Rad hierbei vermöge der Schwerkraft von selbst in eine immer mehr beschleunigte Bewegung nach vorwärts gerät, so muß der Fußdruck dem Aufwärtssteigen der Kurbel einen kräftigen Widerstand entgegensetzen und die rapid zunehmende Geschwindigkeit des abwärts rollenden Rades durch diese hemmende Gegenarbeit in eine stetige und mäßige verwandeln.

Gleich-  
gewichts-  
erhaltung.

Zur Kurbeldrehung des Tretrades kommt nun noch als Muskelarbeit hinzu die Gleichgewichtserhaltung des Körpers auf der schmalen, den Erdboden nur mit zwei Punkten des Umkreises des Vorder- wie des Hinterrades berührenden Maschine. Diese Gleichgewichtserhaltung muß vom Anfänger mühsam erlernt werden. Heftige Muskelschmerzen im Kreuz und in den Lenden befehlen ihm, wie angestrengt seine Rückenmuskeln in erster Linie sich zusammenziehen mußten, um das Gleichgewicht auf dem schwankenden Rade zu erhalten. Erst wenn das Treten sicher erlernt ist und glatt und gleichmäßig erfolgt, entfällt jene krampfhafteste Anstrengung der das Gleichgewicht erhaltenden Muskeln von selbst; das Balancieren des Körpers mit dem Rade als Ganzem wird einfach durch die wechselnde Arbeit der Beine beim Pedaltreten bewirkt. Dem fertigen Radfahrer kommt daher diese Gleichgewichtserhaltung als solche gar nicht mehr zum Bewußtsein. — Außer dieser Gleichgewichtserhaltung des mit dem Körper belasteten Rades hat der Radfahrer aber noch eine andere Art der Erhaltung des Gleichgewichts zu bewirken: das ist das Balancieren und Aufrechterhalten des Rumpfes auf dem Sattel. Dazu gehört Muskelspannung und Zusammenziehung wie bei jeder langdauernden Sizarbeit, und es bleiben darum nach längeren Dauersfahrten dem Radfahrer Ermüdungserscheinungen in den Rückenmuskeln — Schmerz und lahmes Gefühl in der Kreuzgegend — nicht erspart.

Arm- und  
Hand-  
muskeln.

Die Muskeln der Arme und Hände werden beim Radfahren — abgesehen von dem ungeübten Neuling und abgesehen von Radfahrern mit der ebenerwähnten schlechten Haltung — nur in ganz geringem Grade, und zwar zur Lenkung des Rades in Anspruch genommen.

Übersehung.

Der Umfang der Arbeit beim Radfahren gestaltet sich verschieden, je nach der sogenannten Übersehung des Rades. Unter Übersehung verstehen wir eine Verhältnis-ziffer, nach welcher sich der Weg, den das Rad bei einer Kurbeldrehung zurücklegt, sofort und leicht berechnen läßt. Je nach der Bauart des Rades ist dieser Weg ein verschiedener. Das durch die Trekkurbeln in Umdrehung gebrachte Kettenrad greift mit seinen Zähnen in die Glieder der Kette ein; die Kette überträgt die ihr so erteilte Bewegung auf die Zähne der Hinterradnabe und damit auf das Hinterrad selbst. Je größer nun die Zahl der Zähne des Kettenrades im Vergleich zur Zahl der Zähne der Hinterradnabe und je größer außerdem der Durchmesser des Hinterrades ist, um so größer ist die Übersehung, d. h. einen um so größeren Weg legt das Rad bei einer Kurbeldrehung zurück. Wir nennen diesen Weg die Abwicklung oder Entfaltung des Rades.

Abwicklung  
oder Ent-  
faltung.

Ist sonach bei einer hohen Übersehung eine geringere Zahl von Kurbelumdrehungen zur Zurücklegung eines Weges nötig, so erfordert dafür jede Kurbelumdrehung einen um so größeren Kraftaufwand. Der Vorteil sehr hoher Übersehung ist daher nur ein sehr begrenzter. Die starke Anstrengung, welche jeder Kurbeltritt dabei erfordert, führt schneller zur Ermüdung und zum Versagen der Beinmuskulatur. Namentlich wächst die Arbeit ganz ungemein und wird zur Überanstrengung, sowie die befahrene Straße etwas bergan steigt. Daher werden für Tourenfahrten auch Räder gefertigt, welche beim Berganfahen auf eine besondere niedrige Übersehung umgestellt werden können.

In ähnlichem Maße wie beim Berganfahen steigt die Arbeit bei jeder Kurbelumdrehung (für das Fahren in der Ebene hat Bourly sie im Mittel auf 20 kg beim Erwachsenen bestimmt) durch entgegenstehenden Winddruck, so daß auch hier bei hoher Übersehung die Anstrengung schnell zur Überanstrengung steigt.

Bei der Wahl der Übersehung des Rades für einen Fahrer oder eine Fahrerin muß man den Grad der Übung und der Muskelkraft in Betracht ziehen, vor allem aber auch die Verschiedenheit der Verhältnisse, wie sie zwischen dem Fahren auf

Günstigste  
Übersehung  
des Rades.

dem glatten Boden der geschlossenen Fahrradbahn und dem Fahren draußen im Freien besteht. Die allseitige Erfahrung hat aber längst gelehrt, daß die zweckmäßigsten Übersetzungen für Anfänger 60—70'' (die übliche Berechnung geschieht noch nach englischen Zollen) sind, und daß man bei erlangter größerer Übung und Kraft auf Übersetzungen von 70—80'' steigen mag. Über eine Übersetzung von 84'' soll auch ein geübter kräftiger Fahrer nicht hinausgehen, wenn anders er auch für längere Fahrten leistungsfähig bleiben will.

### § 348. Die Arbeitsgröße beim Radfahren.

Die Arbeitsgröße des Radfahrens hängt von einer Reihe von Umständen ab. Zunächst von der Beschaffenheit des Rades selbst. Ist die Mechanik des Rades eine gute und ist das Rad gut gehalten und gereinigt, so können die Widerstände und Reibungen in den einzelnen Teilen der Maschine verschwindend gering werden. Es wird daher bei einem guten Rad kein besonderer Aufwand von Muskelkraft zur Überwindung von Widerständen nötig sein, die in der Maschine selbst liegen. Anders liegt natürlich die Sache bei einem schlecht gebauten und verschmutzten Rad. Hier wachsen die Widerstände in den Achsen der Räder, der Kettenübertragung usw. bei einer längeren Fahrt zu einer großen Summe von Hemmungen an, deren Überwindung einen oft nicht unbeträchtlichen Teil der Muskelarbeit für sich in Anspruch nimmt.

Ebenso wird das Arbeitsmaß beeinflusst, und zwar unter Umständen erheblich beeinflusst durch die Reibung der Radreifen am Erdboden. Am geringsten ist diese Reibung und am leichtesten wird die Fahrt bei hartem, trockenem und genau ebenem Boden. Daher der Asphalt- oder Zementbelag der Radfahrbahnen. Ist solcher Boden naß und schlüpfrig, so fährt es sich zwar ungemein leicht, aber die Gleichgewichtserhaltung wird auch schwieriger. Das Asphaltplaster unserer Großstädte bringt bei Regenwetter manchen Radfahrer zu Sturz. — Die Reibung am Erdboden wird vermehrt bei zunehmender Rauigkeit des Bodens. Vor allem aber wächst sie stark an durch Vergrößerung der Berührungsflächen bei nachgiebigem Boden. Über durchweichten, einsinkenden Boden, über losen Sand oder lockeren Schnee zu fahren, steigert die Widerstände derart, daß das Fortkommen mit dem Rad zu einer Anstrengung wird, die unter Umständen die Kräfte des Fahrers übersteigt, ihn zwingt abzuflitzen und seine Maschine bescheidenlich neben sich zu führen.

Stark wechselt, wie wir oben sahen, die Arbeitsgröße, wenn der befahrene Weg nicht horizontal liegt, sondern auf- oder absteigt. Ist der Weg nach abwärts geneigt, so rollt in Folge der Schwerkraft die Maschine von selbst bergab mit immer mehr beschleunigter Geschwindigkeit, die schließlich gefährlich wird und dem Radfahrer die Herrschaft über sein Fahrzeug benimmt, wenn sie nicht durch Bremsen und Gegentreten gemäßigt wird.

Umgekehrt verhält sich die Sache bei ansteigendem Wege bergauf. Hier kommt zu der horizontalen Fortbewegung des Körpers dessen Aufwärtstragen in senkrechter Richtung hinzu und steigert bei der Schnelligkeit der Fahrt die Summe der aufzuwendenden Arbeit in kurzer Zeit auf ein sehr hohes Maß.

Des weiteren wird, schon bei ruhiger Luft, die Arbeitsgröße beim Fahren stark beeinflusst durch den Widerstand der Luft. Dieser Widerstand nimmt beim Fahren mit einer Geschwindigkeit von nur 9 km in der Stunde 6%, bis 15 km 16%, bei 21 km Stundengeschwindigkeit aber bereits 26% des Gesamtaufwandes an Arbeit in Anspruch.

Die Verhältnisse gestalten sich aber verschieden bei bewegter Luft unter dem Einfluß des Winddruckes. Je geringer die Reibungswiderstände in den Achsen-

Die Arbeitsgröße beim Radfahren.

Reibungswiderstände in der Maschine.

Reibung der Räder gegen den Boden.

Auf- und absteigender Weg.

Arbeit beim Berganfahren.

Luftwiderstand.

Winddruck.

lagern der Maschine und vor allem zwischen Radreifen und Erdboden sind, um so größer wird natürlich der Einfluß sein, welchen die Luftbewegung auf den Gang der Maschine ausübt. Der auf dem Rad befindliche Fahrer bietet mit seinem Körper dem Winddruck eine nicht unerhebliche Angriffsfläche dar. Wird mit dem Winde gefahren, so wird die Arbeit des Fahrens unter Umständen stark erleichtert. Wird dagegen entgegen der Windrichtung gefahren, so wird das Fahren mit wachsender Windstärke in wachsendem Grade erschwert; die aufgewendete Arbeit muß dann entsprechend gesteigert werden, und zwar in solchem Grade, daß bei sehr heftigem Wind der Einfluß

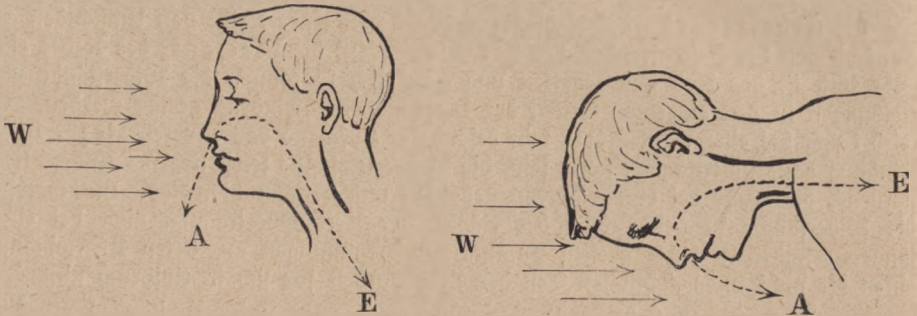


Fig. 543 und 544. Richtung der Atmung durch die Nase bei entgegenstehendem Winddruck. Die Pfeile W geben die Richtung des Winddrucks, E gibt die Richtung der Einatmung, A die der Ausatmung an. In Fig. 543 wird der Kopf aufrecht getragen, der Ausatmungsstrom bewegt sich senkrecht gegen den Winddruck; in Fig. 544 ist der Kopf stark geneigt, der Ausatmungsstrom A ist gleichförmig mit der Windrichtung, mithin wesentlich erleichtert.

des Winddruckes stärker wird als die Muskelkraft des Fahrers, d. h. daß die Fahrt unterbrochen werden muß, weil ein Fortkommen in der Richtung gegen den Wind nicht mehr möglich ist. Auch bei seitlichem Winddruck gilt es, stärkere Muskelarbeit aufzuwenden, um trotz des Seitendrucks die Fahrtrichtung beibehalten zu können.

Bei entgegenstehendem Winde sucht der Radfahrer durch Vornüberneigen des Körpers die Angriffsfläche für den Winddruck nach Möglichkeit zu verringern. Ebenso zwingt ihn die Notwendigkeit, regelmäßig und tief zu atmen, zu einer Senkung des Kopfes. Denn der starke Druck der gegen die Gesichtsfäche anprallenden Luft (bei schnellstem Fahren in ruhender Luft liegen diese Verhältnisse genau so wie bei lang-

Atmung bei Winddruck.

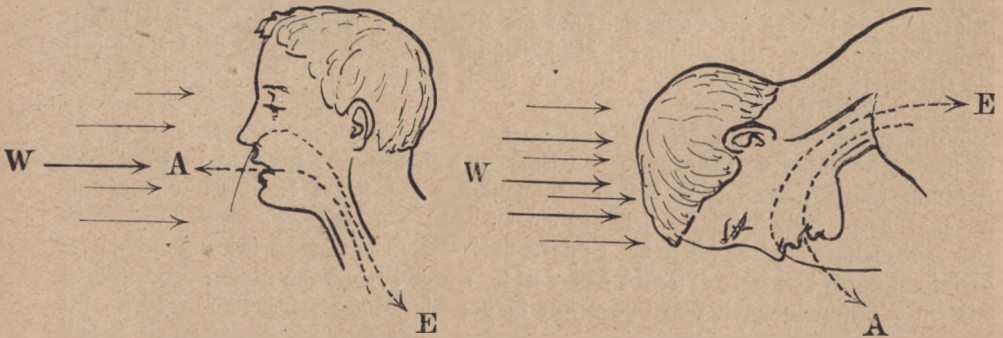


Fig. 545 und 546. Einatmung durch die Nase, Ausatmung durch den Mund bei entgegenstehendem starken Winddruck. W Richtung des Winddrucks, E der Ein-, A der Ausatmung. In Fig. 545 wird der Kopf aufrecht getragen, die Ausatmung A durch den Mund ist direkt gegen den starken Winddruck gerichtet, also außerordentlich erschwert. In Fig. 546 fängt der Scheitel des Kopfes den Winddruck auf, die Nase zerteilt den Luftstrom vor dem Munde, so daß die Ausatmung nach unten und hinten ungehindert vor sich gehen kann.



samen Fahren gegen den Wind) erschwert in hohem Grade die Ausatmung. In geringerem Grade ist dies der Fall, wenn sowohl die Ein- wie die Ausatmung durch die Nase bewirkt wird, da bei aufrecht gehaltenem Kopfe die Richtung der Ausatmung durch die Nase senkrecht nach unten geht. Wird das Haupt gesenkt, so nähert sich die Richtung des Ausatemungsstromes immer mehr der Richtung des Luft- und Winddruckes, d. h. die Ausatmung wird wesentlich erleichtert. Nun ist es aber, wie bereits beim Lauf besprochen ward, bei heftigen Schnelligkeitsübungen nicht jedem möglich, die stark gesteigerte Ein- wie die Ausatmung lediglich durch die Nase zu bewirken; es muß die Atmung durch den Mund zu Hilfe genommen werden, und zwar beim Akt der Ausatmung. Wenigstens bei mäßiger Fahrgeschwindigkeit und beim Fehlen entgegenstehenden Winddruckes wird dies nicht bedenklich sein. Anders, wenn die Fahrgeschwindigkeit eine sehr große ist, oder wenn gegen den Wind gefahren werden muß. Hier muß der Kopf so weit gesenkt werden, daß sein Scheitel, gegen den Luftdruck gerichtet, diesen gewissermaßen bricht und zerteilt, um an den rückwärts gelegenen Ein- und Ausgangspforten der Atmung, der Nase und dem Mund, freies Spiel der Atmung zu ermöglichen.

Es ergibt sich also für die Art der Atmung beim Radfahren die Vorschrift, daß bei mäßiger Fahrt, wenn eben möglich, nur durch die Nase eingeatmet wird. Bei sehr schneller Fahrt oder bei Fahrt gegen den Wind ist der Kopf nach vorn zu senken, um den Atemgang dem Einfluß des Luftwiderstandes und Luftdruckes möglichst zu entziehen. Dies wird besonders notwendig, wenn die Enge des Luftweges durch die Nase den genügenden Luftwechsel mittels der Atmung, die bei der Fahrt ungemein gesteigert wird, nicht mehr gestattet. Dann muß die Mundatmung zu Hilfe genommen werden, und zwar die Ausatmung durch den Mund, die nun unbehindert in der senkrechten Richtung nach unten erfolgen kann. Der Rat Tissjés, beim Radfahren „durch die Nase einzuatmen, durch den Mund auszuatmen“, wird also nur für die eben gedachten Ausnahmefälle zu empfehlen sein.

lassen wir alles Gesagte zusammen, so ergibt sich, daß die Arbeitsgröße beim Radfahren je nach den Widerständen in der Mechanik des Rades selbst, je nach der Beschaffenheit des Bodens und je nach der Neigung der Bodenfläche sowie endlich je nach der Richtung und Stärke des Winddruckes eine sehr wechselnde ist. Sie ist aber auch unter den günstigsten Verhältnissen — ebener harter Boden, ruhige Luft, tadellos gearbeitetes Rad — eine immerhin recht bedeutende. Es liegen eine Reihe von Angaben hierüber vor, von denen zunächst die von Rankine genannt sei, der mit seiner Berechnung des Reibungswiderstandes die Arbeit des Radfahrers der gleich stellte, als ob er sich und sein Rad auf die Höhe von  $\frac{1}{50}$  der in der Ebene durchfahrenen Strecke höbe. Nun wird aber nur beim langsamen Fahren der Reibungswiderstand besonders bestimmend für die Arbeit des Radfahrers; bei schnellem und schnellstem Fahren aber fällt in steigendem Grade der Luftwiderstand ins Gewicht.

Schon früher angeführt sind die Untersuchungen von L. Zunk, welcher das Maß der geleisteten Muskelarbeit in Meterkilogrammen nach dem Sauerstoffverbrauch unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Kohlensäureausscheidung bestimmte. L. Zunk fand, daß beim Radfahren der Energieverbrauch für 1 m Wegstrecke betrug:

1. Langsames Fahren

(9 km in der Stunde) für 1 m Weg: 20,289 cal = 8,622 mkg.

2. Mittleres Fahren

(15 km in der Stunde) für 1 m Weg: 20,843 cal = 8,856 mkg  
(Zuwachs gegen 1 = 2,65 %).



einer Stunde Marschierens. Das Anstrengungsgefühl beim Radfahren ist ein geringeres — und zweifellos liegt es darin begründet, daß bei keiner Leibesübung so leicht gefahrbringende Überanstrengung sich einstellt. Denn die zeitig sich einstellende Empfindung beginnender Überanstrengung ist eben das beste Schutzmittel gegen das Übermaß von Anstrengung.

### § 349. Körperliche Einwirkungen des Radfahrens.

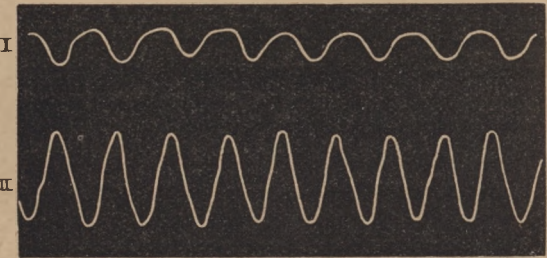
Die körperlichen Einwirkungen des Radfahrens sind mit denen der anderen Schnelligkeits- und Dauerübungen darin gleicher Art, daß die örtlichen Ermüdungserscheinungen in den arbeitenden Muskeln im Verhältnis zu den erreichten, oft außerordentlich großen Arbeitssummen geringfügig sind und zurücktreten gegenüber der Beeinflussung der Atmung, der Herzarbeit und des Stoffwechsels. Diese Beeinflussung tritt ihrerseits wieder verschieden hervor, je nach dem Umfang der in einer bestimmten Zeitdauer geleisteten Muskelarbeit.

Was zunächst die Atmung betrifft, so wächst schon bei mäßig schnellem Radfahren sowohl die Zahl der Atemzüge in der Minute als auch der Umfang jedes Atemzuges selbst nach allen Durchmessern der Lunge. So zeigte L. Zunh, daß ein Radfahrer, der ein Zeitmaß von 15 km in der Stunde fährt, in der Minute 5 l Luft mehr ausatmet als in gleicher Zeit der Wanderer, der im Zeitmaß von 6 km in der Stunde auschreitet. Bei guter Haltung auf

dem Rade, welche auch die oberen Lungenabschnitte ausgiebig an der gesteigerten Atemtätigkeit mit beteiligt und nach keiner Richtung hin die volle Entfaltung der Lungen hindert, stellt daher ein gleichmäßiges, ruhiges, über längere Strecken fortgesetztes Radfahren eine treffliche Atemübung dar. Die Steigerung der Atemtätigkeit erfolgt rein automatisch in voller Regelmäßigkeit. Anders, wenn das Radfahren bis zur Höchstleistung in bezug auf Schnelligkeit gesteigert wird, also bei schnellstem Wettfahren, bei schnellem Bergauffahren, bei starker Arbeit gegen den Winddruck. Hier steigert sich mit dem Anwachsen der gesamten Arbeitsgröße in der Zeiteinheit auch die Atemarbeit schnell bis zu beginnender Atemerschöpfung, die sich in unregelmäßigem Atemgang, schnappenden kurzen Einatmungen und sonstigen Erscheinungen der Atemnot und der Blutüberfüllung in den Lungen äußert. Im ganzen ist es, indes unzweifelhaft, daß auch bei schnellstem Radfahren die Ermüdung der Atmungsorgane nicht so leicht und so oft in die Erscheinung tritt wie bei schnellstem Lauf und bei schnellstem Rudern.

Stärker tritt dagegen beim Radfahren der Einfluß auf die Herzarbeit hervor. Es wächst der Umfang der Herzarbeit unter erheblicher Steigerung der Pulsziffer, und diese Vermehrung der Herzstätigkeit vollzieht sich unter schwierigen Verhältnissen, indem auch der Blutdruck ein größerer wird. Erst nach einer gewissen Fahrtdauer erweitern sich die Blutgefäße in den arbeitenden Muskeln und weiter auch in der Haut: unter oft recht starkem Schweißausbruch tritt dann ein langsames Ab-

Körperliche Einwirkungen des Radfahrens.



Einfluß auf die Atmung.

Fig. 517. Mit dem Pneumographen von Marec aufgenommene Kurven der Atembewegung vor und nach einer Radfahrt über 20 km. Die obere Kurve I zeigt die Größe der normalen Atembewegungen vor der Fahrt. Die Kurve II zeigt, wie die Atembewegungen sowohl nach Zahl (44 in der Minute) wie vor allem nach Tiefe gesteigert sind. — Die aufsteigende Linie der Kurve entspricht jedesmal der Ein-, die absteigende, nach Erreichung des Gipfels, der Ausatmung.

Einfluß auf die Herzstätigkeit.

sinken des Blutdruckes und damit Erleichterung ein. Wir haben diese Erscheinung schon beim Schnellrudern besprochen — nur daß hier, wo der Umfang der an der Bewegung beteiligten Muskeln ein viel größerer ist als beim Radfahren, auch diese erleichternde Gefäßerweiterung und das Sinken des Blutdruckes sich eher einstellt. Mit dem Zurückgehen des Blutdruckes tritt auch eine Beruhigung in der Häufigkeit der Herzzusammenziehungen ein: die Pulsziffer, welche namentlich bei anstrengendem Radfahren bis auf 200–250 Pulschläge in der Minute anwachsen kann, ähnlich wie auch bei anderen Schnelligkeitsübungen, beginnt wieder zu sinken. Lehrreich ist folgende Beobachtung von Mendelssohn (Fig. 549): die Pulsziffer der Versuchsperson vor der einstündigen, über 20 km gehenden Fahrt betrug 68. Nach einer halben Stunde Radfahren war die Ziffer um das Doppelte, auf 152, gestiegen. Sie fiel beim

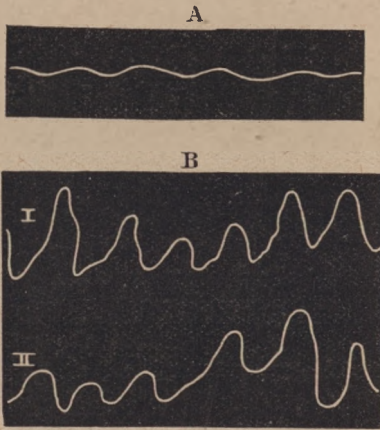


Fig. 548. Unregelmäßige Atmung und Atemerschöpfung nach einer Rennfahrt, die ein noch Ungeübter auf dem Dreirad unternommen hat. A Atemkurve vor der Fahrt. B Atemnot nach Zurücklegung von 1250 m. B I unmittelbar nach Unterbrechung der Fahrt, B II 2 Minuten 10 Sekunden später aufgenommen. — Der Unterschied zwischen der flachen Atmung in der Ruhe und den ganz unregelmäßigen umfangreichen Atemzügen als Ausdruck der Atemnot ist ein außerordentlich sinnfälliger. — Nach Tissie (L'hygiène du velocipediste).

Über-  
anstrengung  
des Herzens.

Weiterfahren allmählich unter 100, um bei ansteigendem Wege durch die gesteigerte Anstrengung auf 150 wieder anzuwachsen. Nach halbstündiger Pause, wobei der Puls auf 105 herabgegangen war, wird die Fahrt wieder aufgenommen. In 10 Minuten ist der Puls wieder auf 138 gestiegen, um nun — Sinken des Blutdruckes und beginnende Herzerermüdung — bis auf 70 herabzugehen. Sowie der Weg aber ein ansteigender wird und ein größeres Maß von Energie wieder eingesetzt werden muß, schnell auch die Pulsziffer wieder in die Höhe, bis auf 140. Bemerkenswert ist, daß in der Ruhe nach drei Stunden die Pulszahl noch 98, nach siebenstündiger Ruhe noch 90, nach zehnstündiger Ruhe noch 80 betrug. Dies stimmt mit anderen Beobachtungen, wobei nach Radfahrten die vermehrte Herzstätigkeit nur sehr langsam auf die Norm zurückging. So zählte Villaret bei einem Radfahrer, der von Berlin nach Brandenburg (61 km) gefahren war, noch nach drei Stunden der Ruhe 200 Pulschläge.

Bei sehr angestregtem Radfahren (Rennfahren, ausgedehntes Dauerfahren in überschnellem Zeitmaß, schnelles Berganfahren, Fahren gegen stärkeren Winddruck) wird die

Herzarbeit leicht bis zu Erscheinungen der Übermüdung des Herzens gesteigert.

Im allgemeinen tritt bei gesunden Herzen nach einer nicht gerade maßlosen Radfahrt Verkleinerung des Herzens auf (Dietlen und Moritz) wie auch bei anderen Schnelligkeitsübungen (s. o. § 140). Indes kann auch unter besonderen Umständen Herzerweiterung eintreten, entweder vorübergehender Art oder auch selbst bleibend. Auch andere Störungen der Herzstätigkeit, aussehenden kleinen Puls, lästiges Herzflopfen, Bellemungserscheinungen, selbst Klappenfehler (?) hat man nach Radfahren eintreten sehen, Störungen, die zum Teil dauernd blieben. Das Entstehen solcher Schädigungen infolge von Überanstrengung, namentlich beim Berganfahren, wird eben durch den Umstand erleichtert, daß die schützende Empfindung der Überanstrengung beim Radfahren so außerordentlich gering ist. Es liegen tatsächlich einige Fälle vor, in denen beim Radfahren durch Herzüberanstrengung plötzlicher Tod eintrat. Bei den meisten dieser Unglücksfälle handelt es sich doch wohl nur um Leute, deren Herz nicht gesund und daher der Anstrengung nicht

Unglücks-  
fälle beim  
Radfahren.

gewachsen war. Für mehrere dieser Verunglückungen ist das ausdrücklich festgestellt. Es verdient andererseits hervorgehoben zu werden, daß, ähnlich wie beim Bergsteigen, ein sehr mäßiges, gut bewachtes Radfahren durch die Steigerung der Arbeit eine wohlthätige Übung selbst für den geschwächten, fettumwachsenen Herzmuskel zu bedeuten vermag, und daß Störungen des Kreislaufes so gebessert und beseitigt werden konnten.

Entsprechend der Arbeitsgröße ist auch der Stoffumsatz beim Radfahren ein sehr lebhafter. Es geht dies aus den oben mitgeteilten Ziffern über den Energieaufwand beim Radfahren genugsam hervor.

