

F. A. Schmidt

# Unser Körper

Handbuch der Anatomie, Physiologie  
und Hygiene der Leibesübungen



Vf 214846  
xx 002859104

Biblioteka GI AWF w Krakowie



1800056012

*Leno ps. 2386*

H2802

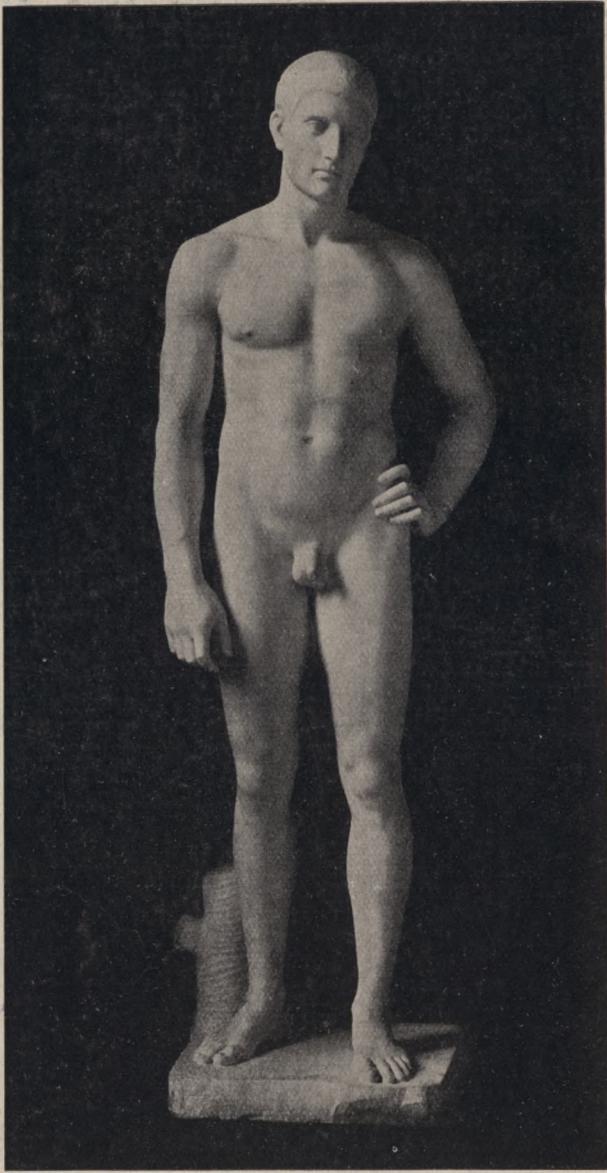
~~Nr. 921~~



Stok. 15.75



~~BIBLIOTEKA  
UNIW. JAGIELL.  
STUDIIUM NICH. PIZ. U. J.~~



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

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



# Unser Körper

Handbuch der Anatomie, Physiologie  
und Hygiene der Leibesübungen

Von

Ferdinand August Schmidt

Geheimer Sanitätsrat Professor Dr. med.

Siebente, neubearbeitete Auflage  
Mit 546 Abbildungen und einem Anhang:  
Erste Hilfe bei plötzlichen Unglücksfällen



**WV**

*Nr. 921*

R. Voigtländer's Verlag in Leipzig 1927



712



Copyright 1927 by R. Voigtländers Verlag in Leipzig.  
Druck: Pierer'sche Hofbuchdruckerei Stephan Geibel & Co. in Altenburg, Thür.

2395

746/799 : 611 : 796 . 912 : 612 . 1 (07)



Der getreuen Gefährtin  
und Helferin auf langem  
Lebenswege in Liebe  
gewidmet.





## Vorwort zur siebenten Auflage.

Die fünfte Auflage dieses Buches erschien im Mai 1920 als erste nach Abschluß des großen Weltkrieges. Sie war dem Andenken an meinen lieben Freund, den Gründer und Führer des „Zentralausschusses für Volks- und Jugendspiele“ in den Jahren 1891 bis 1915, Dr. med. h. c. Emil von Schendendorff gewidmet. Er hat den erschütternden Ausgang des Krieges nicht mehr zu erleben brauchen. Aber über den Niedergang hinaus blieb doch so vieles, was uns früher als Teil unseres Volkstums hoch beseelte, und wofür wir gemeinsam jahrelang mit gestritten und gearbeitet, bestehen: Die Leibesübungen, für die wir eintraten, um eine körperlich und sittlich tüchtige Jugend dem Vaterland heranzuziehen, haben in den Jahren nach dem Kriege immer weiteren breiten Boden gewonnen. Forderungen, die zu stellen uns noch zu früh erschienen wären, sehen wir heute in der Verwirklichung begriffen. Die Anteilnahme unseres Volkes an Turnen, Spiel und Sport ist in unaufhaltsamem, freudigem Vordringen. Daß solch mächtige Bewegung auch schon überschäumt und Erscheinungen zeitigt, die gesundem Empfinden doch hier und da als abwegig erscheinen, ist nicht zu verwundern. Zu dem Ganzen der Leibesübungen ist die Kenntnis von Bau und Leben des menschlichen Körpers stets die unerläßliche Grundlage. Diese Kenntnis zu vermitteln und die unverrückbaren Ziele und Wege zu zeigen, soweit dies unser heutiges Wissen gestattet, war mit seinem ersten Erscheinen der Endzweck dieses Buches. Daß es damit einem Bedürfnis entsprach, zeigt die Folge seiner Auflagen.

Unser Wissen über die Einwirkungen der Leibesübungen hat inzwischen reiche Fortschritte gemacht. Dem in allen Teilen meines Buches gerecht zu werden, war mein stetes Bestreben. Darum werden die Freunde des Buches allenthalben auf Änderungen und Zusätze stoßen, die mir nötig schienen, um das Ganze auf der Höhe unseres Wissens zu halten. Zu dem Abschnitt „Bewegungslehre“ hätte ich viel mehr, als es geschehen, von den photographischen Bildaufnahmen Gebrauch machen können, die heute durch eine überreiche Fülle von Büchern sowie Zeitschriften allenthalben bekannt und verbreitet sind. Ich habe davon abgesehen, weil ich sonst den Umfang meines Buches ganz übermäßig hätte vergrößern müssen und weil jene Bilder längst in jedermanns Hand sind, der nur einigermaßen an Leibesübungen teilnimmt oder doch sich daran erfreut. So sende ich die neue Auflage hinaus in der Hoffnung, daß sie dem altbekannten Buche neue Freunde gewinnen möge.

Bonn, im Oktober 1926.

**Ferdinand August Schmidt,**



# Inhaltsverzeichnis.

## Einleitung.

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

	Seite
1. Die äußeren Formen des Körpers . . . . .	1
2. Symmetrie des Körperbaus und ihre Grenze . . . . .	6
3. Zur Proportionslehre des menschlichen Körpers . . . . .	7
4. Einige wichtigere Maßverhältnisse des Körpers . . . . .	9
5. Die Körpermaße nach dem Dezimalsystem von Kollmann . . . . .	12
6. Der Proportionschlüssel nach Schmidt und Fritsch . . . . .	13
7. Die Ausgestaltung des Menschen durch das Wachstum . . . . .	15
8. Verschiedene Wuchsformen des Menschen . . . . .	22
9. Fettleibigkeit und Magerkeit . . . . .	28
10. Der Geschlechtsunterschied im Körperbau . . . . .	29

## Erster Teil.

### Knochen, Gelenke, Muskeln.

#### I. Knochen- und Gelenklehre.

11. Allgemeine Eigenschaften der Knochen . . . . .	37
12. Äußere Form der Knochen . . . . .	39
13. Bezeichnung der einzelnen Knochenteile . . . . .	39
14. Dichtigkeit der Knochen . . . . .	40
15. Beinhaul und Knochenmark . . . . .	41
16. Feinerer Bau der Knochen . . . . .	42
17. Entwicklung der Knochen . . . . .	42
18. Verbindungen der Knochen untereinander . . . . .	42
19. Bewegliche Verbindungen der Knochen: Gelenke . . . . .	43
20. Die einzelnen Gelenkarten . . . . .	44

#### Der Kopf.

21. Der Kopf . . . . .	46
22. Die Schädelknochen . . . . .	47
23 und 24. Nähte zwischen den Schädelknochen . . . . .	48
25. Schädelgrund . . . . .	50
26. Die Gesichtsknochen . . . . .	50
27. Höhlen und Gruben des Gesichts . . . . .	51
28. Die Zähne . . . . .	52
29. Gesichtsbildung und Schädelform . . . . .	53

#### Die Wirbelsäule.

30. Die Wirbelsäule . . . . .	57
31. Schema der Wirbel . . . . .	57
32. Halswirbel . . . . .	58
33. Brustwirbel . . . . .	59
34. Bauch- oder Lendenwirbel . . . . .	60

	Seite
§ 35. Kreuzbein und Steißbein . . . . .	60
§ 36. Bänder der Wirbelsäule . . . . .	60
§ 37. Gelenke zwischen Kopf und Hals . . . . .	62
§ 38. Bewegungsmöglichkeiten der Wirbelsäule. . . . .	62
§ 39. Die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule . . . . .	65
§ 40. Schwerpunkt . . . . .	69
§ 41. Gleichgewichtserhaltung und Gleichgewichtsübung . . . . .	72
§ 42. Körperhaltung . . . . .	76
§ 43. Einige häufigere Haltungsformen . . . . .	79
§ 44. Die seitliche Rückgratsverkrümmung . . . . .	83
§ 45. Erkennung der seitlichen Rückgratsverkrümmung . . . . .	90
§ 46. Vorbeugende Maßnahmen gegen Haltungsfehler im Schulunterricht . . . . .	92
§ 47. Vorbeugende Maßnahmen gegen Haltungsfehler durch die körperliche Erziehung auf der Schule . . . . .	95
§ 48. Bekämpfung des runden Rückens und der Skoliose . . . . .	99

### Der Brustkorb.

§ 49. Brustbein und Rippen . . . . .	102
§ 50. Gelenke des Brustkorbes . . . . .	105
§ 51. Der Brustkorb als Ganzes . . . . .	104
§ 52. Verschiedene Gestaltung der Brust . . . . .	105
§ 53. Der Einfluß der Schnürbrust . . . . .	108

### Die Knochen und Gelenke der oberen Gliedmaßen.

§ 54. Das Schultergerüst . . . . .	108
§ 55. Der Oberarm . . . . .	110
§ 56. Das Schultergelenk. . . . .	111
§ 57. Der Vorderarm . . . . .	113
§ 58. Das Ellbogengelenk . . . . .	114
§ 59. Das Knochengeriist der Hand . . . . .	115
§ 60. Die Gelenke der Hand . . . . .	117
§ 61. Die Fingergelenke . . . . .	119

### Die Knochen und Gelenke der unteren Gliedmaßen.

§ 62. Der Beckengürtel . . . . .	121
§ 63. Gelenke, Fugen und Bänder am Becken . . . . .	123
§ 64. Das Becken als Ganzes . . . . .	123
§ 65. Geschlechtsunterschiede des Beckens . . . . .	124
§ 66. Das Oberschenkelbein . . . . .	126
§ 67. Das Hüftgelenk . . . . .	126
§ 68. Bewegungen im Hüftgelenk . . . . .	128
§ 69. Knochen des Unterschenkels. . . . .	130
§ 70. Das Kniegelenk . . . . .	131
§ 71. Bewegungen im Kniegelenk . . . . .	134
§ 72. Seitliche Stellung der Ober- und Unterschenkel zueinander . . . . .	135
§ 73. Die Knochen des Fußes . . . . .	136
§ 74. Das Fußskelett als Ganzes . . . . .	139
§ 75. Der Plattfuß . . . . .	140
§ 76. Gelenke und Bänder des Fußes. . . . .	142
§ 77. Zur Fußbekleidung und Fußpflege . . . . .	144

## II. Muskellehre.

## Allgemeine Muskellehre.

	Seite
§ 78. Quergestreifte oder willkürliche Muskeln . . . . .	151
§ 79. Glatte oder unwillkürliche Muskeln . . . . .	154
§ 80. Erregbarkeit des Muskels. . . . .	154
§ 81. Gestaltveränderung des tätigen Muskels . . . . .	155
§ 82. Zeitlicher Verlauf der Muskelzusammenziehung . . . . .	155
§ 83. Erscheinungen beim ermüdeten Muskel . . . . .	157
§ 84. Anhaltende Zusammenziehung oder Tetanus . . . . .	158
§ 85. Stoffwechsel des arbeitenden Muskels . . . . .	159
§ 86. Stoffliche Ursachen der Ermüdung des Muskels . . . . .	164
§ 87. Blutverschiebung zum arbeitenden Muskel und örtliche Muskelermüdung. . . . .	166
§ 88. Größere Blutverschiebung und zentrale Ermüdung . . . . .	168
§ 89. Allgemeine Muskelermüdung (Erschöpfung) . . . . .	171
§ 90. Begriff der Kraft-, Dauer- und Schnelligkeitsübungen . . . . .	173
§ 91. Erholung des Muskels . . . . .	174
§ 92. Kraftzunahme und Wachstum des Muskels . . . . .	174
§ 93. Athletische Körperform . . . . .	176
§ 94. Erscheinungen beim durchgeübten oder trainierten Muskel . . . . .	177
§ 95. Arbeitsleistung des Muskels . . . . .	180
§ 96. Energieaufwand und nutzbare Arbeit bei Muskelbewegungen . . . . .	182
§ 97. Arbeitsart der Muskeln . . . . .	187
§ 98. Formen der Muskeln . . . . .	190
§ 99. Formveränderung an der Körperoberfläche durch Muskelarbeit . . . . .	192
§ 100. Wirkungsarten der Muskeln . . . . .	193
§ 101. Einfluß der Schwerkraft und anderer Widerstände . . . . .	194
§ 102. Schnelle und langsame Bewegungen . . . . .	199

## Spezielle Muskellehre.

§ 103. Muskeln des Kopfes . . . . .	201
§ 104. Muskeln des Halses . . . . .	204
§ 105. Muskeln der Brust . . . . .	206
§ 106. Die breiten Nacken- und Rückenmuskeln . . . . .	212
§ 107. Die langen Rückenmuskeln . . . . .	219
§ 108. Die Bauchmuskeln . . . . .	220
§ 109. Besonderheiten im Bau und in der Wirkung der Bauchmuskeln . . . . .	222
§ 110. Die Übung der Bauchmuskeln . . . . .	225
§ 111. Einige Bemerkungen über Brüche . . . . .	228
§ 112. Das Zwerchfell . . . . .	230
§ 113. Übersicht über die bei der Ein- und Ausatmung tätigen Kräfte . . . . .	233
§ 114. Die Muskeln der Schulter. . . . .	233
§ 115. Die Oberarmmuskeln . . . . .	236
§ 116. Die Muskeln des Vorderarms und der Hand . . . . .	239
§ 117. Die Muskeln am Becken und Bein. . . . .	245
§ 118. Muskeln, welche die Beine im Hüftgelenk bewegen . . . . .	245
§ 119. Muskeln, welche die Beine im Kniegelenk bewegen . . . . .	251
§ 120. Muskeln, welche die Fußgelenke bewegen. . . . .	254
§ 121. Kurze Muskeln am Fuße . . . . .	257

## Zweiter Teil.

**Herz und Kreislauf des Blutes. Lunge und Atmung. Haut.  
Verdauung und Ernährung. Harn- und Geschlechtsorgane.  
Nervensystem.**

## III. Gefäßsystem und Kreislauf des Blutes.

	Seite
§ 122. Allgemeine Übersicht über den Bluthreislauf . . . . .	261
§ 123. Gestalt und Lage des Herzens . . . . .	261
§ 124. Der Herzbeutel . . . . .	263
§ 125. Innerer Bau des Herzens . . . . .	264
§ 126. Die Schlagadern . . . . .	266
§ 127. Die Venen . . . . .	270
§ 128. Der Kreislauf des Blutes . . . . .	272
§ 129. Blutdruck und Herztätigkeit . . . . .	273
§ 130. Die Herznerven . . . . .	274
§ 131. Einfluß der Atmung und der Pressung auf die Herzbewegung. . . . .	275
§ 132. Die Pulsbewegung . . . . .	276
§ 133. Aufzeichnung der Pulsbewegungen . . . . .	277
§ 134. Stromgeschwindigkeit des Blutes . . . . .	278
§ 135. Blutverteilung im Körper . . . . .	279
§ 136. Die Arbeitsgröße des Herzens . . . . .	279
§ 137. Herzarbeit bei Muskelbewegung . . . . .	280
§ 138. Einfluß der Blutmischung auf die Steigerung der Herzarbeit . . . . .	281
§ 139. Hilfskräfte des Kreislaufs. . . . .	282
§ 140. Anstrengung und Ermüdung des Herzens . . . . .	284
§ 141. Dauernde Einwirkung der verschiedenen Sportarten auf die Herzgröße . . . . .	287
§ 142. Übung und Kräftigung des Herzens . . . . .	289
§ 143. Entwicklung des Herzens und der Blutgefäße . . . . .	293
§ 144. Übungsbedürfnis des Herzens . . . . .	294
§ 145. Das Blut und die Blutgase . . . . .	295
§ 146. Die Lymphgefäße. . . . .	299

## IV. Atmungsorgane und Atmung.

§ 147. Übersicht über die Atmungsorgane . . . . .	300
§ 148. Die Nasenhöhle . . . . .	300
§ 149. Die Mund- und Rachenhöhle . . . . .	301
§ 150. Der Kehlkopf . . . . .	301
§ 151. Die Luftröhre . . . . .	304
§ 152. Äußeres der Lungen . . . . .	304
§ 153. Bau der Lungen . . . . .	305
§ 154. Äußere und innere Atmung . . . . .	306
§ 155. Mechanismus der Atmung . . . . .	306
§ 156. Umfang der Atmung . . . . .	307
§ 157. Fassungskraft der Lungen . . . . .	308
§ 158. Die Zahl der Atemzüge . . . . .	309
§ 159. Atemsteigerung und Atemnot . . . . .	310
§ 160. Der Gaswechsel in den Lungen . . . . .	312
§ 161. Wassergehalt der Luft. . . . .	313
§ 162. Verschlechterung der Atemluft durch Gase . . . . .	314
§ 163. Der Staub als schädliche Beimengung der Atemluft. . . . .	315
§ 164. Der Staub in Turnhallen . . . . .	316



	Seite
§ 165. Die Übung der Atmung (Atemgymnastik) . . . . .	318
§ 166. Atemübung in der erzieherischen Gymnastik durch Anregung unwillkürlicher Tiefatmung . . . . .	321
§ 167. Atemübungen im Schulturnen . . . . .	325

### V. Haut und Wärmeregulierung.

§ 168. Bau und Tätigkeit der Haut . . . . .	328
§ 169. Die Oberhaut . . . . .	329
§ 170. Nägel und Haare . . . . .	330
§ 171. Die Lederhaut . . . . .	331
§ 172. Das Unterhautfettgewebe . . . . .	331
§ 173. Schweiß- und Talgdrüsen . . . . .	332
§ 174. Die Absonderungen der Haut . . . . .	332
§ 175. Natürliche Wärmeregulierung des Körpers . . . . .	333
§ 176. Hitzschlag und Sonnenstich . . . . .	335
§ 177. Leibesübung im Freien in den verschiedenen Jahreszeiten . . . . .	336
§ 178. Die Kleidung . . . . .	337
§ 179. Kleidung bei Leibesübungen . . . . .	338
§ 180. Erkältung und Abhärtung . . . . .	340
§ 181. Hautpflege durch Bäder . . . . .	341

### VI. Verdauungsorgane, Stoffwechsel und Ernährung.

§ 182. Die Kraftquellen unseres Körpers . . . . .	344
§ 183. Aufgabe der Verdauung . . . . .	344
§ 184. Übersicht der Verdauungsorgane . . . . .	346
§ 185. Mundhöhle und Speicheldrüsen . . . . .	346
§ 186. Schlundkopf und Speiseröhre . . . . .	347
§ 187. Der Magen . . . . .	348
§ 188. Die Magenschleimhaut und die Magenverdauung . . . . .	349
§ 189. Der Darmkanal . . . . .	350
§ 190. Leber und Bauchspeicheldrüse . . . . .	351
§ 191. Darmverdauung . . . . .	352
§ 192. Auffaugende Tätigkeit der Verdauungsorgane . . . . .	352
§ 193. Die Milz . . . . .	353
§ 194. Grundstoffe der Ernährung . . . . .	353
§ 195. Energiewechsel im menschlichen Körper . . . . .	355
§ 196. Kostmaß und Nahrungsverbrauch . . . . .	357
§ 197. Die Hauptnahrungstoffe und ihre Zusammensetzung . . . . .	359
§ 198. Ausnutzung der Nahrungsmittel . . . . .	360
§ 199. Zubereitung der Speisen . . . . .	361
§ 200. Die Genußmittel . . . . .	361
§ 201. Die Wirkung des Alkoholgenusses mit besonderer Rücksicht auf die Leibesübungen . . . . .	365
§ 202. Das Tränieren . . . . .	367
§ 203. Vorschriften beim Tränieren . . . . .	368
§ 204. Wert des Tränierens . . . . .	372
§ 205. Überträniertheit . . . . .	373

### VII. Die Organe der Harnausscheidung. Geschlechtsorgane. Innere Sekretion.

§ 206. Allgemeines über den Harn und die Harnorgane . . . . .	374
§ 207. Die Nieren . . . . .	375
§ 208. Harnleiter und Harnblase . . . . .	376

§ 209.	Einiges über die Geschlechtsorgane . . . . .	Seite 376
§ 210.	Die innere Sekretion oder Absonderung . . . . .	378

### VIII. Das Nervensystem.

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

§ 211.	Aufgabe des Nervensystems . . . . .	381
§ 212.	Bau der Nervenfasern . . . . .	383
§ 213.	Die Nervenzellen . . . . .	384
§ 214.	Das Gehirn . . . . .	385
§ 215.	Das Rückenmark . . . . .	388
§ 216.	Häutige Hüllen des Hirns und des Rückenmarks . . . . .	389
§ 217.	Gewicht und Größe des Gehirns . . . . .	389
§ 218.	Die Großhirnrinde . . . . .	390
§ 219.	Die Frage der Rechts- und Linkshändigkeit . . . . .	393
§ 220.	Der Faserverlauf im Hirn und Rückenmark . . . . .	395
§ 221.	Die Reaktionszeit . . . . .	397
§ 222.	Verlängerung und Verkürzung der Reaktionszeit . . . . .	398
§ 223.	Die Koordination der Bewegungen . . . . .	400
§ 224.	Verschiedenheiten der Koordination . . . . .	402
§ 225.	Die Schulung der Koordinationsfähigkeit . . . . .	403
§ 226.	Vorheriges Koordinieren . . . . .	406
§ 227.	Plötzliche Koordination . . . . .	407
§ 228.	Die Schlagfertigkeitsübungen . . . . .	407
§ 229.	Kräftigung des Willens: Abhärtung und Mut . . . . .	409
§ 230.	Die Reflexbewegungen . . . . .	411
§ 231.	Automatische Erregungen: Tonus und Spannung der Muskeln . . . . .	412
§ 232.	Halbautomatische Bewegungen . . . . .	413
§ 233.	Takt und Automatie . . . . .	416
§ 234.	Ermüdung des Gehirns nach geistiger Arbeit . . . . .	418
§ 235.	Wechselwirkung zwischen geistiger und körperlicher Ermüdung . . . . .	419

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

§ 236.	Die peripheren Nerven . . . . .	424
§ 237.	Die zwölf Hirnnervenpaare . . . . .	424
§ 238.	Die Rückenmarksnerven . . . . .	426
§ 239.	Das vegetative Nervensystem . . . . .	426
§ 240.	Der Geruchssinn . . . . .	427
§ 241.	Das Auge . . . . .	428
§ 242.	Augenlider und Augenbrauen . . . . .	428
§ 243.	Die Bindehaut des Auges . . . . .	429
§ 244.	Die Tränenorgane . . . . .	430
§ 245.	Der Augapfel und seine Häute . . . . .	430
§ 246.	Der Kern oder die lichtbrechenden Mittel des Augapfels . . . . .	433
§ 247.	Akkommodation des Auges . . . . .	433
§ 248.	Normalsichtige und kurzsichtige Augen . . . . .	434
§ 249.	Die Kurzsichtigkeit in der Schule . . . . .	436
§ 250.	Das Gehörorgan . . . . .	437
§ 251.	Das äußere Ohr . . . . .	437
§ 252.	Das Mittelohr . . . . .	438
§ 253.	Das innere Ohr . . . . .	439
§ 254.	Das Geschmacksorgan . . . . .	439
§ 255.	Tast Sinn und Empfindungen der inneren Organe . . . . .	440

## Dritter Teil. Bewegungslehre der Leibesübungen.

### IX. Ruhehaltungen.

		Seite
§ 256.	Allgemeines über Ruhehaltungen . . . . .	445
§ 257.	Aufrechtes Stehen auf beiden Füßen . . . . .	445
§ 258.	Aufrechtes Stehen mit Belastung vorzugsweise eines Beins . . . . .	446
§ 259.	Stehen auf einem Bein . . . . .	448
§ 260.	Stehen auf den Fußspitzen . . . . .	448
§ 261.	Stehen mit gekreuzten Beinen . . . . .	449
§ 262.	Das Sitzen . . . . .	449
§ 263.	Einseitiger linker Sitz . . . . .	451
§ 264.	Das Liegen . . . . .	451
§ 265.	hockende Stellung . . . . .	451
§ 266.	Knien . . . . .	452
§ 267.	Der Häng . . . . .	453
§ 268.	Streckhäng an den Händen . . . . .	454
§ 269.	Der Beugehäng . . . . .	455
§ 270.	Abhäng oder Sturzhäng . . . . .	456
§ 271.	Schwimmhäng . . . . .	457
§ 272.	Der Stütz . . . . .	457

### X. Ortsbewegungen.

§ 273.	Allgemeines über die Ortsbewegungen des Körpers . . . . .	460
--------	---	-----

#### Das Gehen.

§ 274.	Begriff des Gehens . . . . .	461
§ 275.	Die Bewegung beim Gehen . . . . .	462
§ 276.	Die graphische und druckmessende Methode . . . . .	464
§ 277.	Die photographische Methode . . . . .	466
§ 278.	Der Druck des Fußes auf den Boden . . . . .	467
§ 279.	Schrittlänge und Schrittdauer . . . . .	470
§ 280.	Arbeitsaufwand und Arbeitseffekt beim Gehen . . . . .	471
§ 281.	Die Befähigung des Körpers zu Dauerleistungen in den verschiedenen Fortbewegungsarten . . . . .	472
§ 282.	Das Auftreten beim natürlichen Gang . . . . .	473
§ 283.	Natürlicher Schritt und Kunstschritt . . . . .	474
§ 284.	Übersicht der wichtigsten Kunstschrittarten . . . . .	476
§ 285.	Der Zehengang . . . . .	477
§ 286.	Gang mit gestreckter Fußspitze . . . . .	477
§ 287.	Eilgang nach Art des natürlichen Ganges . . . . .	478
§ 288.	Eilgang im Dreitakt . . . . .	479
§ 289.	Der Beugegang . . . . .	479
§ 290.	Das athletische Schnellgehen . . . . .	482
§ 291.	Wanderungen und Turnfahrten . . . . .	484

#### Steigen.

§ 292.	Das Steigen . . . . .	486
§ 293.	Der Bewegungsmechanismus beim Aufwärtssteigen auf schiefer Ebene . . . . .	486
§ 294.	Das Aufwärtssteigen auf einer Treppe . . . . .	489
§ 295.	Steigen, Klettern und Klimmen auf der Leiter . . . . .	489
§ 296.	Abwärtssteigen . . . . .	490

§ 297.	Die Arbeitsleistung beim Steigen . . . . .	Seite 491
§ 298.	Einwirkung des Steigens auf den Körper . . . . .	492
§ 299.	Einige Winke für größere Bergwanderungen . . . . .	497
§ 300.	Die körperlichen Wirkungen des Abwärtssteigens . . . . .	498

### Der Lauf.

§ 301.	Begriff des Laufens . . . . .	499
§ 302.	Der Bewegungsmechanismus beim Lauf . . . . .	500
§ 303.	Die Arbeitsleistung beim Lauf . . . . .	503
§ 304.	Schnelligkeit des Laufs . . . . .	504
§ 305.	Körperliche Einwirkung des Laufs . . . . .	506
§ 306.	Die gesundheitlichen Vorzüge des Laufs . . . . .	509
§ 307.	Der schnelle kurze Lauf . . . . .	511
§ 308.	Der Dauer- und Beugelauf . . . . .	514
§ 309.	Pflege des Laufs . . . . .	515
§ 310.	Bemerkungen über die Pflege des Wettlaufs . . . . .	516
§ 311.	Der Hindernislauf . . . . .	519
§ 312.	Der freie willkürliche Lauf im Spiel . . . . .	520

### Der Sprung.

§ 313.	Die Bewegung beim Sprung . . . . .	521
§ 314.	Die vorbereitende Beugung . . . . .	525
§ 315.	Das Aufspringen . . . . .	525
§ 316.	Richtung des Sprunges . . . . .	527
§ 317.	Kraftaufwand und Maß des Sprunges . . . . .	529
§ 318.	Die Tätigkeit der oberen Gliedmaßen beim Sprung . . . . .	532
§ 319.	Der Sprung mit Anlauf . . . . .	533
§ 320.	Der Dreisprung . . . . .	534
§ 321.	Sturmspringen . . . . .	535
§ 322.	Gemischter Sprung . . . . .	537
§ 323.	Sprung mit Aufstützen der Hände auf einen festen Gegenstand . . . . .	537
§ 324.	Gemischter Sprung von Fuß und Hand gleichzeitig aus dem Stande . . . . .	541
§ 325.	Stabspringen . . . . .	541
§ 326.	Übungswert des Sprunges . . . . .	543
§ 327.	Vorsichtsmaßregeln beim Springen . . . . .	544

### Der Wurf.

§ 328.	Die Wurfbahn . . . . .	545
§ 329.	Arten des Wurfs . . . . .	547
§ 330.	Der Stoßwurf . . . . .	547
§ 331.	Der Schockwurf . . . . .	551
§ 332.	Der Schwung- oder Schleuderwurf . . . . .	556
§ 333.	Übungswert des Wurfs . . . . .	557
§ 334.	Formen des Wurfs . . . . .	558

### Schwimmen.

§ 335.	Bewegungszweck beim Schwimmen . . . . .	559
§ 336.	Bewegungen beim Schwimmen . . . . .	561
§ 337.	Übungswert des Schwimmens . . . . .	565

### Das Rudern.

§ 338.	Das Rudern als Leibesübung . . . . .	567
§ 339.	Das Ruderboot . . . . .	568

	Seite
§ 340. Die Bewegung beim Rudern auf dem festen Sitz . . . . .	571
§ 341. Die Bewegung beim Rudern auf dem Gleit- oder Rollsitze . . . . .	573
§ 342. Das Rudern als Schnelligkeitsübung . . . . .	575
§ 343. Das Rudern als Dauerübung . . . . .	577

### Das Radfahren.

§ 344. Das Fahrrad . . . . .	579
§ 345. Die Haltung auf dem Fahrrad . . . . .	580
§ 346. Die Bewegung und Arbeit beim Radfahren . . . . .	584
§ 347. Die Arbeitsgröße beim Radfahren . . . . .	585
§ 348. Körperliche Einwirkungen des Radfahrens . . . . .	589
§ 349. Einige gesundheitliche Fragen . . . . .	593

## Anhang I.

### Das Übungsbedürfnis in den verschiedenen Lebens- altern.

§ 350. Die Altersstufen . . . . .	595
§ 351. Übungsbedürfnis in den ersten Schuljahren . . . . .	597
§ 352. Übungsbedürfnis in der Schulzeit vom 9.—14. Jahre . . . . .	598
§ 353. Übungsbedürfnis in der Entwicklungszeit vom 14.—19. Lebensjahre . . . . .	599
§ 354. Übungsbedürfnis für das 20.—30. Lebensjahr . . . . .	600
§ 355. Übungsbedürfnis in den Jahren der Vollkraft . . . . .	600
§ 356. Übungsbedürfnis in der Zeit vom 40.—60. Lebensjahre . . . . .	600

## Anhang II.

### Erste Hilfe bei plötzlichen Unglücksfällen.

§ 357. Allgemeine Verhaltungsmaßregeln zur ersten Hilfe . . . . .	603
---	-----

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

§ 358. Unblutige Verletzung der Hautdecke . . . . .	603
§ 359. Gelenkverletzungen . . . . .	604
§ 360. Knochenbrüche . . . . .	606
§ 361. Erschütterung innerer Organe . . . . .	608

#### B. Erste Hilfe bei Verletzungen mit offener Wunde.

§ 362. Allgemeines über Wunden und Wundkrankung . . . . .	609
§ 363. Wundverband . . . . .	610
§ 364. Blutstillung . . . . .	611

#### C. Erste Hilfe bei Ertrinkenden.

§ 365. Die Vorgänge beim Ertrinken . . . . .	614
§ 366. Anlandbringen eines Ertrinkenden . . . . .	616
§ 367. Was zuerst mit dem ans Land gebrachten Verunglückten zu geschehen hat . . . . .	618
§ 368. Künstliche Atmung . . . . .	619

Sachregister . . . . .	623
------------------------	-----



# Einleitung

Die äußeren Formen des Körpers  
und die Verhältnisse seines Aufbaues.







# Einleitung.

## § 1. Die äußeren Formen des Körpers.

Die Krone der Schöpfung lieben wir den Menschen zu nennen und denken dabei an den äußeren Aufbau seines Körpers, die Art seiner Haltung und Bewegung, sowie vor allem an das Denken und Fühlen, welches ihn beseelt inmitten der Daseinsbedingungen, die ihm auf unserer Erde auferlegt sind. Soweit es sich dabei um die äußeren Formen des Körpers handelt, besteht der Mensch schon mit Ehren, wenn wir uns etwa auf den kühlen Standpunkt des englischen Zoologen Thomas Henry Huxley (1863) stellen, der sich frug, wie wohl ein naturwissenschaftlich geschulter Gelehrter des Planeten Saturn urteilen würde, wenn ihm, wohl verpact in einem großen Sasse Rum, die Leiber von „aufrechten und federlosen Zweifühlern“, also von Menschen und Affen usw. vorlägen, damit er sie nach ihren größeren oder minderen Fähigkeiten, oder sagen wir vielleicht Verwandtschaftsgraden, mustere und einteile. Hier würde der Mensch sofort eine eigene, von den anderen Lebewesen verschiedene Gruppe bilden. Ihm ist das verhältnismäßig größte nervöse Zentralorgan, nämlich das mächtig entwickelte Gehirn zu eigen; er besitzt in seiner Hand mit ihrem kunstvollen Bau das mechanisch wohl vollkommenste Werkzeug der Natur; ihm allein ist eigen der im statischen Sinne und zugleich in seiner Elastizität unerreichte Träger des Körpers, der Fuß. Er befähigt den Menschen zur aufrechten Haltung, und diese wieder bedingt die rhythmisch geschwungene Linie der Wirbelsäule des stehenden Menschen. Wie und wann der Mensch diese kostbaren Erbgüter gewann und ausbildete, denen sich noch weitere Eigentümlichkeiten im Bau seines Körpers hinzugesellen, braucht uns hier nicht weiter zu beschäftigen. Es möge genügen, die hauptsächlichsten äußeren Formen des Körpers und die Verhältnisse seines Aufbaus kurz zu beschreiben.