Ebenso liefert die Ausscheidung des Harnstoffes im Harn einen Maßstab für den Umfang des Stoffwechsels und dessen Anwachsens beim Radfahren. In einem von Mendelssohn mitgeteilten Falle geht die Beobachtung über eine Fahrt von

Einfluß des Radfahrens auf den Stoffwechsel.

Harnstoffauscheidung.

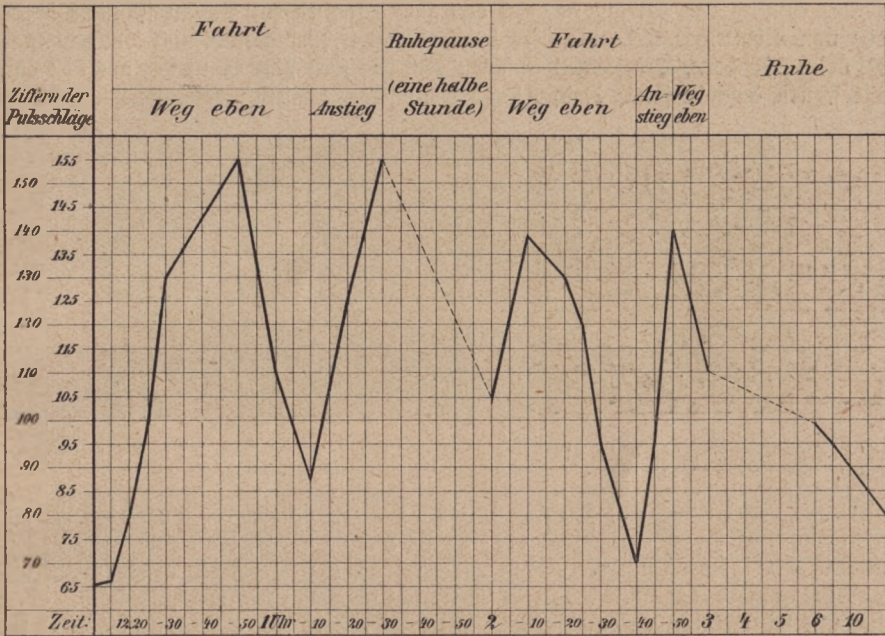


Fig. 549. Einfluß einer Radfahrt mit zum Teil ansteigendem Weg auf die Pulszahl bei einem gesunden jungen Manne.

50 km, die ein 24-jähriger Student ausführte. Die Harnstoffziffer wurde auf den Tag in 24 Stunden berechnet. Sie betrug vor der Fahrt 18,80 g, stieg nach 20 km Fahrt auf 20,79, nach 30 km auf 20,93 und hatte nach 50 km 21,12 erreicht.

Zu der gesteigerten Verbrennung in den Geweben gesellt sich beim Radfahren ein starker Schweißverlust und bewirkt nach längeren Radfahrten Entwässerung und Gewichtsabnahme des Körpers. So erlitt der Radfahrer Stophane, um einen außerordentlichen Fall anzuführen, bei einer Dauerrfahrt über 673,3 km in 24 Stunden einen Verlust an Körpergewicht von nicht weniger als 6,35 kg.

Der starke Stoffverlust beim Radfahren, verbunden mit der Austrodnung des Mundes, die namentlich dann sehr unangenehm sich bemerkbar macht, wenn nicht anhaltend durch die Nase geatmet wird, verursacht ein starkes Durstgefühl sowie Gefühl von Hunger. Der Appetit des Radfahrers bei der Wanderfahrt ist ein wohlbekanntes. Nur dann fehlt dieser gesunde Appetit, wenn die Fahrt dem Kräfte-

zustand des Radfahrers gemäß eine zu anstrengende, der Radfahrer zu Dauerleistungen weder angeübt noch in entsprechender Körperverfassung war, so daß der Zustand der allgemeinen Ermüdung des Körpers eintritt.

Die Art der Bewegung beim Radfahren bringt es mit sich, daß die Darmtätigkeit in einer oft recht erwünschten Weise vermehrt wird. Daß das Radfahren einmal durch Steigerung der Blutfülle und weiterhin durch mechanische Reizung mittels der Sattelspitze einen erregenden Reiz auf die Unterleibsorgane und namentlich die Geschlechtsteile ausübe, ist zwar viel behauptet worden, hat aber auch mit Recht lebhaften Widerspruch hervorgerufen. Es ist nicht richtig, daß die Beckenorgane beim Radfahren blutüberfüllt sind; durch die Blutverschiebung nach den Muskeln ist das Gegenteil der Fall. Stärkere Druckwirkungen auf Damm und Harnröhre sind aber eine Folge fehlerhafter Sattelstellung und schlechten Sitzens, sind also durchaus vermeidbar.

Der Einfluß des Radfahrens auf das Nervensystem endlich ist nicht in dem Maße von erholender Art, wie dies bei anderen Schnelligkeits- und Dauerübungen, z. B. beim Wandern, Bergsteigen und Rudern, der Fall ist. Denn der auf der Landstraße schnell dahinsausende Radfahrer hat unausgesetzte Aufmerksamkeit auf die Be-

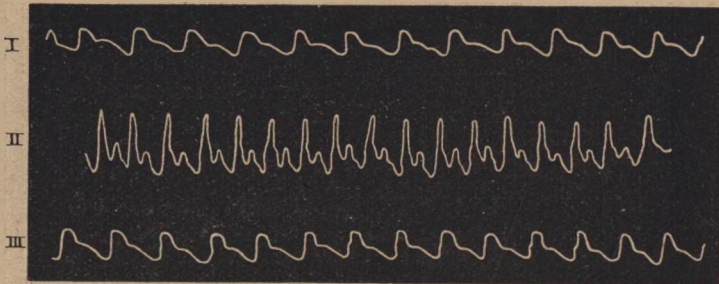


Fig. 550. Pulskurven eines 44jährigen fettleibigen Mannes bei mäßigem Radfahren. — I im Ruhezustand vor der Fahrt, II unmittelbar nach der Fahrt, III sechs Stunden nach der Fahrt aufgenommen. — Nach Prof. Kisch.

schaffenheit des Weges, auf etwaige Hindernisse, auf entgegenkommende Fuhrwerke, Automobile usw. zu richten. Auch der sicherste Fahrer bedarf stets einer gewissen Anspannung des Nervensystems. Wenn andererseits der Gelehrte, dessen Geist durch irgendeine größere Arbeit unausgesetzt beschäftigt ist, wenn der Geschäftsmann, der die Sorge um seine Unternehmungen stetig mit sich herumträgt, gerade deshalb das Radfahren schätzt, weil das Rad den Fahrer zwingt, seine Gedanken nur auf den Weg zu richten, so ist das bei solchen nervösen Leuten immerhin ein nicht zu verachtender Vorteil.

### § 350. Einige gesundheitliche Fragen.

Eine Frage, die heute vielfach gestellt wird, ist die: ob das Radfahren gesund sei. Das läßt sich natürlich in solcher Allgemeinheit gar nicht beantworten; denn es kommt sehr darauf an, welches Radfahren gemeint ist, und für wen es gesund sein soll.

Vom eigentlichen Rennfahren und dem Tränieren zu solchem können wir hier absehen. Die Einwirkungen dieses Sports sind genugsam erörtert, und über die Gefahren, namentlich der Rennfahrten über sehr große Strecken oder über große Zeitdauer, kann kein Zweifel bestehen. Diese Gefahr drückt sich in der offenkundigen Tatsache aus, daß die größere Mehrzahl der bekannten Radrennfahrer — militäruntauglich ist. Es kann sich also hier nur um ein zur Wahrung von Gesundheit und Frische betriebenes mäßiges Radfahren handeln, welches sich von einem auf Höchstleistungen gerichteten Betrieb völlig fernhält.

Anregung  
der Darm-  
tätigkeit.

Einfluß auf  
die Unter-  
leibsorgane.

Einfluß auf  
das Nerven-  
system.

Einige ge-  
sundheitliche  
Fragen.

Für das Alter vor den Entwicklungsjahren ist das Radfahren durchaus entbehrlich und ist das Tummeln im Spiel sowie das Turnen weit gemäßer und beförmlicher. Auch wird in diesen Jahren, wo das Knochenwachstum noch in vollem Gange ist, die schlechte Haltung beim Radfahren besonders leicht zu einer bleibenden und zieht dauernde Schäden nach sich. Für die Entwicklungsjahre selbst bestehen weniger Bedenken gegen das Radfahren. Weitere Dauerfahrten, über eine Reihe von Tagen ausgedehnt, sind allerdings wegen ihrer angreifenden Wirkung auf den Stoffwechsel in dieser Zeit starken Wachstums durchaus zu widerraten.

Radfahren  
in früherer  
Jugend.

Für Erwachsene ist dagegen mäßiges Radfahren, von besonderen noch zu erwähnenden Umständen abgesehen, bis zur Schwelle des Greisenalters gut beförmlich. Selbstverständlich, daß man sich in den jugendlichen Jahren von 18—35 schon eher eine gelegentliche größere Leistung zumuten kann; darüber hinaus mögen Wanderfahrten mittleren Umfangs genügen.

Radfahren  
bei Er-  
wachsenen.

Die meiste Vorsicht ist in bezug auf das Herz geboten, dessen Tätigkeit vor allem durch das Radfahren belastet wird. Unter keinen Umständen gehören wirklich Herz- kranke auf das Fahrrad. Junge Leute ferner, welche einmal eine schwerere Erkrankung an Scharlach, Diphtherie oder Gelenkrheumatismus durchgemacht, haben alle Veranlassung, sich von anstrengenderem Betrieb des Radfahrens fernzuhalten. Denn nicht gar so selten sind nach jenen Erkrankungen Veränderungen an den Herzklappen oder in der Herzmuskulatur übriggeblieben, welche, früher noch nicht nachweisbar, allmählich unter dem Einfluß belastender Anstrengung, wie starkes Radfahren sie darstellt, mehr in die Erscheinung treten und sich zu dauernden Schäden entwickeln können.

Vorsicht  
hinsichtlich  
der Herz-  
tätigkeit.

Es ist auch darauf hinzuweisen, daß nach Ablauf irgendeiner fieberhaften Erkrankung der Herzmuskel oft nur sehr langsam sich erholt und leicht ermüdbar bleibt, mag auch sonst der volle frühere Stand der Gesundheit anscheinend wiedererlangt sein. Daraus geht hervor, daß es verhängnisvoll werden kann, wenn Wiedererlesende sich allzufrüh wieder aufs Rad setzen und gar größere Fahrten unternehmen.

Die starken Stoffumsetzungen und der heftige Schweißverlust bei Radfahrten entwässern und entfetten den Körper, falls in bezug auf Flüssigkeits- und Nahrungszufuhr in geeigneter Weise Maß gehalten wird. Sehr fettleibige schwere Menschen mindern daher durch regelmäßig betriebenes Radfahren ihr Körpergewicht oft nicht unerheblich herab und gewinnen durch Einschmelzung namentlich der zwischen den Baucheingeweiden und in den Bauchdecken angehäuften Fettmassen freieres Spiel des Zwerchfelles und leichteres Atmen. Nun ist aber bei Fettleibigen auch das Herz mehr oder weniger fettumwachsen und weniger arbeitsfähig. Wenn daher bei solchen einerseits der langsame Schwund des Fettes, in Verbindung mit der Übung des Herzens durch dessen gesteigerte Tätigkeit, das Radfahren als sehr nützlich erscheinen läßt, so liegt andererseits gerade hier der Anlaß zu besonders leicht eintretender Überarbeitung und Schädigung vor. Stauungen werden bei einem durch Fett geschwächten Herzmuskel bald zur Entstehung von Herzerweiterungen führen, Herzerschöpfung wird eher eintreten. Radfahren darf also bei Fettleibigen nur mit großer Vorsicht betrieben werden. Die Fahrt soll nicht unmittelbar der Mahlzeit und — bei gleichzeitiger Anwendung einer Entfettungskur — dem Trinken von Mineralwasser oder dem Bade folgen, sondern etwa zwei Stunden später. Als Maß der Fahrt werden etwa 8 km in der Stunde und im ganzen nicht mehr als 20—30 km im Tage empfohlen (Kisch); Straßen, die stärker als 3% ansteigen, sind zu meiden. Ist die Fettleibigkeit verbunden mit Blutarmut, Entartungszuständen des Herzmuskels, Herzerweiterung oder Verkalkungen der Pulsaderwände, so ist das Radfahren als gefährlich zu unterlassen.

Fett Herz.

Radfahren  
bei Sicht und  
Zucker-  
krankheit.

Bestehen, wie häufig bei wohllebenden, fettleibigen Herren, Erscheinungen von Sicht, so kann sich ein regelmäßiges Radfahren als sehr wohlthätig erweisen. Ein gleiches ist bei leichten Fällen von Zuckerkrankheit der Fall.

Lebens-  
führung und  
Kleidung.

Für längere Fahrten gilt bezüglich der Lebensführung unterwegs (möglichste Enthaltung von alkoholischen Getränken!) so ziemlich daselbe, was wir in früheren Abschnitten bezüglich der Wanderungen und Bergfahrten bereits ausgeführt haben. Ebenso ist es mit der Kleidung, welche bequem und leicht sein soll und namentlich der gesteigerten Hauttätigkeit voll Rechnung tragen muß.

Kleidung  
der Rad-  
fahrerinnen.

Bezüglich der Kleidung der Radfahrerinnen bestehen noch sehr viele Unterschiede. Neben sehr praktischen Anzügen für längere Fahrten, z. B. aus Lodenstoff, welche ebenso bequem als wohlstandig und gut kleidend sind, sieht man auch mancherlei Auswüchse.

Korsett beim  
Radfahren.

Nur kurz sei die Korsettfrage gestreift. Wie unheilvoll das Korsett auf die Zwerchfellatmung wirkt, ist früher gezeigt worden. Desgleichen wie bei vornübergebeugter Haltung, z. B. an der Nähmaschine, durch den Druck des Korsetts die Leibeshöhle in der Mitte zusammengeschnürt und ähnlich einer Sanduhr verengt wird. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß beim Radfahren, wo es auf die Unterhaltung einer vermehrten und vertieften Atmung so sehr ankommt, das Korsett der vollen Ausnutzung der gesamten Atemfläche der Lungen hemmend im Wege steht und bei längerem schnellen oder bei ansteigendem Fahren bewirkt, daß die Atmung eher eine ungenügende wird. Auch auf die Kreislaufthätigkeit wirkt das Korsett beeinträchtigend ein. Es ist daher als unbedingte Forderung erhoben worden, das Tragen eines Korsetts für Radfahrerinnen zu verbieten. Indes hat diese Vorschrift für den Anfang der Schulung im Fahren auch ihr Bedenkliches. Es gilt auch hier, daß das Ablegen des Korsetts nicht plötzlich und unvermittelt erfolgen darf. Vielmehr würde für die erste Lernzeit im Radfahren etwa ein Korsett mit seitlichen Gummieinlagen, welches Atembewegungen auch der unteren Brustabschnitte gestattet, einen passenden Übergang bilden. Sind dann nach genügender Übung des Radfahrens in guter Haltung die Rückenmuskeln wieder erstarkt, dann ist es Zeit, den festen Schnürleib ganz und für immer zu verbannen.



# Anhang I.

## Das Übungsbedürfnis in den verschiedenen Lebensaltern.

Nachdem in den einzelnen Abschnitten dieses Buches die Verschiedenheit der Einwirkungen dargelegt ist, welche die einzelnen Übungsarten auf die Haupttätigkeiten des Körpers besitzen, soll im folgenden eine ganz kurz gedrängte Zusammenstellung darüber versucht werden, welche dieser Einwirkungen für die verschiedenen Lebensalter besonders fruchtbringend sind, und wie demgemäß der Übungstoff am besten zu verteilen ist.

### § 351. Die Altersstufen.

Für unsere Betrachtung unterscheiden wir:

1. Die Jahre der Kindheit von der Geburt bis zum Beginn des Zahnwechsels.
2. Das Knaben- oder Mädchenalter von 6—14 Jahren (Schulzeit unserer Volksschule), eingeteilt in zwei Abschnitte:

a) Die Zeit vom 6.—9. Jahre: Zeit der Angewöhnung an das Schulleben. Im ersten dieser Jahre soll nach Straß das Längenwachstum überwiegen („erste Streckung“): tatsächlich beeinträchtigt aber das erste Schuljahr häufig das Wachstum.

b) Die Zeit von 9—14. Mit dem 8. Jahre soll gewöhnlich die Gewichtszunahme, d. h. das Breitenwachstum mehr in die Erscheinung treten („zweite Fülle“). Jedenfalls macht sich mit dem 9. und 10. Jahre eine stärkere Zunahme der Muskulatur geltend; auch das Knochengestüst wird widerstandsfähiger.

Mit den Jahren von 11—14 zeigt sich ein beachtenswerter Unterschied zwischen Knaben und Mädchen. Letztere wachsen schneller („zweite Streckung“) und übertreffen die Knaben nicht unerheblich an Körperlänge und an Körpergewicht, allerdings nicht an Brustumfang sowie an durchschnittlicher Muskelkraft. Dementsprechend tritt bei den Mädchen die geschlechtliche Reifung früher ein.

3. Die Jahre der Entwicklung (Reifungszeit) von 14—19.

Beim männlichen Geschlecht ist der Beginn dieser Zeit ausgezeichnet durch ein lebhaftes Wachstum derart, daß meist schon mit dem 15.—16. Jahre der Vorsprung, den die Mädchen bis dahin an Länge und Gewicht hatten, eingeholt ist. Bei den Mädchen vollzieht sich die geschlechtliche Entwicklung oft überraschend schnell (in Großstädten mit dem 13.—14. Jahre beginnend) und ist mit dem 17. Lebensjahre meist vollendet. Das Längenwachstum erreicht hier mit dem 18. Lebensjahre meist auch schon seinen Höhepunkt. Anders bei den Knaben. Hier setzt die geschlechtliche Entwicklung später ein. Bis Ende des 17. Jahres ist das Längenwachstum vorwiegend, von da bis zum 20. Jahre (auch als „dritte Fülle“ bezeichnet) tritt immer mehr das Breitenwachstum in die Erscheinung.

Abgesehen von der geschlechtlichen Reifung (die auch mit besonderen seelischen Vorgängen einhergeht), sowie dem Stimmwechsel beim männlichen Geschlecht, ist das hervorstechendste Kennzeichen dieses Lebensalters ein mächtiges Wachstum der Lungen und ganz besonders des Herzens. Letzteres ist dadurch bedingt, daß sich das Ver-



## § 352. Übungsbedürfnis in den ersten Schuljahren.

Die Kinderjahre vor dem Schuleintritt haben grundlegende Bedeutung für die Anbahnung einer widerstandsfähigen Lebensfülle sowie für ein kräftiges, allseitiges Körperwachstum. Eine Lebensnotwendigkeit für die Entwicklung des Kindes ist hier insbesondere reichliche und regelmäßige Bewegung in freier Luft. Ein wichtiges Gebot ist daher die Schaffung von Kindergärten sowie von Kinderspielplätzen. Die vielfach kümmerliche Beschaffenheit unserer Schulneulinge lehrt genugsam, daß hier noch weithin in Deutschland große Mängel bestehen, Mängel, deren Bekämpfung eine der wichtigsten Aufgaben der Volksgesundheitspflege darstellt. —

Wenden wir uns nunmehr dem Kindesalter nach dem 6. oder 7. Lebensjahre, der ersten Schulzeit zu. Das Kind bedarf der steten Anregung zu allseitigem kräftigen Wachstum, zur Belebung seines Stoffwechsels. Diese Anregungen werden ihm, hinreichende Nahrungszufuhr vorausgesetzt, vor allem durch reichliche Bewegung gegeben, Bewegung, die nicht etwa einzelne Muskelgebiete belastet, aber doch umfanglich genug ist, um den Blutlauf rege zu gestalten und zu beschleunigen.

Weiterhin kommt nun noch der besondere Einfluß des Schullebens in Betracht. Das Kind hat sich an die stundenlange Sitzarbeit in der Schulbank zu gewöhnen. Kein Zweifel, daß diese auf die Tätigkeit der Atmungs- und Kreislauforgane und damit auch die Blutbildung hemmend und beeinträchtigend wirkt. Die Atmung in der Schulbank wird vorzugsweise zum Bauchatmen, d. h. zum Atmen bloß der unteren Lungenabschnitte. Die Brustatmung, die Lüftung namentlich der Lungen spitzen, wird beim Lesen und Schreiben in der Schulbank dagegen stark behindert, unterbleibt so gut wie gänzlich. Auch das Herz arbeitet bei anhaltendem Sitzen unter erschwerten Umständen, wozu die rechtwinklige Beugung im Hüft- und Knie-, sowie auch im Ellbogengelenk zählt.

Als weiterhin beeinträchtigend für die Blutbildung kommt hinzu das Einatmen der Schulluft, die in ungenügend gelüfteten Schulräumen und überfüllten Schulklassen oft bedenklich schlecht ist. Dementsprechend sehen wir denn auch gerade in den ersten Schuljahren Blutarmut und Bleichsucht stetig an Umfang bei unseren Schulkindern zunehmen. Die Belastung der Rückenmuskeln durch die Sitzhaltung in der Schulbank sowie fehlerhafte Sitzhaltung vermehrt weiterhin die Zahl der Kinder mit Haltungsfehlern zumal bei solchen Kindern, deren Skelett und deren Muskulatur der nötigen Widerstandskraft mangelt (Rachitis; Blutarmut; Skrofulose; Rückenichwäche).

Es ist also unsere Aufgabe, einerseits die allseitige Entwicklung des Körpers und insbesondere auch die Widerstandskraft der Bewegungsorgane zu fördern, andererseits Schädigungen, die mit dem Schulleben verbunden sind, auszugleichen. Beim Kinde vom 6.—9. Jahre kann es sich nicht um Übungen handeln, welche einzelne Muskelgruppen belasten und kräftig auszubilden suchen. Dazu ist bei dem Kinde in diesen Jahren die Muskulatur noch zu schwach und zu wenig entwickelt. Hier ist es also geboten, solche Bewegungen und Übungen Raum zu geben, welche sich auf die größten Muskelgebiete verteilen und zugleich auch die Atmung und den Blutkreislauf kräftig anregen. Das ist das wichtigste Übungsbedürfnis. Ihm entsprechen die Schnelligkeitsübungen, und zwar in der Form der kindlichen Bewegungsspiele.

Sreiübungen entbehren des Einflusses auf Herz und Lungen; Gerätübungen kommen hier noch nicht in Frage. Die Spiele aber gewähren zugleich den nervenstärkenden Einfluß der Lustgefühle und der Freude und geben der freien Willensbetätigung Spielraum. Die Turnstunde darf eben nicht zu einer geistigen Dressurstunde für die Kleinen gemacht werden. Die Spiele sind selbstverständlich, wo

es nur eben angeht, im Freien vorzunehmen. Man wird die Spiele bevorzugen, welche reichlichste Bewegung bieten, also für dieses Alter die einfachsten Lauffspiele, Nachlaufen, Haschen und Fangen; ferner die kleineren Scherzspiele, auch reigenartige, mit kleinen Liedverschen zu begleitende Kinderspiele, welche den Inhalt dieser Liederschen durch entsprechende Bewegungen darstellen lassen und der kindlichen Vorstellungskraft und Schaffensfreude gewissen Spielraum gewähren. Indem man zu solchen Kinderliedchen taktmäßige Bewegungen von der ganzen Schar ausführen läßt, findet man den Weg zu einfachen Freiübungen, die bei schlechter Witterung in überdachtem Raume den Übungsstoff abgeben. Man läßt dann weiter die Kinder sich in guter gerader Haltung aufstellen, läßt sie muntere Gehübungen im Gleichtritt machen, ferner Gleichgewichtsübungen auf der Schwebekante, einfache Rumpfübungen aus dem Sitzen oder Liegen auf der Bank, endlich kleine Spring- und Hüpfübungen.

Kinder mit kümmerlicher Brustentwicklung, mit schlechter Haltung infolge übergroßer Muskelschwäche des Rückens und mit beginnender Rückgratsverkrümmung vereine man zu besonderen Turnabteilungen, bei welchen für dies Alter schon geeignete, mehr orthopädisch gerichtete Übungen der Haltungsgymnastik eine sorgfältige individualisierende Pflege finden.

### § 353. Übungsbedürfnis in der Schulzeit vom 9.—14. Jahre.

Die Gründe, welche uns für die Schulzeit vom 6.—9. Jahre die Spiele im Freien als die wertvollste und zuträglichste Form erzieherischer Leibesübung hinstellen ließen, gelten auch für die weiteren Schuljahre. Die gesunde Entwicklung unseres heranwachsenden Geschlechtes ist nur dann gewährleistet, wenn die ganze Schulzeit hindurch für jeden Schüler und jede Schülerin mindestens ein Nachmittags der Woche — der „Spielnachmittag“ — lediglich den Spielen und Übungen im Freien oder dem Wandern u. dgl. gewidmet wird. Diese Einrichtung gehört zu den Lebensfragen für den Wiederaufbau und die Erhaltung unserer Volkskraft! — Nach dem 9. Lebensjahre erstreben die Spiele nunmehr schon reicheren Inhalt, so daß sie nicht nur Anregung und Freude gewähren, sondern auch höhere Anforderungen an Gewandtheit und Schnelligkeit, ja auch an Schlagfertigkeit stellen. Dazu dienen zunächst die einfacheren Ballspiele, wozu nach erlangter größerer Fertigkeit und Sicherheit im Werfen, Schlagen und Fangen des Balls vor allem der treffliche deutsche Schlagball tritt, um noch auf Jahre hinaus das meist bevorzugte Spiel zu bleiben. Von den reinen Lauffspielen ist der Barlauf das bestentwickelte Spiel.

Im Freien sind ferner zu betreiben: das Freispringen über die Springschnur und über feste Hindernisse; der schnelle Lauf über kurze Strecken bis zu 50 m, vom 11. und 12. Jahre ab auch schon bis zu 100 m; der Dauerlauf in langsamer Steigerung von 5 bis hinauf zu 10 Minuten, anfänglich im Wechsel von Marsch- und Lauffschritten, dann als reiner Lauf, wobei auf die Form des Schlängel- sowie des Schneckenlaufs besonders hingewiesen sei. Ebenso werden mittlere Dauerübungen in Form anregender, aber nicht übermüdender Wanderungen in zunehmendem Grade von Nutzen.

Zur Belebung der Hauttätigkeit dienen die Schulbäder in Form warmer, allmählich sich abkühlender Brausen. Nach dem 10. Jahre werden kühle Vollbäder zuträglich und kann mit dem gymnastisch so überaus wirksamen Schwimmen begonnen werden. Die Vorübungen zum Schwimmen sind als sogenanntes „Trockenschwimmen“ im Turnen vorzunehmen. Es ist überraschend, wie schnell viele Schüler nach richtig betriebenen Trockenschwimmen das Schwimmen im Wasser erlernen.

Die eigentlichen Turnübungen werden am besten so verteilt, daß täglich geturnt wird. Der Zeitraum einer halben Stunde ist, wenn richtig ausgenutzt, hier-

für ausreichend. Die gegenwärtige Einrichtung, daß an drei Tagen eine Turnstunde liegt, an den anderen drei Tagen aber wenigstens ein kurzes sogenanntes 10-Minuten-Turnen, letzteres vorzugsweise für Haltungs- und Atemübungen, sei wenigstens als ein Fortschritt anerkannt — wenn nur aus dem 10-Minuten-Turnen etwas Rechtes geworden wäre. Dem ist leider meist nicht so! Die grundlegenden Gesichtspunkte für die Auswahl der Turnübungen sind vor allem: Erzielung einer guten Körperhaltung; munteren, ausgreifenden Ganges; Kräftigung der Rumpfmuskeln. An den Geräten sind leichtere Geschicklichkeitsübungen vorzunehmen, mit Bevorzugung der Übungen aus dem Hangstand sowie aus freiem Hang und unter Vermeidung ausgesprochener Kraftübungen. Der freie Stütz darf zunächst nur flüchtig eingenommen werden: längeres Verweilen im Stütz ist so lange schädlich, bis die Rücken- und Schultermuskeln hinreichend erstarbt sind, um solche Übungen in bester, tadelloser Haltung, ohne Einsinken des Halses und Kopfes zwischen die Schultern, zu gestatten. Ein gleiches gilt übrigens auch ganz besonders für die Übungen im Liegestütz. Die Springübungen sind zu erweitern durch Hinzunehmen des Hüpf- und des Dreisprunges, des Hindernissprunges und vor allem durch die Übungen des Gerätspringens (Bock, Kasten usw.).