Der Körper besteht aus dem Stamm 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. An ihm unterscheidet man den Schädel- und den Gesichtsteil. Der rundlich geformte Schädelteil umschließt das Gehirn. Der Stirnteil des Schädels rechnet zum Antlitz. Er geht seitlich über in die Schläfen, nach oben in das behaarte Gebiet der Schädelwölbung, den Scheitel oder das Mittelhaupt, welches nach hinten in das Hinterhaupt mehr oder weniger jäh abfällt. Das Hinterhaupt geht an der unteren Grenze des Haarwuchses in den Nacken über. Beim Zufühlen macht sich hier als querer Knochenvorsprung der Hinterhaupthöcker bemerkbar. Von hier gehen die mächtigen Muskelstränge des Nackens nach abwärts. Nach rechts wie nach links endet die Hinterhauptgegend mit einem hinter dem Ohre gelegenen leicht fühlbaren Höcker: dem Warzenfortsatz des Schläfenbeins.

Im Antlitz bilden die Nasenwurzel und seitlich davon die Augenbrauen die Grenze des Stirn- und des Gesichtsteils. Unterhalb der Augenbrauen liegen vertieft die Augenlider, die beim Öffnen der queren Lidspalte einen Teil des Augapfels mit der Pupille in der Mitte sichtbar werden lassen. Zwischen den Augen beginnt der Vorsprung der Nase, um unten mit der Nasenspitze und den seitlichen Nasenflügeln zu enden. Zwischen letzteren und der Nasenscheidewand in der Mitte führen die beiden Nasenöffnungen zu den tief in den Kopf hinein sich erstreckenden Nasenhöhlen. Letztere beherbergen das Geruchsorgan und bilden zugleich den oberen Zugang zu den Atmungsorganen. Unterhalb der Nase folgen Ober- und Unterlippe, die mit ihrem Lippenaum den quer gerichteten Mundspalt, den Zugang zur Mundhöhle, begrenzen. In der Mitte der Oberlippe zieht eine seichte Rinne, die Unter-

Kopf.  
Schädelteil  
des Kopfes.

Gesichtsteil  
des Kopfes.

nasenrinne, von der Nasenscheidewand zur Mitte des oberen Lippensaumes. Die Unterlippe ist vom Kinn geschieden durch die Kinnlippenfurche. Eine von den Nasenflügeln am Nasenwinkel zu den Mundwinkeln herabziehende Furche trennt die Mundgegend von den Backen, die nach unten und hinten bis zum Unterkieferrand sich erstrecken. Der mehr oder weniger fettgepolsterte obere Teil der Backen, der bis zur höckerartigen Mitte der Jochbogen sich erstreckt, heißt Wange. Seitlich gehen die Wangen über in die Ohrgegend mit der Ohrmuschel. In der Tiefe dieser mündet der äußere Gehörgang. Die Länge der Ohrmuschel ist meist etwa gleich der Länge der Nase; ihr oberes Ende liegt in gleicher Höhe mit der Nasenwurzel, ihr unteres mit dem Nasenwinkel.

**Hals.** Der Hals ist in der Mitte etwa zylindrisch geformt; nach dem Kopfansatz zu seitlich zusammengedrückt, d. h. schmaler, nach dem Übergang zur Brust hin in der Richtung von vorn nach hinten, d. h. breiter. Diese Übergangsstelle zur Brust rechnet man im Zusammenhang mit der ganzen oberen Brustgegend auch zur „Büste“.

Da an der Vorderseite des Halses sich der untere Gesichtsteil mit dem Kinn vor das obere Halsende lagert, so scheint der Hals vorn kürzer als hinten. Man nennt auch die vordere Halsgegend Vorderhals, im Gegensatz zur hinteren, dem 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 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 unterhalb des Kinns in der Halsmitte der Kehlkopfvorsprung deutlich zutage — namentlich stark bei mageren männlichen Halsen. Unterhalb davon befindet sich die Kehle- oder Drosselgrube, nach unten vom oberen Rand des Brustbeins begrenzt. 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, meist auch sichtbar, als Nackenhöcker der Knochenvorsprung (Dornfortsatz) 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.

**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. die Beine, wird gebildet durch die Leistenfurchen. Sie zieht sich von der vorderen Ede des Hüftkammes (vorderer oberer Darmbeinstachel) zur Schamgegend hin.

Die Vorderfläche des Rumpfs 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.

**Brust.** Die 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, dunkel 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 Magenrube und Schamhügel), am geringsten seitlich in der Flankengegend (Entfernung zwischen untersten Rippen und Hüftkamm). In der Mittellinie des Bauches läuft, von der Magenrube beginnend, zum Schamhügel 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 Schamhügel.

Bauch.

An der schmalen Seitenfläche des Rumpfes gewahrt man bei erhobenem Arm unmittelbar unter dem Armanfatz die Achselhöhle, nach vorn begrenzt vom Wulst des großen Brustmuskels, nach hinten vom Wulst des breitesten Rückenmuskels. Abwärts von der Achselhöhle folgt die Flankengegend 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

Oberarm.

verlaufende Einseukung 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 begrenzt durch zwei flache Furchen, von welchen die am inneren Rande der Muskelerhabenheit 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 Ellbogenrube am Unterarm. Die hintere Fläche des Oberarmes 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 Quersfurchen, 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 Hautblutadern 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, die zweitlängsten der vierte oder Ringfinger sowie der Zeigefinger. 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 Nagelfalz, abseht 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 Leistenfurchen, welche aufwärts zum Hüftkamm hinzieht. Seitlich geht die Hüftgegend über in eine den Seitencontour 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 Gesäßes, welche die Gesäßspalte zwischen sich fassen. Eine starke quergelegte Furchen, die untere Gesäßfurchen, trennt das Gesäß 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 Leistenfurchen oder die Schenkelbeuge hin stark abgeplattet und zeigt hier eine flache, dreieckig gestaltete Vertiefung, die Leistenrinne. 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 Oberfläch 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.

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 Großzehballen 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 Großzehballen 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 Körperbaues und ihre Grenze.

Der äußeren Form nach zeigt der Körper anscheinend einen seitlich symmetrischen Bau, d. h. wenn man sich durch seine Längsachse eine von vorn nach hinten gerichtete, vom Scheitel bis zum Rumpfsende reichende Ebene gelegt denkt, so zerfällt er in eine rechte und linke Körperhälfte, deren eine das Spiegelbild der anderen sein müßte. In der Tat bestehen an der Körperoberfläche verschiedentliche Andeutungen einer solchen trennenden Mittellinie. So im Gesicht die Unternasenrinne zwischen Nase und Oberlippe; weiter die Kehlgube, die schmale flache Ebene des Brustbeins an der Brust, die bei sehr kräftiger Entwicklung der Brustmuskeln als Furche, beim Weibe als Busen sich bemerkbar macht. Weiter zählt dahin die Magengrube und tiefer am Bauch, wenigstens bis zum Nabel hin, die als „weiße Linie“ bezeichnete Mittelfurche, welche am Unterbauch allerdings kaum mehr merklich ist. An der Rückenfläche des Körpers ist die Mittellinie angedeutet durch die am Hinterhaupt beginnende und bis zum Nackenhöcker (Dornfortsatz des letzten Halswirbels) gehende Nackenfurche; von da an abwärts durch die Rinne der Rückenlinie, die in der Lendengegend besonders tief ist, um sich dann in der Kreuzbeingegend zu verweisen. Unterhalb der Kreuzbeingegend trennt schließlich die tiefe Gefäßpalte das Rumpfsende in eine rechte und linke Hälfte.

Diese äußere Symmetrie ist übrigens nie vollkommen. Kleine Abweichungen davon sind im Knochengeriist und mehr noch in den Weichteilen des Kopfes wie des Rumpfes stets vorhanden und tragen zu dem individuellen Gepräge des einzelnen Menschen bei.

Mittellinie  
an der Ober-  
fläche des  
Körpers.

Bei den Gliedmaßen ist eine Ungleichheit schon dadurch gegeben, daß die meisten Menschen Rechtshänder sind, so daß der rechte Arm muskelkräftiger und dicker, auch um 1 cm etwa (beim Erwachsenen) länger ist als der linke. Die Verhältniszahl der Linkshänder wird verschieden angegeben. Bekannt ist die Angabe der Bibel, wonach von 26 700 Kriegerern des Stammes Benjamin 700, d. h. 2,6%, die Schleuder links warfen (Buch der Richter Kap. 20, Vers 15 und 16). Ähnliche Ziffern hat man auch für die Gegenwart angegeben. (Gaupp bis zu 4,5% Linkshänder, Bardeleben allerdings bis zu 12,5%.) — Umgekehrt liegt die Sache bei den unteren Gliedmaßen. So fand der Anatom Hässe (ehemals in Breslau) bei 52% von 5141 Soldaten, daß das rechte, bei nur 16%, daß das linke Bein ein wenig kürzer war. Entsprechend dieser ungleichen Beinlänge war dann auch eine ganz geringe Verbiegung der Wirbelsäule nach rechts oder links vorhanden.

Was den Kopf anbetrifft, so ist angeblich bei 97% aller Menschen die Gesichtsförm ein wenig nach der rechten Seite hin verschoben. Jedenfalls trägt ein ganz genau symmetrischer Kopf, mit dem Zirkel bestimmt, immer etwas Starres und Lebloses an sich. Den großen Künstlern des Altertums war dies nicht unbekannt. Gerade bei den erhabensten Bildwerken lassen sich kleine Asymmetrien nachweisen. Das ist namentlich z. B. am Kopf wie am Rumpf der Venus von Milo der Fall. Ein weiteres Beispiel ist das Gesicht des als „Johannes der Täufer“ bezeichneten und vielbewunderten Jünglings von Andrea del Sarto (in den Uffizien in Florenz), bei dem das rechte Auge um etwa 1 cm höher steht als das linke. —

Übrigens erstreckt sich beim Gesamtkörper die äußere Symmetrie nur auf das Knochengestüst und die sogen. animalischen Lebensorgane, nämlich die willkürlichen Muskeln. Ebenso sind die Sinnesorgane paarig angelegt. Bei Muskeln und Sinnesnerven, solange sie noch mit ihren Anfängen den nervösen Zentralorganen (Hirn und Rückenmark) angehören, finden vielfache Kreuzungen von links nach rechts und umgekehrt statt. Auch die Nieren sowie die Geschlechts- und anderen Drüsen sind paarig. Die vegetativen Organe dagegen, d. h. 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 Verdauungsschlauch 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. Zur Proportionslehre des menschlichen Körpers.

Die Größenverhältnisse 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 überschlanke, die des anderen als kurz oder gedrungen, die eines dritten als ebenmäßig zu bezeichnen; bei diesem z. B. die Beine im Verhältnis zu kurz, bei jenem zu lang zu finden usw. Somit sind die Verhältnisse im Körperbau aller der zahllosen Menschen, die wir in unserem Leben gesehen haben, verschmolzen gewissermaßen zu einer Art Idealfigur, die wir als typisch für einen wohlgebauten Menschen halten. Darnach müßte es möglich sein, die Gesetze für solche Vollkommenheit der menschlichen Gestalt und Bildung in feststehende Formeln und Ziffern zu fassen, die als Richtschnur für einen schönen, gut gebauten Menschen dienen könnten.

In der Tat haben insbesondere die bildenden Künstler sich von je bemüht, eine solche Richtschnur aufzustellen, die sich in einer Normalfigur als „Kanon“ verkörperte. Die Maßeinheit oder das Grundmaß, wonach die einzelnen Körperabschnitte eines Kanons

Kanon und  
Möbel.

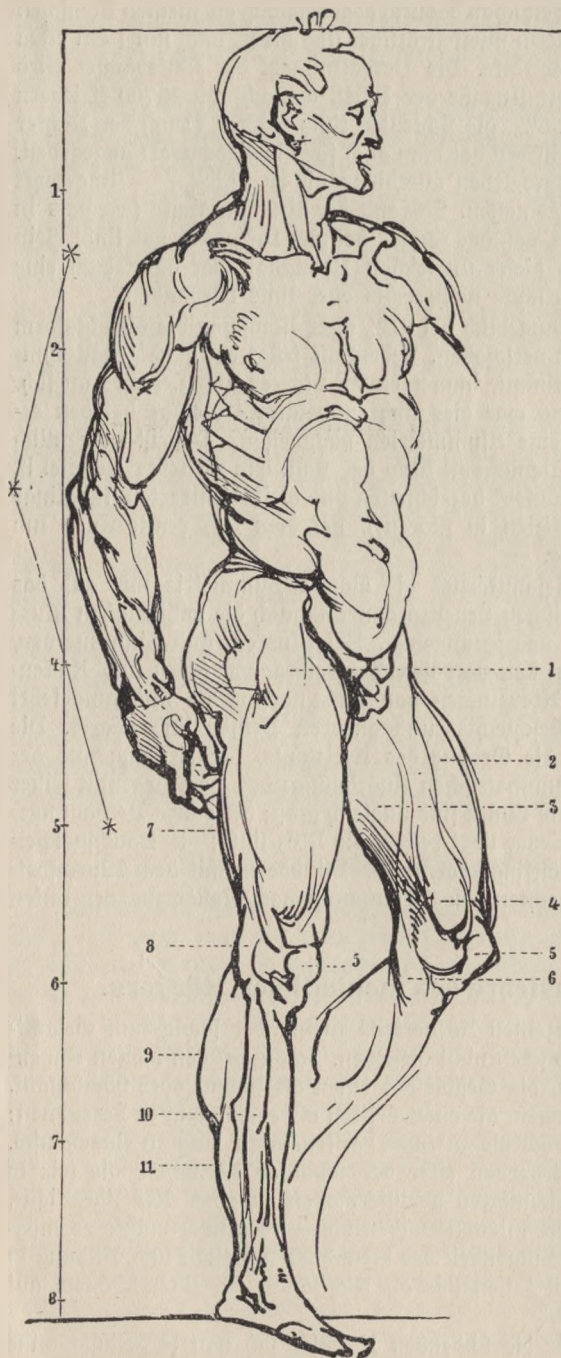


Fig. 1. Kanonfigur von Michelangelo. Facsimile einer Handzeichnung des Meisters. Die beigefügten Ziffermaße entsprechen dem Proportions-schlüssel von Kollmann (die Zahlen 1—11 bestimmten Beinnuskeln).

bestimmt werden, bezeichnete man als Modul (nach dem lateinischen modulus). Solches Grundmaß suchte man in einem bestimmten Abschnitt am Körper selbst zu gewinnen, indem als „Modul“ bald die Kopfhöhe, bald das Gesicht, die Nasenlänge, bald Fuß oder Hand, bald die Wirbelsäule usw. diente.

Die alten Ägypter mit ihrer hochentwickelten Kunst sollen als Grundmaß für ihre Figuren die Länge des Mittelfingers genommen haben, welche 19mal in der Körperlänge enthalten sei. Für die Proportionslehre in der griechischen Kunst wurde vor allem Polyklet aus Sityon, ein Dorer, maßgebend, geboren 470 v. Chr., der auch, wie in späteren Zeiten Leonardo da Vinci und Albrecht Dürer, schriftstellerisch tätig war, um die Verhältnisse des menschlichen Körperbaus auf feste mathematische Formeln zu bringen. Leider ist diese seine Schrift verloren gegangen, und die auf ihn zurückgeführten Normalfiguren, wie der Lanzenträger, der sog. Diadumenos (d. h. ein Athlet, der sich ein Haarband umlegt), die verwundete Amazone sind spätere römische Nachbildungen. Ob tatsächlich die Angaben zutreffend sind, wonach bei dem Kanon Polyklets die Kopfhöhe 8mal, die Gesichtshöhe 10mal, die Höhe von Kopf und Hals sowie die Fußlänge 6mal in der Gesamthöhe der Figur enthalten waren, muß dahingestellt bleiben. Ihm zu Ehren betitelte der Berliner Bildhauer Gottfried Schadow sein berühmtes Werk über Proportionslehre „Polyklet“ (1834).

Von den Künstlern der Renaissance stellten besonders Leonardo da Vinci sowie Michelangelo eingehende Studien über



den Körperbau des Menschen an. Von beiden Großmeistern der Kunst besitzen wir als Zeugnisse ihrer tiefdringenden Auffassung des menschlichen Körperbaus noch prächtige Handzeichnungen (Fig. 1). In Deutschland hinterließ uns unser Albrecht Dürer ein größeres Werk, „Vier Bücher von menschlicher Proportion“, wie er denn auch bei einer Reihe von Figuren die Körperverhältnisse mühsam mit Zirkel und Richtmaß konstruierte.

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

1. Die Körperlänge ist bekanntlich sowohl bei den Individuen gleicher Rasse wie auch in den Mittelmaßen verschiedener Rassen recht ungleich. Für den Westeuropäer gilt ein Mittelmaß von 165—175 cm. Günther gibt für die nordische Rasse ein Mittelmaß von 175 cm, für die sog. westliche Rasse 160 cm, für die dinarische Rasse 174 cm, für die ostische (oder alpine) Rasse 163 cm, für die ostbaltische Rasse 163 cm an. Die höheren Stände sollen größer sein als die niederen. Ich führe dies alles an, ohne diese Rasseneinteilung mir zu eigen zu machen. — Die Frauen sind im Durchschnitt etwas kleiner als die Männer und zwar nach Quetelet um  $\frac{1}{10}$ . Die kleinste europäische Rasse sind die Lappländer mit einem Durchschnittsmaß von 152 cm. Die kleinsten Völker der Erde sind die Eskimos, die Samojuden, die Buschmänner und besonders die Zwergvölker Innerafrikas, die Affas, deren Durchschnittsmaß zwischen 133 und 134 cm betragen soll. Als höchstgewachsene Rassen zählen die Patagonier Südamerikas, ferner die Nordamerikaner (173—177 cm).

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

Die Lage der Halbierungslinie ändert sich stark mit dem Wachstum. Beim Neugeborenen liegt die Halbierungslinie — entsprechend der stärkeren Entwicklung des Oberkörpers — etwas über dem Nabel. Sie liegt weiter

im	2. Lebensjahre	im Nabel,
"	3.	in gleicher Höhe mit den Hüftkämmen,
"	10.	in einer Linie, welche die beiden Rollhügel der Oberschenkel verbindet,
"	13.	am oberen Rand der Schamfuge.

3. Als Kopflänge bezeichnen wir den senkrechten Abstand vom Scheitel zum Kinnrande. Diese Länge ist beim Erwachsenen 7—7½ mal in der ganzen Körperlänge enthalten, bei sehr schlankem Wuchs auch 8 mal. Letzteres Maß wird in der bildenden Kunst bevorzugt; überschlankte Figuren weisen sogar über 8 Kopflängen auf. Kopflänge.

Auch hier ändern sich die Verhältnisse stark mit fortschreitendem Wachstum. So mißt

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

4. Verhältnis des Gesichts= zum Gehirnanteil. Die Grenze bildet bei der Vorderansicht eine 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. die Nasenlänge, d. i. die senkrechte Entfernung zwischen Nasenwurzel und dem unteren Rand der Nase (Nasenstachel an der Scheidewand zwischen den beiden Naseneingängen); 2. Entfernung zwischen Nasenstachel und Kinnrand. Die Nasenlänge, vom Übergang der Stirn zur Nasenwurzel Gesichts- und Gehirnanteil des Kopfes. Nasenlänge.

an gerechnet, ist beim Manne  $3\frac{1}{2}$  mal in der gesamten Kopfhöhe enthalten, beim Weibe 4 mal. Wechselnd ist das Verhältnis während des Wachstums. Beim Kinde ist der Schädel

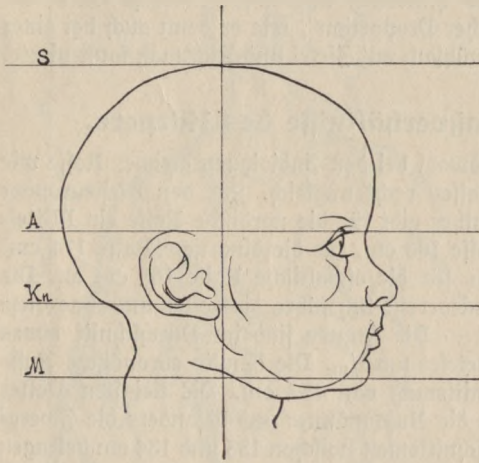


Fig. 2. Kopf eines Kindes im ersten Lebensjahre nach Schadow. — S Scheitelhöhe; A Übergangslinie der Stirn in die Nasenwurzel; Kn durch den Nasenstachel gelegte Linie; M Höhe des unteren Kinrands.

Die Kopfnasenhöhe.

unverhältnismäßig groß zum Gesicht, und zwar beim männlichen Neugeborenen 5:7 (s. Fig. 3). 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 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 Gesichtsanteils, so daß die Nasenwurzel in der Mitte der gesamten Kopfhöhe liegt (zum Vergleich: Fig. 3 und 4).

5. Die ganze Höhe des Gehirnschädels wird aber erst durch eine Linie ausgedrückt, welche vom Scheitel bis zum Nasenstachel reicht. Denn die horizontale, welche bei gerader Kopfhaltung durch den Nasenstachel (oder die in gleicher Höhe befindliche

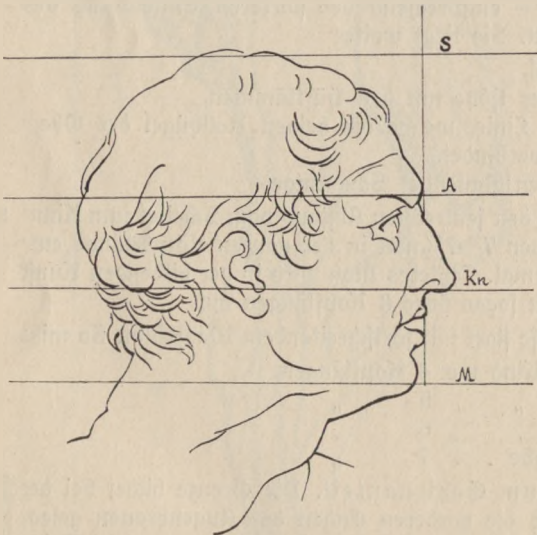


Fig. 3. Kopf eines Mannes (bürgerlicher Fechter) nach Schadow. — SA Schädel-, AM Gesichtsanteil; SKn Kopfnasenhöhe.

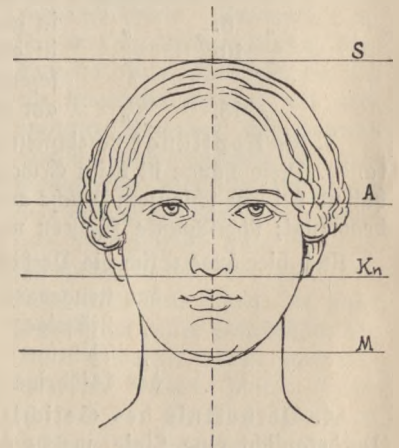


Fig. 4. Kopf eines erwachsenen Weibes nach Schadow, bez. wie Fig. 5. — SA Schädelanteil; AM Gesichtsanteil; SKn Kopfnasenhöhe.

äußere Ohröffnung) gelegt wird, trifft auf das Gelenk zwischen dem Hinterhaupt und dem oberen Ende der Halswirbelsäule, d. h. dem ersten Halswirbel. Die so erhaltene Höhe bezeichnet man auch als Kopfnasenhöhe. Diese soll in der gesamten Körper-

höhe 10mal enthalten sein und bildet mithin ein Grundmaß bei der Einteilung des Körpers nach dem Dezimalsystem.

6. Die Höhe der Wirbelsäule wird bestimmt durch die Entfernung des Nasenstachels — der in der gleichen Horizontale wie das Oberende der Halswirbelsäule liegt — bis zum unteren Rand der Schambeinfuge, die bei geradem aufrechten Stehen genau in gleicher Höhe mit der Spitze des Steißbeins sich befindet. Die so ermittelte Länge der Wirbelsäule ist  $2\frac{1}{2}$ mal in der gesamten Körperhöhe enthalten.

7. Schulterbreite nennt man den Abstand der äußersten Punkte der beiden Schulterhöhen. Sie ist etwas größer als die ein wenig unterhalb gelegene Verbindungslinie der Drehpunkte der beiden Schultergelenke, die sich am lebenden Körper schwer bestimmen lassen, und übertrifft um ein Geringes die halbe Höhe der Wirbelsäule. Als durchschnittliche Schulterbreite werden für den Mann 39,1, für die Frau 35,2 cm angegeben.

8. Wenn man als Hüftbreite die Gesamtbreite des Körpers in der Höhe der stärksten Hervorragung der Kollhügel bestimmt, also etwas unterhalb des Hüftgelenks, so zeigt sich die Hüftbreite des Mannes (30,5 cm) geringer als die des Weibes (31,5 cm).

Es wird also beim Manne die Hüftbreite von der Schulterbreite ganz erheblich überragt (um etwa 9 cm), beim Weibe nur um ein Geringes. Allerdings läßt der Armansatz oder die Schulterwölbung durch Oberarmkopf und den darüber gelagerten Deltamuskel schon an sich die Schulterbreite des Mannes größer erscheinen, während andererseits die mächtige Fettansammlung um die Hüftgegend beim Weibe die Hüftbreite stärker erscheinen läßt.

9. Die Spannweite, d. h. die Entfernung der rechten und linken Fingerspitze voneinander bei wagerecht ausgestreckten Armen ist ungefähr gleich der Körperlänge, und der Abstand zwischen Mittelfingerspitze eines Arms und der Mitte des oberen Brustbeinrandes in der Kehlgrube ist gleich der halben Körperlänge. Mißt man aber bei herabhängendem Arm von dieser Fingerspitze bis zur Schulterhöhe und von da weiter zur Brustbeinmitte, so erhält man ein größeres Maß. Es wird der herabhängende Arm scheinbar länger und zwar um den Abstand des Drehpunktes des Schultergelenks von der darüber gelegenen Schulterhöhe (s. Fig. 5). Das Armmaß ist daher wenigstens am Skelett von diesem Drehpunkt im Schultergelenk und nicht von der Schulterhöhe ab zu bestimmen.

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.

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 bereits das nötige bemerkt. Der Beginn der Unterlänge am unteren Rande des Schambeins entspricht zugleich dem oberen Ende des Oberschenkels, d. h. dem in der Hüftpfanne sich bewegenden Ober-

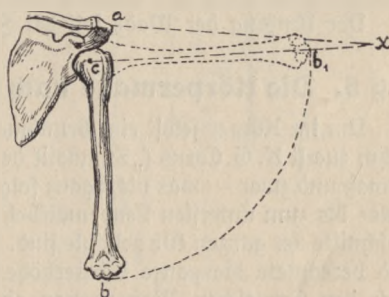


Fig. 5. Verschiedenes Maß des herabhängenden (anscheinend a b) und des seitlich ausgestreckten Armes (c b<sub>1</sub>). — a Schulterhöhe. c Drehpunkt im Schultergelenk. b bezw. b<sub>1</sub> Ellenbogengende des Oberarmes. b<sub>1</sub>x die anscheinende Verkürzung des Armmaßes.

Hüftbreite.

Spannweite der Arme.

Armlänge.

Unterlänge.

Schenkelkopf. Von hier aus rechnen wir bis zur Mitte der Kniescheibe hinab am richtigsten die Oberschenkellänge. Gebraüchlicher allerdings, da als Teilabschnitt mehr für die äußere Messung in die Augen fallend, ist es, die freie Beinlänge oder die Schrittlänge zu bestimmen, welche vom Damm oder Schritt (Kumpfende zwischen den Schenkeln) bis zur Fußsohle reicht. Dies Maß hat mehrere Fehler in sich. Zunächst bildet der weiche, nachgiebige Damm überhaupt keinen zuverlässigen Meßpunkt; ferner liegt das obere Ende des Oberschenkels höher als der Schritt, der in die Muskellager der Hüfte hineinreicht. Daher auch die irreführende Angabe, der Oberschenkel sei von gleicher Länge oder gar kürzer als der Unterschenkel. Tatsächlich ist er etwas länger.

Die Fußlänge ist in der Körperlänge  $6\frac{1}{2}$ —7 mal enthalten. Auch die weiblichen Figuren der antiken Kunst zeigen stets dies natürliche Maß. Allerdings würden die Füße der Mediceischen Venus, steckte man die Venus in moderne Kleidung, unserem verdorbenen Schönheitsbegriff als übergroß und plump erscheinen.

Bezüglich der Dide des Schenkels sei noch 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 Fettpolster ist indes der Umfang des Oberschenkels größer.

Der Umfang der Wade soll bei Frauen gleich sein dem des Halses.

### § 5. Die Körpermaße nach dem Dezimalsystem von Kollmann.

Die Wirbelsäule als Urmaß.

Um im Körper selbst ein Grundmaß für die Verhältnisse des Körperbaus zu haben, nahm zuerst K. G. Carus („Symbolik der menschlichen Gestalt“, 1853) die Wirbelsäule als Urmaß und zwar — was nicht ganz folgerichtig war — die „freie Wirbelsäule“ vom ersten Hals- bis zum untersten Lendenwirbel, also ohne Kreuz- und Steißbein, welche doch auch Abschnitte der ganzen Wirbelsäule sind. Dies Urmaß teilte er in drei Teile (oder „Modul“) und berechnete die ganze Körperhöhe auf  $9\frac{1}{2}$  Modul. Der Bildhauer Rietchel schuf nach den Carus'schen Maßangaben eine Statue, welche sehr schöne Verhältnisse und Formen aufwies und vielfach von unseren Künstlern als Kanon anerkannt wurde.

Die Kopfnasenhöhe als Urmaß

Noch brauchbarer war das Maß des Anatomen Kollmann, nämlich die Kopfnasenhöhe, d. h. die Höhe des Gehirnschädels, welche, wie wir oben sahen,  $\frac{1}{10}$  der gesamten Körperhöhe beträgt; die gesamte 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. — So läßt sich die gesamte Körperhöhe eines normal gebauten Mannes in 100 Teile einteilen. So z. B. (s. Fig. 6):

Höhe des Gehirnschädels (Kopfnasenhöhe) . . . . .	10 Teile
Hals (Nasende bis zum oberen Brustbeinrand in der Kehlgube) . . . . .	10 „
Brust (oberer Brustbeinrand bis zur Magengrube) . . . . .	10 „
Oberbauch (Magengrube bis Nabel) . . . . .	10 „
Unterbauch (Nabel bis zum unteren Rand der Schamfuge) . . . . .	10 „
	zusf. 50 Teile

Hier am unteren Rand der Schambeinfuge liegt also die Körpermitte.

Von den Breitenmaßen seien angeführt:

Schulterbreite . . . . .	20 Teile
Brustkorbbreite in der Höhe der Brustwarzen . . . . .	20 „
Größte Entfernung zwischen den Hüftkämmen des Mannes . . . . .	18 „
Entfernung zwischen den vorderen oberen Darmbeinstacheln beim Manne . . . . .	15 „

Die Tiefenmaße für den Brust- wie für den Bauchteil sind wegen der Atembewegungen verschieden.

Allerdings entsprechen Teilstellen der Unterhöhe nach dieser Messungsart keiner im anatomischen Bau begründeten Gliederung. So sind Maße, wie Mitte des Ober-

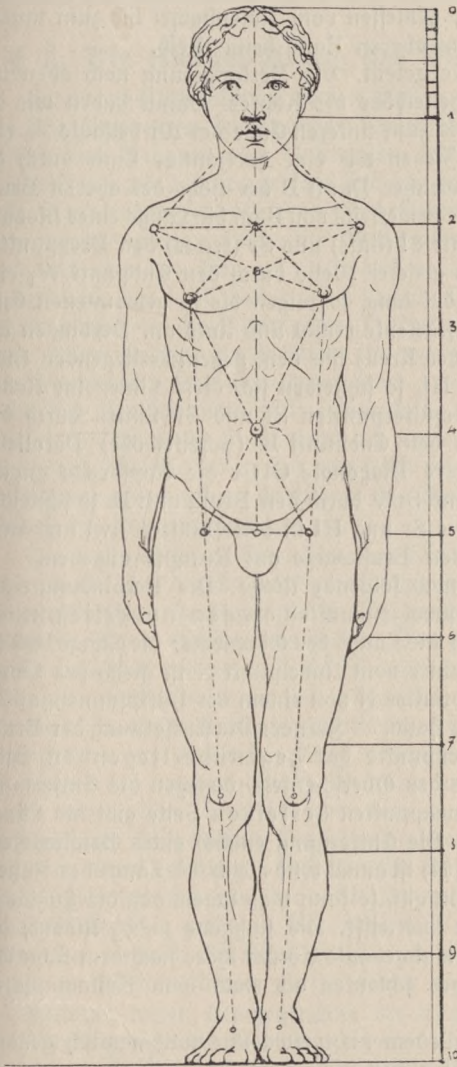


Fig. 6. Proportionsfigur nach Kollmann mit gleichzeitiger Eintragung des Schlüssels von Schmidt und Fritsch (s. § 6).

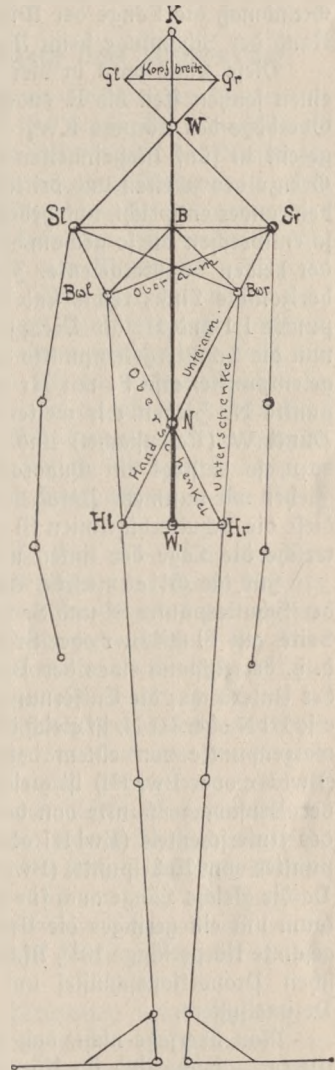


Fig. 7. Proportionschlüssel nach Schmidt und Fritsch. — Bezeichnung s. i. Text.

schenfels, Knie oberhalb der Kniescheibe, Unterschenkel unterhalb des Schienbeinstachels u. dgl. doch sehr unbestimmt.