Was über Sonderturnstunden für Schwächlinge und Schüler oder Schülerinnen mit Haltungsfehlern im Alter von 6—9 Jahren gesagt ist, gilt erst recht für diese Altersstufe. Gewiß sollen ausgebildete Skoliofen zweiten und dritten Grades nur in orthopädischen Anstalten behandelt werden; indes für die große Zahl der Kinder mit den ersten Zeichen beginnender Rückgratsverbiegung oder mit rundem Rücken kann die Schule großen Nutzen stiften durch sorgsam geleitete und von einem auf diesem Gebiete sachkundigen Arzte beaufsichtigte besondere orthopädische Turnstunden.

### § 354. Übungsbedürfnis in der Entwicklungszeit vom 14.—19. Lebensjahre.

Übungs-  
bedürfnis in  
der Entwick-  
lungszeit.

Die Jahre der Entwicklungszeit sind nach zwei Richtungen hin für den Übungserfolg bedeutungsvoll. Einmal durch die im Vordergrund des Wachstums stehende mächtige Ausbildung der Lungen und des Herzens. Diese Organe verlangen daher die entsprechenden Wachstumsanregungen. Hier ist neben dem häufiger geübten Dauerlauf der Schnelllauf zu pflegen; Wanderfahrten können zum Teil im Eilmarsch ausgeführt werden — erschöpfende Leistungen, namentlich angreifendere Dauerleistungen sind aber auch jetzt noch bedenklich und zu vermeiden.

Dann aber sind diese Jahre besonders geeignet, die sichere Herrschaft der Muskulatur durch Entwicklung der Geschicklichkeit zu erzielen. Daher treten hier die mannigfaltigen Übungen des Geräteturnens in ihr volles Recht, auch als örtliche Kraftübungen zur Festigung und Kräftigung der nun voll übungsfähigen Muskulatur. Allerdings angreifende Kraftstücke, wie das Stemmen schwerer Hanteln u. dgl., sind auch in diesem Alter überhaupt zu unterlassen. Die Spiele im Freien sollen, um anregend und erzieherlich zugleich zu wirken, fesselnde Kampfspiele sein. Neben dem deutschen Schlagball begeistert sich die heranwachsende Jugend namentlich für das an kühleren Tagen unschätzbare Fußballspiel; auch Feldball, Faustball, Tamburinball, Torball (Kriquet) usw., wovon der Faust- und der Tamburinball neben dem Korbball und dem Tennis auch für Mädchen geeignet sind, können nun betrieben werden. Wettspiele beleben dabei in hohem Grade den Spieleifer und die feinere Ausbildung der Spielfertigkeit.

Nun sind in diesem Lebensalter, je nach den äußeren Lebensumständen, besondere Unterscheidungen zu machen. Für den, dem seine angehende Berufsarbeit häufige und reichlichere Bewegung im Freien bringt, für den Gärtner, den Landmann usw.,

ist die Ausbildung in Frei- und Geräteübungen zur Entwicklung von Geschmeidigkeit, Geschicklichkeit und Willenskraft in erster Linie notwendig. Für den Handwerker, den Arbeiter, den Kaufmann, den Schreiber, die ihre Arbeitszeit in der Werkstube, im Fabrikhause, im Kontor, in der Schreibstube verbringen, werden die Dauer- und Schnelligkeitsübungen in freier Luft zum besonderen Bedürfnis. So nützlich und anregend das Hallenturnen im Verein junger Leute sein mag, ohne die nötige Bewegung im Freien, im Spiel, im Marsch, im Lauf usw. genügt es entschieden nicht, um die richtige gesundheitsgemäße Form der Erholung in Leibesübungen darzustellen. Vor allem muß da auf die unheilvolle starke Zunahme der Lungentuberkulose nach dem Kriege hingewiesen werden. Sicherlich kann man durch regelmäßige geeignete Leibesübungen die Lungen gesunder und widerstandsfähiger machen. Das geschieht aber nicht durch Geräteturnen im geschlossenen, meist recht staubigen Raum der Turnhalle, sondern durch lungenübende Bewegung im Freien — also vor allem im Spiel, ferner im Marschieren und Bergsteigen, in der Pflege des Laufes, des Wurfes und des Sprunges, im Schwimmen, im Rudern, im Radfahren usw. Hier ist ein Feld, das in Deutschland heute ganz anders bebaut werden muß. Die Fortbildungsschule bietet die Handhabe, um diese Seite der Volkserziehung und Volksgesundheitspflege in feste, geregelte Bahnen zu bringen und die gesamte Jungmannschaft heranzuziehen. Das braucht die vielen anderen Vereinigungen zur Jugendpflege in ihrem Wirken nicht zu beeinträchtigen, im Gegenteil, ihre Mitarbeit ist unentbehrlich.

Was schließlich die Schüler höherer Lehranstalten betrifft, so gelten auch für deren Übungsbedürfnis die oben entwickelten Grundsätze. Nur muß hier ein Unterschied in der geistigen Anspannung beim Turnen gemacht werden, je nachdem die Turnstunde im Lehrplan liegt. Wie früher ausgeführt, beeinträchtigt eine mehrstündige geistige Arbeit auch den Bewegungsapparat: Bewegungsnerve wie Muskel werden schwerer erregbar und verlieren an augenblicklicher Leistungsfähigkeit. Zu anstrengenden körperlichen Bewegungen muß dann das Mehrfache an Willenskraft aufgewendet werden, als es bei voller geistiger Frische erforderlich ist. Ein Schüler, der schon vier geistig anstrengendere Lehrstunden hinter sich hat, ist auch zu Turnübungen, welche Anspannung und Willenskraft erheischen, nicht mehr geschickt und erträgt solche nicht, ohne daß dies Turnen sein ermüdetes Gehirn noch weiter belastet. In solchen Fällen ist daher dem Turnen ein erholender Charakter zu geben, die halbautomatischen Bewegungen des Marsches, des Laufes usw., vor allem aber die Spiele sind da am Platze. Da wir aber die so wichtigen turnerischen Leibesübungen, welche Anspannung, Willenskraft, Geschicklichkeit entwickeln sollen, nicht missen können, so dürfen die Turnstunden nicht alle so gelegt werden, daß sie unmittelbar einer Reihe von geistigen Lehrstunden folgen. Wenigstens zu einem Teil der Turnzeit sollen die Schüler vollkommen frisch und leistungsfähig antreten. Das Turnen wird andernfalls eine Belastung für das Nervensystem, keine Entlastung!

### § 355. Übungsbedürfnis für das 20.—30. Lebensjahr.

Die Zeit vom 20. bis zum 30. Lebensjahre gestattet in bezug auf Entfaltung von Schnelligkeit, Geschicklichkeit, aber auch Kühnheit und Wagemut die höchsten Leistungen auf dem Gebiet der Leibesübungen. Nur in bezug auf Schnelligkeit liegt der Gipfel der Leistungsfähigkeit etwas früher, vom 17. bis 24. Jahre etwa. Weniger als in anderen Lebensjahren verschlägt es nun, wenn sich besondere Liebhabereien etwas mehr geltend machen; wenn bei dem einen die Liebhaberei am Geräteturnen in den Vordergrund tritt, wenn der andere lieber Fußball spielt oder rudert oder radfährt. Nicht als ob damit der Einseitigkeit in Leibesübungen das Wort geredet

Übungs-  
bedürfnis für  
die Zeit vom  
20. bis 30.  
Lebensjahre.

werden soll — aber sie ist in diesen Jahren gesundheitlich am wenigsten bedenklich. Übertreibungen richten sich von selbst, mögen sie nun nach der Seite der Kraft- oder der Dauer- oder der Schnelligkeitsleistungen liegen. Namentlich was die entbehrungsreiche und mühevoll vorbereitete zu bestimmten Leistungen durch planmäßiges Tränieren betrifft, so ist die dabei aufgewendete Willenskraft und Ausdauer sicherlich anzuerkennen, gesundheitlich aber nicht ohne Bedenken und für die Allgemeinheit doch recht wertlos. Ob unser Vaterland bei größeren Wettkämpfen ein Duzend „erstklassiger“ Läufer, Springer usw. mehr auf den Plan stellen kann oder nicht, ist gar nicht so von Belang. Darauf kommt es vielmehr an, wie es mit der durchschnittlichen Tüchtigkeit der gesamten Jugend des Volkes steht, und welcher Geist allgemein in dieser Jugend steckt. Die erreichten Höchstleistungen in den einzelnen Übungsarten, die „Rekords“, haben für den Freund und Kenner der Leibesübungen hohes Interesse. Einen Maßstab aber für den Stand der Volkskraft irgendeiner Nation geben sie nicht ab.

### § 356. Übungsbedürfnis in den Jahren der Vollkraft.

In den Jahren der voll erreichten Manneskraft, vom 30. bis 40. Lebensjahre, ist die Leistungsfähigkeit in bezug auf Kraft- und Dauerübungen die größte. Dagegen läßt die Geschicklichkeit nach oder wird wenigstens durch Übung nicht mehr gesteigert. Ebenso ist die Schnelligkeit vermindert.

Weil jetzt schon, bei vorhandener Anlage, sich leicht größerer Fettansatz zu entwickeln beginnt, so haben die Kraft- und Dauerleistungen auch den Vorzug, daß sie die Reservestoffe, d. i. das Organfett, angreifen, einschmelzen und verbrennen. Allerdings ist bei Kraftübungen deren störender Einfluß auf Atmung und Kreislauf und die mögliche Beeinträchtigung der Ernährung und der Arbeitsgröße des Herzmuskels im Auge zu behalten.

### § 357. Übungsbedürfnis in der Zeit vom 40.—60. Lebensjahre.

Nach vollendetem 40. Lebensjahre beginnt bald die leibliche Leistungsfähigkeit sich auf absteigender Linie zu befinden. Die Schlagadern werden starrer, das Herz büßt an Leistungsfähigkeit ein. Ist stärkerer Fettansatz vorhanden, der immer mit Vorliebe im Gefröse des Darmes beginnt, so wird auch der Umfang der Atmung durch Beeinträchtigung der Bewegungen des Zwerchfells behindert. Die Folge ist, daß alle Übungen, welche stärkere, plötzlicher auftretende Anforderungen an die Herz- und Lungentätigkeit bedingen, leicht ein Versagen dieser Organe, d. i. Atemlosigkeit oder Herzschwäche veranlassen. Deshalb sind es vor allem die Schnelligkeitsübungen, welche in diesem Lebensalter sich verbieten. Ein gleiches ist der Fall mit starken Kraftübungen, deren Gefahren in bezug auf den Herzmuskel sich jetzt nur noch mehr steigern. Dagegen ist die Fähigkeit zu Dauerübungen, zu kräftigem Wandern, ausdauerndem Bergsteigen, weiteren Rad- oder Rudersfahrten oft in noch besonders bemerkenswertem Grade vorhanden. Passend sind für dies Alter, zur Erhaltung eines ausreichenden Grades von Geschmeidigkeit und Gelenkigkeit, Frei- und Gerätübungen leichterer Art, ohne Inanspruchnahme besonderer Geschicklichkeit und Anstrengung. Namentlich sollen alle Übungen vermieden werden, bei welchen der Kopf unten ist, die Beine nach oben, also Überschläge, Sturzhang usw. — Verletzungen der Gelenke durch Anstoßen an das Gerät bei Übungen, die nicht mehr leicht bewältigt werden können, lassen, namentlich im Knie- und Fußgelenk, leicht langwierige Gelenkschmerzen und Steifigkeit zurück. Bei stärkerem Fettansatz und fortgeschrittener Ungelenkigkeit werden daher die Gerätübungen immer mehr einzuschränken sein, während entsprechende Freiübungen bis ins höhere Greisenalter hinein ihren Nutzen wahren.

Übungs-  
bedürfnis in  
den Jahren  
der  
Vollkraft.

Übungs-  
bedürfnis in  
der Zeit vom  
40. bis 60.  
Lebensjahre.

Dies in kurzen Zügen die Grundsätze, welche ganz allgemein für die verschiedenen Altersstufen in Betracht kommen. Es versteht sich von selbst, daß die gemachte Einteilung nur für den Durchschnitt zutrifft und manche Ausnahmen vorhanden sind. Die Entwicklung vollzieht sich nicht bei allen gleichmäßig: der eine altert früher, der andere später; Kraftnaturen bewahren sich Frische und Leistungsfähigkeit oft weit über die gewöhnlichen Altersgrenzen hinaus; andererseits bleiben Schwächlinge oft untüchtig auch in den sonst besten und frischesten Lebensjahren.

Der Wert aber, den in richtiger Art und in richtigem Maße betriebene Leibesübungen für die Gesundheit, Tüchtigkeit, Arbeitsfähigkeit und vollen Lebensgenuß in allen Altersstufen haben, ist unbestritten groß und anderswie nicht zu ersetzen. Möchte die Einsicht davon sich noch weiter als bisher verbreiten zum Heile unseres Vaterlandes und seiner Bürger!

---



## Anhang II.

### Erste Hilfe bei plötzlichen Unglücksfällen.

Beim Betrieb von Leibesübungen aller Art können Unfälle eintreten. Es ist wichtig zu wissen, was dabei bis zur Ankunft des Arztes zu geschehen hat. Denn unzweckmäßiges und verkehrtes Eingreifen oder gar das Unterlassen jeder Hilfeleistung infolge von Unkenntnis schädigt oft den Verunglückten schwer, ja es hängt nicht so selten selbst die Erhaltung eines Menschenlebens davon ab, daß bei Verunglückung sofort die richtige erste Hilfe geleistet wird.

#### § 358. Allgemeine Verhaltungsmaßregeln zur ersten Hilfe.

Jeder in schwererem Maße Verletzte oder Verunglückte ist zuvörderst zweckmäßig zu lagern. Ist Ohnmacht oder Bewußtlosigkeit eingetreten (wobei gewöhnlich das Gehirn blutleer ist), handelt es sich um eine Erschütterung innerer Organe nach heftigem Sturz, oder sind die unteren Gliedmaßen verletzt, so legt man den Verunglückten flach auf den Boden.

Bei Ohnmacht ist es zudem geboten, sofort alle um den Hals schließenden Kleidungsstücke zu lockern, weil diese den Blutumlauf zum und vom Kopf verhindern. Ebenso ist der einengende Gürtel um den Leib sowie bei Frauen der feste Rockbund und das Korsett zu lösen.

Läßt heftiger Schmerz an einer bestimmten Körperstelle oder gar durchsickerndes Blut eine schwerere örtliche Verletzung vermuten, so muß diese Stelle durch Entfernung der bedeckenden Kleidungsstücke freigelegt werden. Ist z. B. ein Arm verletzt, so zieht man erst den Ärmel der unverletzten Seite aus und streift dann vorsichtig den Ärmel des beschädigten Armes ab. Wenn diese Art des Bloßlegens heftigen Schmerz verursacht oder starke Blutung dazu drängt, die Hilfe möglichst zu beschleunigen, so muß ohne weiteres Überlegen das deckende Kleidungsstück mit einer starken Schere in der Naht aufgeschnitten werden.

Niemals dulde man einen Kreis müßiger oder neugieriger Zuschauer, welche die Helfer in ihrer Tätigkeit behindern, womöglich durch unerbetenes Dreinreden und verkehrte Ratsschläge verwirren und zudem auch die einem Verunglückten doppelt notwendige Atemluft verschlechtern. Zu erfolgreicher erster Hilfe ist Besonnenheit und Ruhe das allererste Erfordernis.

#### A. Erste Hilfe bei Verletzungen ohne Trennung der Haut.

##### § 359. Unblutige Verletzung der Hautdecke.

Für die Maßnahmen der ersten Hilfe unterscheiden wir zweckmäßig zwischen Verletzungen ohne Trennung der Hautdecke, d. h. unblutigen Verletzungen, und solchen mit blutiger Verwundung.

Richtige  
Lagerung  
eines  
Verletzten.

Die unblutigen Verletzungen sind die Folgen mechanischer Einwirkung durch mehr oder weniger heftigen Stoß, Schlag, Fall, Sturz u. dgl. Sie können sich entweder nur auf die Haut und das unterliegende Hautpolster erstrecken, oder auf die Gelenke oder die Knochen oder endlich auf innere Organe. Im letzteren Falle sprechen wir von Erschütterung.

Unblutige Verletzungen der Haut. Wird durch Stoß, Schlag, Fall u. dgl. nur die Haut und ihre weiche Unterlage verletzt, so tritt an der verletzten Stelle eine schmerzhaftige Schwellung ein. Durch Zerreißung kleiner Hautblutgefäße bildet sich ein Bluterguß unter der Haut, der lediglich auf die verletzte Stelle beschränkt sein kann (Blutbeule) oder sich auch in deren Umgebung weiter verteilt. Letzteres tritt namentlich dann ein, wenn in der Nähe der verletzten Stelle die Haut besonders locker und dünn ist. So zeigt sich z. B. nach einer Verletzung an der Stirn oder an den Schläfen blutige Unterlaufung mit Vorliebe in der dünnen Haut um die Augenlider und erzeugt hier stärkere Schwellung und Verfärbung, und zwar oft erst am Tage nach der Verletzung. Durch Zersetzung des Blutes unter der Haut geht deren anfängliche Rötung allmählich in eine blaurote, dann bläuliche über (bezeichnend hierfür ist das sogenannte „blaue Auge“). Der Farbenton wird dann mehr grünlich, spielt ins Braune und wird schließlich — wenn die Verteilung und Aufsaugung des Blutergusses schon im Gange ist — gelb.

Bei einfachen Quetschungen des Hautgewebes genügt zur Hilfeleistung Hochlegen und Ruhe des verletzten Teiles sowie Auflegen eines in kaltes Wasser getauchten nassen Tuches, um Schwellung und Bluterguß möglichst zu beschränken.

### § 360. Gelenkverletzungen.

Verletzungen der Gelenke oder vielmehr der Gelenkbänder sind darum schon schwererer Art, weil zu ihrem Zustandekommen eine größere Wucht der mechanischen Einwirkung statthaben muß. Es ist dabei zwischen zwei verschiedenen Formen der Verletzung zu unterscheiden, nämlich zwischen der Verstauchung eines Gelenkes und der Verrenkung.

Gelenkverstauchung. Verstauchungen nennen wir eine Zerrung, Quetschung oder auch teilweise Zerreißung der das Gelenk umgebenden Bänder (Gelenkkapsel wie Hilfsbänder), wobei jedoch der Zusammenhang der Gelenkverbindung nicht gestört ist. Bei einer Verstauchung ist die Gelenkgegend meist stark geschwollen und schmerzhaft; es erfolgt dabei ein Bluterguß in der Gelenkgegend, der sich oft weiter in der Umgebung des Gelenkes durch später — selbst noch nach mehreren Tagen — auftretende Verfärbung geltend macht; die Formveränderung des geschwollenen Gelenkes ist aber — im Gegensatz zur Verrenkung — keine wesentliche und entstellende. Es sind auch Bewegungen im Gelenk möglich — nur, daß sie den Schmerz steigern.

Von Verstauchungen ist vor allem die des Fußgelenkes recht häufig. Sie entsteht z. B. durch plötzliches falsches Auftreten (und „Umschlagen“) des Fußes beim Springen, ferner durch Ausgleiten beim Schlittschuhlaufen, beim Gehen über große lose Steine, beim Abstieg über loses Geröll, beim Treppen- oder Leitersteigen u. dgl. Nächste dem Fußgelenk erleidet häufiger auch das Handgelenk eine Verstauchung infolge von Überdrehung, Überbiegung oder Auffallen auf die vorgestreckte Hand. — Zur Fußverstauchung beim Springen gibt insbesondere das Sprungbrett Veranlassung, — wo es überhaupt noch im Gebrauch ist. Das richtige ist, überhaupt kein Sprungbrett zu benutzen. Auch der Niedersprung auf eine Kante der Matratze kann Fußverstauchung veranlassen.

Die erste Hilfe bei einer Verstauchung besteht darin: 1. das verletzte Glied ruhig zu lagern (bei verstauchtem Handgelenk Einhängen des gebeugten Unterarms in den mittels eines dreieckigen Tuches hergestellten, um die Schultern reichenden Tragverband, die „Mitella“, Fig. 551); 2. Auflegen eines nassen Umschlages, was am zweckmäßigsten durch kunstgerechte (aber nicht zu feste!) Umwicklung des verstauchten Gelenks mittels einer nassen Rollbinde geschieht.

Bei Verstauchung des Fußes außerhalb der Wohnung muß, da das Auftreten sehr schmerzhaft, ja mandymal kaum möglich ist, für geeignete Unterstützung beim Überführen des Verletzten nach Hause Sorge getragen werden.

Eine weit schwerere Gelenkverletzung ist die Verrenkung (Luxation). Dabei ist das eine der knöchernen Gelenkenden durch die zerrissene Gelenkkapsel hindurch aus der Gelenkverbindung herausgetreten. Man erkennt eine Verrenkung zunächst an der sehr erheblichen Formveränderung des verrenkten Gelenks, die namentlich beim Vergleich mit dem entsprechenden unverletzten Gelenk der anderen Körperseite auffällt; ferner ist bei einer Verrenkung die Beweglichkeit des Gelenks so gut wie ganz aufgehoben.

Nur sehr starke Gewalt vermag eine Verrenkung zu bewirken. Wenn z. B. bei plötzlichem Hinstürzen der Stürzende unwillkürlich — zum Schutze des Kopfes — die Hand vorstreckt, so überträgt sich auf diese oder vielmehr auf den Arm die ganze Fallwucht des Körpers. Dabei kann der Kopf des Oberarms derart sich gegen die Schultergelenkkapsel anstemmen, daß die Kapsel zerreißt und der Oberarmkopf aus dem Gelenk heraus unter die Brustmuskeln gerät. Da der Oberarmkopf wesentlich die rundliche Form der Schulterlinie bedingt, so zeigt nun, nachdem er seinen Platz im Gelenk unter dem Deltamuskel verlassen, die Schultergegend auf der Seite der Verrenkung, im Gegensatz zu der unverletzten Schulter, eine entstellende eckige Form (Fig. 552). — Ebenso kann beim Auffallen auf die vorgestreckte Hand eine Verrenkung des Ellbogengelenks entstehen (Fig. 553). Dabei tritt der Hakenfortsatz der Elle durch die Gelenkkapsel nach hinten, so daß an dem unbeweglich gewordenen Ellbogengelenk eine ganz unnatürliche, auffallend spitze Ausbuchtung am Ellbogen entsteht. — Es sei übrigens hier schon bemerkt, daß bei derselben Art des Hinfallens auf den vorgestreckten Arm, namentlich bei Schülern mit noch wenig widerstandsfähigen Knochen, auch Knochenbruch entstehen kann. So vor allem Bruch der Speiche (s. u.) oder des Schlüsselbeins.

Die erste Hilfe bei einer Verrenkung besteht lediglich in zweckmäßiger Lagerung des Verrenkten. Der verletzte Arm wird durch ein Tragetuch (Mitella) oder durch



Fig. 551. Großer Tragverband (Mitella) des Armes.

Feststecken des Arms an Rock oder Kleid mittels Sicherheitsnadeln festgelegt. Die Wiedereinrenkung des Gliedes überlasse man aber in allen Fällen stets nur dem Arzt!

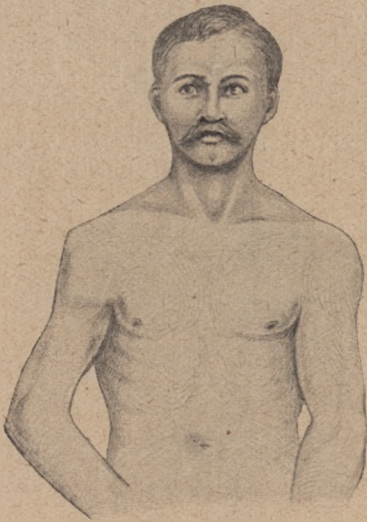


Fig. 552. Verrenkung des Schultergelenks (links auf der Figur).

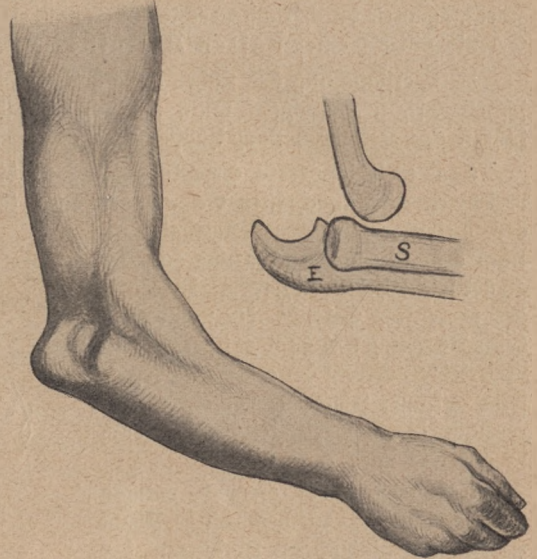


Fig. 553. Verrenkung des Ellbogengelenks. — Das Schema rechts zeigt die Stellung der Knochen: O = Oberarm; E = Elle; S = Speiche.

Knochen-  
bruch.

### § 361. Knochenbrüche.

Wie zum Zustandekommen einer Verrenkung ist auch zur Entstehung eines Knochenbruches eine heftige Einwirkung Voraussetzung. Der Bruch eines Knochens kann entweder ein glatter sein — so wie ein trockener Holzstock sich durchbrechen läßt — oder mit Zersplitterung des Knochens erfolgen. Letzteres ist namentlich bei Einwirkung einer direkten zermalmenden Gewalt auf den Knochen der Fall, so z. B. durch einen niederstürzenden Balken, durch ein Wagenrad beim Überfahrenwerden, durch eine Geschoszfugel u. dgl. — Bohrt sich das spitze Ende eines gebrochenen Knochens durch die Haut, so daß eine klaffende Wunde entsteht, dann nennen wir den Bruch einen „komplizierten“, während ein Knochenbruch ohne Hautwunde als einfacher bezeichnet wird. Einfache Brüche ohne Hautwunde sind die weitaus häufigeren, wenn wir von dem besonderen Fall der Verletzungen im Kriege absehen.

Die Knochen besitzen in den verschiedenen Lebensaltern eine verschiedene Festigkeit. In früher Jugend sowie die Schulzeit hindurch bis zur Reifeentwicklung sind die Knochen nachgiebig und brechen leicht bei Verletzungen. In den Jahren der Vollkraft, von 20–40, ist die Widerstandskraft der Knochen eine sehr große; in höherem und hohem Alter werden sie wieder leicht brüchig. Dieselbe Veranlassung — Sturz auf die vorgehaltene Hand — wird beim Erwachsenen eher eine Verrenkung des Schulter- oder Ellbogengelenks herbeiführen als beim Schüler, bei diesem aber weit häufiger einen Knochenbruch, und zwar in dem Falle besonders leicht einen Bruch der Speiche oberhalb des Hand-

Kompli-  
zierter und  
einfacher  
Bruch.

gelenks, da sich auf die Speiche, vermöge ihrer Verbindung mit der Handwurzel, die Wucht des Falles am ehesten und unmittelbar überträgt (Fig. 554 u. 555). Der Bruch der Speiche ist daher auch diejenige Form von Knochenbruch, welche bei der Schuljugend weitaus am häufigsten vorkommt.

Ein Knochenbruch an den Gliedmaßen verursacht folgende Erscheinungen: 1. An einer Stelle, wo kein Gelenk ist, wird eine entstellende Verbiegung des verletzten Gliedes erkennbar sowie eine unnatürliche Beweglichkeit; auch kann das Glied sich verkürzt erweisen im Vergleich zu dem anderen unverletzten Bein oder Arm. 2. Bei jedem Versuch einer Bewegung entsteht an dieser Stelle ein fühlbares, hartes Geräusch (Knarren oder „Krepitieren“) durch Reiben der gebrochenen Knochenenden gegeneinander. 3. An der verletzten Stelle tritt Schwellung ein sowie ein ungewöhnlich heftiger Schmerz, der sich bei der Berührung sowie bei jedem Versuch, das gebrochene Glied zu bewegen, außerordentlich steigert.

Ist der Knochen kurz über einem Gelenk gebrochen, so kann allerdings die Unterscheidung eines Knochenbruchs von einer Verrenkung des Gelenks für den Helfer schwierig sein, ganz abgesehen davon, daß bei Verrenkung zugleich auch ein Knochenbruch bestehen kann (z. B. Bruch des Haken- oder des Kronenfortsatzes der Elle bei Verrenkung des Ellbogengelenks). In solchen Fällen sind aber die Maßnahmen zur ersten Hilfe ziemlich dieselben, so daß hier der Zweifel darüber, ob der Knochen gebrochen oder das Gelenk verrenkt ist, nicht so viel verschlägt: in beiden Fällen ist das verletzte Glied festzulegen.