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

Der Maler C. Schmidt konstruierte 1849 einen Proportionschlüssel, der später von dem Anthropologen G. Fritsch aufgenommen und ergänzt wurde. Dies Messungssystem gestattet, mit Hilfe von Zirkel und Lineal an guten Abbildungen oder Photo-

graphien die Vollkommenheiten oder Unvollkommenheiten in den Verhältnissen des Körperbaus schnell und meist zutreffend zu beurteilen.

Schmidt'scher  
Pro-  
portions-  
schlüssel.

Die Konstruktion dieses Schlüssels (Fig. 7) ist folgende. Eine Linie  $WW_1$  gibt als Grundmaß die Länge der Wirbelsäule an, gemessen vom Nasenstachel bis zum untern Rand der Schamfuge beim Mann, bis zum oberen Rand beim Weib.

Diese Linie wird in vier gleiche Teile geteilt. Die Verlängerung nach oben um einen solchen Teil bis  $K$  endet in der Scheitelhöhe des Kopfes. Damit haben wir die Oberhöhe des Körpers  $KW_1$  — Scheitel bis zum unteren Ende der Wirbelsäule — eingeteilt in fünf Maßeinheiten (Modul). Ziehen wir eine horizontale Linie durch die Grenze des zweiten und dritten Moduls, welcher Punkt  $B$  der Höhe des oberen Brustbeinrandes entspricht, und geben dieser Linie beiderseits von  $B$  an die Länge eines Moduls, so entsprechen die so gewonnenen Endpunkte  $Sl$  (links) und  $Sr$  (rechts) den Drehpunkten der beiden Schultergelenke. Ziehen wir in gleicher Weise durch den Endpunkt  $W_1$  eine horizontale Linie, rechts und links  $\frac{1}{2}$  Modul lang, so zeigen die so gewonnenen Endpunkte  $Hl$  und  $Hr$  die Drehpunkte der Hüftgelenke rechts und links an. Verbinden wir nun die Schultergelenkpunkte  $Sl$  und  $Sr$  über Kreuz mit dem gegenüberliegenden Hüftgelenkpunkte, 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 durch den Endpunkt  $K$  (Scheitelhöhe) Parallelen dazu, so entsteht ein Quadrat, dessen quere Diagonale  $GlGr$  die Kopfbreite angibt. Ziehen wir nunmehr Parallelen zu  $SlW$  und  $SrW$  durch den Brustpunkt  $B$ , so schneiden diese die Schulterhüftlinien  $Sl$  und  $Hr$  sowie  $Sr$  und  $Hl$  in den Punkten  $Bwl$  und  $Bwr$ , welche die Lage der linken und der rechten Brustwarze am Rumpfe angeben.

Für die Gliedmaßen erhalten wir noch 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  $BwlN$ , d. h. der Abstand eines der Brustwarzenpunkte vom Nabelpunkt  $N$  ist gleich der Länge des Unterarms; die Entfernung des Nabelpunktes  $N$  von einem der Hüftpfannenpunkte, also  $HlN$  oder  $HrN$ , ist gleich der Länge der Hand. — Ferner: Die Entfernung der Brustwarzenpunkte von einem der Hüftpfannenpunkte der gegenüberliegenden Seite ( $BwlHr$  oder  $BwrHl$ ) ist gleich der Länge des Oberschenkels, dagegen die Entfernung der Brustwarzenpunkte von den Hüftpfannenpunkten derselben Seite gibt die Länge des Unterschenkels ( $BwlHl$  oder  $BwrHr$ ). Die Entfernung endlich eines Brustwarzenpunktes vom Nabelpunkte ( $BwrN$  oder  $BwlN$ ) ist annähernd gleich der Länge des Fußes. Da die gleiche Länge auch für den Unterarm gilt, so kann man sagen, daß die Fußlänge kaum um ein geringes die Unterarmlänge übertrifft. Die Fußhöhe =  $\frac{1}{2}$  Modul; die gesamte Körperlänge  $10\frac{1}{3}$  Modul. Der normal gebaute Körper wäre nach dem Schmidt'schen Proportionschlüssel um ein geringes schlanker als nach dem Kollmann'schen Dezimalsystem.

Man übersehe nicht, daß es sich bei alledem nicht etwa um mathematisch genaue Werte — solche sind im Körperbau des Menschen nicht gegeben —, sondern nur um Schätzungswerte handelt, die am meisten den Ergebnissen zahlreicher Messungen entsprechen. Genau so verhält es sich mit den Vorschriften, welche seit Jahrhunderten sich als eine Art geheiligter Tradition in den Werkstätten der Künstler fortpflanzen. Der Bildhauer Otto Geyer hat sie in seinem Tafelwerk „Der Mensch“ niedergelegt. Ferner unternahm es A. Zeising 1854 und später Johannes Bochenek, für den Begriff des Schönen im Gliederbau des Menschen wie für alle Schöpfungen der Natur und Kunst eine einheitliche mathematische Formel aufzustellen: nämlich das Prinzip der Teilung nach dem „Goldenen Schnitt“, wonach sich kleine Teile zu den größeren verhalten wie die größeren Teile zum Ganzen. Alle diese Versuche weichen in ihren Endergebnissen

wenig voneinander ab. Die gleichen Regeln, welche für die Künstler heute maßgebend sind, waren es auch für die Schöpfer der herrlichsten Bildwerke, wie sie die alten Meister vor mehr als 2000 Jahren schufen.

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

Als ein gänzlich hilfloses Wesen löst sich der Säugling vom Körper der Mutter los. Nur Uranfänge eines selbständigen Seelenlebens sind bei ihm vorhanden: unbestimmte Gefühle von Behagen oder Unbehagen, insbesondere die Empfindung des Nahrungsbedürfnisses sowie Schmerzgefühle sind das erste, denen der Säugling Ausdruck zu geben weiß. Ganz unbewußt vollziehen sich bestimmte, zur Erhaltung des Daseins notwendige Bewegungsvorgänge. Schon im Mutterleibe hatte das Herz des Kindes regelmäßig gearbeitet, um das Blut und mit diesem namentlich die vom Mutterblut gelieferten Baustoffe für das stark wachsende Körperchen umzutreiben. Nun aber, da mit der Los-trennung von dem Gefäßstrang des Mutterfuchens die Sauerstoffzufuhr aus dem mütterlichen Blute plötzlich abgeschnitten ist, macht das Kind, einem Erstkündenden gleich, die erste krampfhafteste Atembewegung: zum erstenmal füllen sich die Lungenbläschen an Stelle des Fruchtwassers mit Lungenluft, und es hebt von da ab der regelmäßige Wechsel von Ein- und Ausatmung an, um erst mit dem Erlöschen des Daseins gänzlich aufzuhören. Ebenso stellen sich von selbst (als instinktiver Reflex) mit dem Anlegen an die Mutterbrust oder dem Einführen des ähnlich geformten Saughütchens in die Mundöffnung die Saugbewegungen ein.

Das Säuglingsalter.

Dem allmählichen Erwachen der feineren Sinne in den ersten Lebenswochen folgen dann auch die Anfänge zweckmäßig ausgeführter Willkürbewegungen. Der früh schon entstandene Bewegungstrieb läßt das Kind bald nach allen Gegenständen greifen, welche 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 solche Bewegungen bestimmter, so daß die gewollte Richtung sicherer erzielt wird. Zu diesen Anfängen willkürlicher 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 vorgesprochene Worte nachzulallen. Langsam lernt dann auch das Kind mit solchen Worten bestimmte Personen und Dinge seiner Umgebung zu kennzeichnen. So erringt sich denn 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 bereits sahen, nur viermal enthalten. Allein das übermäßig große Gehirn muß erst langsam lernen zu arbeiten, indem es sich feiner organisiert.

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 21 Lebenswochen hat sich das Durchschnittsgewicht des bei voller Entwicklung etwa 3500 g schweren Neugeborenen verdoppelt. Am Ende des ersten Lebensjahres ist der normal entwickelte kindliche Körper bereits  $\frac{2}{5}$  mal schwerer!

Wachstum und Körperform des Säuglings.

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 überwiegt jedoch das Wachstum der den Körper aufrecht tragenden 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 schlank gebauten 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.

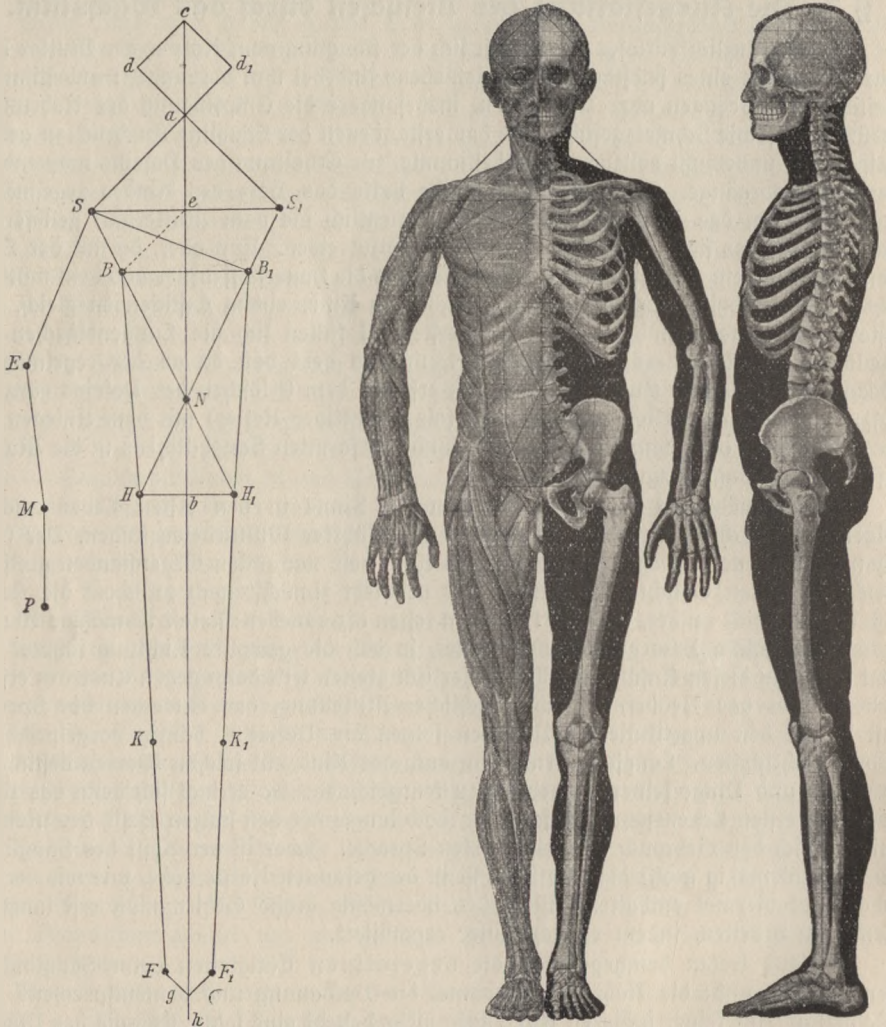


Fig. 8--10. Die Gestalt des Menschen mit der Wirbelsäule als Stamm und Maßstab, Kanon Fritsch, Zeichnungen, Modelle und Formel entworfen von August Rausch. Ges. gesch. (Beim Profil befindet sich der Brustkorb hinter der Wirbelsäule unter Fortlassung des Armes.) — Aus „Menschenkunde“ von Dr. G. Buschan. (Stuttgart, Strecker & Schroder.)

Nach dem vierten Lebensjahre beginnen Unterarm und Unterschenkel sich schneller und kräftiger auszubilden.

Volle 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 in Frage kommenden 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 Wachstumsanregung und dementsprechende Ausbildung verleiht. Beim Säugling überwiegen durchaus die vegetativen Tätigkeiten, daher auch in den beiden ersten Lebensjahren das Übergewicht des Rumpfes in den Verhältnissen des Körperbaus sich noch kaum ändert. Wie die rege Nahrungsaufnahme und Verdauungstätigkeit für die Bauchorgane, so bildet namentlich das Schreien in diesem Beginn des Erdenwallens eine für die Umgebung des Kindes zwar wenig angenehme, für die Lungen des Kindes aber besonders wirksame Wachstumsanregung. Nach Mitte des zweiten Lebensjahres tritt immer mehr für das Kind der Gebrauch der Gliedmaßen in sein Recht. Zuerst werden die Arme und Hände in vielfachen Handierungen geübt und geschickter, während die Beine zunächst noch recht unsicher den Körper tragen. Nach dem 3. Lebensjahre 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.

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

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

Knaben- oder  
Mädchen-  
alter.

Die Veränderungen der Körperform, welche im Kindesalter beim Kleinkind bereits begannen, nehmen ihren Fortgang im Schulalter. Dabei vollzieht sich das Längenwachstum sowohl wie auch die Gewichtszunahme nicht in fortschreitendem Maße noch auch in einer Art von Wechsel, so daß bald mehr die Gewichtszunahme in Erscheinung tritt („Fülle“), bald mehr das Längenwachstum („Streckung“). So machte Straz die Einteilung:

I. Säuglingsalter; II. Neutrale Kindheit mit einer 1. Fülle vom 2. bis 4., einer 1. Streckung vom 5. bis 7. Jahre; III. Bisexuelle Kindheit mit einer 2. Fülle vom 8. bis 10. und einer 2. Streckung vom 11. bis 15. Jahre; IV. Reifung. Diese Einteilung ist, wie eine Reihe erster Forscher dargetan haben, eine künstliche; sie läßt Verschiedenheiten der Geschlechter und vor allem den Einfluß der Schule außer Betracht. Roessle hat noch vor kurzem als Ergebnis einer eingehenden Studie über das Wachstum der Schulkinder betont, daß an der normalen Entwicklung sich überhaupt keine Stufen unterscheiden lassen. Man kann höchstens sagen, daß der Gang des Wachstums im Schulalter bald stärkeren, bald geringeren Schwankungen unterworfen ist.

Begleitet wird das Wachstum und das Stärkerwerden des Knochengewebes von einer merklichen Zunahme des Muskelfleisches. Kein anderes Gewebe des Körpers hat ja wohl eine gleiche Wachstumsgröße. Während das Gesamtgewicht des Körpers von der

Wachstum  
des  
Muskeln.

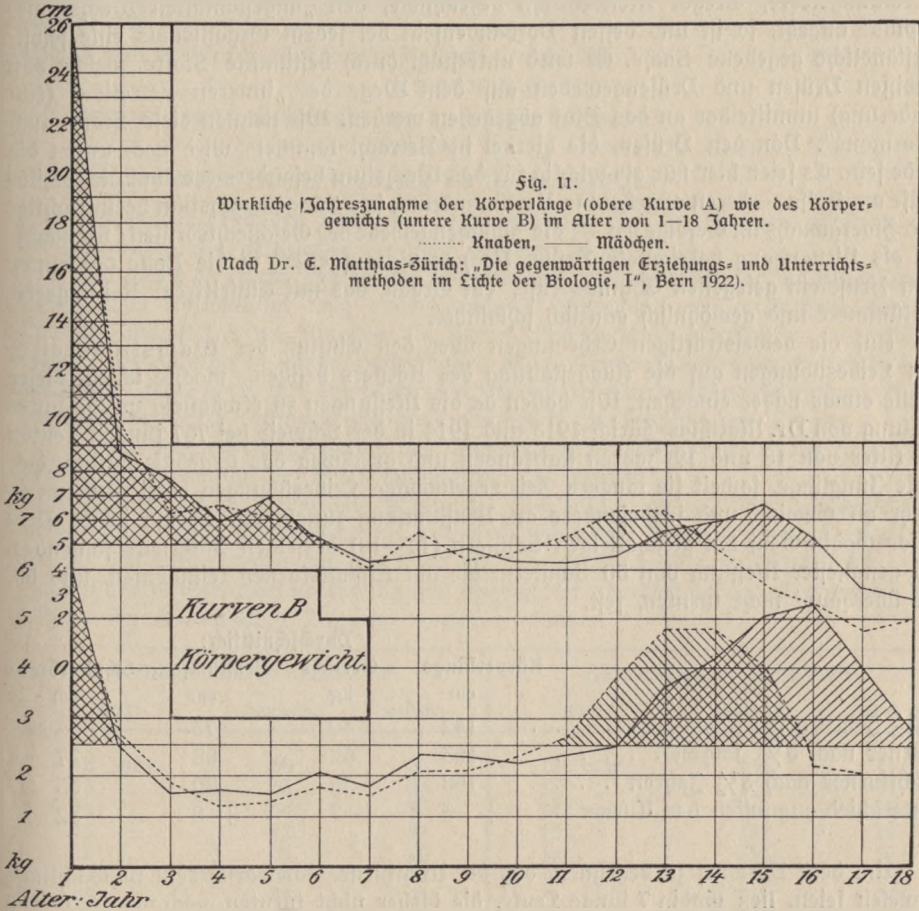


Geburt an im Durchschnitt um das 19fache zunimmt, wächst die Muskulatur — wenigstens beim kräftigen Manne — um etwa das 40fache des Anfangsgewichts. Besonders augenfällig setzt das starke Wachstum der Muskeln nach dem 7. Lebensjahre ein und steigert sich noch erheblich — darüber liegen vielfache Messungen vor — in der Zeit vom 11. bis 14. Lebensjahre. Einher geht damit eine stärkere 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 umfänglichen Muskelbewegungen, in der Form von Jugendspielen, Wandern, Turnen, Schwimmen und winterlichen Leibesübungen zu. So kommt wie im Kindes- so auch im Schulalter zu dem natürlichen, dem Körper innewohnenden Wachstumstrieb die nötige Summe von Wachstumsanregungen oder -reizen hinzu.

Wie das erste Lebensjahr im Kindesalter den Gipfel des Wachstumsumfanges darstellt, einen Höhepunkt, der bezüglich des Körpergewichts schneller, bezüglich der Längenzunahme langsamer zu verebben sich anschickt, so stellt in der Entwicklung des jungen Menschen die Reifungszeit eine zweite Wachstumssteigerung außerordentlicher Art dar, die sich in der Zunahme der gesamten Körperfülle, insbesondere aber des Gewichts, der Körperlänge, des Brustumfangs und der Schulterbreite geltend macht. Die Verhältnisse stellen sich besonders deutlich dar, wenn man, wie in der beigegebenen Kurve nach Dr. E. Matthias, die wirklichen durchschnittlichen Jahreszunahmen in einer nach den Lebensjahren geordneten Kurve (s. Fig. 11) zusammenstellt, und zwar so, daß zugleich die großen Verschiedenheiten im Verlauf des Wachstums bei den beiden Geschlechtern zum Ausdruck kommen. Ungleich verhalten sich die Längen- und Gewichtszunahme. Was zunächst die Längenzunahme angeht, so bleibt diese — abgesehen von der sehr starken Zunahme im ersten Lebensjahre — noch während der ersten 6 Lebensjahre bei beiden Geschlechtern verhältnismäßig stark, bleibt dann auf einer geringen Höhe (in der Hauptsache noch keine 5 cm im Jahre erreichend), um dann von neuem anzuwachsen, und zwar bei den Mädchen beginnend vor dem 11. Lebensjahre mit dem stärksten Längenwachstum im 12. und 13. Jahre, während der entsprechende Wachstumsanstieg in der Körperlänge bei den Knaben erst im 13. Jahre beginnt und mit 15 Jahren seinen Höhepunkt erreicht. Noch stärker ist die Wachstumszunahme bei beiden Geschlechtern ausgesprochen hinsichtlich des Gewichts, womit zugleich auch in gewissem Sinne die Breitenentwicklung einhergeht.

Hier ist bei beiden Geschlechtern nach der starken Gewichtszunahme des ersten, des Säuglingsjahres, schon mit dem 2. Lebensjahre das Wachstum hinsichtlich des Gewichts schon verhältnismäßig gering geworden, bleibt die nächsten Jahre auf einer mittleren Höhe in nicht bedeutenden rhythmischen Schwankungen. Anders, wenn die Reifung sich ankündigt. Hier geht zunächst beim weiblichen Geschlecht die Gewichtszunahme mit dem 11 bis 13. Lebensjahre stark in die Höhe, erreicht ihren Gipfel mit dem 13. bis 14. Lebensjahre, um dann bis zum 16. Lebensjahre wieder auf den Stand vor der beginnenden Reifungszeit herabzusinken. Beim männlichen Geschlecht — bei dem auch die Reifung später erfolgt — beginnt der Anstieg der jährlichen Gewichtszunahme mindestens ein Jahr später, geht dann langsam in die Höhe, um mit 15 bis 16 Jahren ihren Gipfel zu erreichen, wobei die Gewichtszunahme im 16. Lebensjahre die der Mädchen im 14. Jahre übertrifft. Vom 16. Jahre ab erfolgt auch hier wieder ein Abfall, der im 18. Jahre noch nicht bis zur mittleren Zunahme im 11. bis 12. Lebensjahre hinabgesunken ist, weil hier noch die Breitenentwicklung andauert. Bei beiden Geschlechtern geht mithin die stärkere Längenentwicklung, das Emporschießen in die Länge, um mindestens ein Jahr der stärkeren Gewichts- wie der sich anschließenden Breitenentwicklung voraus. — Die einzelnen Körperorgane haben ihren besonderen Wachstumsrhythmus; dabei nehmen gerade während der Entwicklungszeit wichtige

Lebensorgane in bemerkenswerter Weise zu. So vermehrt das Herz seinen Umfang um mehr als das Doppelte, wobei allerdings diese Volumzunahme des Herzens um ein Jahr etwa dem entsprechenden Dickenwachstum der muskulösen Herzwand vorausgeht. Die Lungen wachsen erst in die Länge, ein Jahr etwa, bevor ihre Tiefen- und Gewichtszunahme erfolgt. Zugleich senkt sich in diesen Jahren der Brustkorb. In den Kinderjahren stark nach vorne gewölbt, wird der Brustkorb vor und mit Eintritt der



Reifezeit flacher: gerade zur Zeit, wo die Lungen Spitzen durch ihr Längenwachstum in die Höhe gehen, wird durch die Senkung des Brustkorbs der Raum für ihre Tiefenentwicklung beengt, ein Verhältnis, welches Spitzky als einen Gefährpunkt bezeichnete. Wir kommen auf diese Verhältnisse später noch zurück. — Wenn nun auch bei den Mädchen das Ansteigen der Körperfülle bereits nach dem 11. Lebensjahr beginnt, so daß sie in der Zeit vom 11. bis 14. Jahre durchschnittlich um etwa 2,5 cm länger und etwa um 2 kg schwerer sind als die gleichaltrigen Knaben, so bleiben sie doch auch dann an Brustumfang wie an Muskelkraft hinter den Knaben zurück — ein wichtiger Fingerzeig für die Notwendigkeit der Leibesübungen für die Mädchen in dieser Altersstufe. Mit dem 15. Lebensjahr holen die Knaben diesen Vorsprung ein und bleiben von da ab an Länge und Gewicht dem weiblichen Geschlecht überlegen.

Zu dem endgültigen Längen- und insbesondere dem Gewichts- und Breitenwachstum bis zum Schluß der Reifezeit trägt einmal der dem Körper innewohnende angeborene Wachstumstrieb, unterstützt durch sog. endokrine Vorgänge, d. h. durch die inneren Absonderungen gewisser Drüsen, andererseits der durch körperliche Tätigkeit und Übung gegebene Wachstumsreiz bei.

Innerer Wachstumstrieb.

Was den inneren Wachstumstrieb oder — wie der Vater der neuzeitlichen Vererbungslehre, Gregor Mendel, ihn bezeichnete, den „angestammten Wachstumsimpuls“ angeht, so ist uns dessen Vorhandensein bei jedem Organismus eine selbstverständliche gegebene Sache. Er wird unterstützt durch bestimmte Stoffe, welche von gewissen Drüsen und Drüsengeweben auf dem Wege der „inneren Sekretion“ (Absonderung) unmittelbar an das Blut abgegeben werden. Wir nennen diese Stoffe auch „Hormone“. Von den Drüsen, die hierbei in Betracht kommen, wird noch unten die Rede sein. Es seien hier nur als wichtig für das Wachstum besonders erwähnt die Schilddrüse am Halse — deren angeborene Verkümmerng das Längenwachstum beeinträchtigt und Zwergwuchs im Gefolge hat —, die Zwischengewebe der Geschlechtsdrüsen (Steinach), die als Hirnanhang bezeichnete Drüse. Noch wenig aufgeklärt ist die Rolle der hinter dem Brustbein gelegenen Thymusdrüse, ein Organ, das mit Eintritt der Reifungszeit verkümmert und gewöhnlich gänzlich schwindet.

Wachstumsreize.

Auf die beweiskräftigen Erhebungen über den Einfluß der Wachstumsreize, den Leibesübungen auf die Ausgestaltung des Körpers besäßen, möchte ich an dieser Stelle etwas näher eingehen. Wir haben da die Messungen zu erwähnen, welche unter Leitung von Dr. Matthias-Zürich 1913 und 1914 in der Schweiz bei 757 jungen Leuten im Alter von 18 und 19 Jahren stattfanden und durchweg das Ergebnis hatten, daß diese Jünglinge, soweit sie längere Zeit regelmäßige Leibesübungen betrieben, um so mehr an Gewicht und insbesondere an Brustumfang zunahmen. Ebenso stellte Professor Godin-Genf bei gleichaltrigen Schülern (14—18) desselben Internats folgendes, bei genauester Messung von 50 Schülern, die am Anstaltsturnen teilnahmen, und 50, die überhaupt nicht turnten, fest.

	Durchschnittlich:			
	Körperlänge	Gewicht	Brustumfang	Schulterbreite
	cm	kg	cm	cm
14½ Jahre . . . . .	142	40	73	—
Turner nach 3½ Jahren . . . . .	163	62	88	37
Nichtturner nach 3½ Jahren . . . . .	160	55	80	35
Unterschied zugunsten der Turner . . . . .	+ 3	+ 7	+ 8	+ 2

Um dem Vorwurf zu begegnen, daß die Nichtturner von vornherein Schwächlinge gewesen seien, ließ Godin 7 junge Leute, die bisher nicht turnten, noch mit 16 Jahren am Turnen teilnehmen, und verglich sie mit 7 anderen, die auch weiter dem Turnen fernblieben. Das Ergebnis war:

	Körperlänge	Gewicht	Brustumfang
Die schwächlichen Turner vom 16. bis 18. Jahre . . . . .	15	17	14
Schwächliche Nichtturner „ 16. „ 18. „ . . . . .	13	6	3
Zunahme zugunsten der nachträglich noch turnenden . . . . .	+2	+11	+11 (!)

Es wird also in diesen Jahren die Breitenentwicklung (Gewicht und Brustumfang) durch den Betrieb von Leibesübungen besonders mächtig gefördert!

Noch erfreulicher sind die Ergebnisse, welche der leider verstorbene Anthropologe Prof. Dr. Martin-München beim letzten Deutschen Turnfest in München (1923) beim

Vergleich von 3600 Wettturnern mit ebensoviel gleichaltrigen Münchener Studenten feststellte. Nach der Mitteilung von Dr. Bach waren:

weitbrüstig von Kleinwüchsigern Studenten	8,6 %
„ „ „ „ Turnern und Sportlern	71,2 %.
Bei mittelwüchsigen waren von den Studenten weitbrüstig	4,9 %
von den Turnern und Sportlern	66,0 %.
Von den mittelwüchsigen Studenten waren engbrüstig	23,4 %
Von den Turnern	überh. feiner.
Endlich von den hochwüchsigen Studenten engbrüstig	43,5 %
„ „ „ „ Turnern engbrüstig	5,7 %.

Dagegen waren weitbrüstig von den Hochwüchsigen:  
Studenten 1,4%, Turner und Sportler 37,2%.

Zwischen diesen Kategorien lagen die Normalbrüstigen.

Schlagender kann der Wert der Leibesübungen für die Breitenentwicklung und die Entfaltung des Brustkorbs gar nicht dargetan werden! —

Nun gehen in diesen Jahren der beginnenden und der vollen Reifung neben der geschlechtlichen Entwicklung noch andere wichtige Veränderungen im Körper vor sich. Das ist zunächst für den Jüngling ein starkes Wachstum des Kehlkopfes, der nach beendeter Entwicklung in seinen Hauptmaßen beim Manne den weiblichen Kehlkopf fast um das 1½fache übertrifft. Die Stimme erhält dadurch eine vollständig geänderte Klangfarbe (Brechen der Stimme) und wird allmählich zur Stimme des Mannes.

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

Der vor kurzem verstorbene Physiologe Prof. Boruttan gab über die Unterschiede in der körperlichen Entwicklung bei beiden Geschlechtern folgende Durchschnittsziffern, die ich vor allem wegen der Angaben über Lungenkapazität und Muskelkraft in den Jahren hierhersetze, weil sie einen guten ungefähren Überblick geben, ohne auf die sonst erforderliche Genauigkeit Anspruch machen zu können.

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.

Zu allen genauen Körpermessungen bedienen wir uns des Anthropometers, welches der leider vor kurzem hingesehiedene Münchener Anthropologe Prof. O. Rudolf Martin angegeben und in seiner richtigen Verwendung beschrieben hat. Das von der Werkstätte für Präzisionsmechanik von Alig & Baumgärtel in Aschaffenburg gelieferte Gerät besteht aus einem 2 m hohen runden, vernickelten Meßstab mit Millimetereinteilung, an dem ein Schieber mit durchgestecktem, am Ende spitzen Stahllineal auf und ab gleitet. Eine ovale Öffnung im Schieber läßt die Höhe der Meßpunkte, an welche die Linealspitze gebracht ist, unmittelbar ablesen. Der Meßstab ist aus vier ineinandergeschobenen Teilstücken zusammengesetzt. Das oberste Teilstück läßt sich mit Hilfe eines zweiten Stahllineals (beide Lineale haben Millimetereinteilung) in einen Schieberzirkel zur Feststellung der Breitenmaße verwandeln. Außer diesem Meßstab mit Linealen gebraucht man noch ein Meßband von Stahl für die Messung der Umfänge der verschiedenen Körperteile, sowie zur Messung feinerer Abstände am Körper einen Tasterzirkel.

Man bestimmt zunächst die Höhe folgender Meßpunkte über dem Boden. Scheitelhöhe (Körperlänge); oberer Brustbeinrand; oberer Rand der Schamfuge (der Abstand der beiden letzten Maße ergibt die Höhe der vorderen Rumpfwand); ferner für die oberen Gliedmaßen: rechte Schulterhöhe; Ellbogengelenkfuge (Grübchen über dem Köpfchen der Speiche); Griffelfortsatz der r. Speiche am Handgelenk; Spitze des r. Zeigefingers. So haben wir die ganze Armlänge, Länge des Ober- und Unterarms wie der Hand. Für das Bein sind die Meßpunkte: r. vorderer Darmbeinstachel; r. Kniegelenkfuge zwischen Oberschenkel und Schienbein; r. innere Knöchelspitze. Da die Höhe des vorderen oberen Darmbeinstachels nicht ganz dem Oberrand des Oberschenkelkopfs entspricht (der beim Lebenden mit keinem Meßinstrument zu erreichen ist), so muß zur Bestimmung der Beinlänge, je nach der Körperhöhe, ein Betrag von 30—40 mm von der Höhe des Darmbeinstachels abgezogen werden. — Weitere wichtige Maße sind: die Stammlänge (Körperhöhe im Sitzen); Spannweite der Arme; Breite zwischen den Schulterhöhen sowie zwischen den Darmbeinkämmen, d. h. zwischen den am meisten seitwärts vorstehenden Punkten dieser Knochenwülste (nicht zu verwechseln mit den beiden vorderen oberen Darmbeinstacheln!); Länge des r. Fußes; Umfang des Halses; Umfang der Brust in der Höhe der Brustwarzen bei tiefster Ein- und Ausatmung wie in der Atempause (bei Mädchen und Frauen mit stark vorstehenden Brüsten muß man das Meßband etwas tiefer, in die Falte ganz dicht unter der Brust legen). Es folgen noch: Umfang des Oberarms bei Streckung und Beugung; größter und kleinster Umfang des r. Unterarms, sowie die größten Umfänge des r. Ober- und des r. Unterschenkels. — Auf die Kopfmaße braucht an dieser Stelle nicht eingegangen zu werden.

Aus allen diesen Maßen lassen sich berechnen und vergleichen: Länge der vorderen Rumpfwand; des r. Arms und Beins wie ihrer Teilglieder; Brustumfang minus halbe Körpergröße (Grismannscher Index); Größen-Gewichts-Index nach Bestimmung des Körpergewichts und Index der Körperfülle nach Rohrer, Kaup, Livi usw.; Breitenindex des Rumpfes; Rumpflänge in jeder Körpergröße; Brustumfang in % der Länge; Brustumfang in % der vorderen Rumpfwand.

Die letztgenannten Maße, wobei die Körperlänge = 100 gesetzt wird, sind vor allem wichtig, um die besondere sportliche Eignung junger Leute zu beurteilen. Sind z. B. die Arme verhältnismäßig lang, so daß die Armmuskeln an langen Hebeln wirken,

so wird besondere Eignung zum Wurf vorhanden sein; bei Beanlagung zum Kurzstreckenläufer sind die Oberschenkel im Verhältnis zur Körperlänge lang; der Schwerathlet ist vorausbestimmt durch die Breite der Schultern und des Beckens; der Langstreckenläufer durch lange Beine auf Kosten der Rumpflänge usw. Dadurch, daß die Maße junger Leute, die sportlich im Sprung, im Lauf über kurze oder lange Strecken, im Werfen, in der Schwerathletik usw. hervorragendes leisten, genau festgestellt sind und in das gleiche Verhältnis zur Körperlänge (diese = 100 gerechnet) gebracht werden, wird es möglich, hier in der Tat bestimmte „Sporttypen“ mehr gesetzmäßig festzustellen, Sporttypen.

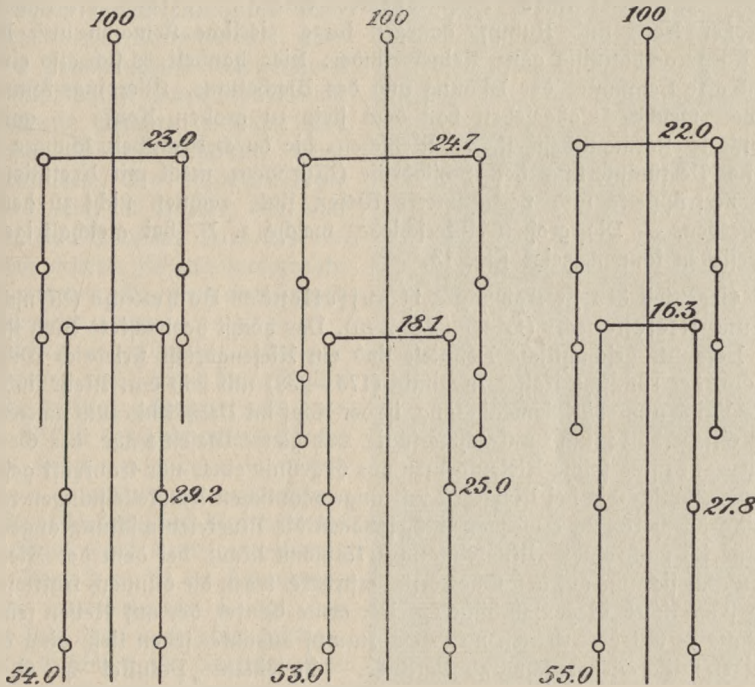


Fig. 12.  
Proportionsfiguren nach Krümmel. Links: Kurzstreckenläufer, Mitte: Schwerathlet, rechts: Springer.

während bisher nach dieser Richtung nur die Schätzung des erfahrenen Sportlehrers maßgebend war, die allerdings bei gutem geschulten Blick für die Körperverhältnisse vielfach zutrif.

Die individuellen Abweichungen von der typischen Form sind außerordentlich weitreichend und, wie es scheint, bei den Völkern mit entwickelter Kultur noch mannigfaltiger als bei den Naturvölkern. Je nachdem solche Abweichungen ererbte oder erworbene sind, Rassen- oder Geschlechtseigentümlichkeiten darstellen oder in besonderen Daseinsbedingungen oder Lebensgewohnheiten ihren Grund haben, lassen sie sich in Gruppen ordnen und als Unterlage für eine Anzahl besonders häufiger Wuchsformen des Menschen aufstellen.

Hinsichtlich der Körperlänge unterscheiden wir zunächst hoch-, mittel- und fleingewachsene Menschen. Als untere Grenze des Mittelwuchses war oben bereits für den Westeuropäer 165–175 cm angegeben. Menschen unter 165 cm nennen wir

Unterscheidung nach der Körperlänge.

daher Klein-, solche, die über 175 cm groß sind, Hochgewachsene. Für das weibliche Geschlecht sind diese Maße etwas niedriger zu nehmen, so daß hier 160—170 cm als Mittelwuchs gelten können.

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

Zwerg-  
wuchs.

Wir sprechen von zwerghaftem Wuchs bei einer Körperhöhe des ausgewachsenen Menschen, die unter 140 cm bleibt und nennen echte Zwerge Menschen, die nur 105 cm groß sind und deren Größe dann nahe an 70 cm herabsinken kann. Solche Formen — zuweilen Kinder wohlgebildeter Eltern — zeigen oft unverhältnismäßig großen Kopf und Rumpf, dagegen kurze, zierliche Arme und Beine, d. h. die Körperverhältnisse ganz kleiner Kinder. Hier handelt es sich also einfach um eine krankhafte Hemmung der Bildung und des Wachstums. Allerdings kommen auch Zwerge vor, welche — abgesehen von dem stets zu großen Kopfe — ganz wohlproportionierte Formen besitzen. — Menschen, die durch Krankheit, schwere Rachitis, angeborene Verkümmern der Schilddrüse (Myxödem, meist mit Kretinismus verbunden), verkrüppelte und verkümmerte Wesen sind, rechnen nicht zu den eigentlichen Zwergen. — Die großen Unterschiede, welche z. B. bei gleichaltrigen Schülern bestehen können, zeigt Fig. 13.

Riesen-  
wuchs.

Das Gegenteil des Zwergwuchses ist auffallender Hochwuchs (Menschen über 190 cm) und Riesenwuchs (Länge über 2 m). Das höchst beobachtete Maß ist 253 bis 255 cm. Bekannte geschichtliche Beispiele sind ein Riesengardist Friedrich Wilhelms I. mit 252 cm, der römische Kaiser Maximin (173—238) mit 250 cm. Meist sind bei den Riesen die Beine unverhältnismäßig lang, ist der Kopf im Verhältnis zum ganzen Körper klein, der Gliederbau plump und schwerfällig, das ganze Wesen träge, der Geist wenig geweckt. Kurz: es sind solche Riesenformen das Ergebnis eines nur krankhaft gesteigerten Wachstums. Ähnlich wie bei Menschen mit ungewöhnlichen Muskelleistungen manchmal letztere nicht durch Übung erworben sind, sondern die Muskelentwicklung angeboren ist. So entsinne ich mich eines „Muskelmanns“ Namens Maul, bei dem der Riesenwuchs der Muskulatur sich nur auf den Oberkörper erstreckte, wozu die dünnen, kraftlosen Beine einen fast lächerlichen Gegensatz bildeten. Der arme Teufel, der auf Reisen seine Kraftstücke, welche er mit den Armen und dem Rumpf ausübte, sehen ließ, ging an einem Nervenleiden mit — Muskelschwund zugrunde. — In seinem „Polyklet“ hat G. Schadow auf einer Tafel als echten Riesen den 6 Fuß 8 Zoll (210 cm) hohen Grenadier des 1. Garderegiments sowie die 6 Fuß 3 Zoll (197 cm) hohe und 330 Pfund schwere Schweizerin Katharina Böhmer vereint mit dem jüdischen Handelsmann Feinholz aus Polangen, der, 3 Fuß 8 Zoll (129 cm) hoch, einen komischen Gegensatz zu jenen großen und massigen Nebenfiguren bildet.

Schlanker  
Wuchs.  
Athenie.

Außer der Körperhöhe kommt weiter in Betracht die Körperbreite. Figuren mit verhältnismäßig geringer Breitenentwicklung, langem Hals, schmalen Brustkorb, schmalen Hüften und, im Verhältnis zum Rumpf, überlangen Beinen, nennen wir überschlank. Handelt es sich um Jugendliche — Schüler von 12 bis 18 Jahren — so nennen wir eine solche Körperverfassung, die der Ausdruck schnellen Emporschießens im Wachstum ohne entsprechende Breitenentwicklung darstellt, neuerdings auch eine „asthenische“, während man vor Jahren für solche hochgeschossene Schwächlinge mit der Bezeichnung „phthisischer Habitus“ schnell zur Hand war. Daß derart gewachsene junge Leute wenig widerstandsfähig sind, insbesondere auch gegen Tuberkulose, mag in manchen Fällen feststehen, darf aber nicht verallgemeinert werden.



Figuren mit besonders starker Breitenentwicklung, kurzem Hals, eäigen Schultern, gewölbter Brust, längerem Rumpf und verhältnismäßig kurzen Beinen nennen wir gedrungen.

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

Hochgewachsene „verlieren“ infolge ihres weniger langen Rumpfes beim Sitzen, wobei ihre „Stammlänge“, aber nicht ihre hervorragende Körperlänge zum Ausdruck kommt; umgekehrt scheinen kurzgewachsene Gestalten infolge ihrer ansehnlichen Rumpfbreite beim Sitzen stattlicher. Den klassischen Ausdruck fand das bei Homer, der von Menelaus und Odysseus besonders anmerkt, 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 von bereits in früheren Jahren 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, untergesetzte Gestalten für Kraftübungen besonders veranlagt; man findet Leute von solcher Körperbildung daher vielfach in Turn- und Athletenvereinigungen.

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 — wie oben schon bemerkt — eine recht geringe Widerstandskraft gegen Erkrankungen namentlich der Atmungsorgane.

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

Andererseits fehlt es auch nicht an hohen Gestalten, welche zugleich eine starke, fast gedrungenen Breitenentwicklung aufweisen — Vorbilder mächtiger, alles bezwingender



Fig. 13. Vier gleichaltrige Kinder (12 $\frac{1}{2}$  Jahre) einer Hilfsschulklassen. Bei dem ältesten davon, dem Jungen links unten, besteht angeborener Mangel der Schilddrüse (Myxödem).

Schlanker  
und ge-  
drungener  
Wuchs

Zierlicher  
Körperbau.

Körperkraft. Einen solchen Körperbau verleiht unsere Phantazie den Helden der Sage und der Vorzeit. Dementsprechend nennen wir derartige Gestalten, die auch in der Jetztzeit, wenn auch nicht gerade häufig, vorkommen: Hünnegestalten. Solche sind in hohem Grade dann einprägsam, wenn sich der kraftvollen körperlichen Erscheinung besondere und umfassende Geistesgaben hinzugesellen, wie das z. B. bei Otto von Bismarck der Fall war.

Einfluß der  
Muskel-  
tätigkeit  
auf schöne  
schlanke  
Wuchsform.

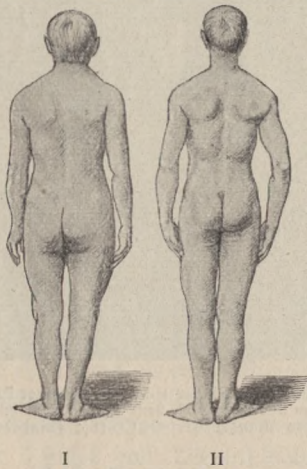
Eine besondere Erwähnung verdienen noch zwei besondere Wuchsformen bei Menschen von Mittelgröße, Formen, welche in einzelnen Merkmalen sich einerseits dem schlanken, andererseits dem gedrungeneren Körperbau annähern, in anderen davon abweichen. Im ersteren Fall handelt es sich um gut proportionierte Körper mit verhältnismäßig kurzen Rumpf, schlanken, in allen Abschnitten wohlentwickelten und kräftigen Armen und Beinen, schlankem Hals, aber auch breiter Brust. Das sind also Figuren, die in der Hauptsache der früher beschriebenen typischen Idealforn 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 sowie Mehrkämpfer sind (s. Fig. 15).

Das Gegenstück hierzu (Fig. 14) 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, untersehten 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 klingt 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.



Wuchsform  
bei schlechter  
Muskel-  
entwicklung.

Fig. 14 u. 15. I Wuchsform mit langem Rumpf bei schlechter Muskelentwicklung; II schöne schlanke Wuchsform infolge regelmäßiger allseitiger Muskelstätigkeit. (Nach Ranke, Der Mensch.)

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.

Neben der besonderen Berufstätigkeit sind auch die sozialen Verhältnisse von Einfluß der sozialen Verhältnisse. Einfluß auf die Ausgestaltung des Körpers. Armut, verbunden mit unzulänglicher Ernährung, Überanstrengung bei unzureichenden Kräften, schlechte Wohnungen mit Mangel an Luft und Licht usw., behindern das normale Wachstum. Vor allem trägt ungenügende Ernährung sowie schlechte Wohnung, namentlich bei den Kindern der Ärmeren, häufig zur Entstehung von Rachitis (in manchen Städten zeigen 40—50% aller Schulkinder Spuren ehemaliger Rachitis) bei. Auch da, wo diese Krankheit nur leicht und vorübergehend in der ersten Kindheit auftrat, kann sie die Entwicklung des Knochengengerüsts dauernd beeinflussen. So erklärt es sich schon hierdurch, daß die Körpergröße der wohlhabenderen Bevölkerungsklassen — der Vergleich zwischen Körperlänge und Gewicht bei gleichaltrigen Volksschülern und den Schülern höherer Lehranstalten ergibt das stets — die der ärmeren Klassen übertrifft und häufiger das Mittelmaß überschreitet. Allerdings trifft man bei den Wohlhabenden häufiger 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. Wenigstens war dies früher oft der Fall — seitdem aber die Pflege sportlicher und turnerischer Leibesübungen an unseren höheren Schulen immer mehr zugenommen hat, sind die Maß- und Gewichtsverhältnisse bei diesen Schülern andauernd günstigere geworden und hat insbesondere die Breitenentwicklung kurz nach Beginn der Reifezeit zugenommen. Der sog. „Gymnasiafentypus“ von schmalbrüstigen, hochaufgeschossenen jungen Leuten hat nach meinen langjährigen Schuluntersuchungen in jüngster Zeit stetig abgenommen.

Was die Rassenunterschiede angeht, so sind die bezüglichen Angaben, falls sie nicht auf sehr umfassenden und genauen Messungen beruhen, stets mit Vorsicht zu behandeln. Es steht wohl fest, daß bei den germanischen Völkern, also bei den Engländern, den Skandinaviern und den Deutschen, ferner bei den Madjaren und Slawen, 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. Bei der starken Vermischung der Rassen sind aber alle Rassenunterschiede im Körperbau. die allgemeinen Angaben von geringem Wert. Dazu kommt, daß bei den verschiedenen Völkern auch die einzelnen Landschaften starke Unterschiede aufweisen. Unsere zahlreichen umfassenden Schülermessungen zeigen z. B. bei der friesischen und holsteinischen Bevölkerung nicht geringe Unterschiede gegenüber etwa der sächsischen und thüringischen. Bei jenen ist zweifellos die Zahl der Hochgewachsenen größer als in Mitteldeutschland usw. Näher auf diese Frage einzugehen, ist hier nicht der Ort.

Bezüglich der Einwirkung der Kultur kann man wohl sagen, daß bei den Kulturvölkern die durchschnittliche Körperentwicklung besser ist als bei den „wilden“ Völkern, weil dort die Gleichmäßigkeit aller äußeren Lebensbedingungen und damit auch des Wachstums gewährleistet ist. Jedenfalls kommen Typen, wie die Lappen, die Buschmänner Südafrikas, die Weddahs auf Ceylon u. dgl., die man auch schon als „Kümmerformen“ bezeichnen wollte, im Kreise der Kulturvölker nicht vor. Einwirkung der Kultur.

### § 9. Fettleibigkeit und Magerkeit.

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

Bei jedem wohlentwickelten gesunden Menschen ist an bestimmten Stellen des Körpers Fett in den Körpergeweben enthalten. So enthält die Haut allenthalben eine mit Fett durchsetzte Schicht, die am Unterbauch, an den Hüften, am Gefäß sowie den angrenzenden Teilen der Schenkel, bis zu einer Speckschwarte von 5 cm anwachsen kann; es können ferner sich größere Fettmassen in den Eingeweiden des Bauches sammeln. Eine mittlere Fülle des Fettpolsters der Haut vermag die Schönheit der Körperformen zu erhöhen und ihnen, namentlich beim Weibe, eine gefällige Rundheit und Weichheit zu verleihen. Anders bei stärkerer Anhäufung der Fettmassen im Körper.

Wir unterscheiden dabei behäbige Beleibtheit und höhere Grade allgemeiner Fettleibigkeit.

Bei der bloßen behäbigen Beleibtheit handelt es sich vor allem um starke Fettanhäufung in der Haut des Unterbauches sowie in den Eingeweiden. Der Umfang der Bauchgegend über dem Nabel (Taillenweite) gemessen, ist bei schlankem Wuchs und gut entwickeltem Brustkorb geringer als der Brustumfang in Brustwarzenhöhe (85 : 100 nach Pfeiffer). Bei der Beleibtheit verschiebt sich dies Verhältnis, so daß schließlich der Bauchumfang den der Brust übertrifft. Die Bauchgegend erscheint stark gerundet und vorstehend namentlich dann, wenn vorzugsweise der Unterbauch die Fettmenge enthält (Spitzbauch). Dabei können die Gliedmaßen bei kräftigen Männern von der Fettanhäufung ziemlich frei und gut gestaltet sein. Am längsten widerstehen Fuß und Hand der Fettentartung.

Anders bei stärkeren Graden der Fettleibigkeit. Hier scheinen die Körperverhältnisse stark verändert. Zunächst erscheint der Fettleibige kleiner als der Schlanke und Magere. Die Gliedmaßen werden an ihren Ansätzen an den Rumpf durch den dicken Fettüberzug förmlich in den Rumpf tiefer einbezogen, so daß sie erheblich kürzer erscheinen. Der Hals verschwindet fast, so daß der Kopf gleichsam „zwischen den Schultern“ steckt, indem 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 scheinen mehr eingezogen.

Zweifellos ist solche entstellende Fettleibigkeit ein krankhafter Zustand. Namentlich beeinträchtigen die unwuchernden Fettmassen die Tätigkeit des Herzens und der Lungen in hohem Maße, wie schon die Kurzatmigkeit selbst bei geringfügigen Bewegungen verrät. Auch die Muskulatur ist erheblich geschwächt.

Während für den Erwachsenen von mittlerer Größe 60—75 kg für den Mann und 50—60 kg für die Frau ein gutes Mittelgewicht darstellen, wächst das Körpergewicht bei stärker Beleibten bis auf 90—100 kg, bei stärker Fettleibigen bis auf 150 kg und selbst darüber.

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

Bezüglich letzterer unterscheiden wir Fettlosigkeit (oder Hagerkeit) und Abmagerung. Der Körper kann hager und fettlos sein bei guter Gesundheit. Ja, es ist dabei, falls die Muskulatur entsprechend entwickelt ist, oft für bestimmte Bewegungen, nämlich die Schnelligkeitsbewegungen, sogar eine besondere Leistungsfähigkeit vorhanden. Bei scharfem Trainieren wird daher schon ein möglichstes Schwinden des Körperfetts angestrebt.

Anders bei starker Abmagerung, wie sie infolge von Krankheiten, Nahrungsmangel u. dgl. eintritt. Hier bedeutet der Fettschwund zugleich Entkräftung. Der Körper erscheint höher und schlanker, die Gliedmaßen erscheinen länger. Der Gegensatz zwischen einer solchen dünnen Gestalt und einer dicken und wohlgenährten ist fast komisch wirkend — und wird daher von Karikaturenzeichnern oft genug ausgenutzt.

## § 10. Der Geschlechtsunterschied im Körperbau.

Wenn die vollkommene typische Ausgestaltung des menschlichen Körpers bedingt ist durch den Grad der Leistung an mechanischer, d. h. an Muskelarbeit, so ergibt sich aus der Bestimmung und Beschäftigung der beiden Geschlechter, daß diejenigen Verhältnisse im Körperbau, welche vorwiegend Folge starker Muskel-tätigkeit sind, beim Manne stärker ausgeprägt sein müssen. Jedenfalls sind die bezeichnenden Geschlechtsunterschiede da am stärksten ausgesprochen, wo die Frau lediglich ihren Pflichten im engen häuslichen Umkreise sowie ihrem Beruf als Mutter lebt. Umgekehrt nähert sich in Lebensverhältnissen, welche von Jugend an dem Weibe eine ähnliche oder gar gleiche Menge körperlicher Anstrengung auferlegen wie dem Manne, auch die Wuchsform des Weibes mehr der des Mannes. Das ist z. B. bei der ländlichen Bevölkerung da der Fall, wo farger Boden harte Arbeit aller bedingt.

Im allgemeinen ist der Frauenkörper etwas zarter und kleiner gebaut. Durch ein reichliches Maß von Hautfett sind seine Umrisse weicher und runder, namentlich an den Brüsten, den Hüften und den Schenkeln. Während beim kräftigen Manne zahlreiche Muskeln, Sehnen und Adern sowohl wie auch eine bestimmte Reihe von Knochenvorsprüngen scharf unter der Hautdecke hervortreten, sind beim Weibe bei einiger Körperfülle alle Vorsprünge am Körper sanfter verstrichen und jene Einzelheiten kaum angedeutet.

Die Knochen des Mannes sind dicker, in ihren Kanten, Höckern usw. rauher und eckiger, während sie beim Weibe glatter und zierlicher sind. Im einzelnen zeigt zunächst der Kopf bezeichnende Unterschiede. Wenn auch der Hirnschädel des Weibes absolut etwas kleiner ist, so ist er doch im Verhältnis zum Gesichtsteil größer (s. o. § 4). Das heißt also: beim Manne ist der Gesichtsteil und sind insbesondere die Kauwerkzeuge, die Kiefer, stärker entwickelt. Dem entspricht übrigens, daß meist das Weib in Speise und Trank viel genügsamer ist als der Mann. Die Stirn ist am Frauenskopf meist senkrecht aufsteigend und biegt in schärferem Winkel zu dem flachen Scheitel um, während beim Manne gewöhnlich die Stirn mehr in gleichmäßiger Wölbung zur Scheitelhöhe aufsteigt.

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 starker Vorsprung (Schilddrüse oder Adamsapfel) an der vorderen Halsgegend bemerkbar macht. Übrigens ist ein sehr langer Hals (Schwanenhals) nur ein Zeichen sehr großer Muskelschwäche, aber kein Merkmal weiblich-schöner Entwicklung.

Der Brustkorb ist im ganzen beim Manne weiter und länger; insbesondere ist das Brustbein beim Weibe — bei sonst gleicher Körperhöhe — um etwa 5 cm kürzer, daher denn auch am weiblichen Rumpfe die Magengrube entsprechend höher liegt. Dagegen verjüngt sich der weibliche Brustkorb weniger nach oben als der männliche, ist dementsprechend oben weiter und macht im oberen Brustabschnitt stärkere Atmungsbewegungen. — Die Rippenbögen sind im Gegensatz zum männlichen Rumpf am Körper des Weibes nur wenig unter der Haut vortretend und erkennbar.

Die Wirbelsäule ist beim Weibe meist in der Lendengegend stärker lordotisch gekrümmt und dadurch die Lendenaushöhlung stärker ausgesprochen als beim Manne.

Brustkorb.

Wirbelsäule.

**Kreuzbeinraute.** Die Kreuzbeingegend bildet beim Weibe ein Viereck (Kreuzbein- oder Sakralraute), dessen untere Begrenzung von den zusammenlaufenden Linien der Hinterbacken, dessen obere Begrenzung von den Wülsten des großen Rückenstreckers, mit dem Dorn des letzten Lendenwirbels, als Spitze dargestellt wird, während die beiden seitlichen Spitzen oder Ecken gebildet werden von den beiden Hüftbeingrübchen (Anheftung der Haut an den hinteren oberen Darmbeinstachel). Diese beiden Grübchen, von der Größe etwa eines Zweipennigstücks, geben dem weiblichen Rücken einen besonderen Reiz; sie finden sich übrigens auch schon bei Männern.

Die den bildenden Künstlern nicht weniger als den Anatomen wohlbekannte Kreuzbeinraute mit ihren seitlichen Eckgrübchen sollte auch für die turnerische Bewegungslehre eine besondere Bedeutung erfahren dadurch, daß man hierhin den Sitz einer mystischen „Zentrale“ verlegte, von wo alle Bewegungen des Unterkörpers, namentlich der Beine, ihren Ausgang nehmen und wieder dorthin zurückkehren sollten. Leider kommen aus dieser Gegend in der Hauptsache nur die mächtigen Anfänge der die Wirbelsäule entlang bis zum Hinterhaupt ziehenden — bereits angeführten — Rückenstreckmuskeln, welche für die Körperhaltung maßgebend wichtig sind, mit der Bewegung aber der Beine und sonstigen Wunderdingen nicht das mindeste zu tun haben. Eine bekannte Vertreterin eines der vielen heute im Schwange befindlichen „Systeme“ für Frauengymnastik hat diesen Zentralenschwindel aus Amerika in Deutschland eingeführt. Leider hat man die Sache zu früh erkannt — und die Sakralraute ist so der ihr zugegedachten Ehre entgangen.

Die höhere Lage der Magengrube und ihr dadurch bedingter größerer Abstand von der Schamfuge läßt den weiblichen Unterleib länger erscheinen als den des Mannes.

**Becken.** Der auffallendste Geschlechtsunterschied am Rumpfe besteht aber, außer der Entwicklung der weiblichen Brustdrüsen, in der Form des Beckens, welches beim Manne höher und schmaler, beim Weibe breiter und niedriger gebaut ist. Wir werden unten im Zusammenhang darauf noch zurückkommen.

**Arme.** Was die Gliedmaßen angeht, so ist der Frauenarm weicher und rundlicher geformt als der Männerarm mit seinem ausgeprägten Muskelrelief. Das gilt auch für Mädchen, die durch eifriges Üben sich eine besonders kräftige Armmuskulatur erworben haben. Selbst Künstlerinnen, die außergewöhnliche Kraftstücke leisten, haben zwar volle, kräftige Arme, die aber gleichwohl in ihren weichen, runden Formen oft vollendete Schönheit zeigen. Die Meinung also, als würden unsere Mädchen durch regelmäßige Leibesübungen Schaden an ihrer besonderen weiblichen Schönheit erleiden und als dürfte das weibliche Turnen sich nur in spielerischen und maßvollen (sog. „ästhetischen“ oder „rhythmischen“) Übungen gefallen, ist in den tatsächlichen Verhältnissen nicht begründet, vielmehr grundfalsch. Ein jungfräulicher Körper ist schön, nur wenn sich in ihm auch ein gewisser Grad gesunder Straffheit ausdrückt. Im übrigen besitzt der Mann im Verhältnis zum Rumpf etwas längere Arme und Beine sowie Hände und Füße als das Weib.

**Knickarm.** Als ein eigenartiges Geschlechtszeichen ist der „schiefe Armanfaß“ des Unterarms an den Oberarm oder der „Knickarm“ bei Frauen anzusehen. Auf der beigegebenen Skelettfigur nach Sömmering sind die Verhältnisse gut ersichtlich. — Der Oberarm ist im Ellbogengelenk mit zwei Unterarmknochen gelenkig verbunden: der Elle und der Speiche. Es ist die Elle, deren Verlauf für die Achse des Unterarms maßgebend ist. Denn sie allein steht direkt mit dem unteren Ende des Oberarms in Verbindung. Ohne die Beschreibung des Ellbogengelenks vorwegzunehmen, sei hier bemerkt, daß die Achsen des Ober- und die des Unterarms dann, wenn der Handteller nach vorne sieht, nicht etwa in einer Geraden liegen, sondern einen nach außen offenen Winkel mit dem Scheitelpunkt im Ellbogengelenk bilden, während bei Drehung des Arms so,

daß der Handrücken nach vorne sieht, der ganze Arm eine Gerade bildet. Jener Winkel nun bei nach außen gedrehtem Arm (Handteller nach vorn: „Supination“) ist bei Frauen besonders groß, beträgt gewöhnlich  $15-25^{\circ}$ , kann selbst bis auf  $30^{\circ}$  anwachsen, und wird als eine geschlechtliche Eigentümlichkeit angesprochen, da er erst mit der Geschlechtsreife sich voll entwickeln soll. Bei meinen Untersuchungen von Schülerinnen finde ich allerdings diesen schiefen Ansatz des Unterarms (den „Knickarm“) auch bereits bei  $10-12$  jährigen Mädchen deutlich vorhanden. Auch bei Männern kommt er vor, geht hier aber selten über  $9^{\circ}$  hinaus und kann sogar auf  $0^{\circ}$  sinken. Dieser schiefe Armansatz hat zur Folge, daß bei einfacher, vollständiger Beugung des (nach außen gedrehten) Unterarms gegen den Oberarm die Hand nicht etwa die Schulterhöhe trifft, sondern seitlich nach innen die Brustgegend. Es wird ferner z. B. das Werfen eines Balles von den Mädchen viel umständlicher ausgeführt als bei Knaben, wo Armachse und Wurflinie zusammenfallen. Der „Knickarm“ beim weiblichen Geschlecht ist also eine ganz allgemeine Erscheinung, nur daß die Abweichung des Unterarms von der geraden Armachse bald geringer, bald stärker ausgesprochen ist. Wird die Hand nach innen gedreht, so daß der Handrücken nach vorne sieht (Pronation: rechts auf Fig. 16, z. B.), so scheint der Arm gerade.

Es war derselben Vertreterin eines der vielen gymnastischen Systeme, deren „Zentrale“ wir oben bei Besprechung der Kreuzbeinraute erwähnten, vorbehalten, auch diesen „abscheulichen“ Knickarm beseitigen zu wollen dadurch, daß in ihren Turnübungen der herabhängende Arm stets mit dem Handrücken nach vorn gehalten werden muß, was geschmackvoll als „Venus-Elbogen“-haltung bezeichnet wird. Dagegen ist ja weiter nichts zu sagen. Wenn aber der Anspruch erhoben wird, mit diesen und ähnlichen Künsten den „Knickarm“ zu heilen, d. h. zu beseitigen, so lohnt es sich nicht, darüber ernstlich streiten zu wollen.

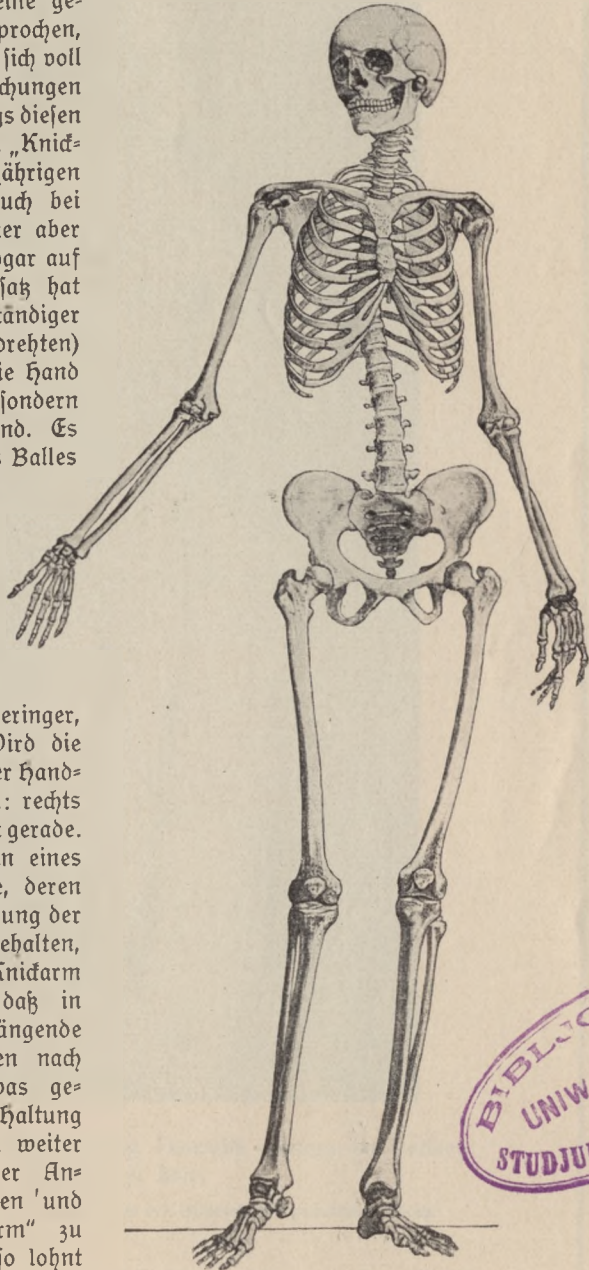


Fig. 16. Skelett eines 20 jährigen Mädchens nach der berühmten Tafel von S. Th. von Sömmering.







Fig. 17. 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.



# I. 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 vielen Jahrtausenden schon ausgestorben sind, genau erkennen. Die gesetzmäßige Art in Form und Aufbau des Skeletts bei den Wirbeltieren ermöglicht es dem Naturforscher, zuweilen selbst 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. Beide 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 freidig 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.

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 allerersten Kinderjahren abspielt, wird durch eine Störung im Knochenwachstum die genügende Anlagerung der Knochenerden oder des Knochenkalkes im wachsenden

Englische  
Krankheit.

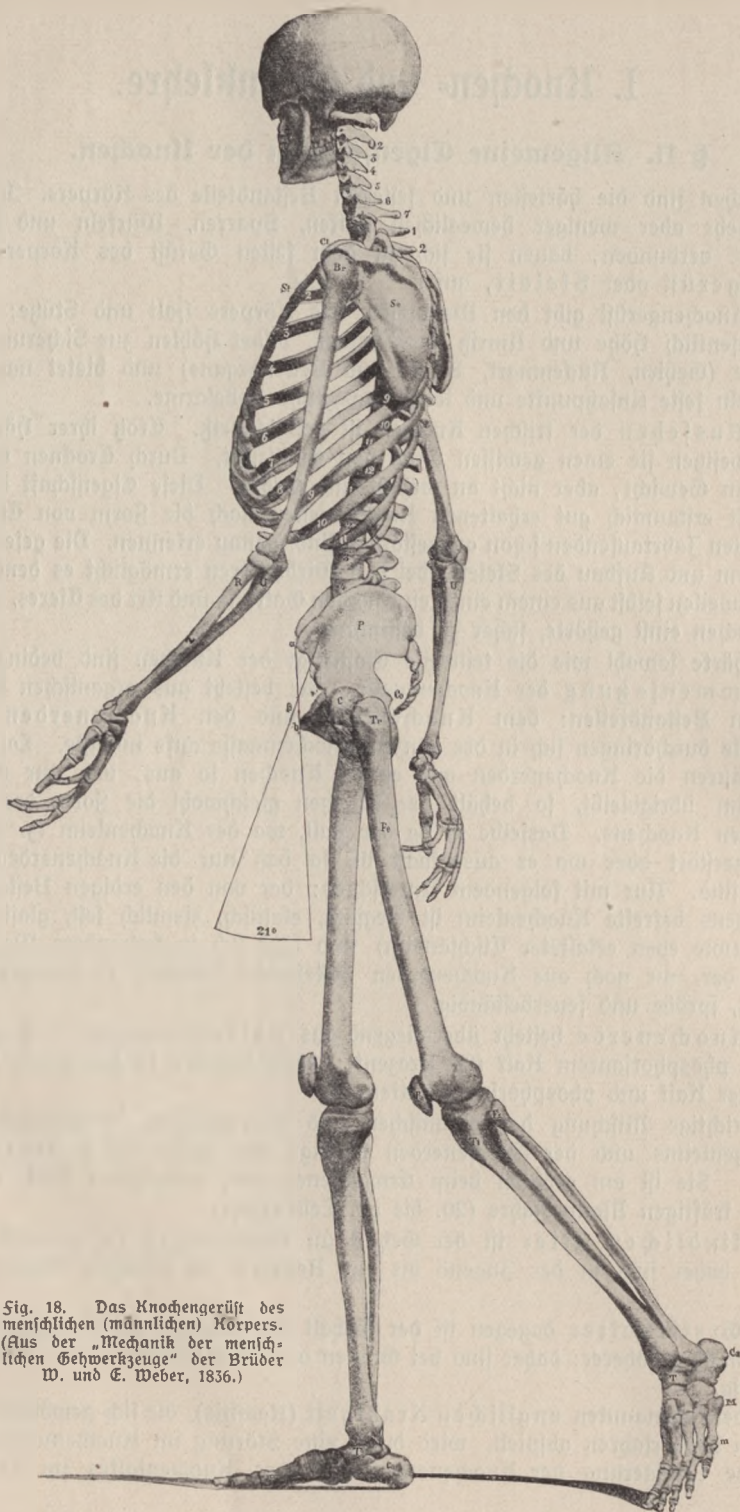


Fig. 18. Das Knochengeriit des menschlichen (männlichen) Körpers. (Aus der „Mechanik der menschlichen Gewerzeuge“ der Brüder W. und E. Weber, 1836.)