Ist ein Knochenbruch am Arm oder am Bein erkannt, so muß ein Notverband angelegt werden. Dieser Verband soll durch Festlegung des gebrochenen Gliedes schmerzhaftes Verlagerung der Bruchenden verhüten; er soll insbesondere auch verhindern, daß bei einem einfachen Bruch ein spitzes Knochenende die Haut durchbohrt, d. h. daß aus dem einfachen ein komplizierter Bruch entsteht, der ungleich gefährlicher ist. Das wird dadurch erreicht, daß dem Glied, dessen innere Stütze entzwei ist, von außen her eine neue feste Stütze gegeben wird, indem man eine feste „Schiene“ — Holzlatte, starken Pappdeckelstreifen, Drahtgitter u. dgl. — seitlich an dem gebrochenen Gliede befestigt (Fig. 557). Zweckmäßig ist es oft, zwei Schienen an dem gebrochenen Gliede anzubringen.

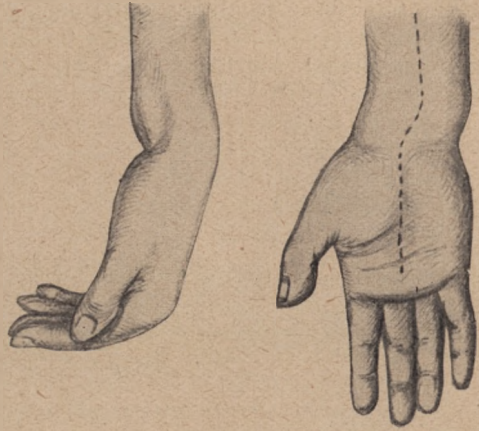


Fig. 554 und 555. Bruch der Speiche kurz am Handgelenk. Ansicht von der Seite und von der Handfläche. Die punktierte Linie zeigt die Achse von Hand und Unterarm.



Fig. 556. Bruch der Elle und der Speiche in der Mitte des Unterarms.

Erste Hilfe  
bei Knochen-  
bruch an dem  
Gliedmaßen.

Schiene.

In größeren Verbandkästen befinden sich vielfach solche Schienen aus glatten Holzlatten. Noch zweckmäßiger sind biegsame Drahtschienen, die sich leicht einem jeden Gliede anpassen lassen. Eine solche Schiene wird, um schmerzhaften Druck zu vermeiden, mit etwas Zeug oder Watte umwickelt oder ausgepolstert und durch bindenförmig zusammengelegte Tücher derart ober- und unterhalb der Bruchstelle an das Glied angebunden, daß zugleich auch die beiden Endgelenke des gebrochenen Gliedes

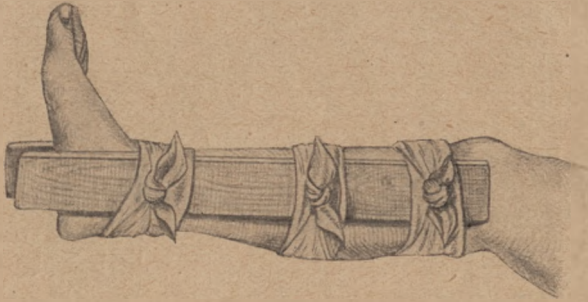


Fig. 557. Anlegen von Holzschienen bei Bruch des Unterschenkels.

festgelegt werden. So ist z. B. bei Bruch am Unterarm das Hand- und das Ellbogengelenk, bei Bruch des Unterschenkels das Fuß- und das Kniegelenk festzulegen usw. Handelt es sich z. B. um einen Bruch des Unterarmes (Speiche oder auch Elle und Speiche zugleich), so ist der Arm in rechtwinkliger Beugung des Ellbogengelenks zu schienen.

Gebraucht man dabei eine Drahtschiene, so soll diese bis zum Grundgelenk der Finger reichen, während für die Ellbogengegend die Schiene in rechtem Winkel umgebogen wird (Fig. 558). Das Maß dazu nimmt man — während ein zweiter Helfer den gebrochenen Arm ober- und unterhalb der Bruchstelle vorsichtig hält — an dem anderen, unverletzten Arm. In gleicher Weise erhält die Schiene bei Bruch des Unterschenkels eine rechtwinklige Knickung für die Ferseengegend.

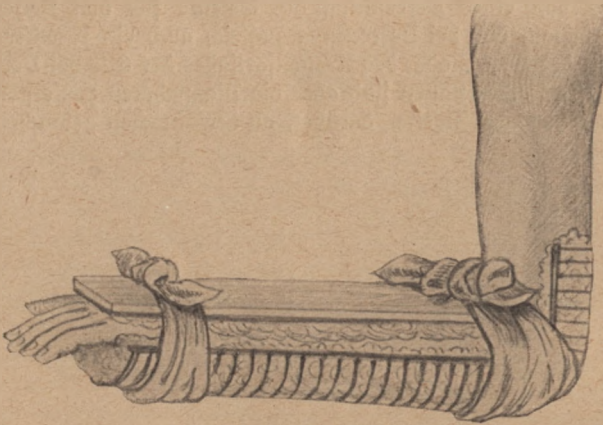


Fig. 558. Drahtschienenverband bei Bruch der Speiche.

Niemals — darauf ist streng zu achten! — darf ein zur Befestigung der Schiene dienendes Tuch (oder die Rollbinde) direkt über der gebrochenen Stelle angelegt werden. Denn es würden dadurch dem Verletzten unnötig heftige Schmerzen verursacht und zudem auch die Bruchenden stärker verlagert.

Bei Armbruch wird der geschiente Arm schließlich noch in ein Tragtuch (Mitella) eingehängt und befestigt. Bei Beinbruch ist der Verletzte im Liegen zu schienen und dann sorgsam auf einer Krankentrage — eine Droschke ist durchaus ungeeignet! — zu transportieren, wenn die Verletzung sich außerhalb des Hauses ereignete. Ein gleiches gilt für Knochenbrüche am Rumpfskelett (z. B. des Beckens oder der Rippen). Hier ist ein Notverband unnötig, zumal solche Brüche auch für den Laien schwer erkennbar sind. Es kommt dabei nur auf sorgsamste feste Lagerung in ausgestreckter Haltung an.

War der Bruch ein komplizierter, so muß vor Anlegen einer Schiene erst die Wunde nach den unten (§ 366) zu gebenden Vorschriften sorgsam verbunden werden.

### § 362. Erschütterung innerer Organe.

Bei sehr heftigem Fall oder Sturz, namentlich aus größerer Höhe herab, können auch innere Organe verletzt und erschüttert sein. Solche Erschütterungen sind oft sehr ernster Art und können selbst das Leben unmittelbar gefährden.

Schlug bei einem Sturz der Kopf stark auf eine harte Unterlage auf, so kann (neben Bruch der Schädelknochen, der sich z. B. bei blutigem Ausfluß aus den Ohren oder der Nase vermuten läßt) eine Erschütterung des Gehirns die Folge sein. Dabei treten ein: Blässe, tiefe Ohnmacht, länger dauernde Bewußtlosigkeit, Brechneigung oder Erbrechen.

Bei Lungenererschütterung zeigt sich infolge der Zerreißung von Blutgefäßen im Lungengewebe blutiger Auswurf.

Bei Erschütterung der Unterleibsorgane zeigen sich: heftiger Leidschmerz; Totenblässe und kaum fühlbarer Puls; tiefe Ohnmacht.

Für die erste Hilfe in solchen Fällen gilt folgendes:

1. Der Verunglückte soll, wenn er blaß und ohnmächtig ist, flach auf den Boden gelegt werden, damit wieder Blut zum Kopfe strömen kann.

2. Kragen und beengende Kleider am Hals und über der Brust sind zu lösen; Korsett, beengende Röcke, Gürtel usw. sind aufzumachen.

3. Zur Behebung der Ohnmacht besprengt man Gesicht und Brust mit kaltem Wasser; Schläfen und Stirn können mit einem Tuch, das mit kölnischem Wasser, Spiritus u. dgl. befeuchtet ist, sanft abgerieben werden; man kann dem Bewußtlosen auch ein kleines Tuch, auf welches einige Tropfen Salmiakgeist aufgeträufelt sind, unter die Nase halten.

4. Niemals aber darf man einem Menschen, der noch bewußtlos ist, irgend etwas durch den Mund einzulösen versuchen. Denn ein Bewußtloser ist nicht imstande zu schlucken, vielmehr läuft man Gefahr, daß solche eingeflößte Flüssigkeit in die Luftröhre gerät und augenblickliche Erstickung oder — bei zunächst günstigem Verlauf — später Entzündung in den Lungen veranlaßt.

Erschütterung innerer Organe.

Erinnererschütterung.

Erschütterung der Lungen oder der Organe des Unterleibs.

## B. Erste Hilfe bei Verletzungen mit offener Wunde.

### § 363. Allgemeines über Wunden und Wundkrankung.

Offene Wunden sind verschieden gefährlich, je nach ihrer Größe und Tiefe, je nach dem wichtige Teile, wie Nerven, Sinnesorgane, Eingeweide usw., verletzt sind. Insbesondere kommt die Verletzung von Blutgefäßen in Betracht; namentlich ist die Verletzung einer Schlagader durch die Gefahr der Verblutung gefährlich. Endlich kann auch die geringfügigste Wunde zu schweren Erkrankungserscheinungen führen, wenn Erreger von Wundkrankheiten in die Wunde geraten.

Bei einer einfachen kleinen Wunde (z. B. einem Schnitt in die Haut) kann das gerinnende ausströmende Blut einen trockenen Schorf zwischen den Wundrändern und -flächen bilden, so daß diese miteinander verkleben und einfach unter dem Schorf mit Hinterlassung einer kleinen Narbe heilen.

Diese „erste Heilung“ läßt sich aber nicht erreichen, wenn die Wundränder stark gequetscht und zerrissen sind, so daß Teile davon absterben und abgestoßen werden

Wunden und Wundkrankung.

Erste Heilung.

**Eiterbildung.** müssen; sie wird nicht erreicht, wenn Fremdkörper (Sand, Erde, Haare usw.) zwischen die Wundränder geraten sind und deren Verklebung hindern, oder wenn durch unruhiges Verhalten des Verletzten und Bewegung des verwundeten Gliedes die ruhige Heilung gestört und die schon verklebte Wunde immer wieder aufgerissen wird, oder endlich wenn Keime von Wundkrankheiten in die Wunde geraten sind.

In allen diesen Fällen ist die Heilung der Wunde von Eiterbildung begleitet und nimmt längere Zeit in Anspruch. Dazu kommt, daß das Eindringen schädlicher Keime nicht nur die Heilung der Wunde verzögert, sondern auch den ganzen Körper durch schwere Allgemeinerkrankung (sogenannte „Blutvergiftung“) in Mitleidenschaft ziehen kann.

**Entzündete Wunden.** Die einfachste Wundkrankheit ist Entzündung der Weichteile in der Umgebung der Wunde. Es entsteht schmerzhafte Schwellung, Röte und Hitze rings um die Wunde, zudem tritt Fieber auf und stärkere Eiterung.

**Entzündung der Lymphdrüsen.** Gelangen die Krankheitskeime, die auf eine frische Wunde übertragen werden oder sich im Wundeiter entwickelten, tiefer in den Saftstrom des Körpers, so wandern sie die Lymphgefäße entlang, diese entzündend, so daß man die Lymphstränge zuweilen deutlich als rote Streifen unter der Haut erkennen kann. Weiter gelangen diese giftigen Keime zu den Lymphdrüsen, die dann schmerzhaft anschwellen, ja auch vereitern können. Bei vergifteten Wunden an Hand oder Arm sind es die Lymphdrüsen der Achselhöhle, bei Wunden am Fuß oder Bein die der Leistenbeuge, bei Kopf- und Gesichtswunden die am Hals (Untertiermuskulatur), welche sich entzünden. Bleibt es dabei, so ist der Ausgang noch ein verhältnismäßig vorteilhafter. Wenn aber die giftigen Entzündungserreger (in Form kleinster Pilze: Koffen oder Bakterien) durch den Blutstrom weiter in den Körper gelangen, so kann schwere, selbst tödliche Allgemeinerkrankung die Folge sein.

Besondere Krankheitserreger veranlassen z. B. von einer oft ganz geringfügigen Verwundung aus die Wundrose (Erysipel) oder den mit Recht gefürchteten Wundstarbkrampf usw.

### § 364. Wundverband.

Für den ersten Notverband bei allen Wunden ist die erste Hauptsache: nicht schaden durch Verunreinigung der Wunde. Schädliche Keime sind vorhanden in Schmutz jeder Art, im Staub der Luft, in unreinem Wasser usw.; sie haften an Gegenständen, durch welche die Verwundung veranlaßt wurde, wie Messer, Schere, Nadel, Glassplintern usw.; ferner an Kleidungsstücken, an den Händen und hier vor allem unter den Rändern der Fingernägel; sie befinden sich an schlecht aufbewahrten oder mit den Händen berührten Verbandstoffen usw. Vor allem gefährlich ist es, wenn auf irgendeinem der genannten Wege Ansteckungsstoffe in eine Wunde gelangen, die etwa von verwesendem Fleisch, Absonderungen innerer Krankheiten oder sonstigen faulenden Dingen entstammen.

Um das Eindringen von solchen giftigen Erregern der Wundkrankheiten zu verhüten, bedarf auch die aller kleinste Wunde der größten Sorgfalt und peinlichsten Reinlichkeit beim Verbinden. Bei frischen Wunden genügt es, wenn das Verbandzeug unbedingt rein und keimfrei („aseptisch“) gemacht ist und der Verband so angelegt wird, daß nachträgliches Eindringen von Keimen sicher verhütet wird. Aseptisch sind z. B. Verbandstoffe, welche einfach durch Einwirkung heißer Wasserdämpfe keimfrei gemacht waren und keimsicher in besonderer fest geschlossener Verpackung aufbewahrt werden. Erst im Augenblick des Gebrauchs öffnet man ein solches für einen einzigen Verband bestimmtes Päckchen, bringt das Verbandzeug (Mull- oder Verbandgaze) mit einer Stelle auf die Wunde, welche beim Öffnen des Päckchens nicht mit den Fingern



berührt war, legt etwas (ebenfalls aseptische oder „sterilisierte“) Verbandwatte darüber und befestigt das Ganze mit einer kleinen Mullbinde oder einem dreieckigen Tuche. Die Reinigung der Umgebung der Wunde von Schmutz, angetrocknetem Blut usw. geschah, falls das nötig war, vorher mittels gekochten Wassers, das man dann wieder erkalten ließ. Bei diesem Reinigen durch Abtupfen vermeide man jedoch peinlichst, die Wunde selbst zu berühren. — Ein solcher aseptischer Trockenverband genügt für die erste Hilfe bei allen kleineren frischen Wunden.

Nun kann man aber zum Wundverband auch antiseptische Stoffe in Anwendung ziehen, d. h. Stoffe mit Zusätzen, die geeignet sind, schädliche Pilzkeime zu töten oder doch unwirksam zu machen. So gebraucht man als Wundwasser zum Reinigen der Wunde sowie zum Tränken der Verbandstoffe (feuchten Wundverband): *Lyso* = Lösung (0,5–1 % in Wasser gelöst); *Karbolwasser* (Lösung von Karbolsäure, 2 % in Wasser); Lösung von *Sublimatpastillen* (eine Pastille, enthaltend 1 g Sublimat, in 1–1½ l Wasser) usw. — Für antiseptische Trockenverbände gebraucht man als Wundpulver, welche auf die Wunde aufgestreut werden, *Dermatol*, *Airol* oder *Xeroform*, alles Wismutverbindungen von gelblichem Aussehen, geruchlos und von austrocknender Wirkung. Man hat für kleine Wunden auch fertige, mit *Dermatol* versehene kleine Gazestückchen in mehrfacher Lage, welche mit *Zink-Kautschukpflasterstreifen* auf der Wunde befestigt werden (sogenanntes *Dulnoplast*).

Pflaster und Salben gehören aber nicht auf die Wunde selbst. Ein Unfug ist es, Stückchen sogenannten englischen Pflasters im Munde anzufeuchten und dann auf die Wunde zu kleben. Allenfalls kann man bei ganz unbedeutenden Schrammen englisches Pflaster gebrauchen; dies muß dann aber in ganz reinem Wasser angefeuchtet werden.



Fig. 559. Verbände mit dem dreieckigen Tuch.

Anti-  
septischer  
Verband.

### § 365. Blutstillung.

Wenn bei einer Verletzung größere Blutgefäße durchtrennt und insbesondere wenn eine Schlagader verletzt ist, kommt es vor allem auf Stillung der Blutung an. Hier ist zuvörderst wichtig, zwischen einer Venen- oder einer Schlagaderblutung zu unterscheiden. Quillt das Blut dunkel gefärbt, in stetigem, gleichbleibendem Strom aus der Wunde oder dem Stichkanal, so ist eine Vene verletzt. Kommt dagegen das Blut abstoßweise im Zeitmaß des Pulschlags aus der Wunde hervorgespritzt, bis zu 1–2 m weit, und ist dies spritzende Blut hellrot gefärbt (von der Farbe etwa hellroten Siegelwachs, während die Farbe des Venenbluts der eines dunkelbraun-roten Packwachs ähnelt): dann handelt es sich um eine Schlagaderblutung, die stets, wegen der Gefahr des Verblutens, gefährlich ist.

Bei einer Venenblutung an den Gliedmaßen kommt zunächst schon der Umstand in Betracht, daß bei herabhängendem Glied (z. B. an der Hand) die Venen stark gefüllt sind, dagegen sich schneller entleeren bei hochgehaltenem Glied. Daher soll man bei einer stark blutenden Armwunde, wo aber keine Schlagader verletzt ist und spritzt, den Arm hochhalten beim Verbinden. Ebenso legt man den Verletzten flach auf den Boden und hebt beim Verband das Bein hoch, wenn eine Vene am Bein stark blutet.

Blutstillung.

Unterschied  
zwischen  
Venen- und  
Schlagader-  
blutung.Stillung  
einer Venen-  
blutung.

Wird hierdurch schon der Umfang der Blutung geringer, so genügt gewöhnlich vollends, daß man die Wunde mit recht vielem (keimfreiem) Verbandstoff umpackt und mittels einer Rollbinde, die fest angezogen werden muß, einen Druckverband herstellt (Fig. 560 u. 561). Dadurch werden die blutenden, schlaffen Venen zusammengedrückt, und die Blutung kommt zum Stehen durch Bildung eines das Venenrohr schließenden Blutgerinnsels.

Nicht so einfach liegt die Sache bei einer Schlagaderverletzung. Da hier der Blutstrom vom Herzen her mit aller Kraft ausgepreßt wird, so wird ein sich etwa bildendes Gerinnsel stets wieder aus der Schlagader herausgeschleudert, und das Blut durchdringt bald alle Verbandstoffe. Hier hilft nur eins: nämlich das Schlagaderrohr oberhalb der Verletzung, d. h. an einer Stelle zwischen der Wunde und dem Herzen, fest zusammendrücken und so den Blutstrom vom Herzen her abzusperren. Dies

kann nur an einer solchen Stelle mit Sicherheit geschehen, wo nur ein Schlagaderrohr in Frage kommt, welches sich mit den umgebenden Weichteilen gegen einen festen Knochen anpressen und zusammendrücken läßt.

Für den Arm (am Unterarm wird besonders leicht die oberflächlich gelegene Speichen Schlagader, z. B. beim Fallen mit der Hand in eine Glasscheibe verletzt) liegt diese Stelle am Oberarm, wo die Armschlagader, noch ungeteilt, am Innenrande des zweiköpfigen Armbeugers (s. o. Fig. 317) verläuft und leicht gegen den Oberarmknochen angedrückt werden kann.

Das Nächstliegende bei einer gefährlichen Schlagaderblutung am Handgelenk oder am Unterarm ist: die Schlagader mit festem Griff der Hand abzusperren. Dabei wird der Arm des Verletzten so umfaßt, daß der zweite bis fünfte Finger der zugreifenden Hand mit ihren Kuppen der Furche des Bizeps entlang (etwa der Lage der Ärmelnaht entsprechend) mit aller Kraft die zwischenliegenden Weichteile

des Arms gegen den Oberarmknochen anpressen (Fig. 562). Ist der Verletzte ein Erwachsener, so gehört zur Ausführung dieses Griffes schon eine erhebliche Kraft. Der Griff darf aber nicht nachlassen, soll die Blutung nicht von neuem eintreten. Es gilt daher so auszuhalten — bis der Arzt erscheint, welcher das verletzte Gefäß aufsucht und unterbindet. Dauert das längere Zeit, so wird die Hand des Helfers bald erlahmen. Es gilt daher einen sicheren Druckverband anzulegen.

Beim Knebelverband knotet man um den Oberarm ein zusammengelegtes Tuch, legt über den Knoten einen kurzen Knebel, z. B. ein Holzstück, einen Hauschlüssel u. dgl., macht darüber noch einen Knoten und dreht dann den Knebel langsam um (Fig. 563). Es wird dann bald der Augenblick eintreten, wo die Umschnürung des Armes so fest wird, daß die Schlagaderblutung steht oder — wenn am Gesunden geübt

Stillung  
einer Schlag-  
aderblutung.

Schlagader-  
blutung  
am Arm.



Fig. 560. Druckverband mit Rollbinde an Hand und Unterarm.



Fig. 561. Druckverband mit Rollbinde am Bein.

wird — der Puls am Unterarm verschwindet. Vor allzu heftigem, gewaltsamem Umdrehen ist zu warnen, da sonst eine erhebliche Quetschung der Weichteile des Oberarms eintritt.

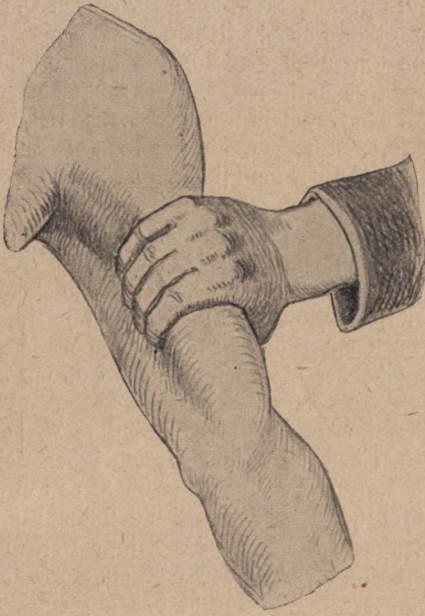


Fig. 562. Zusammendrücken der Armschlagader mit der Hand.

Fig. 563. Knebelverband bei Schlagaderblutung am Schenkel.

Schonender und doch auch sicher zum Ziel führend ist die Umwicklung des Oberarms mit einer breiten Gummibinde, welche zirkelförmig um den Arm geführt wird, so daß jede Bindentour genau die andere deckt. Eine solche Gummibinde bietet der Esmarch'sche Hosenträger. Die Gummibinde kann auch durch ein längeres Stück Gummischlauch oder -rohr ersetzt werden (Fig. 564).



Fig. 564. Verband bei Schlagaderblutung mit der Gummibinde.

Ist die Oberarmschlagader selbst verletzt, so kann man die Schlüsselbeinschlagader dadurch, daß man von oben her, in der Grube oberhalb des Schlüsselbeins, das Schlagaderrohr mit starker Kraft gegen die unterliegende erste Rippe andrückt, absperrn und die Blutung stillen. Es gehört zu diesem Griff nicht geringe Kraft und einige Übung.

Schlagader-  
blutung  
am Bein.

Für Schlagaderverletzungen am Bein, die wegen des großen Umfangs dieser Adern oft außerordentlich schnell zur Verblutung und damit zum Tode führen, so daß hier schnellste Hilfe geboten ist, um ein Menschenleben zu retten, liegt die Stelle, wo mit der Hand die große Schenfelschlagader geschlossen werden kann, dicht unterhalb der Leistenbeuge, der Mitte des Poupartischen Bandes entsprechend. Denkt man sich eine Linie gezogen von dem durch die Haut gut durchfühlbaren vorderen oberen Darmbeinstachel bis zur Rumpfmittle, d. h. bis zur Schamfuge, so liegt das Schlagaderrohr genau in der Mitte dieser Linie. Wenn man also oben den Schenkel so mit beiden Händen umgreift, daß die beiden Daumentuppen da aufliegen, wo das Schlagaderrohr sich befindet, und drückt nun mit aller Kraft mit den Daumentuppen das ganze zwischenliegende Gewebe tief hinab bis auf den Oberschenkelknochen, so kann man die Schlagader schließen — und im Ernstfalle ein Menschenleben vor dem sicheren Tode bewahren. Allerdings tritt hier schnell Ermüdung der Hand ein, so daß man weiterhin einen starken Knebelverband oder eine Gummibinde um den Schenkel führen muß.

Bei Schlagaderblutung am Kopfe die Halsschlagader in der Mitte des Kopfnickers gegen die Wirbelsäule anzudrücken, ist eine mißliche Sache, weil damit plötzlich einer Gehirnhälfte die Blutzufuhr entzogen wird. Dagegen ist es nicht schwer, zur Stillung einer kleineren Schlagaderblutung im Gesichte die Schläfenschlagader gegen das Schläfenbein dicht vor dem oberen Ohransatz oder die Kieferschlagader gegen den Rand des Unterkiefers anzudrücken.

Nasenbluten.

Zu erwähnen ist hier noch das namentlich im Schulalter recht häufige Nasenbluten. Es steht meistens bald nach Hochheben des Armes auf der blutenden Seite, Einschnaufen von möglichst kaltem Wasser (Eiswasser) mit Zusatz auch wohl von etwas Essig u. dgl. Anders allerdings und weniger harmlos verläuft die Sache bei sogenannten „Blutern“. Es gibt nämlich Menschen, bei denen die kleinste Verletzung der Nasenschleimhaut, bei denen das Ziehen eines Zahnes u. dgl. außerordentlich heftige und schwer zu stillende Blutungen hervorruft. Es beruht das auf einer besonderen Blutbeschaffenheit derart, daß das Blut nur schwer gerinnt. Diese krankhafte Eigentümlichkeit (Hämophilie) kann in einer Familie — und zwar gewöhnlich nur bei deren männlichen Mitgliedern — erblich sein. Kinder, welche derart beanlagt sind, müssen besonders behütet werden. Sie sind von allen Gelegenheiten fernzuhalten, welche leicht Blutandrang zum Kopfe mit sich führen — wozu auch alle Turnübungen mit Sturzhang gehören. Stellt sich bei Blutern ein heftiges Nasenbluten ein, so muß nicht nur das in Frage kommende vordere Nasenloch, sondern auch die entsprechende zum Nasentrachtraum führende Choane von der Mundhöhle her mit Watte dicht verstopft werden. Zu letzterem Eingriff bedient sich der Arzt eines besonderen kleinen Instruments, des Bellocq'schen Röhrchens.

## C. Erste Hilfe bei Ertrinkenden.

### § 366. Die Vorgänge beim Ertrinken.

In den meisten Fällen sind es Nichtschwimmer, welche, in tiefes Wasser geraten, ertrinken. Es können aber auch des Schwimmens Kundige in Ertrinkungsgefahr geraten. Zunächst schon dann, wenn einer angekleidet ins Wasser fällt. Die Kleidung behindert die Schwimmbewegungen ganz außerordentlich. Wer stets nur entkleidet geschwommen hat, wird große Mühe haben, sich über Wasser zu halten, wenn er einmal mit voller Kleidung ins Wasser fällt. Das gelegentliche Schwimmen in Kleidern sollte viel mehr geübt werden, als es gemeinhin geschieht. Dann kann ein Schwimmer beim plötzlichen Eintauchen in das kalte Wasser einen Schlaganfall erleiden, durch einen

ungeschickten Sprung von hohem Stand, wobei er mit der Vorderfläche des Rumpfes stark auf das Wasser aufschlägt, die Besinnung verlieren usw. Endlich kann einem Schwimmer bei übertriebenem Dauerschwimmen oder durch Überanstrengung beim Schnellschwimmen Atmung und Herzkraft versagen, so daß er in Lebensgefahr gerät.

Das spezifische Gewicht des menschlichen Körpers ist nur sehr wenig verschieden von dem des Wassers. Ein Mensch, der ins Wasser fällt, sinkt also nicht sofort in die Tiefe, sondern bleibt der Oberfläche nahe: die lusterfüllte Lunge hält wie eine Schwimmblase den Oberkörper ziemlich in gleicher Höhe mit dem Wasserpiegel. Bei einem Tiere genügt infolgedessen ein geringes Zurückheben des Kopfes, um Nase und Mund frei zum Atmen über Wasser zu heben. Dem Menschen dagegen ist es nur dann möglich, mit Mund und Nase über Wasser zu bleiben und vor dem Untersinken bewahrt zu sein, wenn er mehr auf dem Rücken im Wasser liegt, den Kopf stark hintenüber streckt, die Arme im Wasser herabhängen läßt und sich in dieser Lage ganz ruhig verhält. Wenigstens bei ruhigem Wasser — ist das Wasser wellig, so wird es immerzu über das Gesicht spülen. Nun ist eine solche Ruhehaltung dem in Lebensangst schwebenden Verunglückten unmöglich. Der Ertrinkende greift nicht nur, wie das Sprichwort besagt, nach dem Strohhalme, sondern unwillkürlich greift er auch in die leere Luft, als wenn es da etwas zu halten gäbe. In demselben Augenblick aber, wo die Arme aus dem Wasser gehoben werden, muß der Rumpf rückwärts sinken, und der Kopf gerät unter Wasser. Instinktiv sucht der Verunglückte durch Anhalten des Atems und Schließens der Stimmritze das Eindringen von Wasser in seine Atemwege aufzuhalten. Dies Anhalten des Atems gelingt aber höchstens eine halbe Minute lang. Inzwischen häuft sich, da die befreiende Ausatmung fehlt, Kohlenäure im Blute, das Bewußtsein wird trüber, und es erfolgt krampfhaft eine tiefe Einatmung, welche Wasser in den Kehlkopf und die Luftröhre einsaugt. Zwar wird sofort der Mund wieder geschlossen, aber das wachsende Angstgefühl des Erstichtwordens führt immer wieder zu erneuten krampfhaften Atemzügen, um so mehr, als das in die Luftwege eindringende Wasser die Atemnot anhaltend steigert. Unter Eintritt von völliger Bewußtlosigkeit, schwächer werdendem Herzschlag, krampfartigem Rückwärtsbiegen des Rumpfes und Aufreißen des Mundes werden diese Atemzüge immer seltener und hören schließlich ganz auf. Langsamer verlöscht auch die Herztätigkeit — mit dem letzten flatternden Pulsschlag ist der Tod besiegelt. Dieser ganze Verlauf des Ertrinkens bis zum Augenblick des völligen Todes währt oft nur drei bis vier Minuten. Kam aber der Ertrinkende während dieses Todeskampfes noch ein- oder mehreremal mit Mund und Nase für kurze Augenblicke über Wasser, so daß er tatsächlich noch einmal sauerstoffhaltige Luft einatmen konnte, so dauert auch der Vorgang des Ertrinkens noch etwas längere Zeit. Der Tod durch Ertrinken ist also ein Erstickungstod: die Atemtätigkeit wird in wenigen Minuten vollkommen aufgehoben, dagegen ist es möglich, daß das Herz noch eine Weile schwach arbeitet.

Je früher nun in der Kette dieser Vorgänge der Zeitpunkt liegt, wo der Verunglückte dem nassen Element entrissen wird und in geeigneter Weise Wiederbelebungsversuche angestellt werden, um so größer ist die Aussicht auf Lebensrettung. Aber selbst dann, wenn das Leben bereits völlig erloschen zu sein scheint und keine Spur von Atembewegung mehr vorhanden ist, können die Lebenstätigkeiten noch einmal wiedererweckt werden — wenn nur das Herz noch nicht vollkommen seine Tätigkeit eingestellt hat. Das Herz ist eben das Letzte, was bei einem sterbenden Menschen noch lebt — hat es gänzlich zu schlagen aufgehört, so ist das Schicksal des Verunglückten besiegelt, und Wiederbelebungsversuche können keinen Erfolg mehr haben.

Das Ertrinken ein Erstickungstod.

### § 367. Anlandbringen eines Ertrinkenden.

Die erste Aufgabe, die bei Rettung eines Ertrinkenden erfüllt werden muß, ist, den Verunglückten aus dem Wasser zu ziehen und ans Land zu bringen. Eine schwierige Aufgabe, bei welcher der Retter oft schon sein eigenes Leben aufs Spiel setzen mußte.

Wenn jemand unweit vom Ufer ins Wasser geriet und noch nicht bewußtlos geworden ist, so kann man ihm einen Rettungsring (aus Korfstücken mit wasserdichtem Überzug) zuwerfen, wie solche auf Schiffen sowie an Uferwegen vielfach vorhanden sind. Oder man hält dem Verunglückten eine Stange oder Planke hin, an der er sich festhalten kann. Denn der Ertrinkende pflegt nach solchen Gegenständen fest zu greifen, sie krampfhaft zu umklammern und kann damit unsicher aus dem Wasser gezogen werden. Auch kann man einem ganz nahe beim Land ins Wasser Geratenen den Ärmel eines Rockes zureichen, dessen man sich schnell entledigt hat, während man den anderen Ärmel natürlich selbst in der Hand behält.

Meist hat man aber Rettungsring, Stange usw. nicht gleich zur Hand — und wenn man es zur Hand hat, kann man oft den Ertrinkenden nicht mehr damit erreichen. An wenigen Augenblicken rettender Tat hängt dann ein Menschenleben. Darum muß der Retter sich kurz entschließen, nachdem er sich, wenn möglich, schnellstens seines Rockes und der Stiefel oder Schuhe entledigt, dem Verunglückten nachzuspringen und ihn schwimmend aus dem Wasser herauszuholen.

Wenig schwierig ist das, wenn der zu rettende Mensch selbst schwimmen kann, das Bewußtsein gewahrt hat und nur infolge Ermattung im Begriff ist, unterzugehen. In diesem Falle schwimmt man an den Ermattenden heran, fordert ihn auf, einfach seine Hände auf die Schultern des Retters zu legen, und kann

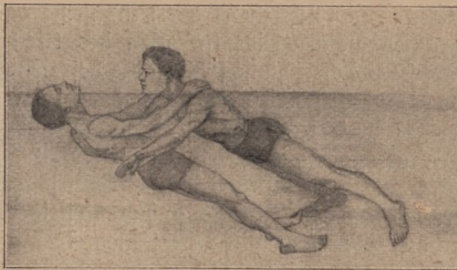


Fig. 565. Anlandbringen eines bloß ermatteten Schwimmers.

dann mit Brustschwimmen den Ermatteten ans Land bringen (Fig. 565). Das lose Auflegen der Hände oder Unterarme auf die Schultern des Retters — er soll nicht etwa dessen Hals umklammern, weil er so den Retter am Schwimmen behindert — genügt, um Mund und Nase des Verunglückenden über Wasser zu halten.

Weit anders aber liegt die Sache, wenn es sich um einen im Todeskampfe befindlichen Nichtschwimmer handelt oder um einen bereits bewußtlos gewordenen Ertrinkenden. Hier kommt es darauf an, daß der Retter den Verunglückten auf den Rücken zu legen vermag, um ihn dann mit beiden Händen entweder am Kopfe unter den Ohren oder am Kiefer oder auch unter den Achseln zu fassen, so daß Mund und Nase des Verunglückten über Wasser sind (Fig. 568 u. 569). Dabei schwimmt der Retter selbst gleichfalls auf dem Rücken (nur mit den Beinen „wassertretend“, da seine Hände den Ertrinkenden halten), während der Verunglückte seiner Brust aufliegt.

Einer, der bereits das Bewußtsein verloren hat, läßt sich schon leichter so fassen und in diese Lage bringen. Schwierig aber wird die Rettung, wenn der Ertrinkende noch dabei ist, verzweifelt um sein Leben zu kämpfen. Fest faßt er in seiner Todesangst den Retter, umklammert ihn, behindert ihn an der Bewegung und reißt ihn — wie so manche beklagenswerten Fälle zeigen — unaufhaltbar mit in die Tiefe. So gehen dann zwei Menschenleben zugrunde.

Ans Land  
ziehen mit  
einem  
Rettungs-  
ring u. dgl.

Rettung  
eines er-  
mattenden  
Schwimmers.

Rettung  
eines mit  
dem Tode  
ringenden  
Nicht-  
schwimmers.

Zur Erhaltung seines eigenen Lebens muß der Retter in solchen Fällen mit dem Ertrinkenden geradezu einen Kampf auf Tod und Leben führen, durch bestimmte Griffe sich der Umklammerung des Verunglückten zu erwehren und ihn dann auf den Rücken zu drehen versuchen. Die krampfhaftige Umklammerung des Ertrinkenden ist eine



Fig. 566 und 567. Sichlosringen von einem Ertrinkenden.

derart gewalttätige und für den Retter gefährliche, daß mir einmal ein alter Bademeister, der in seinem Leben nicht weniger als 52 Ertrinkende aus dem Rheinstrom herausgeholt, erklärte, er packe, nachdem er wiederholt in schwerste Lebensgefahr beim Rettungsversuch geraten, nicht eher zu, als bis der Ertrinkende bewusstlos und ruhig geworden sei. Indes — wo es ein Menschenleben gilt, wird man solche, doch unter Umständen folgenschwere Verzögerung nicht wagen dürfen. Man hat daher für den Fall, daß es nicht gelang, dem Ertrinkenden von rückwärts beizukommen und ihn dann am Hinterkopf zu fassen, folgende Verhaltungsmaßregeln aufgestellt.

Hat der Ertrinkende den Hals des Retters mit den Armen umfaßt, so muß der Retter suchen, mit der einen Hand unter das Kinn des Verunglückten zu greifen, wobei er gleichzeitig dessen Mund fest zupreßt. Die andere Hand führt er in das hohle Kreuz des Ertrinkenden, um diesem mit einem Ruck den Rücken einzubiegen, während die obere Hand den Kopf möglichst nach hinten drückt (Fig. 566). So gelingt es, den Ertrinkenden von sich abzustößen, umzudrehen und nun am Hinterhaupt in der eben beschriebenen Art zu fassen (Fig. 568).



Fig. 568. Anlandbringen eines Ertrinkenden (Kopfgreif).

Hat sich der Ertrinkende mit den Händen um Schultern oder Rücken des Retters

geflammt, so wird in gleicher Weise versucht werden müssen, Kinn und Nase des Verunglückten zu fassen und mit Macht dessen Haupt von sich ab und zurückzubiegen; zugleich aber bringt man ihm mit dem hochgehobenen Knie einen kräftigen Stoß in der Magen-  
gegend bei, um ihn zum Loslassen zu zwingen.



Fig. 569. Anlandbringen eines Ertrinkenden (Achselgriff).

Endlich kann der Ertrinkende auch die Arme des heranschwimmenden Retters erfaßt haben und krampfhaft festhalten. In diesem Falle gilt es, durch eine Auf- und Abwärtsbewegung, der eine energische Auswärtsdrehung der Arme folgt, sich des behindernden Griffes zu erwehren (Fig. 567).

Es ist von Nutzen, wenn überall beim Schwimmunterricht auch diese Griffe zunächst auf dem Lande nach Befehl eingeübt werden. Denn es ist durchaus kein leichter Kampf, der da mit einem verzweifelt

um sein Leben ringenden und jeder Überlegung baren Menschen durchzuführen ist. Aus den Erfahrungen derer, welche unter solchen Umständen mit einem Ertrinkenden zu tun hatten, wissen wir, welche furchtbare Kraft bei diesem Todeskampfe zutage tritt. Ist es erst gelungen, den Ertrinkenden in die Rückenlage zu bringen und dann auf die beschriebene Weise am Hinterkopf oder auch unter den Achseln zu fassen (Fig. 569), so vermag er seinem Retter nichts mehr anzutun, auch wenn er mit Armen und Beinen noch um sich schlägt.

### § 368. Was zuerst mit dem ans Land gebrachten Verunglückten zu geschehen hat.

Ist der Verunglückte auf festen Boden gebracht, so hat man zunächst die Atemwege vom Wasser usw. freizumachen. Ereignete sich das Unglück in schlammigem, sumpfigem Wasser, so muß durch Eingehen mit dem Zeigefinger in den Mund des Ertrunkenen der Schlamm aus der Mundhöhle bis tief hinunter zum Rachen entfernt werden. Ebenso legt man die Eingänge der Nasenhöhlen durch Einbohren mit dem Kleinfinger frei. Sodann geht man daran, das Wasser aus den tieferen Luftwegen und den Lungen zu entfernen. Nachdrücklich muß dabei vor der immer noch beliebten Art gewarnt werden, den Verunglückten auf den Kopf zu stellen. Denn bei dieser rohen Art fällt nicht nur die Zunge gegen den Gaumen und verhindert so geradezu das Abfließen des Wassers, sondern es ergießt sich auch der Inhalt des Magens in Mund- und Nasenhöhle. Vielmehr legt man den Verunglückten auf den Bauch, bringt von oben her die Hände um die Magengegend und hebt nun an. Die so entstehende Richtung der Lufttröhre nach schräg abwärts genügt, um das dort eingedrungene Wasser auslaufen zu machen. Man hat auch empfohlen, den Ertrunkenen mit dem Leib über die Knie des Rettenden zu legen.

Geschah die Rettung zu einem frühen Zeitpunkt, so ist möglicherweise der Verunglückte imstande zu atmen. Man kann das unterstützen durch Reizung der Nase mit vorgehaltenem scharfen Riechsalz oder einem auf ein Tuch aufgeträufelten Tropfen Salmiakgeist, Einbringen von Schnupftabak, Kitzeln der Nase innen mit einem Strohhalm oder einer Feder. Ebenso kann man durch Kitzeln der Achselhöhle oder der Fußsohle die Haut reizen. Lange darf man sich mit solchen Versuchen aber nicht aufhalten, sondern muß sofort zur künstlichen Atmung schreiten.

Entfernung  
des Wassers  
aus den  
Lungen.



## § 369. Künstliche Atmung.

Künstliche  
Atmung.

Unter künstlicher Atmung verstehen wir den Versuch, durch bestimmte Maßnahmen und in regelmäßigem, der natürlichen Atmung entsprechendem Wechsel Atemluft in die Lunge einzuführen und wieder daraus zu entfernen. Ein Erfolg ist nur möglich, wenn das Herz noch etwas arbeitet, das Blut im Ader-system sich noch bewegt, so daß die roten Blutkörperchen sich mit Sauerstoff beladen können und bei Auspressung der Lungenluft das Blut Kohlensäure abgeben kann. Wenn so lange genug, eine halbe, ja eine ganze Stunde hindurch, in stetem Wechsel dem Blute Sauerstoff zugeführt, Kohlensäure entfernt wird, so kann ganz allmählich das Blut seine normale Zusammensetzung wieder gewinnen und können die unterbrochenen Lebensvorgänge neu erweckt werden. Das kann selbst in verzweifeltsten Fällen, wo Ertrunkene mehr denn 10 Minuten im Wasser gelegen haben, durch richtig angestellte und unermüdt lange Zeit durchgeführte künstliche Atmung erreicht werden.

Es handelt sich bei der künstlichen Atmung darum, im Zeitmaß der natürlichen Atmung (15 mal in der Minute) den Brustraum abwechselnd zu erweitern und zu verkleinern. Die Erweiterung kann erreicht werden durch den Zug der Muskeln, welche vom Oberarm zum Brustkorb ziehen. Das sind in erster Linie die großen Brustmuskeln, deren Doppelrolle als Anzieher der Arme und als Hilfsatemmuskeln wir früher bereits (§ 105) kennen lernten. Werden die Oberarme möglichst stark nach aufwärts geführt, so kann der Zug der Brustmuskeln den Brustkorb heben. Man kann aber auch die Elastizität der Rippen in wirksamer Weise zum gleichen Zweck ausnutzen. Nämlich, wenn man den Brustkorb sehr stark zusammenpreßt (entsprechend der Ausatmung) und dann plötzlich losläßt, so schnellen die zusammengedrückten Rippen nach Art einer niedergedrückten Metallfeder wieder hoch, der Brustkorb gewinnt seine vorherige erweiterte Form und saugt damit Luft ein. — Diese Mittel sind es, auf welchen die verschiedenen Arten der künstlichen Atmung beruhen.

Mittel der  
künstlichen  
Atmung.

Die Methode von Silvester (1857). — Der Verunglückte wird auf den Rücken gelegt. Überrock oder ein sonstiges Kleidungsstück legt man zusammengefaltet unter die Schulterblätter, um den oberen Teil des Brustkorbs zu erhöhen. Zwei Helfer knien rechts und links seitlich zu Häupten des Verunglückten. Ein jeder von ihnen hat einen der Arme des Scheintoten am Handgelenk sowie am Ellbogen gefaßt. Taktmäßig — einer der beiden zählt laut — werden die gestreckten Arme langsam (zwei Sekunden Dauer ist dafür vorgeschrieben) hochgehoben und über dem Haupte etwas nach rückwärts geführt: Einatmung. Sodann werden die Arme vornab gebracht, gebeugt und zugleich stark gegen die Flanken des Brustkorbs angedrückt oder gepreßt: Ausatmung. Ein dritter Helfer kann während dessen die Gliedmaßen in der Richtung zum Herzen reiben, um den Blutkreislauf zu beleben. — Das Zeitmaß dieser Bewegungen ist 15 mal in der Minute. Die Helfer müssen vermeiden, die Bewegungen schneller auszuführen.

Silvester'sche  
Methode.

Handelt es sich um ein Kind — oder ist nur ein geübter Helfer zur Stelle —, so kann die Methode auch von einem Helfer, der zu Häupten des Verunglückten kniet, ausgeführt werden.

Da bei der Rückenlage die Zunge leicht zurück in den Hals fällt und den Weg zur Luftröhre verlegt, so muß diese aus dem Munde hervorgezogen und entweder seitlich festgebunden oder von einem weiteren Helfer festgehalten werden. Das Festbinden der schlüpfrigen Zunge ist nicht gerade so einfach.

Richtig ausgeführt, ist die Methode von Silvester recht wirksam — sie setzt aber voraus, daß bei einem Unglücksfalle mehrere geübte Helfer zur Stelle sind.

Viel verbreitet ist neben der Silvester'schen Methode die von Howard (1877), die im wesentlichen auf starkem Zusammenpressen des Brustkorbs in der Flankengegend

Methode von  
Howard.

beruht. Der Verunglückte liegt auf dem Rücken. Zusammengelegte Kleidungsstücke werden dabei derart unter die Kreuzgegend geschoben, daß die untere Gegend des Brustkorbs, d. h. daß die Flanken, auf welche man gerade einwirken will, vorstehen. Die Arme liegen seitwärts gestreckt neben dem Körper. Der Helfer kniet am besten rittlings über dem Verunglückten, und zwar in dessen Beckengegend. Er legt seine Hände so auf den Brustkorb des Verunglückten, daß die Daumen dem Innenrand des Rippenbogens aufliegen und mit ihren Spizen sich fast in der Gegend des Schwertfortsatzes berühren, während Hohlhand und die Finger gespreizt sich weit über den Flankenteil des Brustkorbs rechts und links legen. Die Ellbogen des Helfers sind dabei fest gegen die Seiten gestemmt. Nun übt der Helfer einen starken Druck auf den Brustkorb des Verunglückten aus, wobei er sich mit dem ganzen Gewicht seines Körpers tief über ihn beugt, bis das Gesicht des Retters fast das des Ertrunkenen berührt: Ausatmung. Dann richtet der Helfer sich plötzlich wieder zum aufrechten Kniestand auf, so daß die zusammengedrückten Rippen wieder zurückspringen: Einatmung. So wird wechselweise im gleichen Zeitmaß wie bei der natürlichen Atmung verfahren. Die Methode ist weniger ermüdend als die von Silvester, sie wird nur von einem Helfer ausgeführt, doch verlangt auch sie Hervorziehen und seitliches Festhalten (oder Festbinden) der Zunge durch eine zweite Person. — Ein Vorzug ist, daß der Helfer stetig das Gesicht des Verunglückten zu beobachten vermag.

Eine Abart der Silvesterschen Methode ist die von Brosch (1896), der den Scheintoten mit dem Rücken auf einen etwa 25–30 cm hohen Schemel legt. Allerdings hat man einen solchen allenfalls in einer Schwimmanstalt zur Hand.



Fig. 570 und 571. Künstliche Atmung nach Schäfer.

Schäfersche  
Methode.

Eine neue Art der künstlichen Atmung, welche von der englischen Royal Life Saving Society eingeführt ist, hat Professor S. A. Schäfer in Edinburg angegeben (1903). Auch hier handelt es sich um ein Zusammendrücken der unteren Abschnitte des Brustkorbs — aber der Verunglückte liegt dabei nicht auf dem Rücken, sondern auf dem Bauche. Seine Oberarme sind nach auswärts gefehrt, die gebeugten Unterarme nach vorn gerichtet. Der abwärts gerichtete Kopf ist leicht nach einer Seite hin gewendet. Dadurch hängt die Zunge, von selbst ihrer Schwere folgend, nach abwärts, und der Weg zum Kehlkopf und zur Luftröhre ist stets offen. Nicht nur das. Während der Pressungen können noch in den Luftröhren verbliebene kleine Mengen von Wasser oder Schlamm mit der ausgedrückten Lungenluft durch Nase und Mund vollends abfließen.

Die Ausführung der Schäferschen Methode ist folgende: Nachdem der Verunglückte ans Land gebracht und in der oben beschriebenen Weise das Wasser aus seinen Luftwegen möglichst entfernt ist, legt man ihn sofort in die angegebene Stellung auf den

Bauch. Der Helfer kniet rittlings über (wenn es sich um eine schwächliche Person handelt) oder neben den Verunglückten, etwas unterhalb von dessen Körpermitte, Gesicht und Rumpf dem Kopfe des Verunglückten zugewendet. Er legt dann beide Hände derart dessen unterer Brustgegend auf, daß die beiden Daumen neben der Wirbelsäule (am unteren Ende der Brustwirbelsäule) fast nebeneinanderliegen, während die Hand mit den gespreizten Fingern seitlich den unteren Brustkorb umgreift. Auf eins! überträgt der Helfer durch Vorwärtsbeugen des Körpers und Übergehen in den Kniestand sein ganzes Rumpfgewicht auf die Hände und preßt den Brustkorb zusammen (Ausatmung), auf zwei! schwingt sein Rumpf plötzlich zurück in den Kniesitz, wobei der zusammengedrückte Brustkorb ähnlich wie bei der Howardschen Methode aufschnellt (Einatmung). Die Hände bleiben dabei in ihrer Lage unverrückt liegen. So wird also durch abwechselndes Vorschwingen mit Pressen und Rückschwingen mit loser Handhaltung im Zeitmaß der natürlichen Atmung auf einfache Weise Luft aus den Lungen ausgedrückt und frische Luft wieder angefaugt. Der Gang der künstlichen Atmung kann nach je 10–12 Minuten immer wieder einmal unterbrochen, und es kann schnell durch energisches Reiben der Rückenflächen sowie der Innenflächen der Arme und Beine des Verunglückten (die Richtung des Reibens soll immer nur in der Richtung nach dem Herzen gehen!) versucht werden, den Blutumlauf zu fördern. Sofort danach — das Reiben darf höchstens  $\frac{1}{2}$  Minute in Anspruch nehmen — hat aber wieder die künstliche Atmung einzusetzen.

Diese neue Schäfersche Methode hat eine Reihe unverkennbarer Vorzüge: 1. Sie ist äußerst einfach, schnell zu lernen und leicht zu behalten; 2. der Retter wird wenig angestrengt und kann ohne Ermüdung die künstliche Atmung sehr lange ausführen; 3. die Methode bedarf zur Ausführung nur einer einzigen Person; 4. Verlegung der Luftwege durch die hindernde Zunge ist ganz ausgeschlossen; 5. Reste von Wasser und Schlamm in den Luftwegen werden allmählich vollkommen daraus entfernt.

Diese Vorzüge sind durchschlagend. Denn wenn auch der geübte Arzt mit sachverständiger Beihilfe vielleicht durch die Methode nach Silvester mit den besonderen Verbesserungen von Brosch im Laboratorium eine größere Luftmenge ein- und auszubewegen vermag: bei einem wirklichen Unglück, wo es auf augenblickliche Hilfe ankommt, sind nur in Ausnahmefällen wohlgeübte Helfer zugegen. Da ist eben die Methode die beste, welche ohne weitere Vorkenntnis von jedem, der sie einmal gesehen hat, sofort angewendet werden kann.

Wie schon erwähnt, muß die künstliche Atmung im Ernstfalle sehr lange angewendet werden. Es gibt Fälle, wo tatsächlich nach stundenlangem Bemühen sich noch Erfolg einstellte. Der Verunglückte wäre endgültig verloren gewesen, hätte man früher die Rettungsarbeit aufgegeben. Winkt ein Erfolg, d. h. kommt zunächst der Blutkreislauf wieder in ausreichenden Gang, so beginnen sich die fahlen Lippen des Ertrunkenen wieder leicht zu röten. Dann treten auch von selbst wieder einzelne natürliche Atemzüge ein, die aber zunächst immer noch durch gleichzeitiges Drücken auf den Brustkorb zu unterstützen sind, langsam erst wird man versuchen, ob der sich wieder Belebende dieser Unterstützung entraten kann. Dabei wird es angebracht sein, durch Reizung der Nase und der Haut sowie durch Reiben von Rumpf und Gliedmaßen mit trockenen, womöglich angewärmten Tüchern, immer in der Richtung nach dem Herzen hin, den Blutumlauf zu beleben. Aber erst nach völlig wiedererwachtem Bewußtsein wird man daran denken dürfen, dem dem Leben neu wiedergeschenkten belebendes Getränk einzuslößen, ihn in trockene Kleidung zu hüllen und in ein wärmendes Bett zu bringen. Aber auch da wird für die erste Nacht noch eine sachkundige Wache nötig sein: ein Helfer oder eine Helferin, die bereit ist, bei stoßendem Atem immer noch einmal künstlich den Atemgang zu unterstützen. Auch daran muß man denken, daß der dem Leben Wieder-

geschenkte infolge der in das Lungengewebe eingesaugten Flüssigkeit nachträglich noch an Lungenentzündung erkranken und womöglich zugrunde gehen kann.

Es ist damit das Gebiet derjenigen Verunglückungen, welche beim Betrieb von Leibesübungen vorkommen und hier wesentlich sind, so ziemlich erschöpft. Über H i s j Schlag ist schon früher gesprochen, ebenso über die erste Hilfe dabei. Bei einem E r f r i e r e n d e n (einem solchen könnte man bei Ausübung des Winter- oder auch des Alpensports schon einmal helfen müssen) handelt es sich darum, den Körper nur allmählich wieder zu erwärmen. Man reibt den Verunglückten vorerst mit Schnee oder kaltem Wasser, bringt ihn zunächst in einen kühlen Raum und erst, wenn er wieder anfängt, zu sich zu kommen, in ein mäßig erwärmtes Zimmer. Ist die Atmung mühsam, so kann sie durch künstliche Atmung unterstützt werden, wobei gleichzeitig der Verunglückte mit warmen Tüchern abgerieben wird. Erst nach vollständiger Wiederkehr des Bewußtseins kann man erregende Getränke: Kaffee, Tee mit etwas Rum, Grog oder Glühwein u. dgl., dem Verunglückten einsflößen.

Über die erste Hilfe bei Verbrennungen sei nur kurz gesagt, daß bei Verbrennungen drei Grade in Betracht kommen: 1. Schmerzhaftes Rötung der Haut; 2. Blasenbildung; 3. Verkohlung einer Körperstelle mit tieferer Brandwunde. Die Gefahr für das Leben des Verunglückten hängt nicht sowohl von dem Grad der Verbrennung als davon ab, über einen wie großen Teil der Körperoberfläche sich die Verbrennung erstreckt, und um wieviel so die lebenswichtige Hauttätigkeit unterdrückt ist.

Bei der ersten Hilfe handelt es sich um Erstickten der Flamme durch Wegreißen der brennenden Kleider, Umherwälzen der brennenden Person auf dem Boden und Bedeckung mit Teppichen, Kissen u. dgl. zur Erstüfung der Flamme. Dann Übergießen mit viel Wasser und endlich, nach schonendster Entfernung der Kleider — Brandwunden sind entsetzlich schmerzhaft! —, Anbringen eines schützenden Notverbandes. Dazu braucht man reines Fett, Brandliniment (Mischung von Leinöl und Kaltwasser mit Zusatz von etwa 0,1% Thymol), oder man legt über die verbrannten Stellen einfach die mit salpetersaurem Wismut versehenen Brandbinden von Bardeleben (unter dem Namen „Bardella“-Binde in Apotheken und Drogengeschäften zu haben). Darüber kommt dann noch sehr viel gewöhnliche Verbandwatte. Droht die Herzkraft zu versagen, so gebe man erregende Getränke. Die weitere Behandlung ist dem Arzte zu überlassen.