Knochen verhindert. Die Knochen bleiben daher bei dieser Krankheit außerordentlich biegsam und erleiden leicht entstellende Verkrümmungen bis zu den höchsten Graden des Verwachsenseins.

## § 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.

Sie bestehen aus einem Mittelstück (Diaphyse), welches im Innern mit einer Markhöhle versehen ist, und zwei Enden (Epiphysen, s. Fig. 19).

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 gekniet (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.

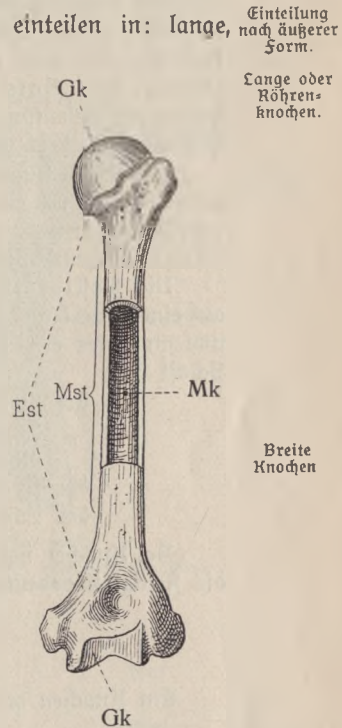


Fig. 19. Ein Röhrenknochen (Oberarm), in der Mitte zum Teil halb aufgefägt. Gk: Gelenkkopf; Est: Endstücke; Mst: Mittelstück; Mk: Markhöhle. Kurze Knochen.

## § 13. Bezeichnung der einzelnen Knochenteile.

Um die äußere Gestalt der Knochen beschreiben zu können, ist eine Reihe besonderer Bezeichnungen gebräuchlich.

Die „Fläche“ heißt „Gelenkfläche“, wenn sie mit Knorpel überkrustet ist. Die Worte „Winkel“ und „Ränder“ bedürfen keiner Erläuterung. — Jede Art von Hervorragung an Knochen stellt einen „Fortsatz“ dar. Ist er rau und niedrig, so heißt er auch „höcker“ oder einfach „Rauigkeit“; dazu kommt der „Stachel“, eine einfache spitze Hervorragung, und der gerade oder gekrümmt verlaufende „Knochenkamm“ (oder „Riff“). — Entwicklungsgeichtlich besteht ein Teil der Knochenfortsätze aus selbstständig angelegten Skeletteilen, die erst nachträglich mit benachbarten Skeletteilen verschmelzen. Dahin gehört z. B. der Rabenschnabelfortsatz des Schulterblatts u. a. Von

den anderen Fortsätzen verknöchern einige von einem besonderen Punkte aus und bleiben — wie eine Epiphyse — von dem zugehörigen Knochen längere Zeit durch eine Knorpelleiste getrennt. Dahin gehören Höcker des Oberarms, die Kollhügel des Oberschenkels, die Bogen der Wirbel. Man hat diese selbständig verknöchernenden Fortsätze auch als „Apophysen“ bezeichnet.

Bei einem Gelenkfortsatz heißt „Gelenkkopf“ oder schlechtthin „Kopf“ (bei geringem Umfang auch „Köpfchen“) das überknorpelte, kugelige Ende eines Röhrenknochens. Der Kopf ist abgegrenzt durch eine schmaler oder breiter verlaufende Einsenkung: den „Hals“. Ein längliches, walzenförmiges Gelenkende heißt „Rolle“. Erscheint ein Gelenkkopf mehr in die Breite gezogen oder handelt es sich um rauhe Vorsprünge über dem Gelenk, so nennt man das „Gelenkknorren“.

Von Vertiefungen unterscheiden wir „Gruben“; ist nun solche überknorpelt, so handelt es sich um eine „Gelenkgrube“ und ist letztere halbfugelig, so sprechen wir von „Gelenkpfanne“. Fernerhin unterscheidet man noch „Rinnen“, „Furchen“ und „Höhlen“, sowie von Durchbohrungen des Knochens: „Loch“, „Spalte“, „Kanal“.

Die Festigkeit der Knochen hat man so geprüft, daß man einen Knochen so auf eine Unterlage rechts und links auflegt, daß das mittlere Drittel schwebend freibleib, und an dieses eine immer größere Last anhängt, bis der Knochen brach. So brach der Schaft

des Oberschenkelknochens bei Belastung von	263—400 kg
„ Schienbeins	„    „    „    240—500    „
„ Oberarms	„    „    „    174—276    „
der Speiche	„    „    „    68—122    „
des Schlüsselbeins	„    „    „    62—100    „

Bei Knochen von Männern sind die Zahlen höher; ebenso nimmt im höheren Alter die Festigkeit bedeutend ab.

## § 14. Dichtigkeit der Knochen.

Ein Knochen hat nicht durchweg dieselbe Dichtigkeit. Wir unterscheiden:

Dichtigkeit.

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. Sie besteht aus festen Knochenbälkchen, Platten und Röhren, die sich in allen möglichen Richtungen kreuzen und zwischen sich ein ganzes System von Lücken oder Zellen lassen, indem — unter Anpassung an maximale Beanspruchung — nur da Knochensubstanz vorhanden ist, wo sie mechanisch nicht entbehrt werden kann. Je nach der Anordnung der Knochenbälkchen zu Zug- und Drucklinien (Spannungstrajektorien), ähnlich einem Systeme eiserner Gitter oder Sparren, wie sie zur Tragung von Brückenbogen u. dgl. angewendet werden, wird so eine außerordentlich große Festigkeit erzielt. Hervorragende Beispiele solcher Anordnung der schwammigen Substanz sind der Kopf des Oberschenkels, welchem die Last des Oberkörpers aufruht, sowie ferner der Femurknochen, der bei der Fortbewegung des Körpers beim Gehen und Marschieren die Übertragung der gesamten Körperlast von einem auf das andere Bein aufnimmt und daher mechanisch besonders beansprucht wird. — Wenn in sog. „Systemen“ der Gymnastik dies von der Natur vorbestimmte, dem Menschen allein zu eigene Verhältnis vorkommt, und Gang — auf den Fußballen gefordert wird, so zeigen die Erfinder dieser Systeme damit nur ihre gänzliche Unwissenheit in bezug auf den Bau und die Mechanik des menschlichen Körpers.



Bei kurzen Knochen aus schwammiger Substanz (z. B. den Knochen der Hand- und Fußwurzel, den Wirbelförnern usw.) ist die kompakte Knochensubstanz nur auf eine dünne Rindenschicht beschränkt.

Die feste Rinde des Knochens wird schräg durchbohrt von einem Knochenkanal, der als Ernährungsloch einer Schlagader den Zutritt zu dem Knochenmark in der Markhöhle ermöglicht, während im übrigen die Knochenrinde von kleinen Gefäßen der Beinhaut aus mit Blut gespeist wird.

### § 15. Beinhaut und Knochenmark.

Die Beinhaut oder Knochenhaut (Periost) ist eine dünne feste Haut, welche den Knochen umhüllt (Fig. 21). 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. 22); umgekehrt stirbt ein Knochen ab, wenn er durch Entzündung (Knochenhautentzündung) oder durch Verletzung der ernährenden Beinhaut verlustig gegangen ist. Bei nachwachsenden jungen Knochen ist die Beinhaut noch dick, fest und wenig elastisch. Hier können Knochen brechen, ohne die Beinhaut mit zu zerreißen. Die innere Schicht der Beinhaut besteht aus Zellen, die dem Knochen fest anliegen. Diese „Osteoblastenschicht“ bildet Knochen neu. Sie wird nach Abschluß des Wachstums sehr dünn und schwindet ganz im Alter. — 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.

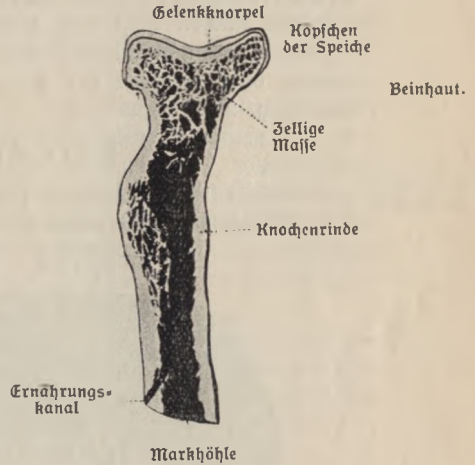


Fig. 20. Durchsicht eines Röhrenknochens (obere Hälfte der Speiche).

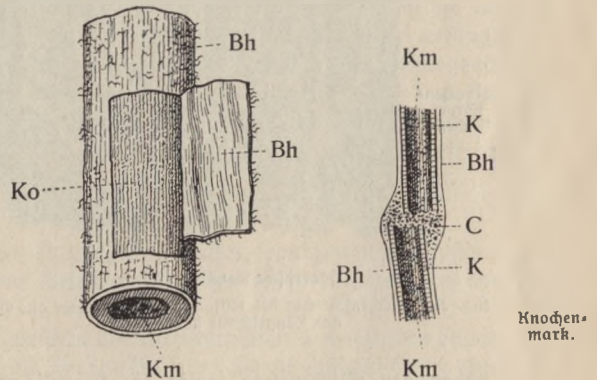


Fig. 21. Mittelstück eines Röhrenknochens. Bh: Beinhaut ein Stück in der Mitte vom Knochen abgelöst und zurückgelegt. Ko: Knochenoberfläche. Km: Markhöhle.

Fig. 22. Heilung eines Knochenbruchs. Km: Markhöhle. K: Knochenrinde. Bh: Beinhaut. C: neu gebildete Knochenmasse oder Callus.

Neubildung von roten Blutkörperchen des

### § 16. Feinerer Bau der Knochen.

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 Röhrenknochen 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 verbundenes, die ganze Knochenmasse durchziehendes System feinsten Röhrcn und Hohlräume, durch welches der Ernährungsjaft zu allen Teilen des Knochens gelangen kann (Fig. 23).

### § 17. Entwicklung der Knochen.

Entwicklung  
der Knochen.

Der Knochen ist beim werdenden Menschen ursprünglich ganz knorpelig angelegt. Der Verknöcherungsvorgang, bestehend in der Umwandlung des Knorpels in Knochen

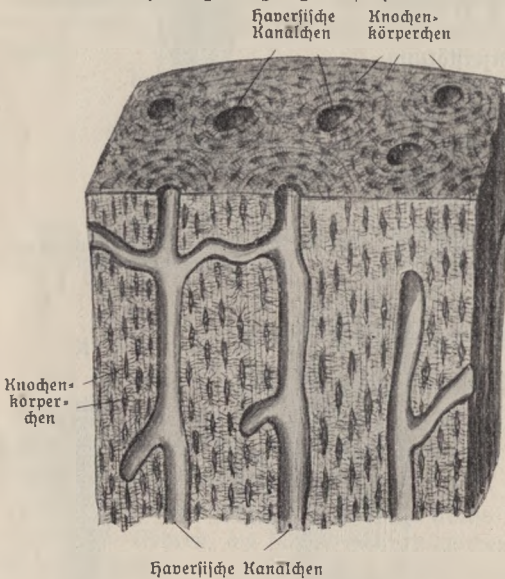


Fig. 23. Knochenstückchen bei 150facher Vergrößerung aus Quer- und Längsschnitt konstruiert.

durch Anlagerung von Kalksalzen (Knochenerden), geht von drei Punkten aus: einem in der Mitte und einem an jedem Ende. Von dem mittleren Verknöcherungspunkte aus wandelt sich die Hauptmasse des Knorpels in Knochen um; das Gebiet dieses Knochenkernes grenzt sich nach den Enden zu durch eine Knorpelleiste ab. Jenseits dieser beginnt das Gebiet der Knochenkern an dem Ende. Demgemäß unterscheiden wir bei einem langen Knochen ein Mittelstück (Diphyse), zwei Enden (Epiphysen), sowie zwischen diesen das Trennungstück oder die Epiphysenlinie. Der Gelenkknorpel, der das Gelenkende überzieht, ist der letzte Rest der ursprünglich ganz knorpeligen Anlage des Knochens.

Die krankhafte Störung der Verknöcherung durch Rachitis macht sich daher besonders an den Gelenkenden bemerkbar. Daher sind die Gelenk-

enden der Gliedmaßen sowie die knorpeligen Ansätze der Rippen an das Brustbein aufgetrieben und bleiben auch später, nachdem die Störung ausgeheilt ist, noch verdickt. Am Dickenwachstum der Röhrenknochen ist die Beinhaut wesentlich beteiligt. Dagegen geht das Längenwachstum von den Epiphysen aus.

### § 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.

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 (Sezler).

Bänder.

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.

Knorpel.

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 und den folgenden acht Rippen und dem Brustbein) und als Knorpelhaft die Wirbelsäule.

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

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

Gelenk nennt man die Verbindung zweier oder mehrerer Knochen, welche da, wo sie aneinanderstoßen, mit Knorpel überzogen sind. Wo der Knorpel anfängt, hört die Beinhaut auf und geht gewissermaßen über in die das Ganze umschließende Gelenkkapsel. Zusammengehalten werden die Knochen durch Bänder und den Zug der umgebenden Muskeln, auch der äußere Luftdruck verstärkt in etwa diesen Zusammenhalt. Dieser ist so beschaffen, daß die Knochen des Gelenks ohne Verlust des Zusammenhangs ihre Stellung zueinander ändern, d. h. bewegt werden können.

Die das Gelenk zusammenhaltenden Bänder sind:

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

Der von diesem häutigen Saß — in welchen die überknorpelten Gelenkenden hineinragen — umschlossene Hohlraum heißt die Gelenkhöhle. Sie ist angefüllt mit einer durchsichtigen zähen Flüssigkeit: der Gelenkschmiere oder Synovia (dem Öl in der Maschine entsprechend). Die Synovia wird abge sondert von der Synovialhaut, einer dünnen Haut, welche die ganze Innenfläche der Gelenkkapsel innerhalb der Gelenkhöhle überkleidet.

2. Hilfsbänder. Schon die Gelenkkapsel kann an bestimmten Stellen durch Faserrzüge verstärkt sein; es können aber solche kräftigen Züge auch außerhalb der Gelenkkapsel als besondere Gelenkbänder vorhanden sein. Sie verstärken nicht nur die Gelenkkapsel, sondern können auch die Gelenkbewegungen nach bestimmten Richtungen hin mäßigen oder gar hemmen. So verhindern z. B. die straffen seitlichen Hilfsbänder bei den zahlreichen Scharniergelenken jede andere Bewegung, außer Beugung und Streckung.

Neben den außerhalb der Gelenkkapsel liegenden zahlreichen Hilfsbändern machen eine besondere Ausnahme die Kreuzbänder des Kniegelenks und das runde Band des Hüftgelenks, die bei beiden Gelenken innerhalb der Gelenkhöhle liegen.

3. In verschiedenen Gelenken sind Knorpelpuffer oder Zwischenknorpel vorhanden, elastisch und formveränderlich, welche bei kraftvoller Bewegung des Gelenks vorübergehend infolge ihrer Elastizität die sonst übliche Bewegungsart des Gelenkes umzuformen gestatten.

Zu einem Gelenk (wenn wir von der Suge — s. u. — absehen) gehören also stets:

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

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

Zusammengehalten werden die Gelenkenden zum Teil unter starkem Druck a) durch die Bänder; b) durch den Zug der umgebenden Muskeln; c) durch den äußeren Luftdruck, wenn auch in geringerem Maße.

## § 20. Die einzelnen Gelenkarten.

Ein Versuch, die zahlreichen Gelenke des Körpers in bestimmte Formen zu sondern, gelingt immer nur unvollkommen. Sie entsprechen nicht etwa den Gelenken der Technik, da die Gelenknorpel elastisch und nachgiebig sind bei starkem Druck, so daß die Gelenkform sich ändern kann. Zunächst sondert man die Gelenke in zwei Gruppen, nämlich: 1. in einfache, wo nur zwei sich gegenüberstehende Knochen gelenkig verbunden sind und 2. in zusammengesetzte, wo die Enden von mehr als zwei Knochen von einer

gemeinsamen Kapsel umschlossen sind (z. B. Oberarm, Speiche und Elle am Ellbogengelenk). An manchen Stellen, z. B. am Handgelenk, können vier oder mehr Knochen zur Bildung von Gelenkflächen sich vereinen.

Als Hauptunterarten der Gelenke zählt man gewöhnlich:

1. Freie oder Kugelgelenke (Arthrodie) mit kugelförmigen Gelenkflächen. Sie erlauben die Bewegungen nach allen Richtungen 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 Kugelfläche des Gelenkkopfes, um so freier ist die Bewegung nach allen Seiten (Schultergelenk), während die Beweglichkeit naturgemäß mehr eingeschränkt ist,

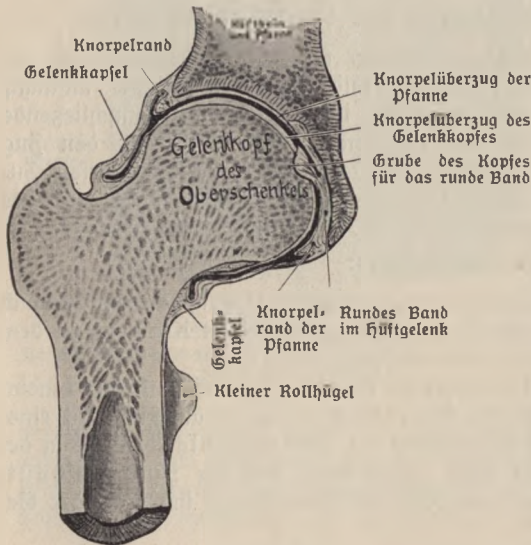


Fig. 24. Ein Kugelgelenk (Hüftgelenk) im Durchschnitt.

wenn der kugelige Kopf — ähnlich dem Kugelgelenk der Mechanik — in einer tiefen Grube sitzt (Hüftgelenk, Fig. 24), wobei der Gelenkkopf zudem über seinen Äquator hinaus von dem Knorpelrand der Pfanne umschlossen wird, so daß er nicht herausfallen kann.

2. Scharniergelenke (auch Ginglymus = Türangel), bei denen eine zylindrische oder rollenförmige Walze nur teilweise von einer entsprechend gekrümmten Hohlkehle umfaßt wird (Ellenoberarmgelenk Fig. 25). Insofern entspricht das Scharnier dem Winkelgelenk der Mechanik (auch wenn man es nicht wie eine Türe „aus den Angeln heben“ kann), daß es Bewegung nur nach einer sowie der entgegengesetzten Richtung gestattet, nämlich: Beugen und Strecken. Stets ist die Gelenkkapsel der Scharniergelenke verstärkt durch starke, straffe Seitenbänder, welche andere Bewegung als Beugen oder Strecken verhindern. — Die Winkel- oder Scharniergelenke am Körper sind sehr zahlreich, vor allem an den Gliedmaßen, wie die Finger- und Zehenglieder usw.

3. Zu den Scharnieren zählt auch das Dreh- oder Rollgelenk, bei dem ein Knochen sich um einen zweiten (z. B. der Ring des Atlas um den Zahnfortsatz des 2. Halswirbels, Fig. 26) oder um seine eigene Achse (Köpfchen der Speiche, Fig. 153) dreht. Dabei wird die Hohlkehle nicht von einem Knochen, sondern von einem festen Band gebildet.

4. Sattelgelenk. Eine in einer Richtung konvexe, in der darauf senkrechten konkaven Flächenkrümmung bildet eine Sattelfläche. Ist das eine Gelenkfläche derart gestaltet, so besitzt das andere die entsprechende Gegenkrümmung. Das typische Beispiel ist das Gelenk zwischen dem Mittelhandknochen des Daumens und dem großen vielseitigen Bein der Handwurzel. — Sonst rechnete man auch noch das Gelenk zwischen Schlüssel- und Brustbein zu den Sattelgelenken. Allein der hier vorhandene Zwischen-

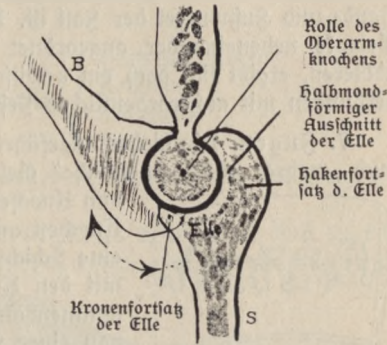


Fig. 25. Gelenk zwischen Elle und Oberarm im Durchschnitt. S = Streckung, B = Beugung.

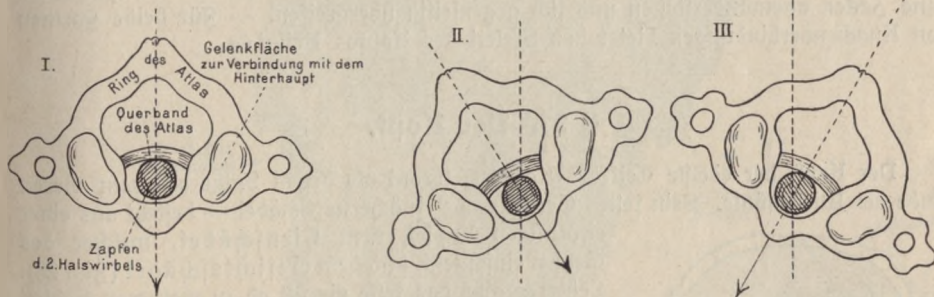


Fig. 26. Drehung des Atlas um den Zahn des 2. Halswirbels. I. Kopf geradeaus gehalten. II. Drehung des Kopfes nach links. III. Drehung nach rechts.

knorpel verleiht diesem Gelenk eine Beweglichkeit, die über die eines Sattelgelenks weit hinausgeht, derart, daß das Schlüsselbein sich gegen das Brustbein viel freier, annähernd in einer Kugelbewegung bewegen kann.

5. Je nach der Krümmung der Gelenkflächen (die bei der Elastizität der Gelenkknorpel niemals allein ausschlaggebend ist) unterscheidet man noch das Eigelenk mit vier schalenförmigen Gelenkflächen (wie z. B. das erste Handgelenk), das Schraubengelenk mit schraubenförmigen Gelenkflächen, und das Spiralgelenk mit ungefähr spiralig gekrümmten Gelenkflächen. So kann man das Kniegelenk eher als Spiralgelenk bezeichnen, statt, wie gewöhnlich, als Scharniergelenk, wenn auch seine Hauptbewegung Beugen und Strecken, wie bei einem Scharnier ist.

El., Schrauben- und Spiralgelenke.

6. Unregelmäßige Gelenke sind solche, wo die Gelenkflächen keinem geometrisch einfachen Körper ähnlich sehen, wie z. B. bei den Hand- und Fußwurzelgelenken. Sie heißen auch „straffe“ Gelenke (Amphiarthrosen), wenn die zum Gelenk vereinten Knochen durch starke, straffe Bänder so fest zusammengehalten werden, daß die Beweglichkeit des einen Knochens gegen den anderen nur ganz gering ist, was bei der Hand- und Fußwurzel der Fall ist. Dadurch aber, daß hier eine ganze Anzahl straffer Gelenke nebeneinander angeordnet ist, deren geringe Bewegungsmöglichkeiten sich addieren, ergibt sich doch ein gewisser Grad von Bewegungsfähigkeit und Elastizität, verbunden mit außerordentlicher Festigkeit und Tragkraft.

Sugen.

7. Sugcn. Die bisher angeführten Formen von Gelenkverbindungen nennen wir auch „wahre“ oder „eigentliche“ Gelenke. Ihnen reihen sich als die einfachsten Arten von Knochenverbindungen an die Sugcn. Stoßen zwei starre Knochen aneinander ohne Gelenkspalte, so kann zwischen sie eine Schicht von nachgiebiger Substanz eingeschaltet sein, die, mit den Knochenenden fest verwachsen, diese Teilstücke zusammenhält. Ist diese Schicht mehr faserig, so sprechen wir von einer Faserfuge (oder Bandhaft), wie wir sie an der Wirbelsäule, den Brustbeinstücken und dem Becken kennen. Ist die Schicht mehr aus Knorpel bestehend, so nennen wir die Verbindung Knorpelfuge (Knorpelhaft oder Symphyse). Eine besondere Art solcher Knorpelverbindung ist die Vereinigung der ersten Rippe mit dem Brustbein.



Fig. 27. Ein Stück Naht zwischen zwei Schädelknochen.

Endlich gibt es noch Verbindungen von Knochen untereinander, wo auf ein besonderes Bindemittel verzichtet ist. Dazu gehören:

Nähte und Einreihungen.

a) die Nähte. Dabei werden zwei breite, aber dünne Knochen durch wechselseitiges Ineinandergreifen ihrer stark ausgezackten Ränder auf das festeste vereinigt (s. Fig. 27). Neben diesen „wahren“ Nähten gibt es aber b) auch falsche Nähte, wo Knochenränder ohne Zacken aneinanderstoßen und sich gegenseitig übergreifen. — Für beide Formen von Knochenverbindungen bietet das Skelett des Kopfes Beispiele.

## § 21. Der Kopf.

Knochen des Kopfes.

Der Kopf, der edelste Teil des Körpers, thront als dessen Spitze auf dem oberen Ende der Wirbelsäule. Sein festes Gerüst — der knöcherne Schädel — besteht aus einer eiförmigen Kapsel, dem Hirnschädel, welcher das Gehirn einschließt, und dem Gesichtschädel (Fig. 28). Letzterer gibt das feste Gerüst ab zu mehreren Höhlen für die Sinnesorgane (Augen- und Nasenhöhlen, Gehörgänge) sowie zu den Vorhallen für die Atmungs- und Verdauungsorgane (Nasen-, Mund- und Rachenhöhle), von denen die Mundhöhle zugleich die Geschmacksorgane beherbergt.

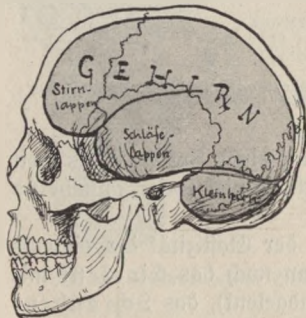


Fig. 28. Lage des Gehirns im Schädel.

Die Grenze von Gesicht- und Hirnschädel wird im Antlitz durch eine Linie bezeichnet, welche horizontal durch die oberen Ränder der Augenhöhlen gelegt ist. In der Mitte scheidet die Nasenwurzel den Gesicht- vom Hirnschädel.

Die Zahl der Kopfknochen beträgt 22; 8 Schädel- und 14 Gesichtsknochen. Von allen diesen ist nur der Unterkiefer beweglich.

### § 22. Die Schädelknochen.

Die knöcherne Kapfel, welche das Gehirn umschließt und sich nach der Gestalt des Gehirns in ihrer Form entwickelt, heißt die Hirnschale (Hirnschädel). Sie zerfällt in den Schädelgrund und das Schädeldach (oder Schädeldgewölbe). Der umschlossene Raum heißt die Schädelhöhle.

Schädelknochen.

8 Knochen bilden die Hirnschale, und zwar:

4 paarige	} 2 Scheitelbeine 2 Schläfenbeine	4 unpaarige	} Hinterhauptbein Keilbein Stirnbein Siebbein

Das Stirnbein zerfällt in den muschelförmigen Stirnteil und die Augenhöhle.

Am Stirnteil und für die Form des Gesichts besonders bestimmend sind zu bemerken die mehr oder weniger entwickelten Augenbrauenbogen, die Stirnhöcker

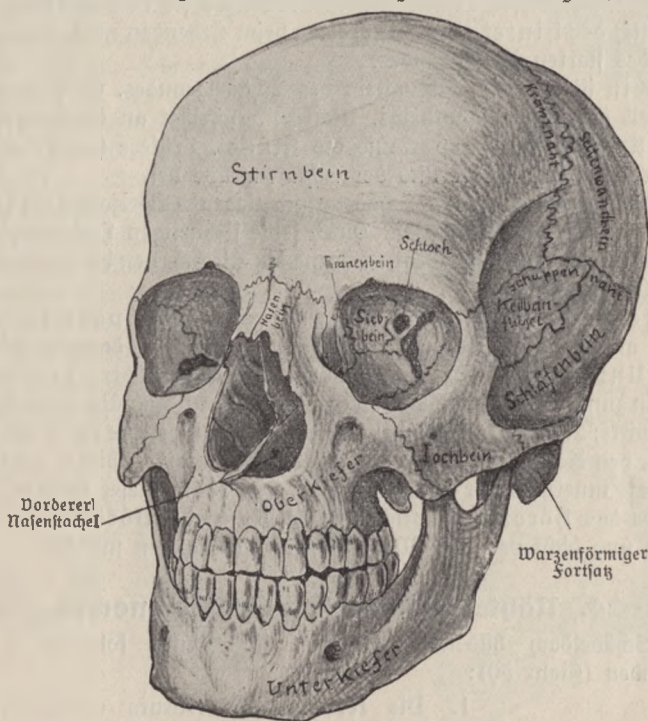


Fig. 29. Ansicht des Schädels eines Erwachsenen.

(welche besonders stark da vorspringen, wo in früher Jugend Rachitis bestand) und der den Übergang zur Nase bildende Stirn-Nasen-Wulst. Hinter letzterem, mit der Nasenhöhle in Verbindung stehend und nach den Augenbrauen hin verlaufend, liegen im Stirnbein die beiden Stirnhöhlen. — Der Augenhöhletheil des Stirnbeins bildet die obere Wand der Augenhöhlen. Eine kleine Einbuchtung am oberen Augenhöhlenrand, in seltenen Fällen ein Loch, kennzeichnet den Austritt der Empfindungsnerven der Stirnhaut.

Die Scheitelbeine sind zwei schalenförmig gekrümmte viereckige Knochen.

Das Hinterhauptbein hat einen muschelförmigen Hauptteil, die Hinterhaupt-

Hinterhauptbein.



um das große Hinterhauptloch so gruppiert, daß der Grundteil sich vor ihm 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, zum Auf- und Abbewegen des Kopfes. Mittels dieser Gelenkflächen ruht also der Kopf auf der Wirbelsäule.

Zwischen den Gelenkteilen befindet sich das große Hinterhauptloch, durch welches das Rückenmark, aus dem Wirbelfanal kommend, in die Schädelhöhle tritt zur Verbindung mit dem Gehirn.

Die Hinterhauptschuppe zeigt an ihrer inneren, der Schädelhöhle zugetehrten Fläche die kreuzförmige Erhabenheit, wodurch vier flache Gruppen entstehen zur Aufnahme der beiden Hinterlappen des Großhirns sowie der beiden Halbkugeln des Kleinhirns.

An der äußeren hinteren Fläche der Hinterhauptschuppe befinden sich mehrere bogenförmige Linien: die obere und untere Nasenlinie, welche den Ansatz der den Kopf haltenden Nasenmuskeln bezeichnen. Je muskelkräftiger der Mensch war, um so stärker sind die Kämme dieser Linien entwickelt. Da wo sie in der Mitte zusammenstoßen, befindet sich der Hinterhauptstachel — beim Lebenden meist gut zu fühlen — für den Ansatz des starken Nasenbandes.

Keilbein.

Das Keilbein ist der feste Schlußstein des Schädelgrundes. Es stößt nach hinten an den Grundteil des Hinterhauptbeins. Man unterscheidet an diesem sehr mannigfaltig gestalteten Knochen den Körper und die Flügel. Letztere tragen zum Abschluß der Schädelhöhle, der Augenhöhle und der Schläfengrube bei.

Siebbein.

Das Siebbein, eine vorn am Schädelgrund liegende horizontale Platte, ist die knöcherne Unterlage für das Riechorgan. Durch seine siebartigen Löcher treten aus den Riechfolben an der Unterfläche des Gehirns vorne die Riechnerven hindurch, um abwärts in der Nasenschleimhaut zu enden.

Schläfenbein.

Die Schläfenbeine zerfallen: 1. in einen flachen Schuppenteil, der, an das Seitenwandbein anstoßend, die Wand der Schläfengrube bildet, darunter die Gelenkgrube für das Unterkiefer- oder Kaugelenk. Davor liegt der Jochfortsatz, der mit dem Jochbein zum Jochbogen sich vereinend, für Form und Charakter des Antlitzes mitbestimmend wirkt; 2. den Warzenteil, der als Anheftungsstelle für wichtige Muskeln des Halses (z. B. den Kopfhalter r. und l.) den Warzenfortsatz hinter dem Ohr trägt; 3. den Felsenteil innerhalb der Schädelhöhle (s. Fig. 135). Dieser birgt in seiner dreieckigen Pyramide das Hörorgan, welches in der äußeren Höröffnung kurz unter dem Jochfortsatz und dicht vor dem Warzenfortsatz nach außen mündet.

## § 24. Nähte zwischen den Schädelknochen.

Nähte der Schädelknochen.

Die das Schädeldach bildenden Knochen sind durch folgende Nähte miteinander verbunden (Figur 30):

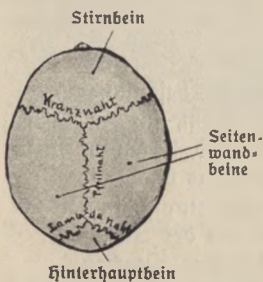


Fig. 30. Schädel von oben.

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

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

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

4. Die Schuppennaht (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 <sup>Fontanellen</sup> des Schädeldaches vorhanden. 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 Pfeilnaht 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. Von diesen sind namentlich wichtig 1. die große oder Stirn-Fontanelle (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 Hinterhauptfontanelle (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. 31).

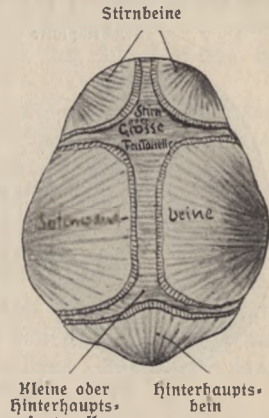


Fig. 31. Schädel des Neugeborenen von oben gesehen.

Die Fontanellen bleiben noch eine geraume Zeit während des ersten Lebensjahres offen. Ihre verschiedene Form gestattet durch Abtasten des Kindskopfes in den mütterlichen Geburtswegen die Lage des Kopfes zu bestimmen, was für die Hilfe bei schwerer Geburt unter Umständen von entscheidender Wichtigkeit ist.

Vorzeitige knöcherne Verwachsung der Schädelnähte tritt ein bei Entwicklungsstörung des Gehirns verbunden mit dauernder geistiger Beschränkung (Kretinismus,

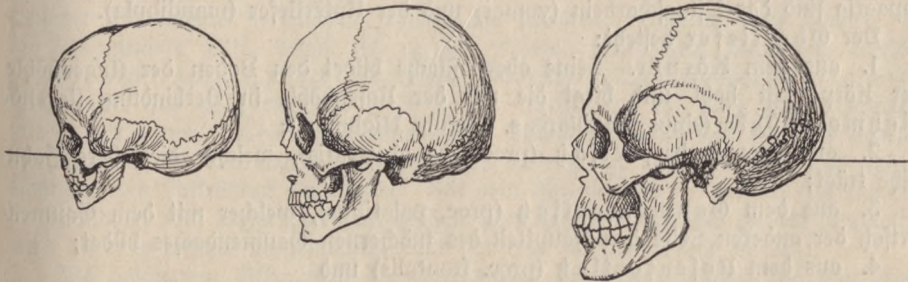


Fig. 32—34. Entwicklung des Schädels: I. Schädel des einjährigen Kindes; II. Schädel des Zehnjährigen; III. Schädel des Erwachsenen.

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. Ist dabei die das Gehirn umspülende Flüssigkeit zwischen den Hirnhäuten stark vermehrt und der Hirnschädel aufgetrieben, so spricht man von einem „Wasserkopf“.

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

Schädel-  
grund.

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  $\infty$ , zur Aufnahme der Schläfenlappen des Großhirns;



Fig. 35. Schädelgrund.

3. die hintere Schädelgrube zur Aufnahme der Hinterlappen des Großhirns sowie des Kleinhirns (Fig. 35).

Zahlreiche Durchbohrungen, Spalten und Kanäle in und zwischen den Knochen des Schädelgrundes gestatten den Austritt der 12 Hirnnervenpaare sowie den Eintritt 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.

### § 26. Die Gesichtsknochen.

Gesichts-  
knochen.

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

unpaarig sind das Pflugschärbein (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 Highmorschöhle (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 Rassen-eigentümlichkeit z. B. bei den Mongolen (Breitgesicht).

Am Unterkiefer (mandibula) sind zu unterscheiden: der Körper, Träger der Unterkiefer. 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 Kau-  
muskeln, nämlich des Schläfenmuskels —, nach hinten der Gelenkfortsatz (proc. condyloideus), welcher mit der entsprechenden Gelenkgrube des Schläfenbeins das Kiefergelenk bildet.

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 nach rechts und links; Vor- und Rückziehen des Kiefers um ½—1 cm.

Kiefer-  
gelenk.

### § 27. Höhlen und Gruben des Gesichts.

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

Gesichts-  
schädel als  
Ges. des.

Die Nasenhöhle ist durch eine in der Mittelebene des Körpers stehende Nasenhöhle. 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 ebenso 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 5/9 des Abstandes zwischen Außentemperatur und Körperwärme, z. B. 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 verengert und erhalten die Form der Nasenlöcher durch das Knorpelgerüst der Nase.

Die Nasenhöhlen stehen jederseits in Verbindung mit der Highmorschöhle des Oberkieferbeins, der Stirnhöhle des Stirnbeins sowie mit der Augenhöhle durch den Tränenfasengang des Tränenbeins, in welchen Gang von den inneren Enden der Augenlider her die Tränenanälchen münden und die flüssige Absonderung der Tränen-  
drüsen der Nase zuführen.

Die tiefe Augenhöhle hat die Gestalt einer vierseitigen Pyramide mit ab-  
gestumpften Kanten, deren Spitze nach hinten, d. h. in den Kopf hinein gerichtet ist. Augenhöhle  
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 Kirsche 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 Backenknochenvorsprung oder der Jochbogen.

Mundhöhle.

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 (Zunge).

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

Schläfen-  
grube.

Seitlich hinter den Augenhöhlen liegt beiderseits am äußeren 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).

## § 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, weiß 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 Schneide-, 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.

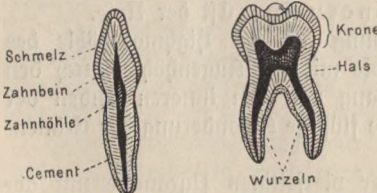


Fig. 36. Durchschnitt eines Schneide- und eines Mahlzahns.

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 emailartigen Schmelz (*subst. adamantina*), welcher die Krone des Zahns bedeckt, und der Knochen- oder Zementsubstanz, welche den Zahn im Zahnsack festsetzt. Im Innern des Zahns ist die Zahnhöhle, worin der Zahnkeim (*pulpa*) mit Zahnern und Blutgefäßen liegt (Fig. 36).

Das Zahnbein, welches die Zahnhöhle umschließt und die Zahnkrone bildet, ist sehr fest und von langen, gewundenen Zahnkanälchen durchsetzt. Überzogen ist die frei in die Mundhöhle hineinragende Zahnkrone von dem emailartigen Zahnschmelz, der durch eine eigenartige Umwandlung des Oberhäutchens, welches die Zahnkrone wie eine Kappe überzieht, zum härtesten und widerstandsfähigsten Gebilde des Körpers wird. Daher auch an Schädeln, welche Tausende von Jahren in der Erde gelegen, der Schmelz der Zähne immer noch wohl erhalten und fest zu sein pflegt. Mag aber das Gewebe, welches die Zahnmasse bildet, noch so fest und dauerhaft sein, so ist doch gleichwohl kein anderer Teil des Körpers, vornehmlich beim Kulturmenschen, derart häufiger Erkrankung und Zerstörung unterworfen als die Zähne. Weit über 90% aller von der Schule abgehenden Kinder tragen die Spuren vorhandener oder früherer Zahnerkrankung. Es ist eine falsche Anschauung, wenn man glaubt, daß in den Jahren vor dem Zahnwechsel, d. h. vor der Schulzeit, keine Veranlassung vorliege, sich um leichte Zahnerkrankungen viel zu kümmern, da die Milchzähne ja doch ausfielen und ersetzt würden. Dabei vergißt man, daß ein stark der Zahnsäule anheimgefallener Zahn seine Erkrankung dem Nachbarzahn — gleichviel ob dieser noch Milchzahn war oder bereits zu den dauernden Zähnen gehört — mitteilt. So ist der letzte Milchzahn, der durch einen bleibenden Zahn ersetzt wird, der zweite Milchbackenzahn. Neben ihm bricht aber, schon mit dem 6. Lebensjahre, der erste große Back- oder Mahlzahn als erster bleibender Zahn durch. Er ist daher durch den benachbarten Milchbackenzahn leicht eine geraume Zeit hindurch gefährdet.

Die allgemeine Verbreitung der Zahnerkrankungen, deren Behandlung und Heilung nicht nur große Mittel verschlingt, sondern welche auch eine Gefahr bedeutet dadurch, daß jede erkrankte und offene Zahnhöhle die Eingangspforte für Erkrankungskeime, z. B. selbst der Tuberkulose, sein kann, hat es notwendig gemacht, schon bei den Schulkindern alle Gebisse zu untersuchen, um beginnende Schäden zu heilen (zu „sanieren“) und nicht etwa zu warten, bis das Übel größeren Umfang angenommen hat. Seitdem z. B. hier in Bonn diese vorbeugende Zahnpflege vom ersten Schuljahre an eingeführt ist, hat sich die Zahl der Zahnerkrankten unter den Schulkindern wesentlich gesenkt und sind die früher meist so schweren Formen der Zahnzerstörung seltener geworden.

## § 29. Gesichtsbildung und Schädelform.

Gesichtsbildung und Schädelformen sind wertvoll für die Unterscheidung der menschlichen Rassen. Da diese Frage neuerdings weithin erörtert wird, so seien hier wenigstens einige hauptsächliche Punkte besprochen, so fragwürdig auch die bisherigen Ergebnisse auf diesem Gebiete sind.

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

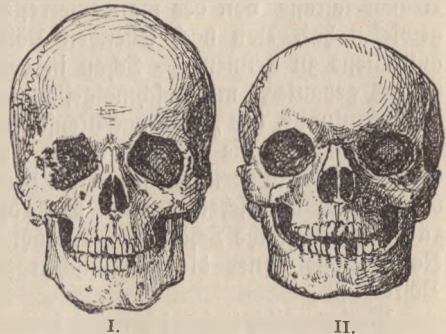


Fig. 37 u. 38. I. Schmalgeächtiger, II. Breitgeächtiger Schädel.

Gesichts-  
breite.

Gesichtshöhe, d. h. der senkrechten Entfernung des Nasen-Stirngrenze vom untersten Rande des Unterkiefers, unterscheidet man Breitgesichter und Schmalgesichter sowie ihre Zwischenformen als Haupttypen der Gesichtsbildung (§. 37 u. 38). Auch kommt in Betracht, ob die Nase, namentlich kurz unter der Nasenwurzel, schmal oder breit gebaut ist.

Wichtiger ist das Verhältnis von Gesicht= und Gehirnschädel. Im allgemeinen steht eine Menschenrasse um so höher, je größer der Hirn= im Verhältnis zum Gesichtschädel ist. Je niedriger eine Menschenrasse steht, um so mehr überwiegt der Gesichtsteil, namentlich die Entwicklung der Kiefer, und um so mehr springt die Mund=

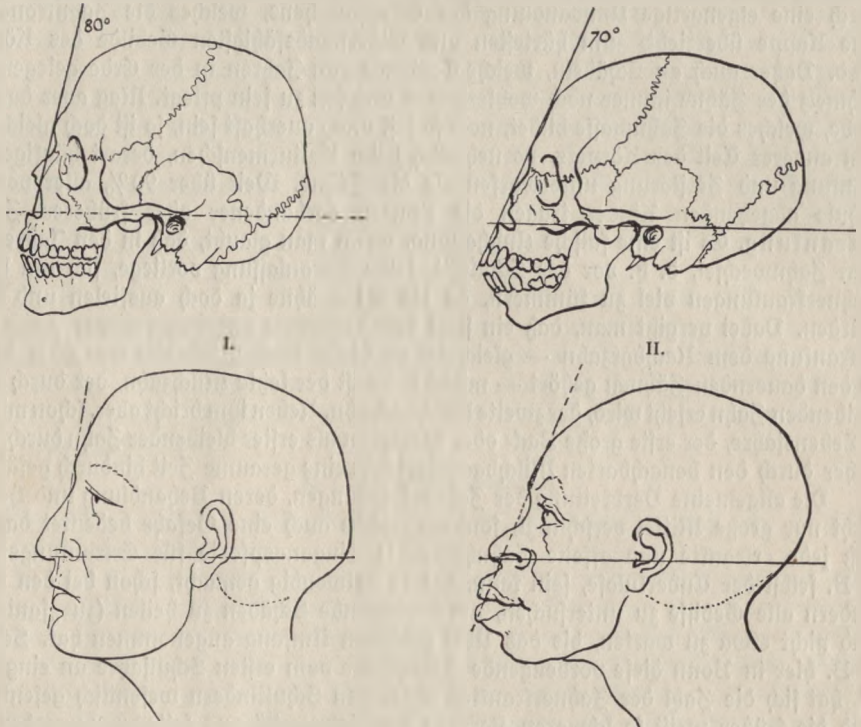


Fig. 39—42. Der Camper'sche Gesichtswinkel: I. beim Europäer; II. beim Neger.

gend vor. Von urzeitlichen Menschenrassen ist das am meisten der Fall bei der sog. Neandertalrasse, von der man Überreste in den verschiedensten Teilen Europas nachgewiesen hat. Von noch lebenden Völkerstämmen sind hier die Ureinwohner Westaustraliens zu nennen. — Schon in der letzten, der sog. Würm-Eiszeit trat uns ein schlank gebauter, mehr schmalgesichtiger, kulturell dem Neandertaler überlegener Menschentypus, der „Aurignac-Mensch“ (so genannt nach dem ersten Fundort) entgegen.

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) und Schiefzähler (prognathe Schädel). Geradzähler sind z. B. die meisten Völker der nordischen Rasse; Schiefzähler die afrikanischen Stämme, die Australneger, viele mongolische Völker usw.

Mathematisch suchte schon der holländische Anatom Petrus Camper († 1789) diese Verhältnisse in dem berühmten Camper'schen Gesichtswinkel (Fig. 39—42) dar=

zustellen. Verbindet man den Knochenvorsprung des Nasenstachels mit der Gehöröffnung durch eine Linie (man kann auch die parallel laufende Verbindungslinie der Wurzeln 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 treten die Kiefer, die Freßwerkzeuge, schmauzenförmig vor.

Dieser „Gesichtswinkel“ beträgt bei den sog. menschenähnlichen Affen bis über  $50^\circ$ , beim erwachsenen Menschen  $60-80^\circ$ , und zwar beim Neger und Kalmüden  $60-70^\circ$ , 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 die Künstler, um dem Charakter des Göttlichen und Übermenschlichen Ausdruck zu geben, einen — in der

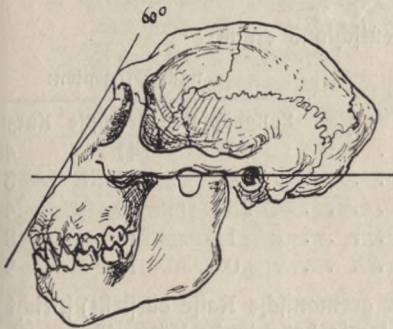


Fig. 43. Schädel des Gorilla mit dem Camper'schen Gesichtswinkel.

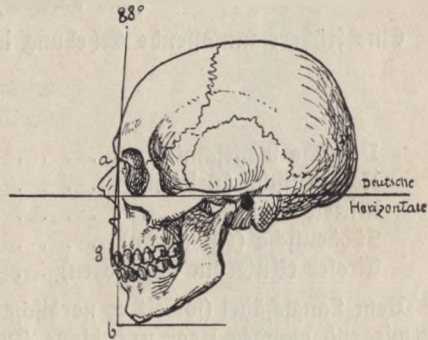


Fig. 44. Profilwinkel.

Wirklichkeit nicht vorkommenden — Gesichtswinkel von  $90-95^\circ$ . Dies tritt namentlich beim Zeus von Otricoli, wohl einem Abglanz des Olympischen Zeus von Phidias, hervor.

Aus Gründen wissenschaftlicher Genauigkeit, die hier nicht erörtert werden können, mißt man heute statt des Gesichtswinkels den sog. Profilwinkel, bezogen auf die „Deutsche Horizontale“ (Fig. 44), eine Linie, welche den tiefsten Punkt des unteren Augenhöhlerrandes mit dem oberen Rand des knöchernen Gehörganges verbindet. Diese Linie wird geschnitten von einer anderen, 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 Schädel sowie Zwischenstufen zwischen diesen. Das Verhältnis von Länge und Breite des Schädels läßt sich leicht in genaue Zahlen bringen, indem man größte Länge des Schädels von vorn nach hinten (Mitte der Stirn bis Hinterhauptstachel etwa) und ebenso die größte Breite mit dem Tasterzirkel mißt und das Längenmaß = 100 setzt.

Profilwinkel.

Schädel-  
index.

Ist 3. B. die größte Länge des Schädels = 192 mm, die Breite = 142 mm, so erhält man den „Schädelindex“ durch die Gleichung:

$$192 : 142 = 100 : x = 73,95.$$

Oder ist die größte Schädelänge = 178, die größte Breite = 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 schon um einen Rundkopf.

Als internationale Maße für den Schädelindex gelten:

65,0—69,9	Über-Langkopf
70,0—74,9	Langkopf
75,0—79,9	Mittelkopf
80,0—84,9	Kurzkopf
85,0—89,9	Über-Kurzkopf
	(und darüber).

Eine frühere umfassende Erhebung in Deutschland ergab:

	nach Prozenten:		
	Langköpfe	Mittelköpfe	Kurzköpfe
Deutsche insgesamt . . . . .	16	41	45
Norddeutsche (Friesen) . . . . .	18	51	31
Mitteldeutsche . . . . .	25	29	46
Süddeutsche (Altbayern) . . . . .	1	16	83
Tiroler (Unterinn bis Bozen) . . . . .	0	10	90

Dem Langschädel (soweit er nordische oder germanische Rasse darstellt) spricht man überwiegend blondes Haar und blaue Augen sowie bedeutende Körperlänge zu; dem Kurzkopf dunkle Haar- und Augenfarbe sowie niedrigen Wuchs, mit Ausnahme der dinarischen Rasse, die von Albanien bis nach Tirol in den Alpen zerstreut, sich durch hohen Wuchs (sog. Defregger-Typus) auszeichnen soll. So hat die neuzeitliche Rassenkunde fünf europäische Rassen aufstellen wollen, und zwar — gänzlich unabhängig von Sprache und Nationalität — die nordische Rasse (hochgewachsen, langköpfig, blond, blauäugig); die westische Rasse (kleingewachsen, dunkle Haut, Braun- oder Schwarzhaar, dunkle Augen); die dinarische Rasse (kurzköpfig, hochgewachsen, kräftig vorspringende Nase usw.); die ostische Rasse (meist „alpin“ genannt); gedrungenen Wuchs, kurzschädlig, dunkeläugig usw.; sowie endlich die ostbaltische Rasse (kurzköpfig, gedrungen gebaut, Haare meist blond, helle Augen). Dazwischen liegen zahlreiche Mischformen. — Günther, der die körperliche Eigenart dieser europäischen „Rassen“ in einem vielgelesenen Buche zusammenstellte (wobei er auf mehreren Vorgängern fußte), bemühte sich auch, diesen Rassen besondere geistige Eigenschaften zuzuschreiben. Ihm und den anderen Rassenethoretikern steht weitaus am höchsten körperlich wie geistig und seelisch die — nordische Rasse.

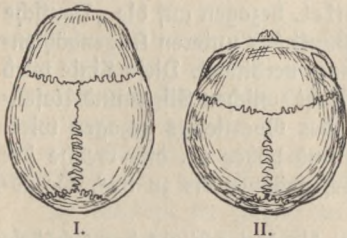


Fig. 45 u. 46. I. Langschädel. II. Kurzschädel.

Wenn ich der Vollständigkeit halber glaubte, die Leser meines Buches auf diese Rassenfrage wenigstens aufmerksam machen zu sollen, so bin ich doch weit entfernt



davon, die hier gegebene Entwicklung als eine zweifellose anzuerkennen; im Gegenteil scheinen mir die „Ergebnisse“ dieser Rassenbestimmung doch in manchem Betracht künstlich konstruiert zu sein.

### § 30. Die Wirbelsäule.

Die Wirbelsäule, die feste Grundsäule des Knochengerüsts und Achse des Körpers, <sup>Wirbelsäule.</sup> fest und zugleich biegsam, setzt sich zusammen 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 Halswirbel,
- 12 Brustwirbel,
- 5 Lenden- oder Bauchwirbel, d. h. zusammen 24 freie Wirbel,
- 5 Kreuzbeinwirbel zu einem Knochen verschmolzen } d. h. 9 unbewegliche Wirbel.
- 4 (manchmal 5) Steißbein- }  
wirbel

Die Wirbelsäule oder das Rückgrat ist eine Knochenröhre, welche das Rückenmark und die Ursprünge der Rückenmarksnerven einschließt. Ihre Länge ist  $2\frac{1}{2}$  mal in der gesamten Körperhöhe enthalten.

Die einzelnen Glieder der Säule oder 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 in der Stärke der Wirbel nicht vorhanden.

Die Bauchwirbelsäule ist bei Weibern verhältnismäßig länger und stärker gekrümmt als bei Männern.

### § 31. Schema der Wirbel.

Jeder wahre oder freie Wirbel bildet einen Ring. Das vordere massige Stück dieses Ringes heißt der Wirbelkörper, das ganze hintere Stück der Wirbelbogen. Dadurch daß alle diese Ringe mit ihrer Öffnung, dem Rückenmarksloch, einer auf den andern gesetzt sind, entsteht ein Kanal, der Wirbelkanal, zur Aufnahme des Rückenmarks. Der Wirbelkanal steht durch das Hinterhauptloch des Schädels mit der Schädelhöhle in Verbindung.

Der Wirbelkörper ist oben und unten glatt wie der Abschnitt eines Zylinders. Er besteht aus einer schwammigen Knochenmasse, wobei zu bemerken ist, daß die Festigkeit der Wirbelsäule vorzugsweise auf ihren starken Bändern beruht.

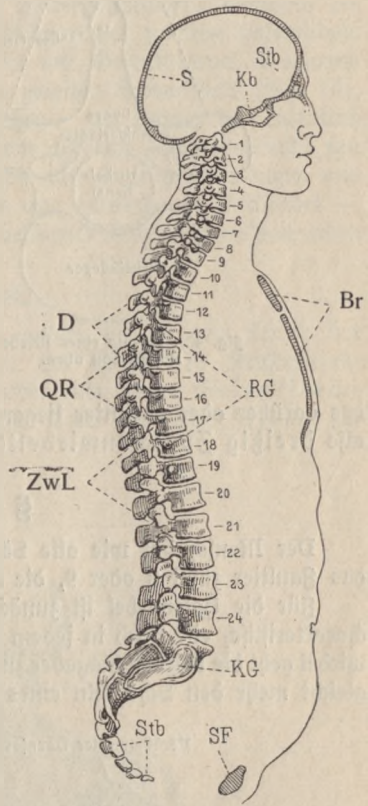


Fig. 47. Die Wirbelsäule als Ganzes. — S Schädeldecke. Stb Stirnbein. Kb Keilbein. D Dornfortsätze. QR Querfortsätze. RG Gelenkflächen für die Rippen. ZwL Zwischenwirbellocher. KG Gelenkfläche des Kreuzbeins zur Verbindung mit dem Darmbein. Stb Steißbein. SF Schamfuge. Br Brustbein.

An jedem Wirbelbogen befinden sich 7 Fortsätze, und zwar:

- 3 Muskefortsätze davon einpaarig: der nach hinten gerichtete Dornfortsatz; zweipaarig: die beiden seitlichen Querfortsätze;
- 4 Gelenkfortsätze 2 obere mit den Gelenkflächen nach hinten; 2 untere " " " " vorn.

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

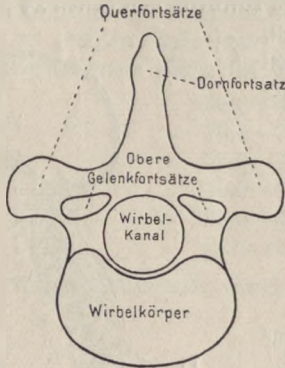


Fig. 48. Schema eines Wirbels. Ansicht von oben.

Da wo Wirbelkörper und -bogen zusammenstoßen, ist am oberen Rand ein flacher, am unteren ein tiefer Ausschnitt. Jeder dieser vereint sich mit dem entsprechenden Ausschnitt



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

des darüber oder darunter liegenden Wirbels zu einem rundlichen Loch. So entstehen also dreißig Zwischenwirbellöcher zum Austritt der Rückenmarksnerven.

### § 32. Halswirbel.

Halswirbel. Der Mensch hat wie alle Säugetiere — selbst die Giraffe — 7 Halswirbel; nur das Faultier 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. 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 Rückenmarkslöch ist mehr dreieckig als

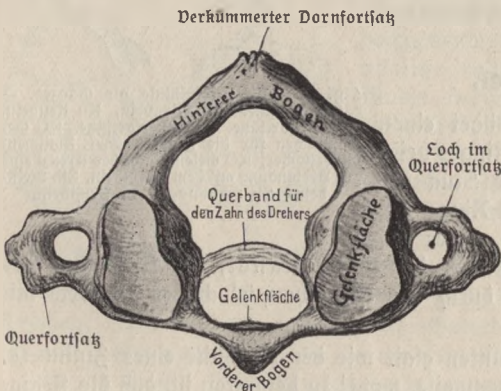


Fig. 50. Der erste Halswirbel.

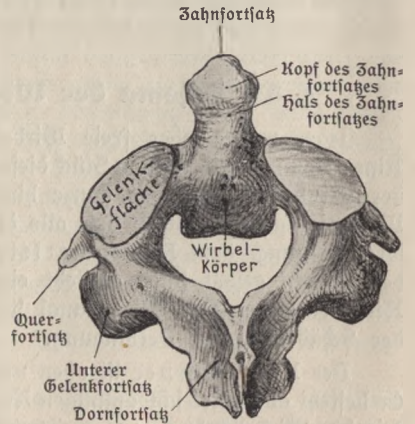


Fig. 51. Der zweite Halswirbel (von hinten her gesehen).

rund. Die beiden ersten Halswirbel nennt man auch Drehwirbel, während die fünf unteren Beugewirbel heißen.

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 Vorsprung sichtbar ist.

Der erste Halswirbel — Atlas genannt, weil er das Haupt trägt wie Atlas die Erdkugel — ist ringförmig und entbehrt des Wirbelskörpers. 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 aufliegen. 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 Wirbelskörper nach oben aufsteigenden Zahn (Fig. 51).

### § 33. Brustwirbel.

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

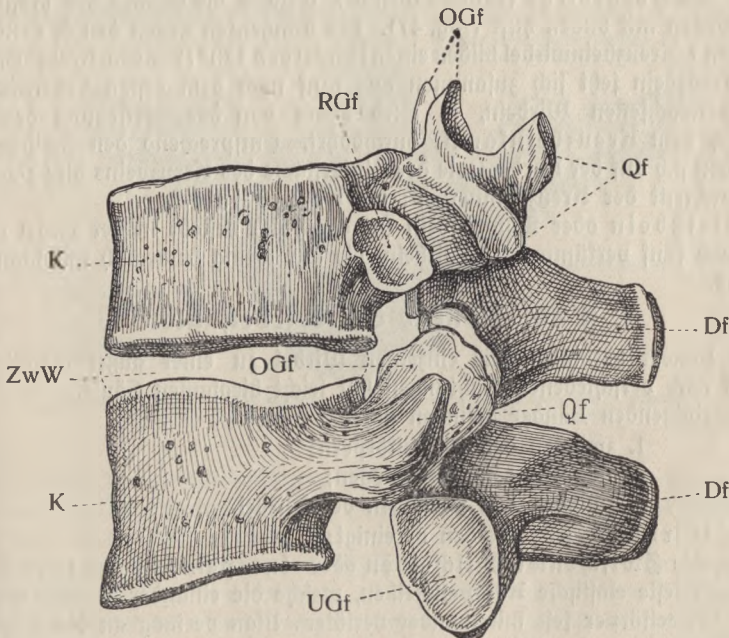


Fig. 52. Letzter Brust- und erster Lendenwirbel. — K: Wirbelskörper; OGf: Oberer; UGf: Unterer Gelenkfortsatz; Qf: Querfortsatz; Df: Dornfortsatz; RGf: Gelenkfläche für die 12. Rippe; ZwW: Lage der Zwischenwirbelscheibe.

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

### § 34. Bauch- oder Lendenwirbel.

Lenden-  
wirbel.

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.

Kreuzbein.

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 Ansatze starker Rückenmuskeln versehene Fläche, in der Mittellinie eine Reihe von Höckern (der Reihe von Dornfortsätzen entsprechend), die zuweilen zu einem First verschmelzen; ferner zwei dicke Seitenflächen zur festen Verbindung mit den Hüftbeinen. Anatomisch findet man in dieser Verbindung die Bestandteile, welche ein Gelenk ausmachen. Beweglichkeit ist indes hier wenig 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 Dorgebirge (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 nach dem ersten Lebensjahre miteinander verwachsenen Wirbeln, es wird daher von der Fortsetzung des Rückenmarkskanals, dem Kreuzbeinkanale, durchbohrt. Entsprechend den Zwischenwirbelhöckern finden sich auf der Vorder- wie der Hinterfläche des Kreuzbeins vier Paar Löcher für den Durchtritt der Kreuzbeinnerven: die Kreuzbeinlöcher.

Steißbein.

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

### § 36. Bänder der Wirbelsäule.

Bänder der  
Wirbelsäule.

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

Die vereinigen Bänder befinden sich:

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

1. Die Wirbelkörper werden vereinigt:

Zwischen-  
wirbel-  
scheiben.

a) durch die Zwischenwirbelscheiben oder =knorpel. 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 — 3. B. beim Aufspringen — ganz erheblich ab.

Die Zwischenwirbelscheiben bestehen in der Hauptsache aus Fasernknorpel, der rund herum einen festen, faserig sich durchflechtenden Ring bildet; die 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 Dide 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 Sieb 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 in der Halswirbelsäule vorne (außer dem zweiten und dritten) etwas niedriger sind als hinten; in der Bauchwirbelsäule sind die oberen Wirbelkörper vorne höher als hinten; nur der letzte Bauch- oder Lendenwirbel ist vorn erheblich höher. Daher ist für die ganze Bauchwirbelsäule die Vorderseite höher (6,7 mm) als die hintere Seite. Anders bei der

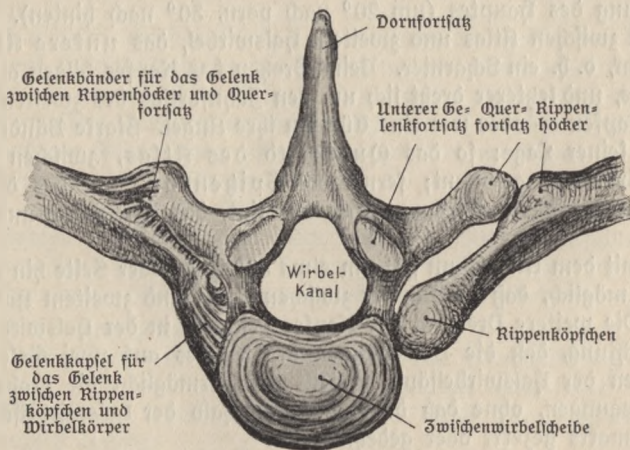


Fig. 53. Ansaß der Wirbelenden an einem Brustwirbel von unten gesehen. Links mit den Bändern dargestellt, rechts sind sie weggelassen.

Brustwirbelsäule, wo die Wirbelkörper keilförmig gestaltet sind, und zwar, entsprechend der Biegung der Brustwirbelsäule nach hinten so, daß die Dide 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 Sotrfall der Belastung wieder zu ihrer früheren Dide aufquellen, so ist die Körper-

länge frühmorgens nach der Nachtruhe größer als am Abend. Der Unterschied beträgt für den Erwachsenen etwa  $1\frac{1}{2}$ —3 cm.

Längs-  
bänder.

b) durch die Längsbänder. Vom Kopf bis hinunter zum Kreuzbein reichend, ziehen sie als lange Bandstreifen sowohl auf der vorderen wie auf der hinteren Fläche der Wirbelkörper — im letzteren Falle also innerhalb des Rückenmarkkanals — herab.

Gelbe  
Bänder.

2. Die Wirbelbögen sind vom zweiten Halswirbel ab bis zum Kreuzbein durch sehr starke elastische Bänder, die sogenannten gelben Bänder (ligg. flava), miteinander verbunden.

3. An den Wirbelfortsätzen befinden sich

Kapsel-  
bänder.

a) an den Gelenkfortsätzen Kapselbänder für die Gelenke der Wirbel, wie ein jedes Gelenk solche besitzt (Sig. 53),

Zwischen-  
dornbänder  
und Spitzen-  
band.

b) zwischen den Dornfortsätzen die Zwischendornbänder und über die Spitzen der Dornfortsätze hinlaufend das Spitzenband. 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.

### § 37. Gelenke zwischen Kopf und Hals.

Gelenke  
zwischen  
Atlas und  
Hinterhaupt.

Das Gelenk zwischen Atlas und Hinterhaupt (oberes Atlasgelenk) ist ein Scharniergelenk und gestattet nur Senken und Heben (Beugung und Streckung) oder Nickbewegung 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, zwischen den Seitenteilen dieses Wirbels ausgespannt; ferner das Spitzenband, 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 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.

Beweglich-  
keit 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, auch individuell stark verschieden, so daß die Angaben sehr voneinander abweichen. Im Brustabschnitt der Wirbelsäule, wo der Wirbelkanal 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 — meist recht gering. Namentlich gilt dies für das Stück zwischen dem 2. bis 9. Brustwirbel, das für Beugung und Streckung als ziemlich starr 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 oder Kreiselung um die senkrechte Achse:

a) im Rumpfteil 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° 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 über 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 Halsteil. 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):  $75 + 35 + 70 = 180^\circ$ , so vermag man bei unverrückter Fußsohle das Gesicht nach jeder Seite um 180° herumzudrehen, kann also aus dem festen Stand durch äußerste Drehung des Gesichtes nach rechts wie nach links den ganzen Horizont — 360° — ringsum mit den Augen beherrschen.

Drehung des Halses.

2. Seitwärtsneigung:

a) des Oberkörpers nach rechts und links oder Rumpfbiegen 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.

Seitwärtsneigen des Rumpfes.

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.

Seitwärtsneigen 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 Schlaffheit der Gelenkbänder sind oft weit größere Bewegungsgrade, bei Zirkuskünstlern („Kautschukmännern“) manchmal in fast unglaublichem Maße möglich.

## 3. Beugung und Streckung:

Beugen und  
Strecken des  
Rumpfes.

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



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.

wirbelsäule allein etwa  $90^\circ$ , wovon etwa  $60^\circ$  auf die Beugung,  $30^\circ$  auf die Streckung oder vielmehr Überstreckung kommen.

Rumpf-  
beugung und  
Rücken-  
biegung.

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 Oberschenkelköpfe 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



Fig. 56. Rumpffenken vorwärts.



Fig. 57. Tiefes Rumpffenken vorwärts.



Fig. 58. Rumpfbeugen rückwärts.



Fig. 59. Rumpfbreihen.



der bei dieser Bewegung stark gedehnten Beugemuskeln an der Hinterseite des Oberschenkels, welche dort zwischen dem Sitznorren 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 (Nackbewegung 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 (Siß).

Beugen und Strecken des Halses.

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

Der bewegliche Stab der Wirbelsäule ist mit seinem Endknochen, dem Kreuzbein, in den geschlossenen Knochenring des Beckens eingefeilt. 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 Gegenkrümmungen entsprechen, so daß schließlich der krönende Kopf gerade aufrecht auf der Wirbelsäule balanciert werden kann (s. Fig. 60 u. 61).

Natürliche Krümmungen der Wirbelsäule.

Die Wirbelsäule des erwachsenen Menschen ist nämlich in einer Schlangelinie 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- oder 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 beim Liegen auf dem Rücken sich die Krümmungen nicht mehr ausgleichen. Vielmehr bleiben die Bögen sowohl der Halsbiegung als auch der Lendenhölung 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 Lendenteil vorn etwas höher als hinten, während namentlich im oberen Brustteil das Verhältnis umgekehrt ist.