Auf die erste Hilfe bei Vergiftungen sowie bei Erstüfung (bei letzterer handelt es sich schließlich in der Hauptsache um Ausführung künstlicher Atmung, wie sie oben beschrieben ist) kann an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden. — Wer aber mit Gefährten Leibesübungen treibt, rudert und Schwimmsfahrten unternimmt oder in die Berge klettert, der sollte instande sein, bei jeder Verletzung oder Verunglückung die richtige erste Hilfe leisten zu können; denn davon hängt sehr oft — da das Heranziehen eines Arztes vielfach lange Zeit dauert — die Erhaltung eines teuren Menschenlebens ab.

# Sachregister.

## A.

Abgrätischen vom Boß oder Pferd oder Kasten 538 f.  
 Abhärtung 336 f., 403. — A. beim Rudern 575.  
 Abhang (Sturzhang) an den Händen 448 f.;  
 A. an den Füßen oder Knien 449.  
 Ablauf (beim Wettlauf): Formen des A. 516 f.  
 Abmagerung 26.  
 Abreibung, Falte 339.  
 Absatz des Schuhs 151 f.  
 Absolute Muskelkraft 178 f.  
 Absonderungen der Haut 328 f.  
 Abwärtslaufen 488.  
 Abwärtssteigen 487 f. — Körperliche  
 Wirkungen des A. 495 f.  
 Abwehrbewegung der Hand 239.  
 Abwicklung der Fußsohle beim Gehen 456.  
 Abzieher der Finger 237. — A. des Schenkels  
 244 f. — A. der Zehen 252.  
 Achillessehne 250.  
 Achselgriff bei Ertrinkenden 615.  
 Achselschlagader 263.  
 Achsenzylinder bei Nerven 374.  
 Achsenzylinderfortsatz der Ganglienzellen 375.  
 Aderhaut des Auges 424 f.  
 Affenhand 124.  
 Agraphie 382.  
 Akapnie 489.  
 Akkommodation des Auges 427 f.  
 Akkommodationsbreite 428.  
 Akkommodationsmuskel des Auges 425.  
 Alkohol bei Leibesübungen 360 ff.; Einfluß  
 des A. auf die Reaktionszeit 390 f. — Alkohol-  
 gehalt der geistigen Getränke 360. — Alko-  
 holische Getränke beim Marsch 482.  
 Allgemeine Muskelermüdung 169 f.  
 Allgemeingefühle 434.  
 Alterssichtigkeit (Presbyopie) 429.  
 Altersstufen und das Übungsbedürfnis  
 dabei 593 ff.  
 Altersveränderungen der Schlagadern 291.  
 Aminosäuren 352.  
 Amphiarthrose 41.

Anfersen 516.  
 Anhalten des Atems 315.  
 Anlandbringen eines Ertrinkenden 614 ff.  
 Anlauf, zweckmäßigster, beim Sprung 532 f.  
 Anlehnen, seitliches, des Körpers 78.  
 Anmessen der Schuhe 152.  
 Ansaß des Unterarms beim Frauenarm 27 f.  
 Anstedungstoffe im Staub 312.  
 Anstrengung oder Pressung 269 f. —  
 Tätigkeit d. großen Sägemuskels dabei 206. —  
 Tätigkeit der Bauchmuskeln dabei 219 f. —  
 Einfluß der A. auf den Herzmuskel 280.  
 Anstrengung des Herzens 278 ff.  
 Antagonisten 190, 393.  
 Antiseptische Stoffe 609.  
 Anzieher der Finger 235. — A. des Schenkels  
 243 f.  
 Aorta 261, 385.  
 Aortenkläh im Zwerchfell 225.  
 Aphasie 382.  
 Arbeit und Rhythmus 410.  
 Arbeitsart der Muskeln 183 ff.  
 Arbeitsaufwand und Arbeits-  
 effekt beim Gehen 463 f.  
 Arbeitsgröße beim Streck- u. Beugelauf 513. —  
 A. beim Radfahren 583 ff. — A. beim Rad-  
 fahren und Gehen 586.  
 Arbeitsleistung des Muskels 176 ff.  
 — A. beim Lauf 500 f. — A. beim Berg-  
 steigen 488 ff.  
 Arbeitsrücken, runder 75.  
 Arm: äußere Form des A. 3 f. — Spann-  
 weite der A. 11. — Mögliche Drehung des  
 A. 119. — Schwerwirkung des ausgestreckten  
 A. 69.  
 Armbeuger: innerer 232. — A. zweiföpfiger  
 230.  
 Armbeugung: Verlegung des Schwerpunktes  
 beim Sprung durch A. 529; beim Lauf 500.  
 Armbewegung beim Gehen 461 f.  
 Armeedorfchrift f. den militärischen Marsch 470.  
 Armlänge 12.  
 Armschlagader 263. — Kompression der A.  
 bei Blutung 610 f.

- Arm-Speichenmuskel 233.  
 Armstrecke, dreiköpfiger 232.  
 Artfremde und arteilene Nahrungstoffe 351 f.  
 Arthrodie 40.  
 Aseptischer Verband 608 f.  
 Assoziationsfasern im Hirn 389.  
 Assoziationszentren 384.  
 Astigmatismus 428.  
 Asymmetrien des Körperbaus 7.  
 Atembewegungen als Hilfskraft des Kreislaufs 276. — Kurven der gewöhnlichen A. und die der Sprechatmung 317.  
 Atemermüdung 307.  
 Atemführung bei Gerätturnen 287.  
 Atemgang beim Schwimmen 565. — A. beim Rudern 570, 573. — A. beim Wettlauf 503.  
 Atemgymnastik 314 ff.  
 Atemluft: Verschlechterung der A. durch Gase 310. — durch Staub 311 f.  
 Atemmuskeln: Übersicht der A. 227. — Arbeit der A. 276, 302.  
 Atemnot u. Atemermüdung 307 f.  
 Atemsteigerung durch Muskelarbeit 306 f., 324 ff.  
 Atemzentrum 379.  
 Atemzüge: Zahl der A. 305 f. — Veränderung der A. beim Sprechatmen 316.  
 Athletik, schwere: ihr Einfluß auf den Herzmuskel 280 f.  
 Athletische Körperform 172 ff.  
 Athletisches Schnellgehen 479 f.  
 Atlas 53.  
 Atlasgelenk 41, 56.  
 Atmung: Äußere und innere A. 302. — Mechanik der A. 302 f. — Umfang der A. 303 f. — A. auf dem Fahrrad bei Winddruck 583 f. — A. beim Lauf 515 f. — Bei Aus- und Einatmung tätige Kräfte 227. — Steigerung der A. bei Bewegung 306 ff. — A. beim Bergsteigen 490.  
 Atmung, künstliche 617 ff.  
 Atmungsbewegungen 102 f., 219.  
 Atmungsorgane 296 ff.  
 Atmungsstuhl bei Asthma 316.  
 Aufliegen des Rumpfes 93 f.  
 Aufbiegen aus dem Kniestand 94.  
 Aufgriff beim Hang 446. — Tätigkeit des inneren Armbeugers beim Aufgriff 232.  
 Aufheber des Schulterblatts 214.  
 Aufmerksamkeit: Einfluß der A. auf die Reaktionszeit 392. — A. beim Sechten und Ringen 392.  
 Aufmerksamkeitsübungen 401 f.  
 Aufrechtes Stehen auf beiden Füßen 437 f. — mit Belastung vorzugsweise eines Beins 438 f.  
 Aufsaugung in den Verdauungsorganen 348 f.  
 Aussehen des Fußes beim Gehen 466 f. — beim Lauf 498. — beim Steigen 485.  
 Aufspringen 524 f.  
 Aufstützen der Hände beim gemischten Sprung 535. — A. beim Ablauf (Handstart) 517.  
 Aufwärtslaufen 485 f.  
 Aufwärtssteigen auf schiefer Ebene 483 f. — A. auf einer Treppe oder Leiter 486.  
 Augapfel und seine Hülle 424 ff. — lichtbrechende Medien des A. 426.  
 Auge 421 ff. — Augenhöhle 47. — Augenlider und Augenbrauen 422 ff. — Bindehaut des A. und Tränenorgane 423.  
 Augenbildsphotographie und Reihenaufnahmen 458 f.  
 Aus- und Einatmung: tätige Kräfte dabei 227.  
 Ausgreifen beim Rudern 569.  
 Ausholen zur Muskelarbeit 177 f. — A. beim Wurf 547.  
 Auslagestellung beim Sechten und Werfen 439.  
 Auslegerboot 568.  
 Aus- und Einwärtswendung der Hand 119.  
 Ausnutzung der Nahrungsmittel 356.  
 Automatie und Takt 409. — Automatische Erregung: rhythmische und tonische Automatie 406 f.  
 Arthauen: Übung des A. 221.

## B.

- Bäder, kalte und warme und deren Wirkungen 338 ff.  
 Bänder 38. — B. der Wirbelsäule 55 f.  
 Balancieren auf dem Fahrrad 582. — B. auf dem Seil oder der Schwebekante 66 f.  
 Balanzierstange 66.  
 Balken des Gehirns 298, 397.  
 Ballspiele, feinere 401.  
 Ballwerfen und -fangen: Übung darin 556.  
 Barren: Streckstütz am B. 449 ff. — Knidstütz am B. 451.  
 Bauch: äußere Form des B. 3.  
 Bauchatmen 216, 226, 107 f.  
 Bauchmuskeln 216 ff. — Übung der B. 220 f. — Lahmlegung der B. durch das Korsett 110.  
 Bauchpresse 218 ff.  
 Bauchspeicheldrüse 348.  
 Bauhinische Klappe 347.  
 Baumwollstoffe 334 f.  
 Beiden (Bedengürtel) 25 ff. — Geschlechtsunterschiede des B. 128 f. — Schiefstellung des B. 76 f., 80 f.  
 Bedendurchmesser, gerader und queter 128.

- Beckenneigung 128.  
 Befehlsgebung 392, 398 f.  
 Beidhändige Ausbildung 387.  
 Bein: äußere Form 5. — Knochen des B. 130 ff. — Bewegungen des B. im Hüftgelenk 130. — Beine der Frauen 28.  
 Beinhaut 137.  
 Beinlänge, ungleiche 7, 81.  
 Belastung, einseitige des Körpers 68 f., 78. — B. des Kopfes zur Erzielung gerader Haltung 68.  
 Beleihtheit 25.  
 Bellisches Gesetz 379 f.  
 Bequeme Haltung 71 f.  
 Berganfahren mit dem Rad 588.  
 Bergkrankheit 489.  
 Bergschuhe 494.  
 Bergsteigen als heilgymnastische Übung (Oertelsturz) 285.  
 Bergstoch 494.  
 Bergwanderungen: Winke für B. 494 f.  
 Bertinisches Band 131, 72.  
 Beugengang und Beugemarsch 475 ff.  
 Beugehang 447 f.  
 Beugelauf 512 ff.  
 Beugestütz 451.  
 Beugung der Arme beim Lauf 500.  
 Bewegungen: schnelle und langsame 195 f. — Koordination der B. 193 f., 393 ff. — Ge-  
 läufigkeit einer B. 396 f.  
 Bewegungsfasern: ihr Verlauf 387 ff.  
 Bewegungsfolgen 397.  
 Biergenuß 362.  
 Bilanz des Stoffwechsels 350 f.  
 Bindehaut des Auges 423.  
 Biologische Wertigkeit der Nahrungsmittel 352.  
 Bleichsucht 275, 292. — B. durch ungenügende Atmung beim Tragen des Korsetts 108.  
 Blinddarm 347.  
 Blinder Fleck der Netzhaut 426.  
 Blut, das 291 ff. — Gerinnung des Bl. 293. — Stromgeschwindigkeit des Bl. 272. — Verteilung des Bl. im Körper 273.  
 Blutarmut: Einfluß auf die Herzarbeit 275. — B. des Gehirns bei Ohnmacht 607.  
 Blutbeule 602.  
 Blutbildung im Knochenmark 37. — Förderung der Bl. in Höhenluft 493.  
 Blutdruck 267 f.  
 Blutgase 294 f.  
 Blutgefäße 260 ff. — Altersveränderungen der Bl. 291. — Entwicklung und Wachstum der Bl. 289 ff., 594.  
 Blutkörperchen, rote und weiße 291 ff. — Bl. rote: Gesamtoberfläche 294.  
 Blutkreislauf: Allgemeine Übersicht 255 f. — Bl.: großer und kleiner 266 f.  
 Blutmischung: Einfluß auf die Herzarbeit 275 f.  
 Blutplasma 293.  
 Blutserum 293.  
 Blutung der Schlagadern und ihre Stillung 609 ff.  
 Blutung bei Venen 610.  
 Blutvergiftung 608.  
 Blutverschiebung bei Muskelarbeit 166 ff. — Bl. bei geistiger Arbeit 411.  
 Bodspringen 535 ff.  
 Bodenbeschaffenheit: Einfluß der B. auf die Arbeit beim Gehen 180, 460. — auf die Arbeit beim Radfahren 583.  
 Bogenwurf 549.  
 Bogenstehende Haltung 93.  
 Borellis Bestimmung des Schwerpunktes des Körpers 63.  
 Brandbinde 620.  
 Brandliniment 620.  
 Brandweingenuß 359.  
 Brausebäder 339.  
 Breite Nacken- und Rückenmuskeln 208 ff.  
 Breitester Rückenmuskel 213.  
 Bruchanlage 223.  
 Bruchband 224.  
 Brüche, Bemerkungen über Br. 223 ff.  
 Brüste des weiblichen Brustkorbs 203.  
 Brust: Äußeres der Br. 2. — Form der Br. 102 ff., 202 f. — Ein- und Ausatmungsstellung der Br. 102 ff.  
 Brust- und Bauchatmen unter dem Einfluß des Korsetts 106 ff.  
 Brustbein 99 f. — Kürze des Br. beim weiblichen Körper 26.  
 Brustbein—Schlüsselbeingelenk 113.  
 Brustdrüsen 202.  
 Brustfell 301.  
 Brustmuskeln 202 ff.  
 Brustöffnung, obere und untere 101. — Verengerung der oberen Br. 104.  
 Brusthöhle: Gestalt der Br. 101.  
 Brustkorb 101 f. — Gelenke des Br. 100 f.  
 Brustschwimmen 559 ff.  
 Brustumfang 20, 24, 103.  
 Brustwarzen 2, 202.  
 Brustwirbel 53 f.  
 Brustwirbelsäule: Beweglichkeit der Br. 57 f. — Biegung der Br. 60.

**C.**

Camper'scher Gesichtswinkel 49.  
 Carotis 261. — Lage der C. am Halße 200.  
 Choanen 296.  
 Chronophotographische Darstellung des Streck- und Beugeganges 478. — des Laufs 496 f. — des gewöhnlichen und Beugelaufs 513 f.  
 Ciliarmuskel des Auges 428.  
 Cortisches Organ 433.

**D.**

Darmbein 125 f.  
 Darmbeinstachel, vorderer oberer 126.  
 Darmkanal 346 f.  
 Darmsaft 349.  
 Darmverdauung 349.  
 Dauerbewegungen: Arbeitsleistung der Körpers bei D. 180 f.  
 Dauerlauf 511 ff.  
 Dauerleistungen: Befähigung des Körpers zu D. 465 f.  
 Dauerrudern 574 f.  
 Dauerschwimmen 564.  
 Dauerübungen: Begriff der D. 170 f. — Einfluß der D. auf die Herzthätigkeit 287 f. — Einfluß der D. auf den Umfang der Atmung 217 f.  
 Daumen: Gegenstellung des D. 124 f. — Muskeln des D. 235 f. — Sattelgelenk des D. 123. —  
 Deltamuskel 228.  
 Deutsche Horizontale bei Messung des Profilmwinkels 50.  
 Dezimalsystem: Körpermaße nach dem D. 12 f.  
 Diaphyse 35.  
 Dickdarm 347. — Aufsaugende Thätigkeit des D. 348.  
 Differenz bei der Schulbank 88.  
 Diploë 35.  
 Diskuscheibe 556.  
 Diskuswurf 551 f.  
 Distanz bei der Schulbank 88.  
 Dollenboot: Dollengig 566 f.  
 Doppeltüh: Zeit des D. beim Gehen 458. — D. beim Steigen 484 f.  
 Drahtschiene bei Knochenbrüchen 606.  
 Drehgelenke 40.  
 Drehung, schraubensförmige beim Wurf 551.  
 Dreieckiges Tuch: Verbände damit 609.  
 Dreigeteilter Nerv 418.  
 Dreispöpfiger Armstrecker 232.  
 Dreisprung (sog. deutscher und amerikanischer) 533 f.  
 Dreitaft: Eilgang im D. 474.

Dreizipfelige Herzklappe 258.  
 Drill 399, 471 f.  
 Drossel- oder Kehlgube 2.  
 Druck des Fußes auf den Boden beim Gehen 459 ff.  
 Druckkurve des Gehens 458.  
 Druckmessende Methode Mareys beim Gehen 456 ff.  
 Druckmessendes Sprungbrett von Marey 521 f.  
 Druckverband 610.  
 Dünndarm 346 f.  
 Dünndarmzotten 374.  
 Durchdrücken des Knies 137 f.  
 Durchfall bei Wanderungen 483.  
 Durigs Stoffwechseluntersuchungen 175.  
 Durstgefühl beim Radfahren 589.  
 Duschebäder, warme 337. — kalte 339.  
 Dynamograph nach Marey 321.  
 Dynamographisches Schuhwerk von Marey 456 ff.  
 Dynamometer 178 f.

**E.**

Eilgang: natürlicher E. 472 f. — E. im Dreitaft 474.  
 Eilmarsch: militärische Vorschriften für den E. 470 f.  
 Ein- und Ausatmung: tätige Kräfte dabei 227.  
 Einatmungsstellung des Brustkorbes 102.  
 Einbällige und zweibällige Schuhe 148.  
 Eingewöhnung halbautomatischer Bewegungsformen 470 f.  
 Einteilungen (Zähne) 41.  
 Einseitiger linker Sitz 77 f.  
 Eislauf als Gleichgewichtsübung 66, 90.  
 Eiterbildung 293, 608.  
 Eiweiß im Harn 369.  
 Eiweißmolekül: Zusammensetzung des E. 352.  
 Eiweißstoffe, tierische und pflanzliche 349.  
 Eiweißsynthese 352.  
 Eiweißzufuhr: Maß der E. 353.  
 Ellbogengelenk 118 f.  
 Elle 117 f.  
 Empfindungsfasern: ihr Verlauf 389.  
 Emphysem der Lunge 103.  
 Energieaufwand bei Muskelbewegungen 179 ff. — E. beim Radfahren verglichen mit dem E. beim Gehen 586.  
 Energiewechsel im Körper 351 ff.  
 Englische Krankheit 35.  
 Entwicklungsjahre: Entwicklung des Herzens in den E. 289 f. — Übungsbedürfnis in den E. 597 f.  
 Entzündung der Weichteile 608.  
 Epiphyse 35.



Epistropheus 53.  
 Erbrechen 218.  
 Erfrieren: erste Hilfe bei E. 620.  
 Ergograph von Mosso 414 ff.  
 Erholende Wirkung der halbautomatischen Bewegungen 408 f.  
 Erholung des Muskels 171.  
 Erkältung und Erkältungsfurcht 336 f.  
 Ermüdbarkeit: Herabsetzung der E. beim tränierten Muskel 174 f.  
 Ermüdung des Gehirns: 411 f. — E. des Muskels 161 f. — Periphere u. zentrale E. 168. — Stoffliche Ursachen der E. 164 f.  
 Ermüdungsstoffe: Einfluß der E. auf die Herzarbeit 283 f.  
 Ernährung: Grundstoffe der E. 349 f.  
 Erschöpfung, allgemeine, nach Muskelarbeit 169 f. — E., geistige 412.  
 Ershütterung innerer Organe 607.  
 Erste Schuljahre: Übungsbedürfnis 595.  
 Ertrinken: Vorgänge beim E. 612 ff. — Erste Hilfe 614 ff.  
 Esmarch'scher Hosenträger 611.  
 Eustachische Ohrtrompete 297, 432.

### S.

Sahrrad, das: Erfindung und Bau 577 f. — S.: Stellung des Sattels zu den Tretturkeln 579 f.  
 Salun-Lauf 283.  
 Saserinorpel 38.  
 Saserverlauf im Hirn u. Rückenmark 387 f.  
 Saßförmiger Brustkorb 103.  
 Saßungskraft (Kapazität) d. Lungen 304 f.  
 Saßzie der Muskeln 188.  
 Sechsten als Schlagfertigkeitübung 392.  
 Sermente 351.  
 Sermpunkt beim Sehen 428.  
 Setzenbein 142.  
 Sete 349.  
 Settherz: Bergsteigen bei S. 285. — S. und Radfahren 591.  
 Settleibigkeit 25 f.  
 Settschicht der Haut 327 f.  
 Seuchtigkeitsgehalt der Luft 309 f.  
 Sibrin 293.  
 Sieber 330.  
 Singer: Gelenke der S. 123 f. — Muskeln der S. 235 ff.  
 Sizieren 426.  
 Slacher (oder flachhohler) Rücken 73 f.  
 Slanellhemden 494.  
 Slankenatmung 315, 207.  
 Sleichbrühe 358.  
 Schmidt, Unser Körper. 5. Auflage.

Sontanellen 44.  
 Formen, äußere, des Körpers 1 ff.  
 Formveränderung durch Muskelarbeit 188 f.  
 Sortbewegung auf dem Boden, im Wasser und in der Luft 452 f.  
 Sortbildungschule: Leibesübungen i. der S. 598.  
 Sortpflanzung des Reizes im Nerven 161.  
 Srauenarm 27.  
 Srauenkleidung: Reform der S. 109 ff. — S. bei Leibesübungen 112.  
 Srauenkörper: Bau und äußere Form des S. 26 f.  
 Sreie Gelenke 40.  
 Sreiluftspiele: Wert der S. in den Kinderjahren 594 f.  
 Sreübungen, verbunden mit Tiefatmen 92 f. 321 ff.  
 Srezellen 298.  
 Srostbeulen 150.  
 Sugen zwischen Knochen 41.  
 Sufelöle 359.  
 Suß: äußere Form des S. 6. — Knochen des S. 140 ff. — Gelenke und Bänder des S. 146 f. — Muskeln zur Bewegung der Fußgelenke 248 ff.  
 Sußbekleidung 148 ff.  
 Sußbodenbelag und -reinigung in den Turnhallen 312 f.  
 Sußgewölbe: äußeres und inneres 143 f.  
 Sußlänge 12.  
 Sußpflege 153. — S. bei Wanderungen 482.  
 Sußjohle: Muskeln der S. 251 f.  
 Sußspitzen: Stehen auf den S. 440 f.  
 Sußwurzel 141 f.

### G.

Galle und Gallenblase 347.  
 Gang, natürlicher 454 ff. — G. als halbautomatische Bewegung 407. — G. mit gestreckten Fußspitzen 469 f. — G. beim Mädchenturnen 469.  
 Gangerziehung: Wert f. die Körperhaltung 90.  
 Ganglienzellen 375 f.  
 Gaswechsel in den Lungen 308 f.  
 Gaumen, knöcherner 46. — Weicher G. 297.  
 Gedrungenener Wuchs 22 f.  
 Gefäßhaut des Hirns und Rückenmarks 380.  
 Gegensteller des Daumens und des Kleinfingers 237.  
 Gehen 453 ff. — Arbeitsaufwand und Arbeitseffekt beim G. 463 f. — Verglichen mit der Arbeit beim Radfahren 586. — Auftreten beim natürlichen G. 466 f. — Bewegung beim G. 454 ff. — Doppellstüz beim G. 458. — Einfluß der Bodenbeschaffenheit beim G. 180,

460. — Muskeldruck auf den Boden beim G. 459 ff. — Senkrechte Schwanfung beim G. 460, 454. — Wagerrechte Schwanfung beim G. 461. — G. über einen Balken oder ein Seil 65.
- Gehirn: Bau des G. 376 ff. — Faserverlauf im G. 387 f. — Gewicht und Größe des G. 380 f. — Häutige Hüllen des G. 380.
- Gehirnermüdung nach geistiger Arbeit 411 ff.
- Gehirnerschütterung 607.
- Gehirnhöhlen 377.
- Gehirnoberfläche 377.
- Gehirnrinde: Zentren der G. 381 ff.
- Gehörgang, äußerer 431.
- Gehörner 419.
- Gehörorgan 430 ff.
- Geistesgegenwart 400.
- Geistige Ermüdung: ihre Messung und Einfluß auf die Muskelarbeit 411 ff.
- Gelbe Bänder der Wirbelsäule 56.
- Gelber Fleck der Nethhaut 426.
- Gelbsucht 354.
- Gelenke und Gelenkarten 39 ff.
- Gelenkkapsel und Gelenkschmiere 39.
- Gemischter Sprung 539 f. — Abhebeln der Hand beim gem. Spr. 539.
- Genußmittel 358 ff.
- Geradhalter 75.
- Gerätübungen: deren Zurechtlegen 399. — Erziehung zum Mute durch G. 404.
- Gerinnung des Blutes 293.
- Geruchsinne 420 f.
- Geruchner 418.
- Gesäßmuskel, großer 241 f. — G., mittlerer und kleiner 244 f.
- Geschicklichkeitsübungen: Koordination bei G. 395 f. — Schulung der G. 396 f.
- Geschlechtsunterschiede im Körperbau 26 f. — G. im Bau des Beckens 128 f.
- Geschmacksner 419.
- Geschmacksorgan 433.
- Geschwindigkeit= oder Wurfhebel 186.
- Geschwindigkeit 472 f.
- Gesichtsbildung 10 f., 48 ff.
- Gesichtsknochen 45 f.
- Gesichtsmuskeln 197 f.
- Gesichtsner 418.
- Gesichtschädel: seine Höhlen und Gruben 46 f.
- Gesichtsteil des Kopfes: äußere Form 1.
- Gesichtswinkel, Camperscher 49.
- Gesundheit im Sinne der Leibeserziehung 318.
- Gewichtstoßen 556.
- Gewichtsverlust beim Tränieren 364 f.
- Gewürze 357.
- Gicht: Auftreten von Harnsäure bei G. 369. — Radfahren bei G. 592.
- Ginglymus 40.
- Glaskörper des Auges 427.
- Gleichgewicht 60. — G. bei Ruhezustand 437. — G.: indifferentes, stabiles und labiles 63 Anm. — Koordination des Gl. 395.
- Gleichgewichtserhaltung 65. — Halbautomatische Gl. 406. — G. beim Radfahren 582.
- Gleichgewichtssinn 434. — Beziehungen zwischen Gl. und den halbzirkelförmigen Kanälen des Ohrs 432 f.
- Gleichtakt und Rhythmus 409 f.
- Gleitriß beim Ruderboot 568.
- Glykogen in den Muskeln u. d. Leber 350, 347.
- Godins Erhebungen über das Wachstum zwischen 14 und 18 Jahren 20.
- Goldener Schnitt in der Proportionslehre 16.
- Gradzähler (Prognathen) 49.
- Grätschsprung 535 f.
- Graphische Methode zur Untersuchung der Gehbewegungen 456 f.
- Greifbewegung 239.
- Greisenrücken, runder 76.
- Großhirn 376 ff.
- Großhirnrinde 381 f.
- Großzeh: Muskeln des G. 251 f.
- Grundstellung 64, 438.
- Grundstoffe der Ernährung 349 ff.
- Gummibinde zur Blutstillung 611.
- Gummizüge am Schuh 152.

## H.

- Haare: ihr Bau und ihre Verbreitung über den Körper 326 f.
- Haargefäße 266.
- Hagerkeit 26.
- Hämoglobin 292.
- Halbautomatische Bewegungen 406 ff. — Erholende Wirkung der halbautomatischen Bewegungen 408 f.
- Halbierungslinie des Körpers 9.
- Halbmondförmige Klappen 260.
- Halbschuh 152.
- Halbzirkelförmige Kanäle 432 f.
- Has: Äußere Form 2. — Drehung des H. 57. — Muskeln des H. 200 ff.
- Halsgegend, vordere 200.
- Halswirbel 53.
- Haltung: Normale H. 70, 438. — Militärische H. 71, 437. — Bequeme H. 71 f.
- Haltungsfehler: Vorbeugende Maßnahmen 86 ff. — Ursachen der H. 84 f. — Bekämpfung der H. 96 ff.

- Haltungsformen, häufigere 72 f.  
 Haltungsgymnastik 90 ff.  
 Hammerwerfen 556 f.  
 Hand: Äußere Form der H. 4. — Knochen u. Gelenke der H. 120 ff. — Muskeln der H. 233 ff. — Hand als Werkzeug 124. — Inanspruchnahme der H. beim Turnen 124 f.  
 Handfertigkeit 124. — Koordination der H. 398.  
 Handgelenke: Bewegungen in den H. 122.  
 Handteller: Furchen des H. 121.  
 Handüberhandschwimmen 561.  
 Handstart 517.  
 Handwurzelband 121.  
 Hang, der 445 f. — Übungen im H. bei Haltungsgymnastik 96.  
 Hangbein beim Gehen und seine Pendelschwingungen 454 f.  
 Handtellerlegen als Übung der Bauchmuskeln 222.  
 Harmonische Ausbildung 175.  
 Harn und Harnorgane 369 ff.  
 Harnblase und Harnleiter 371.  
 Harnsäure 369.  
 Harnsaure Salze bei allgemeiner Ermüdung 170.  
 Harnstoff 369.  
 Harnstoffausscheidung beim Radfahren 589.  
 Hasenscharte 47.  
 Hauptnahrungstoffe u. ihre Zusammen- setzung 354 ff.  
 Haut: Bau und Tätigkeit der H. 324 ff. — Absonderungen der H. 328 f. — Ausscheidung der Endprodukte der Muskeltätigkeit durch die H. 165.  
 Hautblutgefäße: Füllung der H. 330. — Nerven- einfluß auf die H. 330 f.  
 Hautpflege durch Bäder 337 ff.  
 Haversische Kanälchen 37.  
 Hebelwirkung der Muskeln 185 f.  
 Heilung, erste, bei Wunden 607.  
 Heizung der Turnhallen 314.  
 Hemisphären des Gehirns 376 f., 382 f.  
 Herz: Gestalt und Lage 256 f. — Innerer Bau des H. 258 f. — Anstrengung und Ermüdung des H. 278 ff. — Entwicklung des H. und der Blutgefäße 289 f. — Stoff- verbrauch des H. 275. — Überarbeitung des H. 279. — Übungsbedürfnis des H. 290. — Übung und Kräftigung des H. 285 ff.  
 Herzarbeit: Einfluß der Blutmischung auf die H. 275. — Einfluß der Muskel- bewegung 274 f. — Einfluß des Laufs auf die H. 504 ff. — Einfluß der Pressung auf die H. 280. — Einfluß des Radfahrens auf die H. 587 f.  
 Herzbeutel 257 f.  
 Herzbewegung: Einfluß der Atmung auf die H. 269 f.  
 Herzdehnung nach Dauerübungen 281 ff. — H. nach Kraftübungen 280.  
 Herzermüdung nach schnellstem Steigen 489 f.  
 Herzerweiterung bei Störungen im Kreislauf 278.  
 Herzfehler oder Herzklappenfehler 259. — Rad- fahren bei H. 591.  
 Herzkrankte 259, 279. — Verbot des Laufs für H. 508.  
 Herzmuskelfasern: ihr Bau 158, 256.  
 Herznerven 268.  
 Herzohren 258.  
 Herzstoß 268.  
 Herztöne 268.  
 Herzverkleinerung nach Schnelligkeitsübungen 279 f.  
 Hilfe, erste 614 ff.  
 Hilfegeben beim Sprung 543.  
 Hilfsatemkräfte 227.  
 Hilfsatemmuskeln 227. — Übung der H. 323.  
 Hilfsbänder 39.  
 Hilfskräfte des Kreislaufs 276 f.  
 Hilfluft 303.  
 Hindernislauf 518 f.  
 Hintgang 459.  
 Hinterhauptbein 43.  
 Hinterhauptloch 43.  
 Hirtshaut, harte 380.  
 Hirnnervenpaare 418.  
 Hirnschädel 42 f.  
 Hirnsubstanz, graue und weiße 378.  
 Hirnwindungen 377.  
 Hirnzentren 382 f.  
 Hitzschlag und Hilfe dabei 331 f.  
 Hochsprung 532. — Arbeitsaufwand beim H. 527 f.  
 Hochtouren 489.  
 Hochende Stellung 443 f.  
 Hochsprung 539.  
 Höchstarbeit der Atemorgane beim Lauf 506.  
 Höchstleistung beim Lauf 502.  
 Hörsphäre im Großhirn 382.  
 Hohe Schulter 85.  
 Hohler (oder höhlrunder) Rücken 74.  
 Höhlmuskeln 183 f.  
 Hohlvene, obere und untere 266.  
 Horizontale Schwankungen des Beckens beim Gehen 461. — beim Lauf 500. — beim Steigen 484 f.  
 Hornhaut des Auges 424.  
 Hornschicht der Haut 324.  
 Hüftbreite 11, 133.  
 Hüften: Ausladen der H. beim Weibe 129. — Äußere Form der H. 5.

Hüftgelenk 130 ff. — Bewegungen im  
 H. 132 f.  
 Hüftmeßapparat von Schmidt 82 f.  
 Hüftnerd 420.  
 Hüftschlagader, innere und äußere 264.  
 Hühnerauge 150.  
 Hühnerbrust 104.  
 Hünengestalt 25.  
 Hüpf sprung 530, 533.  
 Hürdenrennen, sportliches 518.  
 Hunger und Durst 350.  
 Hyaliner Knorpel 38.

### J.

Jahreszeiten: Übung im Freien bei verschiede-  
 nen J. 332 f.  
 Jochbogen und Jochbein 46.  
 Jodynamie der Nahrungstoffe 353 f.  
 Jugend vor der Reife: Vorteile des Laufs für  
 sie 507.  
 Jugendspiele: siehe Spiele.

### K.

Kaffee und Koffein 358.  
 Kakao 358.  
 Kalorien, kleine und große 279.  
 Kalte Bäder 338.  
 Kammgriff beim Gang 445.  
 Kampfspiele 402.  
 Kanäle, halbzirkelförmige des Ohrs 432 f.  
 Kanon oder Normalfigur 7 f.  
 Kapazität, vitale der Lungen 304 f.  
 Kappen- oder Trapezmuskel 210 f.  
 Karbo.wasser 609.  
 Kastennmesser 166 f.  
 Katarth durch Atmen von Staubluft 311.  
 Kaubewegungen 46, 342.  
 Kaumuskel 199.  
 Kehldedel 298.  
 Kehlkopf 297 ff.  
 Kehlkopfbilder der Sprechathmung 316.  
 Keilbein 43.  
 Kenotogin (Weichardt) 164.  
 Kernwurf 549.  
 Kiefergelenk 46.  
 Kind: Wachstum und Körperverhältnisse im  
 Kindesalter 16 ff. — Übungsbedürfnis im  
 Kindesalter 595.  
 Kindergärten 87, 595.  
 Kinderspiele 402.  
 Kleidung 333 ff. — K. bei Bergwande-  
 rungen 494. — K. bei Turnfahrten 482. —  
 K. beim Radfahren 592.  
 Kleinhirn 378.  
 Klettern 453, 485.

Klettern auf der Leiter 486 f.  
 Klimmen 486.  
 Klimaziehen: Arbeitsaufwand beim K.  
 182, 192.  
 Knebelverband bei Schlagaderblutung 610 f.  
 Knidarm bei Frauen 27 f.  
 Knidstüz 451.  
 Knie: äußere Form 5.  
 Kniebeuge: Tätigkeit der Streckmuskeln bei der  
 Kn. 194. — Tiefste Kn. 444.  
 Kniegelenk 135 ff. — Bewegungen im  
 Kn. 138. — Muskeln, welche das Kn. be-  
 wegen 245 ff.  
 Knien 444 f.  
 Kniescheibe 135.  
 Knochen: Allgemeine Eigenschaften der  
 K. 33 f. — Äußere Formen der K. 35. —  
 Dichtigkeit der K. 36 f. — Feinerer Bau der  
 K. 37 f.  
 Knochenbrüche 604 ff.  
 Knochenerden 35.  
 Knochenhaut 37.  
 Knochenleim 33.  
 Knochenmark 37.  
 Knochenrinde 36.  
 Knorpel 38.  
 Knorpelhaft 41.  
 Körper: Äußere Formen des K. 1 ff.  
 Körperbau: Geschlechtsunterschiede des K. 26 ff.  
 — Symmetrie des K. 6.  
 Körperform, athletische 172 ff.  
 Körperhaltung 69 ff. — Einfluß des  
 Schwimmens auf die K. 555.  
 Körperlänge 9.  
 Körpermaße nach dem Dezimalsystem 12 f.  
 Kohlenhydrate 349 f. — Unterhalt der Muskel-  
 arbeit durch K. 354.  
 Kohlenoxyd 294 f.  
 Kohlen säure: Menge der K. in der  
 Atemluft 308. — K. im Blute 294 f.  
 Kohlen säureausscheidung: ihre Steigerung durch  
 Muskelarbeit 309. — K. beim Rudern 574.  
 Kohlen säuregehalt der Luft 310.  
 Kollmanns Proportionsfigur 13.  
 Komplementärluft 303.  
 Konsonanten: Bildung des K. 300.  
 Koordination der Bewegungen 194,  
 393 ff. — Verschiedenheiten der K. 395. —  
 Schulung der K. 398.  
 Koordinieren, plötzliches 400. — K., vor-  
 heriges 398 f.  
 Kopf: Äußere Form 1. — Knochen des K.  
 42 ff. — Muskeln des K. 197 f.  
 Kopfgriff bei Ertrinkenden 614 f.  
 Kopflänge 10.

Kopfnasenhöhe 11.  
 Kopfschlagader 261.  
 Kopfverband 609.  
 Kopfwender 201.  
 Korsett: Einfluß auf den Körper 105 ff.  
 — Entstellung des Rumpfes durch das K.  
 107. — K. beim Radfahren 592.  
 Kraftquellen des Körpers 340 f.  
 Kraft-, Dauer- und Schnelligkeitsübungen: Be-  
 griff der 170 f. — Kraftübungen: allgemeine  
 und örtliche 170.  
 Krampfadern 276.  
 Kranzschlagadern des Herzens 261.  
 Kreislauf des Blutes 255, 266 f. —  
 Hilfskräfte des K. 276 f.  
 Kreislauftörungen 259. — Bergsteigen bei K.  
 285.  
 Kreuzbänder des Kniegelenks 137.  
 Kreuzbein 54.  
 Kreuzgrübchen 3.  
 Kriechstoß ((crawling) 561 f.  
 Kriechübungen nach Klapp 89 f.  
 Kristalllinse des Auges 426 f.  
 Kropf 200.  
 Krüppel: Zahl der K. in Deutschland 86.  
 Kümmerformen des Menschen 25.  
 Künstliche Atmung 617 f.  
 Kugelgelenk 40.  
 Kugelwerfen 556.  
 Kultur: Einfluß der K. auf die Wuchsform 24.  
 Kunstschrittarten 468.  
 Kurzkopf 51.  
 Kurzsichtigkeit 429 f. — K. beim Turnen 429.  
 Kurztunde 89.  
 Kyphose 76.

## L.

Labdrüsen des Magens 345 f.  
 Labyrinth des inneren Ohres 432.  
 Lagerung, richtige, eines Verunglückten 601.  
 Lahmer Brustkorb 103.  
 Langsame Bewegungen: Muskelarbeit dabei  
 195 ff.  
 Langjamer Schritt 472 f. — Wert  
 des l. Schr. für die Körperhaltung 90.  
 Langschädel 50 f.  
 Latente Reizung des Mustels 161.  
 Lauf: Begriff des L. 496 f. — Arbeitsleistung  
 beim L. 181, 500 f. — Bewegungsmecha-  
 nismus beim L. 497 f. — Schnelligkeit des  
 L. 501 ff. — Körperliche Einwir-  
 kungen beim L. 503 ff. — L. auf Fuß-  
 sohle oder Fußspitze 531 f. — L., freier,  
 beim Spiel 520. — Schneller kurzer L. 508 f.  
 — Gesundheitliche Vorzüge des L. 506 ff. —

Pflege des L. 514 f. — L. als Lungenübung  
 506 f., 324. — Einwirkung des L. auf die  
 Herzarbeit 504 ff.  
 Lauftrad von Drais 577.  
 Laufübungen auf Befehl 515 f.  
 Lebensnoten im verlängerten Mark 379.  
 Leber 347.  
 Lederhaut 327.  
 Lehrlingsalter: Übungsbedürfnis im L. 598.  
 Leibesübung im Freien zu verschiedenen Jahres-  
 zeiten 332.  
 Leibchen nach Meinert 111.  
 Leinenstoffe 334.  
 Leistenkanal und -bruch 223.  
 Leiter: Steigen, Klettern und Klimmen  
 an der L. 486. — Abwärtssteigen auf der  
 L. 487.  
 Lendenstärke, mittlere, nach Quetelet 178.  
 Lendenwirbelsäule 54. — Krümmung der L. 61 f.  
 Lichtbrechende Medien des Augapfels 426.  
 Lidknorpel 422.  
 Liegehang 95.  
 Liegen 443.  
 Liegestützübungen 95, 222.  
 Linkshändigkeit 385.  
 Linoleum-Fußboden in Turnhallen 313.  
 Linse des Auges 426 f.  
 Lodenstoffe, imprägnierte 336, 494.  
 Lokale Muskelermüdung 165.  
 Luft, trockene und feuchte 332. — Zusammen-  
 setzung der L. 308.  
 Luftdruck: Wirkung des L. auf das Hüft-  
 gelenk 132.  
 Lufttröhre 300.  
 Luftverschlechterung in geschlossenen Räumen  
 310.  
 Luftwiderstand beim Radfahren 584.  
 Lungen: 300 ff. — Fassungskraft der L.  
 304 f. — Gaswechsel in den L. 308 f. —  
 Übung der L. 314 ff.  
 Lungenblähung: Brustkorb bei L. 103.  
 Lungenbläschen 302.  
 Lungenemphysem 315 f.  
 Lungenentwicklung: Bedeutung der  
 L. für die körperliche Leistungsfähigkeit 318 f.  
 — Bedeutung des Laufs und der Spiele für  
 die L. 320 f.  
 Lungenfranke: Gefährlichkeit d. Laufs für L. 508.  
 Lungenmagennerv 419.  
 Lungenschlagader 267.  
 Lungen spitzen 301, 321 f.  
 Lungenübung in der erzieherischen Gymnastik  
 317 ff.  
 Luftgefühle: Einfluß der L. auf die  
 Reaktionszeit 391 f.

Lugation 603.  
 Lymphdrüsenanschwellung bei unreinen Wunden 608.  
 Lymphgefäße und Lymphdrüsen 295.  
 Lymphgefäße des Darms 348.

### m.

Magen 344 f. — Verlagerung des M. durch die Schnürbrust 108 f. — Bewegungen des M. 345.  
 Magenrube 2.  
 Magenstauung und Magenverdauung 345.  
 Magereifeit 26.  
 Malpighische Körperchen in der Niere 371.  
 Malpighisches Netz der Haut 324.  
 Mandeln des Gaumens 297.  
 Mannesjahre, Übung in den M. 599.  
 Marathon-Lauf 282.  
 Markscheide der Nerven 374.  
 Marsch: Arbeitsaufwand beim M. in der Ebene 180.  
 Marschschritt, militärischer, und Erziehung dazu 470 f.  
 Maßverhältnisse, wichtige, des Körpers 9 ff.  
 Mastdarm 347.  
 Matratzen, staubhaltige, beim Sprung 543.  
 Matthias: Erhebung über das Wachstum in der Prüfungszeit 20.  
 Mechanik der Atembewegungen: ihre Verbesserung durch Übung 322.  
 Mechanisches Wärmeäquivalent 180.  
 Mechanisieren erlernter Bewegungsformen 396 f.  
 Mechanismus des Aufspringens nach Borelli 525.  
 Meibomische Drüsen 423.  
 Meterkilogramm als Arbeitsmaß 179.  
 Meyersche Linie beim Fuß 149.  
 Michelangelos Kanonfigur 8.  
 Mikrocephalen 381.  
 Milchbrustgang 225, 295.  
 Militärische Haltung 71, 437.  
 Militärischer Marschschritt 470 ff.  
 Milz 349.  
 Milzstechen 349, 518.  
 Mimik 198.  
 Mitbewegungen 397.  
 Mitella 603 f.  
 Mitralklappe 258.  
 Mittelfuß 143.  
 Mittelhand 121.  
 Mittelohr 432.  
 Mittelwert der Leistungsfähigkeit des Muskels 171.  
 Modul 7.  
 Motorische Endplatte 157.

Mumps 199.  
 Mundhöhle 47, 342 f. — Knöcherne obere Wand der M. 47.  
 Mundspalte: Muskeln der M. 198.  
 Mundspeichel 199, 343.  
 Muskel 154 ff. — Feinerer Bau 155 f. — Endigung der Nerven im M. 157. — Blasse und rote (trübe) M. 157. — Quergestreifte M. 155 f. — Glatte M. 158. — Erregbarkeit der M. 158 f. — Muskelreize 158 f. — Gestaltveränderung der M. bei Tätigkeit 159. — Erscheinungen beim ermüdeten M. 161 f. — Anhaltende Zusammenziehung der M. 162 f. — Erscheinungen beim tätigen M. 159.  
 Muskellarbeit: Formveränderung an der Körperoberfläche bei M. 188 f. — Arbeitsart der M. 183 ff. — Arbeitsleistungen der M. 176 ff. — Einfluß der Schwerkraft und anderer Widerstände 190 ff. — M. im gebühnten Zustand der Muskeln 177. — Hebelwirkung der M. 185 f. — Gleichsinnige und gegensinnige M. 190.  
 Muskelassoziationen 393 f.  
 Muskelermüdung: örtliche und allgemeine M. 169 ff. — Stoffliche Ursachen der M. 164 f. — Einfluß der M. auf die geistige Tätigkeit 413 ff.  
 Muskelkraft, absolute 178.  
 Muskel- und Gelenksinn 434.  
 Muskel-tätigkeit: Einfluß der M. auf die Wachstumsform 23 f.  
 Muskelwachstum 171 f. — M. im Knabenalter 19.  
 Muskelzudung 159 f.  
 Mut: Erziehung zum M. 403 f.  
 Myographion 160.  
 Myopie in der Schule 429 f.

### n.

Nachtmärzche 481.  
 Nackenband 56.  
 Nackenmuskeln 208 ff.  
 Nägel und Haare 326.  
 Nähte der Kopffnochen 44 f.  
 Nagel, eingewachsener 150 154.  
 Nahepunkt beim Sehen 428.  
 Nahrungsstoffe, tierische und pflanzliche 354 f. — Ausnutzung der N. 355. — Verbrennungswärme der N. 353 f. — N.: ihre Assimilation und Dissimilation 351 f. — Nahrungsverbrauch bei Muskelarbeit 354.  
 Nasenatmen 296 f.  
 Nasenbluten 297, 612.  
 Nasenflügel: Muskeln der N. 198.  
 Nasenhöhle 296 f. — Knöcherne N. 46.

Nasenslänge 10.  
 Natürliche Haltung, sogen., nach Meyer 72.  
 Natürlicher Gang 466.  
 Natürlicher Schritt und Kunstschritt 467 f.  
 Nebennieren 370.  
 Neigung des Kopfes: seitliche N. beim Schreiben 78.  
 Nerven: Empfindungs- und Bewegungs-  
 nerven 373. — Periphere N. 417. — Erreg-  
 barkeit der N. 372.  
 Nervenbahnen 387.  
 Nervenfasern: Bau der N. 374 f.  
 Nervengeflechte der Rückenmarksnerven 420.  
 Nervensystem: Aufgabe des N. 371 ff. — Ein-  
 fluß des Radfahrens auf das N. 590.  
 Nervenwurzeln des Rückenmarks 380.  
 Nerven- oder Ganglienzellen 375 f.  
 Netzhaut des Auges 425 f.  
 Netzhautbild 426.  
 Neuron: peripheres und zentrales N. 388 f.  
 Niedersprung 524.  
 Nieren 370.  
 Nikotin 359.  
 Normalhaltung 69 f.  
 Normalsichtiges Auge 428.  
 Normalstellung nach Braune und Sischer 70.

## O.

O=Bein 140.  
 Oberarm: Äußere Form 3. — Bewegung des  
 O. nach aufwärts 115 f.  
 Oberarmbein 114 f.  
 Oberarmmuskeln 324 ff.  
 Oberhaut 325 f.  
 Oberkieferbein 46.  
 Oberkleidung 324 f.  
 Oberschenkel: äußere Form 5.  
 Oberschenkelbein 130. — Stellung von Ober-  
 schenkel und Unterschenkel zueinander 139 f..  
 Oberschenkelmuskeln 239 f.  
 Oberschlüsselbeingruben am Hals 2.  
 Oertelkur 285.  
 Örtliche Ermüdung 165 f.  
 Ohnmacht: erste Hilfe bei O. 601.  
 Ohr: äußeres 431 f. — inneres O. 432 f. —  
 Muskeln des O. 198.  
 Ohrspeicheldrüsen 432.  
 Ohrspeicheldrüse 199.  
 Ordnungsübungen 339.  
 Orthodiagraphie des Herzens 278 f.  
 Orthopädische Turnstunden 97.  
 Ortsbewegungen: Allgemeines über O. 452 f.  
 Oxyhämoglobin 294.

## P.

Parotis 199.  
 Paukenhöhle 432.  
 Pausen zwischen den Schulstunden 89.  
 Pendelschwingung des Hangbeins beim Gehen  
 454.  
 Pepsin 346.  
 Pepton 346, 348.  
 Periostr 37.  
 Pfanne des Hüftgelenks 126 f.  
 Pferdspringen 537.  
 Pförtner des Magens 344.  
 Pförtader 265.  
 Photographische Methode zur Untersuchung von  
 Bewegungen 458 f.  
 Physiognomie 197.  
 Pigment der Aderhaut im Auge 424. — P. der  
 Haut 325.  
 Plattfuß 144 f.  
 Pneumographische Darstellung der Sprech-  
 atmung 317.  
 Polyklet: Kanon des P. 8.  
 Poupartisches Band 217. — Druck- und Saug-  
 wirkung des P. auf den Blutumlauf bei Bein-  
 bewegungen 276 f.  
 P r e s s u n g (oder Anstrengung) 219 f., 269 f.  
 — Einfluß der P. auf das Herz 270.  
 Primitivfibrillen der Nerven 374.  
 Profiwinkel 50.  
 Proportionslehre, zur 7 ff.  
 Proportionschlüssel von Schmidt u. Stritsch 14 ff.  
 Prosche's Übung koordinierter Muskelgruppen  
 192.  
 Psycho-akustisches Zentrum 382.  
 Psycho-motorisches Zentrum 382 f.  
 Psycho-opotisches Zentrum 382.  
 Ptyalin 343.  
 P u l s : Häufigkeit des P. 270 f. — Einflüsse  
 darauf 277.  
 Pulsbewegung 270 f. — Aufzeichnung der P.  
 271.  
 Pulssturve 272.  
 Pupille 425.

## R.

Rabenarmmuskel 230.  
 Rabenschnabelfortsatz 114.  
 Rachenhöhle 297.  
 Rachitis 35, 83.  
 R a d f a h r e n : Entwicklung des R. 577 ff. —  
 Haltung beim R. 578 ff. — Bewegung  
 und Arbeit beim R. 581 ff. — Arbeitsgröße  
 beim R. 583 ff. — Körperliche Einwirkung  
 des R. 587 ff. — Radfahren und Gehen  
 586. — Einfluß des R. auf das Herz 288. —

- Einfluß des R. auf die Körperhaltung 75 f.  
 — R. als Gleichgewichtsübung 66. — R. und Setzherz 591. — R. in früher Jugend 591.
- Radsfahrerinnen: zweckmäßigste Kleidung für R. 592.
- Rassenunterschiede hinsichtlich der Wuchsform 24.
- Rauchen 359. — Verbot des R. beim Tränieren 367.
- Rautenförmige Muskeln am Schulterblatt 213.
- Rautengrube der 4. Hirnhöhle 397.
- Reaktionszeit 389 ff. — Verlängerung und Verkürzung der R. 390.
- Rechts- und Linkshändigkeit 384 ff. — Rechts- händler: Zahl der 6 f.
- Reflexbewegungen 404 ff. — Reflexe: einfache und ausgebreitete R. 405 f.
- Reflexbogen im Rückenmark 405.
- Reform der Frauenkleidung 109 ff.
- Regenbogenhaut 425.
- Reifungszeit 19 ff, 593 ff.
- Reigen 399, 410.
- Reiz: seine Sortpflanzung im Herzen 161.
- Reizstoffe bei Muskelarbeit 164.
- Rennfahren: Haltung beim R. 579 f.
- Rennuhr: Zeitmessen mit der R. 390.
- Reserveluft 303.
- Reservestoffe: Verbrauch der R. beim Tränieren 364 f.
- Residualluft 303.
- Respirationsapparate 315.
- Respirationsluft 303.
- Respiratorischer Quotient 308.
- Rettig-Bank 88.
- Rhythmische Arbeit 410.
- Rhythmische Automatie 407.
- Rhythmischer Wechsel von Arbeit und Er- schlaffung bei Dauerleistungen 465 f.
- Rhythmus bei körperlicher Arbeit und bei Leibes- übungen 409 ff.
- Riechstoffe der Haut 329.
- Riehzellen 421.
- Riesenwachstum, angeborenes, der Muskeln 173.
- Riesenwuchs 22.
- Ringen: Einfluß auf das Herz 281. — Nervenspannung beim R. 401.
- Rippen 100.
- Rippenbögen 101.
- Rippenhalter am Halse 202.
- Rippenheber, kurze und lange 208.
- Röhrenknochen 35.
- Rollbinde 610.
- Rolle des Oberarms 115.
- Rollgelenk 40.
- Rollhügel, großer und kleiner am Oberschenkel 130.
- Rollmuskeln des Schenkels 245.
- Rollsitz im Ruderboot 568.
- Rollung im Kniegelenk 248.
- Rudsaß 494.
- Ruder, das 567 f.
- Rudern als Leibesübung 564 f. — R. als Schnelligkeitsbewegung 572 f. — Muskel- arbeit beim R. 570 f. — Einfluß des R. auf die Atmung 573 f. — Steigerung der Kohlen- säureausscheidung beim R. 574. — R. als Dauerübung 574 ff.
- Ruderzug 569, 571.
- Rüden: äußere Form 3. — Flachere R. 73. — Höchler R. 74. — Runder R. der Jugend 74 f.
- Rüdenbiegung 58 f.
- Rüdenmark 379 f. — Häutige Hüllen des R. 380. — Saferverlauf im R. 387 f.
- Rückenmarksnerven 419 f.
- Rückenmuskeln: Übung der R. 91. — Schädigung der R. durch das Korsett 110 f. — Lange R. 215 f. — Breite R. 208 ff.
- Rüdenschwimmen 561.
- Rüdggratsverkrümmung, seitliche vorübergehende 76 f. — Dauernde R. oder Skoliose 77 ff. — Erkennung der seitlichen R. 85 ff. — Bekämpfung der R. 96 ff.
- Ruhehaltungen: Allgemeines über R. 437.
- Rumpff: äußere Form 2. — Aufbiegen des R. 93 f. — Beugen und Strecken des R. 58.
- Rumpfbeuge: Tätigkeit der Streckmuskeln da- bei 91 ff.
- Rumpfbeugung vorwärts 58 f, 92 ff. — R. seitwärts 58, 95 f. — R. rückwärts 59, 92 f.
- Rumpfdrehen 57.
- Rumpfsenken 92. — R. aus dem Sitz auf der Turnbank 93.
- Runder Rücken der Jugend 74 f. — Seine Be- kämpfung 96 f.
- Rundtopf 50 f.
- Rundlicher Schulterblattmuskel: großer und kleiner 229 f.

## S.

- Sägemuskel: großer vorderer 206 ff.
- Säugling: Wachstum u. Körperform des S. 16 f.
- Salze der Nahrung 350.
- Sarkolemma 155.
- Saroplasma 156.
- Sattelgelenk 40. — S. des Daumens 123.
- Sauerstoff der Luft 308. — S. des Blutes 294.
- Sauerstoffbedarf bei Muskel-tätigkeit 309.
- Schadows Polyklet 8.