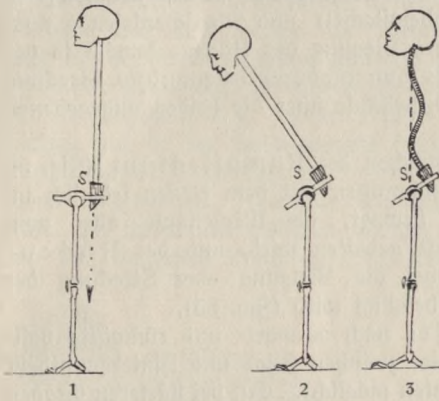


Fig. 60 u. 61. S = Schwerpunkt.

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.

Dabei sei vorausgeschickt, daß es für die körperliche Erziehung des Kindes durchaus verkehrt, ja schädlich ist, der Natur vorgreifen und das Kind aufrichten zu



Fig. 62. Kind in Bauchlage.

wollen durch passive Unterstützung, bevor seine Muskeln genügend erstarrt sind, um ihm zu erlauben, sich selbst aktiv aufzurichten. Das erste, was beim Säugling frühzeitig erstarrt, um einen Anfang zur selbständigen Aufrichtung des Körpers zu machen, das ist die Nackenmuskulatur, und die geeignetste Lage, um dem Kinde bei zunehmender Muskelkraft den Versuch zur Aufrichtung seines Kopfes nahezulegen, ist die Bauchlage, die auch sonst als Ruhelage für das Kind — falls es nicht schlummern soll — große Vorteile bietet. Das Kind in Bauchlage (Fig. 62) zeigt bald schon die Begierde,

seine Umgebung zu sehen und dazu den Kopf zu heben. Gelingt dies zunächst immer nur auf wenige Minuten, so machen die unausgesehten Versuche, die Umwelt sich vor Augen zu bringen, doch immer mehr die Nackenmuskeln kräftiger, bis es ihm tatsächlich gelingt, nicht nur den Kopf, sondern auch schon den Brustteil des Rumpfes zu heben und sich sogar auf seine Arme vorn zu stützen. So werden nicht nur die Nacken-, sondern auch die Streckmuskeln des Rumpfes geübt und kräftiger. Aus dieser Stellung kann dann auch allmählich der erste Versuch einer Fortbewegung des Körpers erfolgen: nämlich der Vierfüßlergang auf Ellbogen und Knien, der sich dann später zu den Kriechübungen auch des mehr herangewachsenen Kindes entwickeln läßt. Lernt doch das Kind nach einigen Monaten, infolge dieser Kräftigung seiner Rücken-Streckmuskeln, daß es, wenn beide Oberschenkel fixiert werden, bereits eine kleine Weile den Oberkörper frei in der Schwebelage halten kann.

Diese Kräftigung der Rückenmuskulatur gestattet dem Kinde dann auch bald, statt der steten Bauchlage schon die Sitzlage einzunehmen und frei von selbst aufrecht zu sitzen (Fig. 63). Das ist selbstverständlich ein weit wertvollerer Gang der Körpererziehung, als wenn mit künstlicher Unterstützung vorzeitig das Kind dazu gebracht wurde, aufrecht zu sitzen, wobei die Wirbelsäule bereits nach hinten ausgewölbt wurde.

Und nun kann man ruhig abwarten, bis das Kind sich kräftig genug fühlt, um sich, mit Hilfe zunächst eines Tischbeins oder eines Stuhlstempels, allmählich aufrecht zu



Fig. 63. Sitzendes Kind.



Fig. 64. Kind aufgerichtet.

stellen und, wenn dies gelungen, die ersten Versuche auch zur Fortbewegung aufrecht auf zwei Füßen zu machen und den bereits erworbenen Vierfüßlergang, der in hervorragender Weise das Skelett des Rumpfes und die den Rumpf umgebenden Muskeln gekräftigt hatte, durch die ersten Gehversuche in aufrechter Haltung zu ersetzen. Diese naturgemäße Art, die Erwerbung des aufrechten Stehens und Gehens dem mit genügender Erstarfung der kindlichen Rumpfmuskulatur von selbst erwachenden Trieb zur Aufrichtung des Körpers zu überlassen, bedeutet für das Kind eine große Errungenschaft in seinem Dasein, wozu die Vorbedingungen in seinem Körperbau gegeben sind. Diese Errungenschaft künstlich beschleunigen zu wollen, ist ein schwerer Fehler. Mit Recht macht Spitzky darauf aufmerksam, daß der vorausgehende Vierfüßler- oder Kriechgang geeignet ist, die Entstehung von frühen Haltungsfehlern der Wirbelsäule zu verhindern

oder schon entstandene auszugleichen. Es ist die Errungenschaft des aufrechten Stehens und Gehens die, welche der zweiten großen Errungenschaft im Dasein des Kindes vorausgeht: nämlich dem allmählichen Erwerb der Sprache.

So treten naheinander die typischen Krümmungen der Wirbelsäule, wenn auch zunächst nur vorübergehend, auf: mit dem Heben des Kopfes die Vorwärtskrümmung der Halswirbelsäule; sodann, nach Erlangung der Fähigkeit, von selbst aufrecht zu sitzen, die Biegung des Rückgrats im Brustteil zu einem großen Bogen nach hinten; vermag dann das Kind im Stehen zugleich den Kopf nach rückwärts zu heben, so sind zuerst gleichzeitig bei der Wirbelsäule die Halsbiegung nach vorn sowie die Biegung der Brustwirbelsäule (bis hinab zur Lendengegend) nach hinten vorhanden.

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 imstande ist, sich zuerst aufrecht zu stellen (Fig. 64). Denn nunmehr führt die Notwendigkeit, den Schwerpunkt des Körpers über dessen Unterstüßungsfläche 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 abgeknickt 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 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.

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 (kyphotische) 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 Fortpflanzung auf Kopf und Gehirn wirksam abgeschwächt werden, was bei geradliniger Fortpflanzung nicht der Fall wäre.

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

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, welche 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).

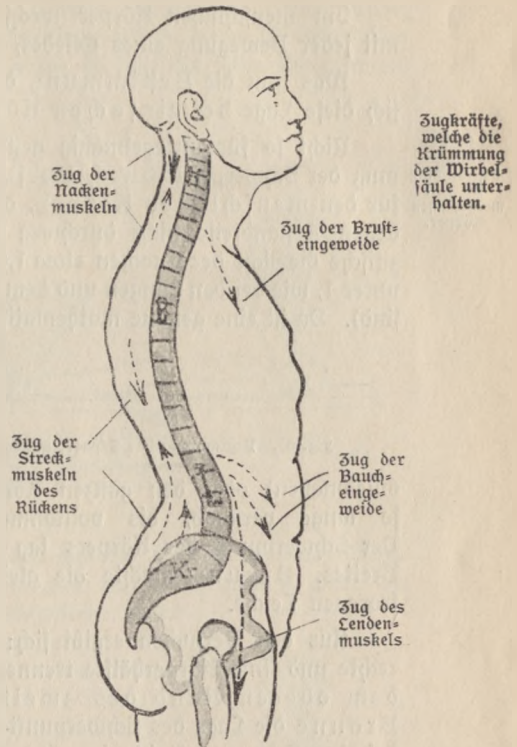


Fig. 65. Richtung der Zugkräfte, welche die Wirbelsäule in ihren Krümmungen erhalten. H Hals-, B Brust-, L Lendenwirbelsäule, Kr Kreuzbein.

## § 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 (Bleisentel oder Lot) gibt die Richtung der Schwerkraft an und heißt die Schwerlinie.

Schwerpunkt.

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.

Schwer-  
punkts-  
bestimmung  
für den  
menschlichen  
Körper.

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 etwa 1,6, das der Muskelmasse 1,04, ja bei manchen Teilen unter 1, wie bei den Lungen und dem Darmkanal, die mit Luft und leichten Gasen gefüllt sind). Da ist eine genaue mathematische Bestimmung nicht möglich. Man hat hier den



Fig. 66. Bestimmung des Schwerpunktes.

Schwerpunkt (schon *Borelli*, 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 balanziertes 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.

Aus den Versuchen ergibt sich: Der Schwerpunkt liegt beim Kumpf 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. in stande, 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 Unterstüßungsfläche, auf welcher wir uns befinden, noch treffe.

Je kleiner die Unterstüßungsfläche oder je größer die Entfernung des Schwerpunktes von der Unterstüßungsfläche ist, um so größer ist die Gefahr des Umfallens. Die Unterstüßungsfläche des aufrecht stehenden menschlichen Körpers ist die Fußsohle. Ruht der Körper auf beiden Füßen, so fällt die Schwerlinie in einen Raum, welcher von den Verbindungslinien der Endpunkte der Fußumrißlinien umschlossen wird (Fig. 67). Bei der sogenannten Grundstellung des Turn- und Exerzierplatzes,

\*) 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 exzentrischen Scheibe unterhalb des Zentrums, so ist labiles Gleichgewicht vorhanden: sobald die Scheibe eben bewegt wird, fällt sie sofort in die Stellung II herab.

wo die Füße in einem nach vorn offenen Winkel zueinander stehen, unter Berührung der Ferse, soll die Schwerlinie in die Halbierungslinie dieses Winkels fallen (Fig. 68). Steht der Körper nur auf einem Fuß, so fällt die Schwerlinie in ein



Fig. 67.

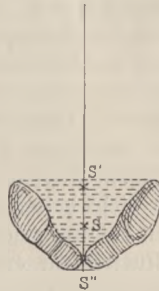


Fig. 68. Stellung der Füße bei Grundstellung. Der Schwerpunkt kann in S (Normalhaltung), in S' (Militärhaltung) oder S'' (mehr bequeme Haltung) fallen.



Fig. 69. a b c Sohlendreieck.

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 Fersehänders (c). Am kleinsten wird die Unterstüßungsfläche, und damit auch der Stand am unsichersten, beim Zehenstand.

Für die Sicherheit des Standes ist es nicht gleichgültig, in welchen Punkt der Unterstüßungsfläche des Fußes die Schwerlinie fällt. Am sichersten ist der Stand, wenn die Schwerlinie in das vordere Ende des Sprungbeingelenkes — oder bei der Grundstellung in die Mitte der die Vorderenden der Sprungbeingelenke beider Füße verbindenden Linie fällt. Der Schwerpunkt kann aber ebensowohl weiter nach vorn zur Fußspitze wie nach hinten bis nahe zum Fersetrand gelegt werden — doch ist die wirksame Sohlenfläche beim Stehen auf bloßen Füßen insofern verkleinert, als die Gefahr des Umstüßens bereits droht, wenn die Schwerlinie sich bis auf 3 cm dem Sohlentrand nähert. Bei Stiefelsohlen sind diese Grenzen erweitert, so daß die Schwerlinie sich bis auf 1,5 cm dem Sohlentrande 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 — z. B. beim Stehen eines Schiffers auf schaukelndem Kahn — schließlich ganz automatisch, während der Ungeübte hier sich nur mit Mühe aufrecht erhalten kann.

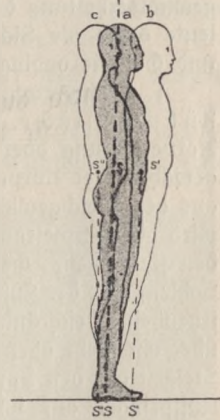


Fig. 70. Verschiebungen der Schwerlinie S, S', S'' bei mittlerer Haltung, Vornüber- und Hintenüberlegen.

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.

Gleich-  
gewichts-  
erhaltung  
und -übung.

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 Balanzieren 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 balanzieren, 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.

Verringerung der  
Unterstützungsfläche.

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 Hans- 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 (Schwebebaum, 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 unserem Schulturnen ist es namentlich der Schwebebalken oder die Schwebeantenne, 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 Unterstüßungslinie, 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 Lendenteil der Wirbelsäule bewirkt. Bei herabhängenden Armen sind es die rechts und links der Wirbelsäule entlang gelegenen Rückenmuskeln, welche die Wirbelsäule balanzieren, 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 Schwangung 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 Balanzierstange, halten.



Fig. 71.



Fig. 72.

Die Verringerung der Unterstüßungsfläche 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 und 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.

Verbiegungen des Schwerpunktes durch bestimmte Bewegungen.

2. Verschiebungen des Schwerpunktes bei an sich schon erschwelter Gleichgewichtserhaltung. Ist schon das Waghaltan des Körpers im Stand bei solchen Bewegungen, 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, zusammengesetzten Hände; die Standwage (wagehalbstehende Ausgangstellung der



Fig. 75. Gerade Haltung der Wirbelsäule.



Fig. 76.

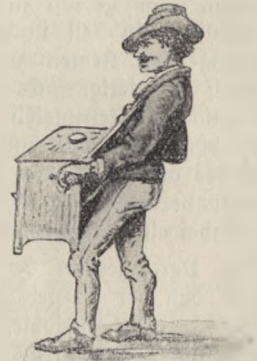


Fig. 77.

(schwedisches Gymnastik) in ihren zahlreichen Formen mit Armbewegungen, Beugen und Strecken des Standbeines, Vor- und Rückwärtspreizen des standfreien Beines, und was da alles noch hinzugehört\*).

### 3. Verlegung des Schwerpunktes durch Fremdlast.

Schwer-  
punktsver-  
legung nach  
oben 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 Finger Spitze balanciert wird. Denn bei jeder Neigung der Wirbelsäule würde die Fremdlast, falls sie auf dem Kopfe lose aufliegt, herunterfallen oder, wenn

\*) 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 umknicken. 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 Tat 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 „Turnkrone“ 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 verschiebt (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).

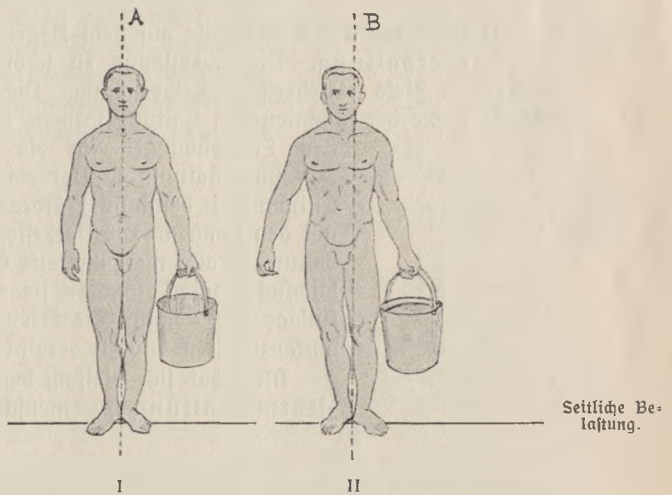


Fig. 78 u. 79. Seitliche Verbiegung bei einseitiger Belastung, in I ist der Eimer leer, in II gefüllt. A und B Schwerlinien. (Nach Richter.)

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

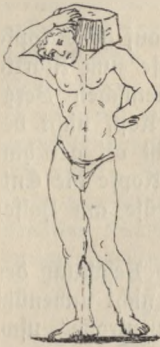


Fig. 80 (nach Leonardo da Vinci).



Fig. 81.

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 gleiche 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 balanziert, 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.

## § 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.



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

Gute Haltung ist Vorbedingung für die rechte gesundheitliche Entwicklung bestimmter Körperteile, so namentlich des Brustkorbs mit den Lungen. Die Verbesserung schlechter, fehlerhafter Körperhaltung ist also 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,

\*) 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 gefrorenen 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. Halswirbels 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 Fersenknochens 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 Mittelpunkte 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, öffnete sich nun plötzlich diese Tür, nach rückwärts taumeln würde.

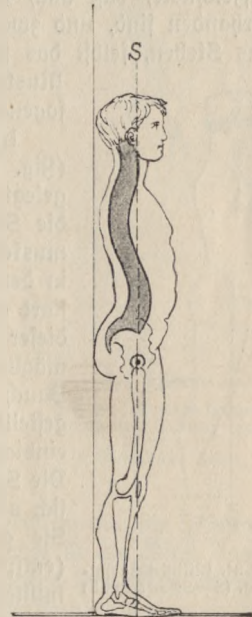


Fig. 83. Normal- oder aufrechte Geradhaltung.

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 Unterstüßungsfläche 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 den Rumpf auf den Schenkelköpfen im 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 Junk und Katzenstein um 22%. Ebenso wies Leitenstorfer nach, indem er die Bewegungen der Helmspitzen 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.

Militärische Haltung.

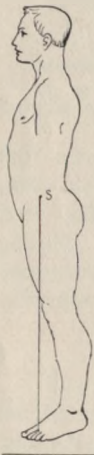


Fig. 84. Militärische Haltung. (S = Schwerpunkt.)

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 Gesäßmuskeln 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 Köpchen 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 Gesäß 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 vorangegangenen Anündigungsbefehl 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 Anündigungs- und Ausführungsbefehl liegt, durch „Vornüberlegen“ eingenommen, also nur ganz vorübergehend.

Bequeme Haltung.

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-

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.

Als bequeme Haltung oder „bequemer Stand“ galt nach dem Züricher Anatomen G. von Meyer eine Haltungsart, bei der das Becken vorgeschoben ist und der Rumpf nach hinten fallen würde, wenn er nicht durch den Widerstand des Bertinischen Bandes (vorderes Hüftband zwischen vorderem unterem Darmbeinstachel und Oberschenkelbein) gehalten würde und ohne Muskelspannung wie ein „festgestellter Hebel“ an diesem Band hinge. Tatsächlich werden auch bei dieser Haltungsart — wie Braune und Fischer zeigten — eine Anzahl von Muskeln dauernd angestrengt. Eine symmetrische „bequeme“ Haltung, bei der der Körper ohne jede Muskelspannung frei, „wie ein festgestellter Hebel“, auf seinen Füßen steht, gibt es nicht.

### § 43. Einige häufigere Haltungsformen.

Neben der normalen Haltung beim schönen, aufrechten Stand gibt es noch einige häufiger vorkommende Abweichungen in der Form der natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule, welche unsere Beachtung verdienen.

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 ererbter Anlage zu flachem Rücken vor allem in schwächerer Muskelentwicklung und mangelnder Muskelenergie zu suchen (Fig. 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 Verbißung 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 abgebogen wird (Hoffa). Ebenso findet man flachen Rücken (neben Trichterbrust; s. u.) als Berufstypus bei Schuhmachern (Lüning und Schultheß).

Bei Kindern mit so gestalteter Wirbelsäule ist neben einer Hebung des Allgemeinbefindens durch reichliche Ernährung, Aufenthalt in einer Waldschule, auf dem Lande usw.

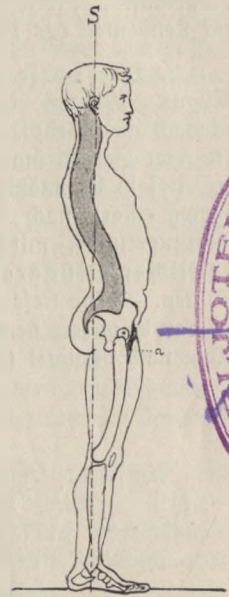


Fig. 85. Bequeme Haltung („natürliche Haltung“ nach Meyer).

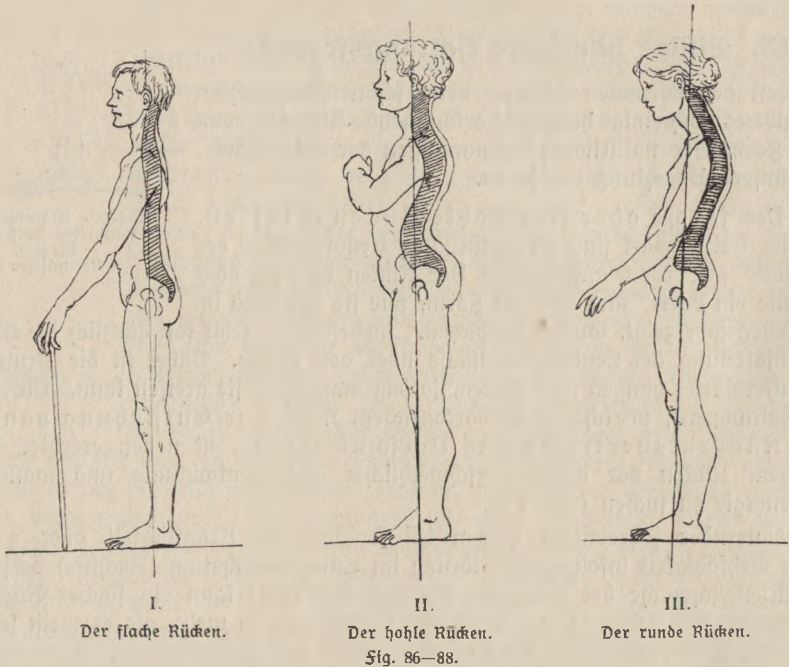
a Bertinisches Band.



vor allem ein reichliches Maß von Bewegung vonnöten. Turnerisch sind am wirksamsten: eine straffe Geh- und Lauffchule; kräftige Rumpfübungen, von denen namentlich die „Spannbeuge“ (Fig. 112) 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 dementsprechende 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 Gesäß springt stark nach hinten vor; der obere Rücken ist rundlich gewölbt. Dieser Haltungstypus, mit kräftiger Rückenmuskulatur vergeschwistert, 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 Gesäßes die Biegelinie 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.

3. Der runde Rücken. Je nach Entstehungsursache und Lebensalter sind hier mehrere Formen zu unterscheiden.



a) Der runde Rücken der Jugend (Fig. 88) ist in gesundheitlicher Beziehung weit- aus die wichtigste Form. Diese schlechte Haltung 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 konvexen 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 vor- gewölbt. Die ganze Haltung macht den Eindruck der Schlass- heit und Schwäche. Dabei braucht nicht immer wirkliche Muskel- schwäche vorhanden zu sein — manche Schüler, denen solche schlechte Haltung zur Gewohnheit geworden ist, sind auf Befehl leidliche Turner —, diese üble Haltung ist vielmehr das Er- gebnis mangelnder Willenskraft und Energie, der Bequemlichkeit, des Sichgehenlassens (Fig. 89).



Fig. 89. Runder Rücken.

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

Was nun, abgesehen von jener geistigen Schlassheit, 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 Rücken- muskeln; bei Schulbüchern mit zu kleinem Druck; bei schlechter Beleuchtung des Arbeitstisches und häufigem Lesen und Schreiben im Zwielicht, stundenlangem Klavier- spiel usw. Wesentlichen Vorschub leistet bei alledem beginnende oder ausgebildete Kurzsichtigkeit.

Die schlechte vornübergebeugte Haltung des runden Rückens in ihren verschiedenen Graden ist in unseren Schulen sehr häufig und nimmt mit den Schul- jahren 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 „Gerad- halter“ beim runden Rücken unnütz sind, wenn die Kräftigung der Streckmuskeln des Rückens durch straffe Übung vernach- lässigt und damit die Wurzel des Übels nicht behoben wird.

Neben den sonstigen Maßnahmen im Schulleben zur Ver- hütung schlechter Haltung beim Lesen und namentlich beim Schreiben sind an der Tischante leicht anzubringende Vorrich- tungen, wie die Schreibstütze zum Auflegen des Kinns von Soennecken oder ein Stirnrahmen (Staffel; Kollmann), von Nutzen (Fig. 90).



Fig. 90. Stirnrahmen.

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

b) Der runde Arbeitsrücken. Schwere körperliche Arbeit, die vor- wiegend 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. 91).



Fig. 91.  
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; hier wird mithin die tägliche schwere Berufsarbeit wohl in erster Linie als verbildende Ursache anzuschuldigen sein.



Fig. 92.  
Der runde Greisenrücken.

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. Allein sehr oft ist dies nicht der Fall, und die Haltung der Radfahrer ist dann stets, selbst bei langsamem Fahren, eine schlechte. Bei schnellerem Fahren wird aber jeder Radfahrer 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 Radsport 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 Knüpfungen der Wirbelsäule in der Richtung von vorn nach hinten — Lordose oder Einbiegung der Wirbelsäule und Kyphose oder Buckel —, wie sie in Folge von Wirbelerkrankungen, Erkrankung des Hüftgelenkes, Lähmungen usw. entstehen, fallen lediglich der fachärztlichen Fürsorge anheim.

## § 44. Die seitliche Rückgratsverkrümmung.

### 1. Vorübergehende seitliche Rückgratsverkrümmung.

Der Umstand, daß das Kreuzbein als Träger der Wirbelsäule in das Becken fest eingefeilt 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. 94) folgen, der Körper seitlich umfallen, wenn nicht die Lendenwirbelsäule eine Umbiegung nach der entgegengesetzten Richtung (e f Fig. 94) erzführe. Eine weitere Gegenkrümmung bewirkt, daß der die Wirbelsäule krönende Kopf in die senkrechte Linie über die Beckenmitte gebracht und das Gleichgewicht hergestellt wird.

Eine solche Schiefstellung des Beckens mit ihren Folgen tritt in der Ruhestellung ungemein oft dadurch ein, daß der Körper nur auf einem Beine 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 Ruhestellung 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. 95, 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 stetig vorhanden 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.

Seitliche Rückgratsverkrümmung. Vorübergehende seitliche Verkrümmung.

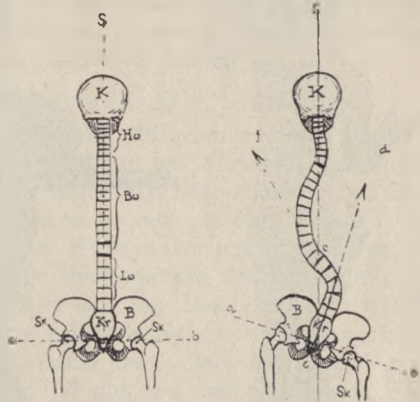


Fig. 93 u. 94. Seitliche Rückgratsverkrümmung bei Schiefstellung des Beckens. S Schwerlinie; K Kopf; Hw Halswirbelsäule; Br Brustwirbelsäule; Lw Lendenwirbelsäule; Kr Kreuzbein; B Becken; a b quere Hüftgelenkachse; Sk Obersehenkelkopf.



Fig. 95. Krümmung der Wirbelsäule beim Ruhen des Körpers auf einem Bein. Die Schwerlinie ist punktiert.

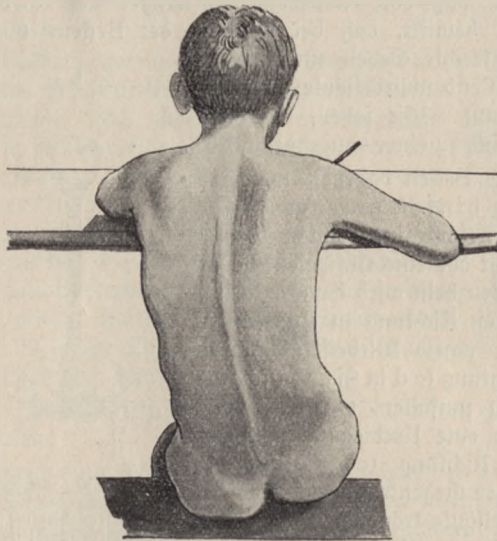


Fig. 96. Seitliche Rückgratsverkrümmung bei Sitz auf dem linken Gesäß.



Fig. 97. Krümmung der Wirbelsäule bei einseitiger Belastung durch Schulmappe.

Schiefstellung des Beckens entstehen (Fig. 96). Gewöhnlich ist 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.



Fig. 98.

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 umgeschlalltem Riemen zusammengehaltener Stoß von Büchern) im Ellbogenwinkel des gebeugten Armes mit Aufstützen auf den Beckenrand in der Hüftseite gehalten wird (Fig. 97).

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.

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. 98). Auch Schlafen auf unzuweckmäßiger 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 Skliososen unterscheiden wir, wenn nur eine einzige seitliche Verbiegung in dem oder jenem Abschnitt der Wirbelsäule vorhanden ist, oder (als Totalskoliose) die gesamte Wirbelsäule in sich begreift, die einfache Skoliose gegenüber der zusammengesetzten Skoliose, die entsteht, wenn sich einer Krümmung im benachbarten Teil der Wirbelsäule eine oder mehrere Gegenkrümmungen hinzugesellen. Nicht selten ist die seitliche Verbiegung des Rückgrats 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 Rippenbündel besonders stark vor.

Nach praktischen Gesichtspunkten unterschied man bisher Skliososen ersten, zweiten und dritten Grades.

1. Skliososen ersten Grades nennt man solche noch leichten Verbiegungen, die durch willkürliches straffes Aufrichten bei der Untersuchung ganz zum Verschwinden gebracht scheinen. Nach Aufhören dieser Straffung, d. h. sobald nach wenigen Minuten die Rückenmuskeln wieder erschlaffen, ist auch die leichte Verbiegung wieder vorhanden. — Diese sog. Skliososen oder Asymmetrien in der Haltung des Rückens sind bei unseren Schültern die weitaus häufigsten. Durch gutgeleitete Sonderturnstunden, in denen Haltungsturnen vorwiegend betrieben wird, ist es möglich, solche Asymmetrien, soweit sie auf Muskelschwäche beruhen, zu beseitigen.

2. Anders liegt die Sache bei Skliososen zweiten Grades, bei denen die seitliche Verbiegung nicht mehr willkürlich durch straffe Haltung für einige Minuten zum Schwinden gebracht werden kann. Höchstens im freien Hang an den Händen oder am Kopf kann durch den Zug des Körpergewichts sich die Verbiegung vorübergehend ganz oder in der Hauptsache ausgleichen. Übrigens kann schon bei Skliososen zweiten Grades eine Torsion der Rippen, d. h. ein nachweislicher Rippenbündel, vorhanden sein. Man gewahrt

einen solchen bei tiefer Rumpfbeuge, wo beim Disieren über den Rücken das Höherstehen der einen Brustkorbseite, wie es durch Verdrehung der Wirbelsäule entsteht, sichtbar wird. Sicherer noch ist die Anwendung des Nivellierzirkels von Dr. Schultheß, der auch den Vorzug hat, die Größe des Höhenunterschiedes ziffermäßig bestimmen zu können. Das Vorhandensein eines solchen Rippenbuckels ist für den Erfolg jeder Behandlung ein ungünstiges Anzeichen. 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 und haben die Wirbelkörper in ihrer Form sich derart der Verbiegung angepaßt, daß die Wirbelsäule weder durch Hang noch Zug u. dgl. auch nur etwas gerade gestreckt werden kann — infolge der Veränderungen an den Knochen und Bändern der Wirbelsäule.

Alle Skoliosen zweiten und dritten Grades können nur vom Sacharzt behandelt werden.

Die Ursachen der Skoliose sind mannigfaltig. Meist reichen ihre Anfänge in die ersten Lebensjahre zurück, wo die Wirbelsäule mit ihren natürlichen Krümmungen noch in der Entwicklung begriffen ist. Bei kleinen Kindern, deren Haut noch stark fetthaltig ist und den Verlauf der Wirbelsäule nur schwer erkennen läßt, abgesehen davon, daß solche Kinder auch schwer imstande sind, ihren Körper willkürlich gerade zu richten, übersieht man meist die Anfänge der Verbiegung. Es ist ferner zweifelhaft, ob bei einer gesund sich entwickelnden Wirbelsäule der bereits über 6—7 Jahre alten Kinder lediglich durch gewohnheitsmäßige nachlässige Haltung, namentlich beim Sitzen in der Schulbank, noch Skoliose zustande kommen kann. Man nahm das früher an und sprach von habitueller „Schulskoliose“, die geradezu eine „Sitzkrankheit“ sei.

Heute sind wir zu der Anschauung gekommen, daß jedenfalls zu dem Einfluß gewohnheitsmäßiger schlechter Haltung noch ein anderes hinzukommen muß, das ist verminderte Widerstandsfähigkeit des Skeletts, seiner Bänder und der haltenden Muskeln infolge allgemeiner Körperschwäche, Blutarmut und ganz besonders von Rachitis. Bei einer anderen Gruppe von Rückgratverbiegungen liegt die Ursache in dauerndem Schiefstand des Beckens bei ungleicher Beinlänge. Wir bezeichnen solche Fälle als statische Skoliosen. Zu diesen rechnen wir noch hinzu die Skoliosen bei halbseitigen Muskellähmungen am Rumpf (als Folge von Hirn- oder Rückenmarkserkrankung in den Kinderjahren), ferner bei Muskelverkürzungen wie beim Schiefhals, bei einseitiger angeborener Hüftgelenkverrenkung, bei einseitigem Plattfuß u. dgl.

Die Häufigkeit der Skoliosen ist eine ungemein große, wenigstens wenn man — wie meist noch geschieht — jede Asymmetrie in der Haltung des Rückens dahin rechnet. 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 Hassle 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 aus-

Häufigkeit  
der  
Skoliose.

gesprochen, 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). Jene 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 aber 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 Schwächeständen 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. 100). 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 Muskel-erkrankung 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 Lendentheil vorhanden ist. Für die direkte Messung dienen als gut durch die Haut durchfühlbare Knochenpunkte: der vordere obere Darmbeinstachel; der große Rollhügel; das Köpfchen des Wadenbeins am Knie; der äußere Fußknöchel. Bei Schiefstand des Beckens befinden sich die an jedem Körper gut sicht- und durchfühlbaren

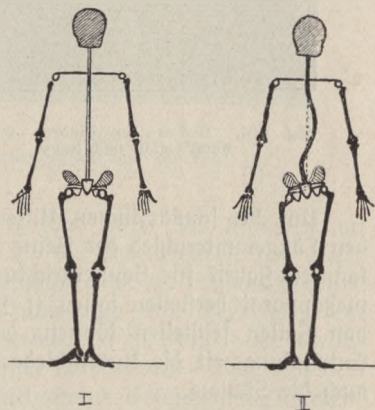


Fig. 99 u. 100. Entstehung von Rückgratsverkrümmung bei ungleicher Beinlänge (Statische Skoliose). In I gerade Wirbelsäule bei gleicher Beinlänge. In II ist das rechte Bein länger, die durch die Hüftgelenke gelegte Achse steht schief, und die Wirbelsäule zeigt entsprechende Biegungen.

Darmbeinstachel niemals in einer horizontalen Linie, wenn der Körper in Grundstellung geradegestellt 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 Wirbelkörper 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.