- Schädel: Entwicklung 45. — Form des S. 1, 48 ff. — Schädelgrund 45. — Schädelindex 50.
- Schädelknochen 42 ff.
- Schäfersche Methode der künstlichen Atmung 618 f.
- Schaftstiefel 152.
- Schambein und Schamfuge 126.
- Schamfuge als Körpermitte 9.
- Schamröte als Reflex 405.
- Schamniergelenke 40.
- Scheitelbein 43.
- Schenkelbeuger, zweiköpfiger 247.
- Schenkelkanal und Schenkelbruch 223.
- Schenkel Schlagader 264. — ihre Kompression bei Blutung 610 f.
- Schenkelstrecker: vierköpfiger 247.
- Schenkelvene: ihre Beziehung zum Pourpartischen Band 277.
- Schieffstellung des Beckens 76 f.
- Schießzähler (Drogathen) 49.
- Schienbein 134 f.
- Schienen eines Knochenbruchs 605 f.
- Schilddrüse 200.
- Schildknorpel 298.
- Schläfenbein 43.
- Schlagaderblut: Aussehen 260. — Gasgehalt 294 f.
- Schlagaderblutung: Arten der Stillung von Sch. 610 f.
- Schlagadern: Allgemeines über S. 260 f. — Wichtigste S. des Körpers 261 ff. — Entwicklung der S. 289 f.
- Schlagballspiel 402.
- Schlagfertigkeitsübungen 401 f.
- Schlanter Wuchs 22.
- Schleimbeutel der Sehnen 187.
- Schleuderball 556.
- Schleuderwurf 554 f.
- Schließmuskeln 184.
- Schlingbewegung 343 f.
- Schlüsselbein 114.
- Schlüsselbeinmuskel 206.
- Schlüsselbein Schlagader 264. — Ihr Ursprung aus der Aorta rechts und links 385.
- Schlundkopf 343 f.
- Schmeckbecher der Zunge 433.
- Schnecke des Ohrs 433.
- Schneeschuhschlauf: Einfluß auf das Herz 282 f.
- Schneidermuskel 247.
- Schnellauf: Herzanstrengung dabei 279 f.
- Schnellgehen, athletisches 479 f.
- Schnelligkeitsbewegungen: Arbeitsleistung bei S. 182 f.
- Schnelligkeitsübungen: Begriff der S. 170 f. — Übungswert der S. 183. — Wert der S. für die Jugend 290. — Einfluß der S. auf das Herz 279 f. — Steigerung der Atemgröße durch die S. 396 f.
- Schnürbrust: Einfluß der S. auf den Körper 103 ff. — Ersatz der S. 111 f.
- Schnürfurche der Leber 108.
- Schnürschuh 152.
- Schodwurf 549 ff. — Beinstellung beim S. 550 f.
- Schollenmuskel der Wade 249.
- Schottischer Hochsprung 527 f.
- Schrägsprung 527.
- Schreibhaltung, fehlerhafte 84.
- Schreibstübe 75.
- Schritt: natürlicher und Kunstschritt 467 f. — Langsamer S. 472 f. — Wert des langsamen Schr. für die Körperhaltung 90.
- Schrittarten 468 f.
- Schrittgeschwindigkeit und Schrittweite beim turnerischen Stredgang 472 f.
- Schrittlänge und Schrittbauer beim Gehen 462 f. — S. beim Lauf 497.
- Schuh, dynamographischer von Marey 456 ff. — S., naturgemäßer 149 f. — S. und Schuh= einlage bei Plattfuß 145. — S. bei un= gleicher Beinlänge 81.
- Schuhwerk bei Bergwanderungen 494.
- Schularbeit: ihr Einfluß auf das Sehvermögen 429 f.
- Schulbank: ihre zweckmäßige Gestaltung 87 ff.
- Schulkindergarten 87.
- Schulleben: Einfluß auf das Herz 290.
- Schullstunde: Dauer der S. 89, 412 f.
- Schulter, hohe bei, beginnender Skoliose 85.
- Schulterblatt 114.
- Schulterbreite 11.
- Schultergelenk 115 f.
- Schultergerüst 112 ff.
- Schulterhöhe 113.
- Schultermuskeln 227 ff.
- Schultern: heben und Senken der S. 116.
- Schulturnstunden: ihre Anordnung im Stunden= plan 416 f.
- Schulzeit vom 9.—14. Jahr: Übungsbedürfnis 596.
- Schwächlinge: Lungenübung für S. 321 ff.
- Schwammige Substanz der Knochen 36.
- Schwankungen, horizontale beim Gehen 461.
- Schwannsche Scheide der Nerven 375.
- Schwebebaum 65.
- Schwebepfähle 65.
- Schwedische Gymnastik 197. — Widerstands= übungen der S. 192 f.
- Schweiß: Menge und Zusammensetzung 328 f.

- Schweiß- und Talgdrüsen der Haut 328.  
 Schweißfuß 153 f.  
 Schwerkraft: Einfluß auf die Muskelarbeit 190 ff.  
 Schwerkraft des Körpers 62 ff. — Ver-  
 schiebungen des S. 66 f. — Verlegung des S.  
 durch Fremdlast 67 f. — Schwerlinie 63. —  
 Einfluß auf die Haltung der Wirbelsäule 60 f.  
 Schwimmen: Die Bewegungen beim S. 557 ff. —  
 Bewegungszweck beim S. 557. —  
 Einfluß des S. auf die Körperhaltung 563.  
 — Übungswert des S. 562 ff. — Einfluß  
 des S. auf Atmung und Kreislauf 563 f.  
 Schwimmband 449.  
 Schwingübungen am Pferd als Übung der  
 Bauchmuskeln 220.  
 Schwingungen der Arme beim Gehen 461 f. —  
 beim Lauf 590.  
 Schwungwurf 554. — S. mit schwerem Gewicht  
 556.  
 Seelenblindheit und Seelentaubheit 382.  
 Sehloch 47.  
 Sehne und Sehnen schede 156, 186.  
 Sehnerv 418, 425.  
 Sehnige Inschrift der Muskeln 187.  
 Sehsphäre im Gehirn 382.  
 Seilgehen und -laufen 65.  
 Seitenbänder bei Scharniergelenken 40. — S.  
 des Kniegelenks 136 f, 140.  
 Seitenschwimmen 561.  
 Seitenstechen beim Lauf 518.  
 Selbstwiderstandsbewegungen 192.  
 Senkrechte Erhebung beim Gehen 460 f. —  
 beim Beugemarisch 476 f. — beim Laufen  
 497 f. — beim Streck- und Beugelauf 512 f.  
 Siebbein 43.  
 Silberstiche Methode der künstlichen Atmung 617.  
 Singatmung 316 f.  
 Sitzbein 126.  
 Sitzhaltung in der Schule: ihr Einfluß 319. —  
 S. vordere und hintere 442.  
 Sitznorren 126.  
 Skilaufl: Einfluß auf das Herz 283.  
 Skoliose 76 ff. — Statische Sk. 80 f. —  
 Schul-Sk.: Vorkommen und Ursache 81 f. —  
 Stufen der Sk. 79. — Erkennung der Sk.  
 85 f. — Bekämpfung der Sk. 96 ff. — Kränk-  
 lichkeit bei Sk. 84.  
 Sömmerings Tafel einer weiblichen Stelett-  
 figur 28.  
 Sohlendreieck 64.  
 Sohlenschnitt des Schuhs 149 f.  
 Sonne: lebendige Kraft der S. 340.  
 Sonnenstich 332.  
 Soziale Verhältnisse: Einfluß auf die Körper-  
 entwicklung 24.  
 Spannbeuge 92 f.  
 Spanner der Schenkelbinde 241.  
 Spannhang 447.  
 Spannung beim Sechsen und Ringen 401.  
 Spannweite der Arme 11.  
 Speerwurf 549.  
 Speiche 118. — Drehung der Sp. 119. —  
 Bruch der Speiche 605.  
 Speicheldrüsen 342 f.  
 Speichenschlagader 263.  
 Speisen: Zubereitung und Wärme der Sp. 356 f.  
 Speiseröhre 344.  
 Spezifisches Gewicht des Körpers 557.  
 Sphygmograph 271 f.  
 Spiegelschrift 387.  
 Spielbein beim Stehen 438.  
 Spiele in den ersten Schuljahren 86. —  
 Bedeutung der Sp. für die Lungenentwid-  
 lung 320. — Sp. als Schlagfertigkeitsübung  
 401. — Vorzüge des Laufs bei den Sp. 320.  
 Spielnachmittag: verbindlicher 90.  
 Spinnwebhaut des Hirns und Rückenmarks  
 380.  
 Spirometer 304.  
 Spitzenband der Wirbelsäule 56.  
 Sport Herz 285 f., 288.  
 Sportkleidung 335 f.  
 Sprachzentrum 382.  
 Sprechatmung 316 f.  
 Sprechstimme: Bildung der S. 299.  
 Sprung: Bewegung beim Sp. 520 ff. —  
 Formen des S. 530 ff. — S. mit Anlauf 522,  
 532. — Übungswert des S. 541 f. — Vor-  
 sichtsmaßregeln beim S. 542 f. — Kraftauf-  
 wand und Maß des S. 527 ff. — Tätigkeit  
 der oberen Gliedmaßen beim S. 529 f.  
 Sprung, gemischt 539 f. — aus dem  
 Stande 539.  
 Sprungbein 141.  
 Sprungbrett: Fehltraten auf dem S. 602.  
 Sprunggelenk 145 f.  
 Spulmuskeln an der Hand 237. — S. am Fuß 252.  
 Stabspringen 540 f.  
 Stabwinden: Einfluß auf das Handgelenk 125.  
 Stärkemehl: seine Umwandlung durch den  
 Mundspeichel 343.  
 Sammeln 300.  
 Standbein beim Stehen 438 f.  
 Standwache 66.  
 Staub in Turnhallen 312 f.  
 Stauböl 313.  
 Staubschädigungen 311 f.  
 Steharbeit (Jäger) 140.  
 Stehen: aufrechtes auf beiden Füßen 437 f.  
 — mit Belastung vorzugsweise eines Beins

- 438 ff. — S. auf den Fußspitzen 440 f. — S. auf einem Bein 440. — S. mit gekreuzten Beinen 441.
- Steigen** 483. — Bewegungsmechanismus beim St. 483 ff. — Arbeitsleistung beim St. 488 f. — Einwirkung des St. auf den Körper 489 ff.
- Steilschrift** 89.
- Steißbein** 55.
- Stelzenlaufen** als Gleichgewichtsübung 65.
- Stemmbewegung** der Füße beim Lauf 497.
- Stoffgleichgewicht** 350 f.
- Stimmbänder**, wahre und falsche 298 f.
- Stirnbein** 43.
- Stirnrahmen** nach Staffel und Kollmann 75.
- Stoffwechsel** im Muskel 163 f. — Gleichgewicht des St. 350 f. — Einfluß des Laufs auf den St. 505 f.
- Stoßwurf** 545 f.
- Stottern** 300.
- Straffe Gelenke** 41.
- Straffgang** 90.
- Strecker** an Vorderarm und Hand 233 ff. — der Zehen 248, 251. — Str. vierköpfiger des Schenkels 247 f. — Str. dreiköpfiger des Arms 232. — Str. des Hüftgelenks 241 f.
- Streckgang**, natürlicher, als Gehübung 472 f.
- Streckhang** 446.
- Streckstütz** 449 f.
- Stromgeschwindigkeit** des Blutes 272 f.
- Strumpf**: naturgemäße Form des St. 153.
- Stürmen** auf eine Anhöhe 486.
- Stütz**, der 449 f.
- Stützbein** beim Gehen und seine Tätigkeit 454.
- Stützen** und Stützhüpfen 451.
- Sturmmarsch** 462 f., 474.
- Sturmspringen** 535.
- Sturzhang** 448 f.
- Symmetrie** des Körperbaus 6 f.
- Sympathisches Nervengeflecht** 420.
- Synodialhaut** 39.
- Synthese** im menschlichen Körper 351 f.
- T.**
- Tabak** 359.
- Taillendreiecke** für Feststellung von Skoliose 86.
- Takt** und Automatie 409 f.
- Talgdrüsen** der Haut und ihre Absonderung 328 f.
- Tanz** 409 f. — T. als Charaktertanz 410.
- Tastbewegung** 239.
- Tastempfindung** und Tastsinn 434 f.
- Tasterzirkel** nach Griesbach 413.
- Tastkörperchen** der Haut 327.
- Tee** und **Tein** 358.
- Teobromin** 358.
- Tetanus** 162 f.
- Tiefatmen** in Verbindung mit Körperbewegungen 91 ff., 322 f.
- Tiefsprung** 527.
- Tierische Nahrungsmittel** 355.
- Tigroißschollen** der Ganglienzelle 375 f.
- Tonbildung** im Kehlkopf 299.
- Tonische Automatie** 406.
- Tränenorgane** 423 f.
- Tränieren** 362 ff. — Vorschriften dazu 363 ff. — Wert des Tr. 367 f.
- Tranierte Muskeln**: Erscheinungen dabei 174 ff.
- Trapezmuskel** 210 ff.
- Treppensteigen** 486.
- Trichterbrust** 105.
- Trittspur** 466 f.
- Trommelfell** 432.
- Tuberkelbazillen** 312.
- Tuberkulose**: Häufigkeit der T. 312.
- Turnen**, deutsches: als Schule der Koordination 397 f. — Moralische Einwirkung zur Erzielung guter Körperhaltung 90. — Erziehung zum Mut durch das T. 403 f., 111. — Rhythmus beim Turnen 410.
- Turnfahrten** 481 f.
- Turnfieber** 165.
- Turnhallen**: Heizung der T. 314. — Staub in T. 312 ff. — Fußboden der T. 313 f.
- Turnkleidung** 335 f. — T. für Mädchen 112.
- Turnkrone** 68.
- Turnschuh** 153.
- Turnstunden**: ihre Lage im Schulunterricht 416 f. — T. bei höheren Lehranstalten 598.
- U.**
- Überanstrengung** des Herzens 281. — U. bei Allgemeinerermüdung 283 f. — Beim Radfahren 288.
- Überdauer** bei Dauerbewegungen 284.
- Überreife** vom 40.—60. Jahre, Zeit der 599 f.
- Übersehung** beim Fahrrad 582.
- Übersprung** mit gekrümmten Beinen 535 ff.
- Übertraniertsein** 368.
- Übung**: ihr Einfluß auf die Reaktionszeit 391 f. — U. in freier Luft 598.
- Übungsbedürfnis**: i. d. ersten Schulzeit 595 f., — im 9.—14. Jahre 596 f., — in der Reifungszeit von 14—19 Jahren 597 f., — im 20.—30. Jahre 598 f., — in den Jahren der Vollkraft 599, — in der Zeit vom 40.—60. Jahre 599 f.
- Umkehr** der Blutverschiebung 167.
- Umtippen** 222.
- Umschlägen** des Fußes 602 f.
- Unglücksfälle** beim Radfahren 588 f.

Unluftgeföhle: Einfluß auf die Reaktionszeit 391.  
 Unterarm: äußere Form 4. — Muskeln des U. 233 f.  
 Unterhautfettgewebe 327 f.  
 Unterkieferbein 46.  
 Unterkleidung 334.  
 Untertänge des Körpers 12.  
 Unterleibsbrüche 223 f.  
 Unterschenkel: äußere Form 5. — Knochen des U. 134 f.  
 Unterstützungsfläche: Derringerung der U. 65 f.  
 Unwillkürliche Bewegungsvorgänge 373.  
 Ursprung und Ansaß bestimmter Muskeln 185.

**D.**

Dalsabascher Versuch 269.  
 D e n e n 264 ff. — Denenblut 264 f., 294 f.  
 Denenblutung 609.  
 Venenklappen 264 f.  
 Verbrennung: erste Hilfe bei D. 620.  
 Verbrennungswärme der Nährstoffe 354.  
 Verdauung: Aufgabe der D. 340 ff. — Organe der D. 342.  
 Verknöcherungspunkte 38.  
 Verlängertes Mark 378.  
 D e r l e z u n g e n , unblutige 601 f.  
 Derrenfungen 603.  
 Verstauchung eines Gelenks 602.  
 Dofale: Bildung der D. 299 f.  
 Vollkraft, Jahre der D. 599.  
 Voltigieren 539.  
 Vorbereitende Beugung zum Sprung 524.  
 Vorderarm 117 f. — Muskeln des D. 233 ff.  
 Dorgebirge am Eingang des kleinen Beckens 128.  
 Vorheriges Koordinieren 398 f.  
 Dorränieren 364.

**W.**

Wachstum: Ausgestaltung des Körpers durch das W. 16 ff. — W. des Muskels nach Arbeit 171 f. — Wachstumsunterschied bei Knaben und Mädchen 19. — W. des Herzens und der Blutgefäße 289 f.  
 Wachstumsanregung durch Bewegung beim Kinde 18 f.  
 Wadenbein 135.  
 Wadenbeinmuskel: kürzer und langer 249.  
 Wadenmuskel, dreiföpfiger 249.  
 Wärme der Speisen und Getränke 357.  
 Wärmeäquivalent, mechanisches 179.  
 Wärmeeinheiten 179. — Bedarf an W. in der Nahrung 354.  
 Wärmeempfindung der Haut 434.

Wärmeleitung und -ausstrahlung des Körpers in Beziehung zur Kleidung 333.  
 Wärmeregulierung, natürliche, des Körpers 329 f.  
 Wärmeverlust im kalten Bade 338.  
 Waghaken des Körpers 66.  
 Wanderstab beim Steigen 494.  
 Wanderungen 481 f.  
 Warmes Wannenbad 337.  
 Wassertopf 380.  
 Wechseljahre beim weiblichen Geschlecht 594.  
 Weingenuß 362.  
 Weisbachsche Formel für den Arbeitsaufwand beim Gehen 464.  
 Weitsichtigkeit 429.  
 Weitwurf mit dem kleinen Ball 556.  
 Wetterfestigkeit 336 f.  
 Wettlauf: Pflege des W. 516 ff.  
 Widergleich ausgeführte Bewegungen 386.  
 Widerstandsübungen 192 f.  
 Willenstärke: deren Übung 402 f.  
 Winddruck beim Radfahren 583 f.  
 Winkel- oder Scharniergelenke 40.  
 Winter: Leibesübung im Freien auch zur Winterszeit 332 f.  
 Wirbel: Schema der W. 51.  
 Wirbelkanal 51.  
 Wirbelsäule: 51 ff. — Höhe der W. 11. — Bänder der W. 55 f. — Bewegungsmöglichkeiten der W. 57 ff. — Natürliche Krümmungen der W. 59 ff. — Zugkräfte zu deren Erhaltung 62. — Linie der W. beim Sitzen 442. — Verbiegungen der W.: f. Rückgratsverkrümmungen und Skoliose.  
 Wirkungsgrad bei Muskelarbeit 163.  
 Wolfsraden 47.  
 Wollstoffe 334, 494.  
 Wuchsformen: verschiedene des Menschen 21 ff. — Einfluß der Muskelentwicklung auf die W. 23.  
 W u n d e n und Wunderkrankung 607 ff. — Wundverband 608 f. — Wundrose 608.  
 W u r f : 543 ff. — Arten des W. 545 f. — Übungswert des W. 555 f.  
 Wurfbahn, parabolische 543 f. — W. des Körpers beim Sprung 522 f.  
 Wurfgeschöß: Größe und Form des W. und deren Einfluß auf Wurfbahn und Wurfweite 544 f.  
 Wurfhebel 186.  
 Wurmsfortsaß 347.  
 Wurzeln der Rückenmarksnerven 419 f.

**X.**

X-Bein.  
 Xylolith 313.

## Z.

Zähne, die 48. — Entartung der Z. 342.

Zahnpflege 357.

Zahnwechsel 18.

Zehen: Knochen der Z. 48. — Gelenke der Z. 147 f.

Zehenbeuger 251 f.

Zehengang 469. — Wert des Z. für die Körperhaltung 90.

Zehenstand 147 f., 440. — Z. als Gleichgewichtsübung 67.

Zehenstrecker 251 f.

Zentralkanal des Rückenmarks 379.

Zentralnervensystem: Aufgabe des Z. 373 f.

Zentren der Hirnrinde 382 f.

Zielwurf 549.

Zierlicher Wuchs 23.

Zucker beim Tränieren 366.

Zuckerkrankheit und Radfahren 592.

Zudungskurve 160 f.

Zugkräfte zur Erhaltung der Wirbelsäulekrümmungen 62.

Zungenbein 200.

Zweiköpfiger Armbeuger 230.

Zweirad 577.

Zweizipfelige Herzklappe 258.

Zwerchfell 225 f.

Zwerchfellatmung 226.

Zwergwuchs 21 f.

Zwillingsmuskel der Wade 249.

Zwischenkiefer 46.

Zwischenknorpel 39. — Halbmondförmiger Z. des Kniegelenks 137.

Zwischenrippenmuskeln 207 f.

Zwischenwirbellocher 52.

Zwischenwirbelscheiben 55 f.

Zwölffingerdarm 346.





# Physiologie der Leibesübungen.

Don  
Sanitätsrat Professor Dr. F. A. Schmidt  
in Bonn.

Zweite, umgearbeitete Auflage.

VII, 150 Seiten mit 33 Abbildungen im Text.

Die Leibesübungen bilden einen unentbehrlichen Teil einer jeden allgemeinen und grundlegenden Erziehung des Menschen, die alle persönlichen Anlagen und Werte, geistige und körperliche, zur vollen Entwicklung bringen will. Es ist nicht eine Seele, nicht ein Körper, den man erzieht, sondern ein Mensch. Das für alle turnerisch und sportlich interessierten Männer und Frauen, insbesondere Turnlehrer, bestimmte Buch führt aufs beste in das jetzt praktisch so wichtig gewordene Gebiet ein.

## Urteile:

Ein Buch, welches auf medizinischer Grundlage die Bedingungen der körperlichen Erziehung bespricht und also schon infolge dieses allein richtigen Standpunktes das Verständnis von Eltern und Erziehern in jene Bahnen lenkt, welche eben eingeschlagen werden müssen, wenn das hohe Ziel jeder Erziehung: die harmonische Entwicklung aller Kräfte, erreicht werden soll, liegt vor uns: „Die Physiologie der Leibesübungen“ von dem als Arzt und medizin. Schriftsteller bekannten Dr. F. A. Schmidt, des Verfassers des vielverbreiteten Werkes „Unser Körper“, welches in weitausgreifender Behandlung des Gegenstandes sich gleichfalls in den Dienst einer wissenschaftlichen Begründung der körperlichen Erziehung stellt.

In der vorliegenden „Physiologie der Leibesübungen“ werden wir vorerst mit den betreffenden Teilen und Organen unseres Körpers, mit dem anatomischen Bau der Muskeln und Knochen bekannt gemacht; sodann wird die Einwirkung der Leibesübungen auf dieselben sowie in weiterer Folge auf den respiratorischen und zirkulatorischen Apparat sowie auf den gesamten Stoffwechsel in durchaus sachlicher, dabei leichtfaßlicher, anregender Weise besprochen. Ein besonders lesens- und beherzigenswertes Kapitel für diejenigen, welche alle, auch die komplizierten Turnübungen als ein Gegengewicht der durch geistige Tätigkeit in Anspruch genommenen und abgespannten Nerven zu betrachten geneigt sind, ist dem Einflusse der verschiedenen kunst- resp. schulgemäßen Turn- und Bewegungsübungen auf das Nervensystem gewidmet und anknüpfend daran die erzieherische Wirkung entsprechender und systematisch durchgeführter Übungen auf das Nervensystem und in weiterer Folge auf die Charakterbildung ins rechte Licht gestellt.

Indem alle Maßnahmen der körperlichen Erziehung ihre anatomisch-physiologische Begründung erfahren, werden wir befähigt, durch richtiges Verständnis all der damit ursächlich zusammenhängenden Momente die körperliche Erziehung des Kindes stets den jeweiligen Verhältnissen entsprechend zu leiten, uns denselben anzupassen und solcherart das den Erfolg am besten sichernde Prinzip der individualisierenden Behandlung auch hier durchzuführen. Und so sei denn das Schmidtsche Buch als treuer, verlässlicher Wegweiser allen Eltern und Erziehern auf das beste empfohlen.

„Unser Kind.“

Was aus der Feder des weit über Deutschland hinaus rühmlichst bekannten Verfassers stammt, kann man a priori als gründlich durchdacht und auf reichen praktischen Erfahrungen fußend ansehen. So auch das vorliegende Buch, das nach Inhalt und Darstellung hochbedeutungsvoll genannt werden muß. Es handelt sich um die wissenschaftliche Darstellung aller physiologischen Vorgänge, wie sie durch Leibesübungen irgendwelcher Art eine Beeinflussung und Steigerung erfahren, also die Tätigkeit der Nerven, der Muskulatur, der Lunge, des Herzens und des gesamten Kreislaufs, der Verdauung und Absonderung, wie überhaupt des gesamten Stoffwechsels. Die Kenntnis aller dieser anatomischen Verhältnisse und physiologischen Vorgänge ist für jeden unerlässlich, der sich mit Leibesübungen in irgendeiner Weise beschäftigt. Er wird dadurch die Vorteile gewisser Übungsgattungen kennen lernen und die Nachteile anderer zu umgehen wissen. Und da das Buch einen klaren Einblick in das Getriebe aller organischen Vorgänge bietet, so wird gerade dadurch die Notwendigkeit körperlicher Betätigung eine in die Augen springende. Das Buch wird also in hervorragendem Maße erzieherisch und anfeuernd wirken, und das ist einer seiner größten Vorzüge.

„Volkskraft.“

# Turngeschichte

## Leitfaden für den Unterricht in der Turngeschichte.

Von  
Professor Dr. Carl Totta.

Sechste, verbesserte Auflage. 1919.  
Kl.-8°. 166 Seiten.

Diese bei aller Knappheit sehr ausgiebige Darstellung der Geschichte des deutschen Turnens ist an vielen Turnlehrer-Bildungsanstalten eingeführt. Das Buch ist für den Turnlehrer unentbehrlich.

### Urteile:

Mit Freuden können wir das Erscheinen eines solchen Buches begrüßen; denn es ist keine große umständlich geschilderte Geschichte des Turnwesens, sondern ein kurzer, aber klarer und deutlicher Leitfaden des gesamten Turnwesens von der frühesten bis zur neuesten Zeit. Dieses kleine Werkchen sollte jeder Turner besitzen und lesen; denn gerade die Turngeschichte ist noch ein Zweig, der von vielen vernachlässigt und dem am wenigsten Teilnahme geschenkt wird.  
„Blätter für den Münsterländer Turngau.“

... Diese hier gebotene Übersicht erscheint als recht praktisch und brauchbar.

„Literar. Beilage der Kölnischen Volkszeitung.“

Der Verfasser gehört zu den Dozenten der alljährlich in Breslau abgehaltenen Turnlehrerausbildungskurse. Er hat in dem von der Verlagshandlung gut ausgestatteten Werke einen sehr brauchbaren Leitfaden für die Geschichte des Turnens verfaßt, der bis auf die turnerischen Erscheinungen und Einrichtungen der Neuzeit reicht und allen Turnlehrern hochwillkommen sein wird. Die Darstellung des Stoffes ist sehr übersichtlich und fesselt durch ihre Klarheit und Einfachheit.  
„Schlesische Schulzeitung.“

... Das Büchlein gibt einen sehr lehrreichen Überblick über die historischen Grundlagen der Turnerei vom Altertum an bis in die Neuzeit und berücksichtigt in populärer Darstellung alle Phasen, die das Turnwesen im Laufe der Jahre durchgemacht hat.  
„Berliner Tageblatt.“

... Der Verfasser hat es verstanden, mit Geschick den reichhaltigen Stoff für die Zwecke eines Leitfadens zurechtzulegen, ohne doch irgendwie wichtigere Tatsachen unberücksichtigt zu lassen. Da auch die Form der Darbietung des Stoffes eine gewandte ist, so daß die Absichten des Verfassers überall klar zu erfassen sind, so wird das Büchlein seinen Zweck gewiß erfüllen und kann daher allen, die sich mit dem Studium der Turngeschichte beschäftigen wollen oder müssen, als Leitfaden mit Recht empfohlen werden.  
„Körper und Geist.“

... Schmidt hat in der angegebenen Schrift Theorie und Praxis glücklich vereint: seine höchst beachtenswerten praktischen Vorschläge sind durch physiologische Tatsachen und Überlegungen gestützt, der ganze Stoff ist systematisch gegliedert, und die Schlußfolgerungen, zu denen der Verfasser gelangt, sind mit logischer Schärfe aus den physiologischen Prämissen abgeleitet; die Arbeit Schmidts ist den besten Erzeugnissen der Weltliteratur beizuzählen.  
„Zeitschrift für Schulgesundheitspflege.“





KOLEKCJA  
SWF UJ

711

Biblioteka Gł. AWF w Krakowie



1800056011

WYDZIAŁ PEDAGOGIKI  
KRAKÓW