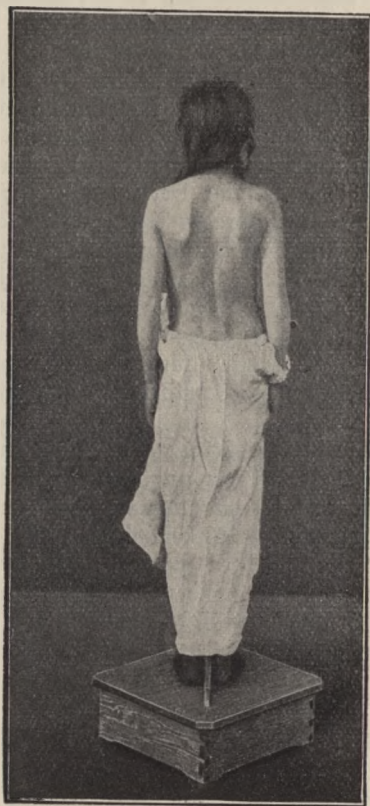


Fig. 101. Rücken des Kindes: Statische Totalskoliose nach links.

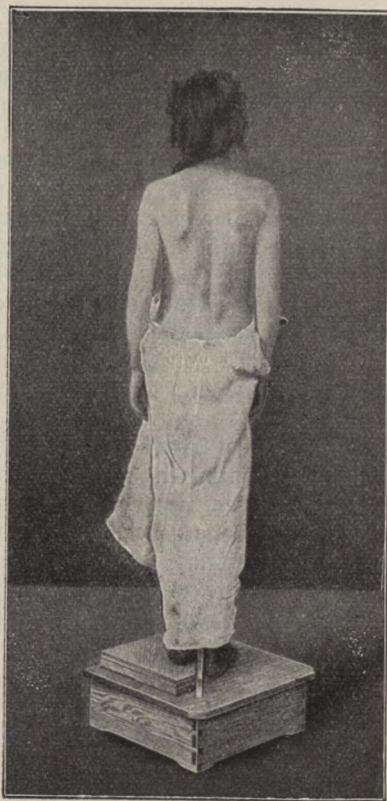


Fig. 102. Ausgleich durch Unterlegen von Brettchen unter das verkürzte linke Bein.

Um bei schulärztlichen Untersuchungen die Senkung der einen Beckenseite bzw. 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. 101 bis 104). Übrigens habe ich in einer Reihe von Fällen feststellen können, daß bei dem starken Wachstum 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 — diese wohl die häufigste. Die zahlenmäßigen Angaben der Schulärzte weichen außerordentlich voneinander ab.



So fanden Scholder, 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 8jährigen Schülern waren es 7,8 % Knaben und 9,7 % Mädchen, bei den 16jährigen 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

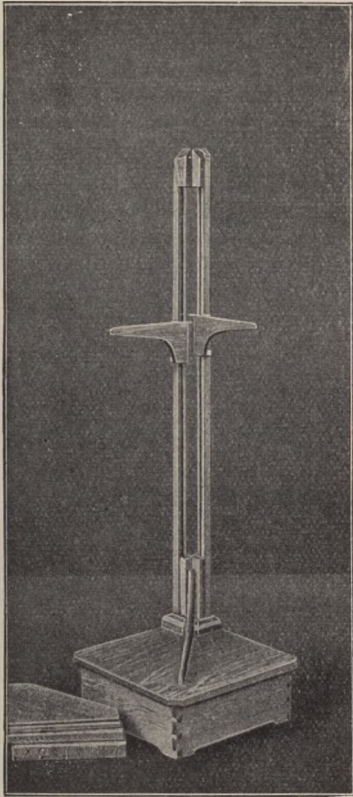


Fig. 103.  
Hüftmeßapparat von Dr. S. A. Schmidt.

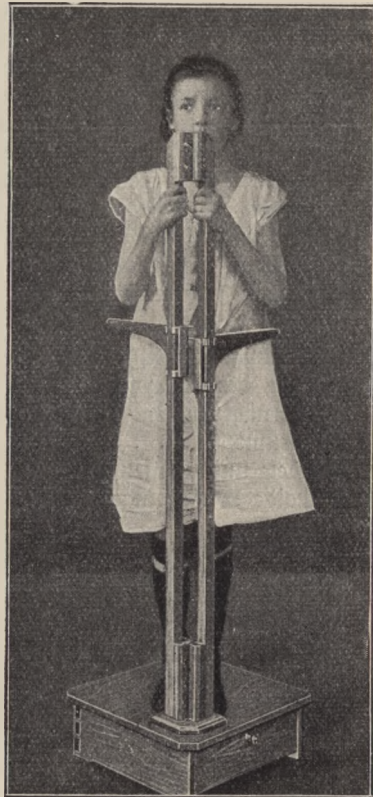


Fig. 104.  
Messung mit dem Apparat.

häufiger Skoliose bei Mädchen. W. Meyer in Sürth fand unter 336 Mädchen nur 147 fehlerfrei (43,65 % im 7. Lebensjahre, 70,9 % im 13. Lebensjahre). Bei diesen hohen Ziffern erinnere ich an das oben betreffs der Asymmetrien des Rückens Gesagte.

Für die rechte Behandlung der Frage wird es notwendig sein, nicht gleich jede Asymmetrie des Rückens und jede oft eben merkliche Verbiegung im Verlauf der Wirbelsäule mit der Bezeichnung „Skoliose“ zu belegen. Besser man nimmt da die von dem Schularzt Dr. Poelchau in Charlottenburg wohl zuerst gebrauchte Bezeichnung „Rücken-schwächling“ auf, worunter er ein Kind versteht mit schwächlicher Rückenmuskulatur, bei dem namentlich die Lendengegend verstrichen und von den Wülsten der Rückenstreifen rechts und links von der Wirbelsäule nichts zu erkennen ist; wo die Schulterblätter tief- und so vom Brustkorb abstehen, daß man leicht weit darunter greifen kann;

mit dem allen sind denn auch zugleich Asymmetrien des Rückens und der Wirbelsäule oft vereint. Diese Formen findet man bereits häufig bei den 6jährigen Schulneulingen.

Frägt man sich weiter, bei wieviel Prozent der Kinder besteht schon eine ausgesprochene Skoliose zweiten oder dritten Grades, welche unbedingt Behandlung durch einen orthopädischen Sacharzt und dessen Hilfskräfte erforderlich macht, und welche Kinder kann man als „Rückenschwächlinge“ in Sonderturnstunden, wobei auf Haltungsgymnastik Hauptwert gelegt wird, zu kräftigen suchen, so schrumpfen doch die Ziffern von 24,6, ja von 43 bis zu 70% Skoliofen bei Schülerinnen ganz erheblich zusammen.

Im Jahre 1925 stellten wir an unseren Bonner Volksschulen 9,2% seitliche Verbiegungen der Wirbelsäule fest, wovon 11,1% bei Mädchen und 7,9% bei Knaben. Von allen diesen hatten 35 Kinder orthopädische Spezialbehandlung notwendig; alle die übrigen hoffen wir durch die an unseren Schulen eingerichteten „Sonderturnstunden für Rückenschwächlinge“ neben sonstiger Fürsorge für Ernährung und vor allem ausgedehntem Aufenthalt in freier Luft soweit kräftigen zu können, daß die leichten Haltungsfehler schwinden. Auf die allgemeine körperliche Pflege und insbesondere Bewegung in freier Luft müssen wir nach dem Vorbild von Geh. Rat A. Bier in Berlin darum besonderes Gewicht legen, weil von den Kindern mit ausgesprochenen Haltungsfehlern 3. B. vor einigen Jahren eine Erhebung ergab, daß von 98 solcher Kinder zeigten:

Frühere Rachitis . . . . .	31
Verbildung und Asymmetrie des Brustkorbs . . . . .	11
Störung des Wachstums . . . . .	5
Unterernährung und Körperschwäche . . . . .	16
Blutarmut . . . . .	53
Mandel- und Drüsenanschwellung . . . . .	46
Adenoide Wucherungen im Nasenrachenraum . . . . .	9
usw.	

Körperliche Minderwertigkeit, Muskelschwäche, geringe Widerstandskraft des Skeletts u. dgl. sind also der Urboden für die Entwicklung von Haltungsfehlern und Rückgratsverbiegungen. Dazu kommt nun noch gewohnheitsmäßige schlechte Haltung im Schulleben wie bei den häuslichen Arbeiten als auslösende Ursache hinzu: wie fehlerhafte Schreibhaltung; ermüdendes überlanges Sitzen auf der Schulbank u. dgl.

Jedenfalls ist das Gleichgewicht zwischen den Rückenmuskeln gestört. Da diese — um schwächliche Kinder handelt es sich ja in der Regel — ohnehin schlaff sind, so vermögen sie nur im Beginn einer entstehenden Verbildung die Krümmung selbsttätig wieder auszugleichen. Später ermüden sie bald und sinken immer wieder in die fehlerhafte Haltung zurück. Die Verkrümmung kann so eine dauernde werden.

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. 105, 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 dauernd 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.

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 anschließt), 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 Seitentrand 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. 106 u. 107). 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.

Erste Anzeichen beginnender Rückgratsverkrümmung.

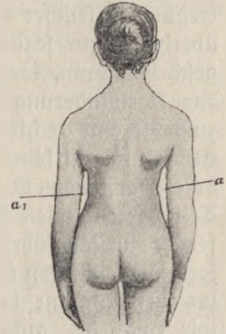


Fig. 105. Beginnende Rückgratsverkrümmung n. rechts. a a<sub>1</sub>, die beiden (ungleichen) Taillendreiecke.

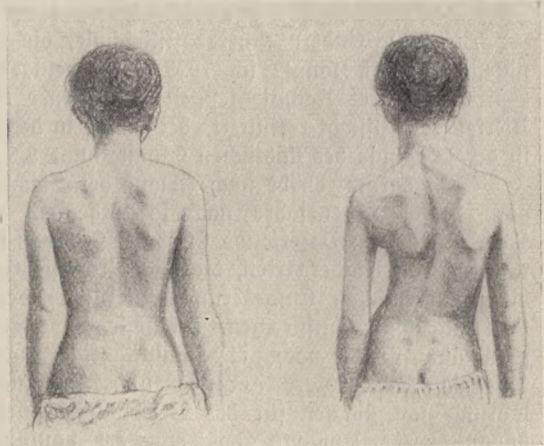


Fig. 106 u. 107. Mehr fortgeschrittene Skoliose.

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 Volksgeundheit 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. Es muß auf Rachitis ferner zurückgeführt werden mannigfache Verbildung 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 Gewebsveränderungen bei rachitischen Gelenkenden der Knochen unterrichtet, aber noch mangelhaft 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. Inwieweit wir durch Bestrahlung der Kindermilch mit ultravioletten Strahlen ein sicheres Vorbeugungsmittel gegen die Rachitis gewonnen haben, kann erst die nächste Zukunft lehren.

Bei den Kindern unserer Hilfsschule, die meist aus traurigen sozialen Verhältnissen stammen, konnte ich 1922 nicht weniger als bei 50 % 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 Einrichtung 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 Kleinkinderspielfläche für die noch nicht schulpflichtige Jugend eingerichtet, wie denn auch heute kein Plan für Stadterweiterungen und Siedelungen denkbar ist, der nicht auf die Ausräumung von Flächen für das Bewegungsbedürfnis der spielenden Jugend Bedacht nähme. Der Umstand, daß von der schulpflichtig gewordenen Jugend im Alter von  $5\frac{1}{2}$ — $6\frac{1}{2}$  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

Rachitis.

Kindergärten.

und geistige Pflege zuteil werden zu lassen. Bei dem gleich darauf auch in Bonn eingerichteten Schulfkindergarten für schulpflichtige, aber noch nicht schulpflichtige Kinder stellte ich 1911/12 fest, daß die dort vereinigten Kinder hinter den gleichaltrigen eingeschulerten 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 steten 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 durchschnittlichen Längenzunahme von 6,3 cm (die größte festgestellte war 16 cm) ausdrückte. Diese günstigen Ergebnisse finde ich seitdem stetig bis zu diesem Jahre.

Zu diesen vorbeugenden Maßnahmen, deren Wichtigkeit nicht genug betont werden kann, kommen nun im Schulleben hinzu a) die Verhütung der Ermüdung der Rückenmuskeln 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:

Schulbank.

1. Der Sitz, d. h. der Abstand des Sitzbrettes vom Boden. Er soll so hoch sein, daß bei senkrecht herabhängendem Unterschenkel der Fuß mit seiner ganzen Sohle auf dem Boden aufliegt. Das Sitzbrett soll die Breite von etwa  $\frac{3}{4}$  der Oberschenkellänge oder  $\frac{1}{5}$  der Körperlänge haben, ein wenig geneigt und, der natürlichen Wölbung des Gesäßes entsprechend, leicht ausgehöhlt sein.

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° 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 Fig. 108). Fallen diese, wie in Fig. 108, in eine einzige Linie zusammen, so sprechen wir von einer Null-Distanz. Übertragt die vordere Tischkante die Sitzkante, so 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.

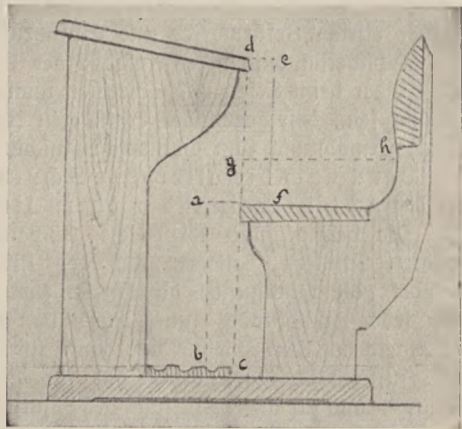


Fig. 108. Maße der Schulbank. ab — Sitzhöhe. ef — Sitzraumhöhe oder Differenz. gh — Sitzraumtiefe. dc — Distanz.

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. 109);

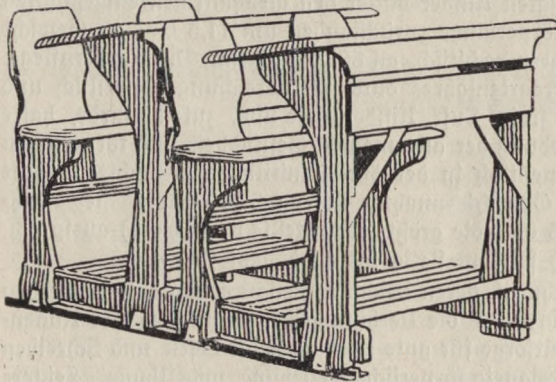


Fig. 109. Schulbank nach Rettig.

b) die Höhe der Tischplatte über dem Sitzbrett: Sitzraumhöhe (e f Fig. 108) 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 Sitzknorrens von der Ellbogen spitze bei senkrecht herabhängendem Oberarm entspricht, d. s. 17% der durchschnittlichen Körperhöhe.

5. Der Lehnenabstand oder die Sitzraumtiefe (g h Fig. 108). Sie soll 20% 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 Hestlage 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.

Steilschrift

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 und Einführung gefunden.

Selbstverständlich 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.

Kurzstunde.

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.

Übungen in und zwischen den Schulstunden.

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 Vorannahme eigentlicher Atemübungen in verdorbener Schulluft zu verwerfen. Solche gehören ins Freie und bei schlechter Witterung allenfalls in einen gut durchlüfteten Vorflur.

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 geschwallter 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.

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 Zunahme 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 Spielfeste; Wald- und Freiluftschulen; Solbäder und Seehospize usw., wird sicherlich, wie die Zahl der Kränklichen, so auch die der Kinder mit schwereren Haltungsfehlern vermindern.

Allgemeine Kräftigung des Körpers.

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 Sitzarbeit 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. Für die Pflege nicht allein des schulmäßigen Turnens, sondern auch der Übungen des Laufens, Springens und Werfens in ihren verschiedenen Formen, ferner des Schwimmens, der winterlichen Leibesübungen usw. ist zudem die Einführung einer täglichen Turnstunde an allen Schulen unbedingt zu fordern.

Spiele.

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 gestaltet dieses Schwimmen zu einer der wirksamsten Übungen für die Erstarkung 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.

Eislauf und Schwimmen.

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.

Turnen.

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 turner-

Gang-erziehung.

riß zu vervollkommenen und so veredelnd auf den Alltagsgang einzuwirken. Die Pflege der Kunstschrittarten hat daneben nur insoweit einen größeren Wert, als dadurch der natürliche Gang wirksam beeinflusst wird.

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. 110 u. 111).

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 welchen 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.

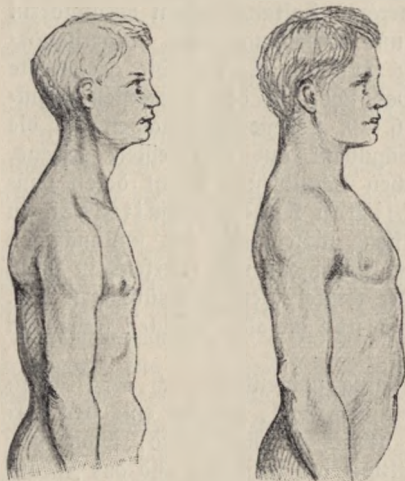


Fig. 110 und 111. Vorhängen der Schultern bei Muskelschwäche und flacher Brust (Fig. 111); Zurücknehmen der Schultern und Vornwölben der Brust (Fig. 112).

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 in der Hauptsache der dauernden Gleichgewichtserhaltung, letztere mehr der kurzen, schnellkräftigen Fortbewegung. Daher sind die Übungen des Rumpfes besonders wirksam bei langsamer und zügiger Ausführung, mit längerer oder kürzerer Halte auf dem Höhepunkt der Bewegung. Das schließt aber nicht aus, gelegentlich auch an schwunghaften Bewegungen und Übungen den Rumpf zu beteiligen. Die Bewegungen sollen ferner, wo es nur angängig 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 Zugesehlung tiefer Ein- und Ausatmung zu den Bewegungen durchaus wesentlich. Ein gleiches gilt bezüglich der mit in Tätigkeit tretenden Bauchmuskeln.

Als Hauptübungen gelten hier:

1. Aufrichten und Strecken des Rumpfes nach tiefem Rückenbeugen.

(Die Beschreibung dieser und der folgenden Übungen findet sich in den besseren Turnbüchern und kann hier füglich unterbleiben.)

2. Rumpfsenken vorwärts (s. o. § 38).

3. Rückwärtsbiegen des Rumpfes in der Form der Spannbeuge (Fig. 112).

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 (Ribbstol) oder senkrechter Leiter und beugt unter tiefer Einatmung den oberen Teil der Wirbelsäule langsam nach rückwärts, welcher Bewegung die Arme, den Kopf in der Ohrgegend 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 fecht im schwedischen Schulturnen bei jeder Turnstunde die Spannbeuge als Kapitalübung in dieser oder jener Form wieder.

4. Aus dem aufrechten Sitz auf einer Turnbank mit nach vorwärts gestreckten Beinen — die entweder in der Knöchelgegend von einem zweiten Übenden festzuhalten



Fig. 112. Spannbeugen mit Heben in den Beihenstand.



Fig. 113. Senken des Rumpfes rückwärts aus dem Sit.

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) langsame Wiederaufrichten (2—3 Sekunden) unter tiefer Einatmung (Fig. 113).

Aufbiegen  
des Rumpfes  
aus dem  
Liegen.

5. Aufbiegen des Rumpfes. 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, einer Hantel usw.

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 Ribbstolssprosse) festzuhalten. Die Übung eignet sich nicht bei schon vorhandener Anlage zu lordotischer Einbiegung im Kreuz. Ein gleiches ist der Fall, wenn das Aufbiegen



Fig. 114. Aufbiegen des Rumpfes aus dem Kniestand (nach Klapp).

6. aus dem Knien heraus gemacht werden soll (Fig. 114). Der Kniende hat den Rumpf so weit vornabgebogen, daß die Hände dem Fußboden aufliegen.

Liegestütz.

7. Die Liegestützübungen: vorlings (Fig. 115), 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 gleichsinnigen 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

Liegehang.

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

Rumpfbiegen  
seitwärts.

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. Bei muskelkräftigen Knaben sieht man bei dieser Übung deutlich die Muskelbäuche der großen Wirbelsäulestrecker auf der der Biegrichtung entgegengesetzten Seite vorspringen, während sie auf der der Biegung gleichsinnigen Seite sichtlich ganz schlaff sind. Diese Übung ist daher sehr gut zur einseitigen Kräftigung der Streckmuskeln zu verwenden. Namentlich auch, wenn

der Arm der Seite, nach 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 (Riibstol, Red, 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 irriqe 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.

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 voranzusehen, 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 Skoliose 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 Schwächezustände bei den Kindern zu heben. Die Bekämpfung der Rückenschwäche sowie der leichten Formen von Rückgratsverbildung in der Schule stellt mithin unter allen Umständen eine große Wohlthat für diese Kinder

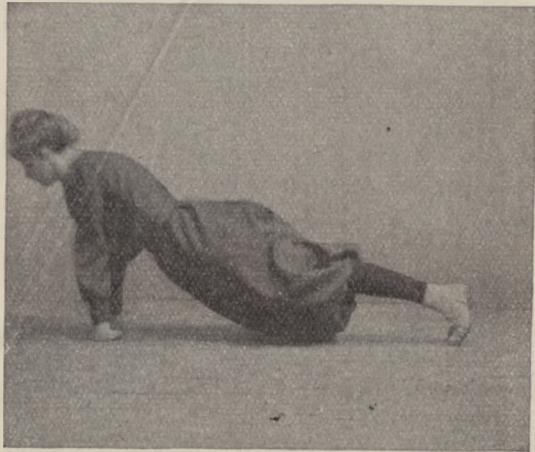


Fig. 115. Liegestütze.

dar. Die Behandlung der Skoliosen zweiten und dritten Grades gehört allerdings in die Hände des orthopädisch geschulten Arztes, und diese Kinder schiebt man 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 die Kosten sind nicht erschwänglich. Es ist aber unnötig darum, weil tatsächlich die leichten Skoliosen durch entsprechend geleitete Sonderturnstunden für Rückenschwächlinge in der Schule günstig beeinflusst, entweder gebessert oder doch zum Stillstand gebracht werden. 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.

Runder Rücken.

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

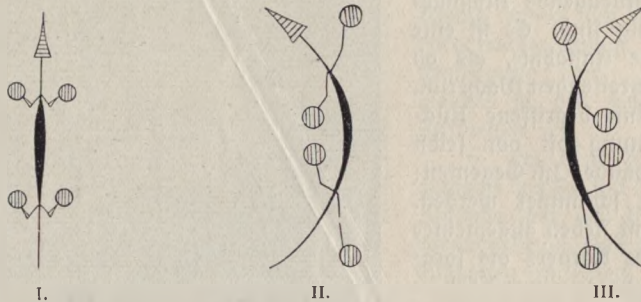


Fig. 116. Schema der seitlichen Biegungen der Wirbelsäule bei einem kriechenden Tiere.

Sorgfalt und Genauigkeit gemacht werden. Nur so kann tatsächlich Gewöhnung an gute Haltung erreicht werden.

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 Ribbstol, 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.

Skoliose.

Die leichteren Grade der Skoliose werden durch sorgfältigste Haltungsgymnastik derart beeinflusst, d. h. die Streckmuskeln der Wirbelsäule können durch die oben beschriebenen Übungen so gestärkt werden, daß tatsächlich die Verbiegung 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.

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 Kater), 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 gekrümmt (Fig. 116).

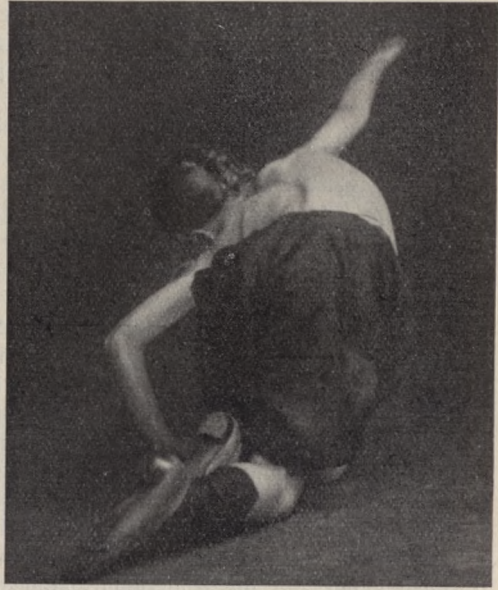
Kriech-  
übungen.

Fig. 117.

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 gleichseitige 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. 117 u. 118).

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-

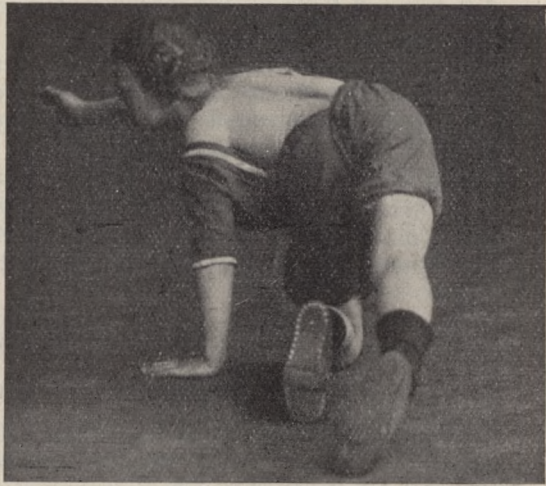


Fig. 118.

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

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 verschränkten Armen aufgestützt ist. Bei

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

Nun lassen sich die Kriechübungen aber auch so gestalten, daß die Bewegung in ausgiebiger Weise immer nur nach einer Seite hin erfolgt (Fig. 117 u. 118). 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 umgekrümmt 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 Untätigkeit 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 Turnlehres 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 selbstständig 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 schwererer 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. 119).

Der Brustkorb.

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

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-

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.

Die Rippen 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 Saßreifen als auch eine Drehung um ihre eigene Achse (nach der Kante).

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

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. 120. Eine Rippe.

und durch Bänder an ihm befestigt wird, befindet sich das Rippenhöckerchen; 2. die Rippenspanne, deren Umbiegungsteil als Winkel bezeichnet wird; 3. das Knorpelstück (Fig. 120).

### § 50. Gelenke des Brustkorbes.

Jede Rippe ist — mit Ausnahme der untersten freien Rippen, nämlich der elften und zwölften, welche nur an die zugehörigen Brustwirbelkörper anstoßen — mit zwei Gelenke des Brustkorbes.

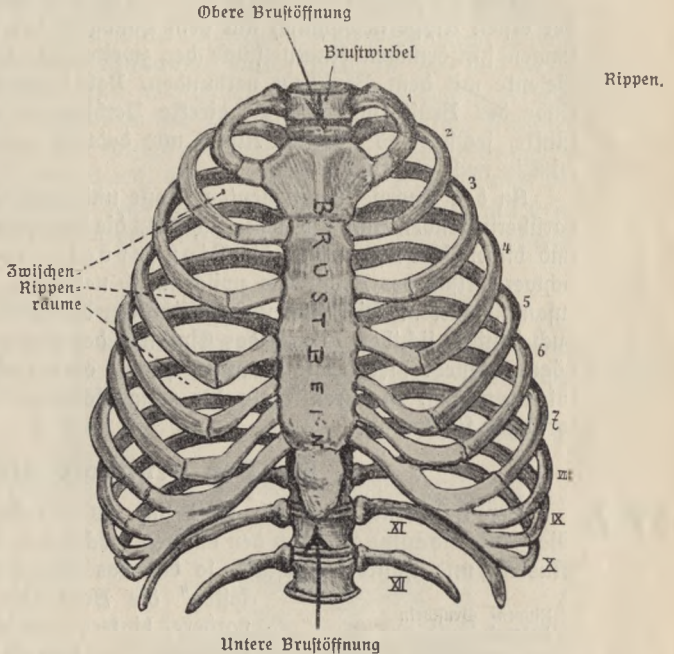


Fig. 119. Der Brustkorb.

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 langen stiftförmigen 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, den Schwertfortsatz des Brustbeins zwischen sich nehmend, nach der Körpermitte zu winklig zusammentreten. Die Rippenbögen sind am Rumpf gut fühlbar, bei mageren Körpern auch deutlich sichtbar. Durch das Einsinken der Bauchwand in den Winkel der Rippenbögen entsteht hier die sogenannte Herz- oder (richtiger) Magengrube (angulus infrasternalis), in deren Tiefe der zungenförmige bewegliche Knorpel des Schwertfortsatzes fühlbar ist.

### § 51. Der Brustkorb als Ganzes.

Brustkorb  
als Ganzes.

Der knöcherne Brustkorb stellt sich als ein faß- oder korbartiges Gerüst dar. Die Zwischenräume zwischen den dünnen knöchernen Sparren 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. 121).

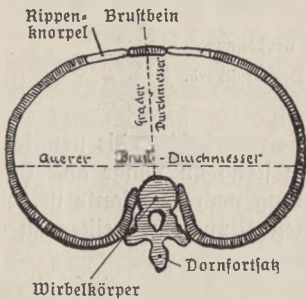


Fig. 121. Schematischer Durchschnitt des Brustkorbs.

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

Die Brusthöhle ist oben und unten offen und am Skelett durch die Zwischenrippenräume von außen zugänglich. 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. Jeder Rippenring stellt eine gespannte Feder dar, deren Spannung noch durch die Einatemsmuskeln vermehrt werden kann. An der Vorderwand des Brustkorbes wird ein Stoß gleich auf



14 Rippenfedern verteilt; daher ein kräftiger Mann, auf dem Rücken liegend, ganz gewaltige Lasten auf seiner Brust tragen kann. So sah man schon die Räder eines nicht zu schweren Wagens über einen kräftigen Brustkasten hinweggehen, ohne daß dieser einbrach. Daher ist es auch Athleten möglich, hochgeworfene Kanonenkugeln mit dem Brustkorb aufzufangen oder auf einem der Brust aufgesetzten Amboß schmieden zu lassen.

Beim Kind läßt sich die vordere Brustwand durch Belastung mit 90—100 kg bis zur Berührung fast mit der Wirbelsäule nach hinten drücken, ohne daß sie zerbricht.

Brüche der Vorderwand des Brustkorbes sind sehr selten; häufiger sind Brüche an den Seitenwänden, da hier oft nur eine einzige oder wenige Rippen getroffen werden.

Vermöge seiner großen Elastizität schnellt der Brustkorb, wenn er eingedrückt war, bei Aufhören des Druckes sofort in seine Lage zurück. Diese Eigenschaft wird mit Erfolg zur Anstellung der künstlichen Atmung benutzt (Methoden von Schaefer und Howard, s. d. u.).

## § 52. Verschiedene Gestaltung der Brust.

Die Form der Brust ist durch die abwechselnde Erweiterung und Verengerung des Brustkorbes bei der Ein- und Ausatmung verschieden, so daß man eine Einatmungs- und eine Ausatemstellung 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. 122);

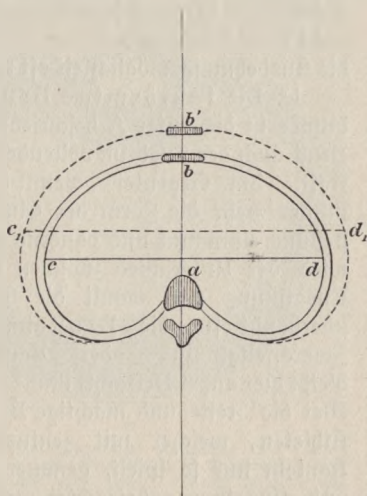


Fig. 122. Erweiterung des Brustkorbes im Querschnitt bei der Atmung. a Wirbelkörper; b Brustbein bei der Aus-, b' bei der Einatmung; c d größter Querdurchmesser bei der Aus-, c' d' bei der Einatmung.

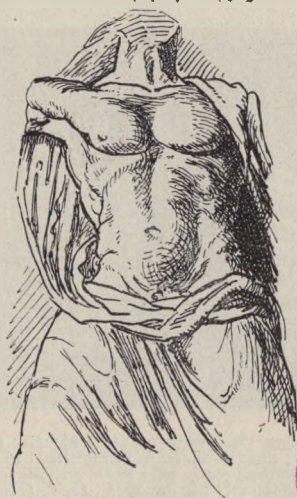


Fig. 123. Brust des Zeus vom pergamenischen Altar.

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 Brusttraums (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 Brusttraums 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 (Slankenatmen).

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.

Breite Brust.

A. Die breite Brust. Eine stark vorspringende, volle und hochgewölbte Brust gilt als Zeichen vollendeter Kraft. Die antiken Bildwerke von Göttern und Heroen 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, kenntlich, obgleich der Kopf der Figur nicht mehr vorhanden ist (Fig. 123).

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

Schmale Brust.

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.

Saßförmige Brust.

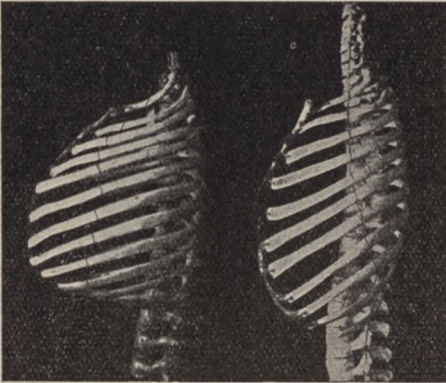


Fig. 124 und 125. Rechts lahmer schmaler und langer Brustkorb; links normaler frei entfalteter Brustkorb. Der lahme Brustkorb rechts zeigt breite Zwischenrippenräume. (Aus H. Bluntzschli: Die Bedeutung der Leibesübungen für die gesunde Entwicklung der Körper. München 1909.)

C. Die saßförmige 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 nicht selten gewahren, daß diese weiten Brust-

wände 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 — wenigstens in der Höhe der Brustwarzen — bei solchen Kraftmenschen eine recht geringe sein kann. So maß Dr. Engel Reimers in Hamburg bei dem Athleten Lutz 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. Allerdings macht Hueppe auf Grund seiner Messungen geltend, daß Übungen, welche eine Szigierung der Arm- und Schultermuskeln zur Voraussetzung haben, dazu zwingen, die Spitzenatmung zu beschränken. Solche Athleten haben nach ihm oft eine „großartige“ Slanken- und Zwerchfellatmung. Er empfiehlt daher in zwei horizontalen

zu messen: nicht nur über den Brustwarzen, sondern auch unter den Brustwarzen, bei senkrecht hoch gehobenen Armen. Letzteres Maß war dann weit größer: 8—13 cm Ausdehnungsfähigkeit bei einer Anzahl von Schwerathleten. — Das 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 Ausatemungsstellung, 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 Ausatemungsstellung zurückkehrt, sondern in Einatemungsstellung stehenbleibt, ist hier die Atemfähigkeit behindert, weil die Muskelkräfte verjagen, um die Brust aus der tiefen Ausatemungsstellung, in der sie sich befindet, zur Einatemungsstellung zu erheben. Beim sogenannten lahmen Brustkorb (Fig. 125) 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.

Lahmer  
Brustkorb.

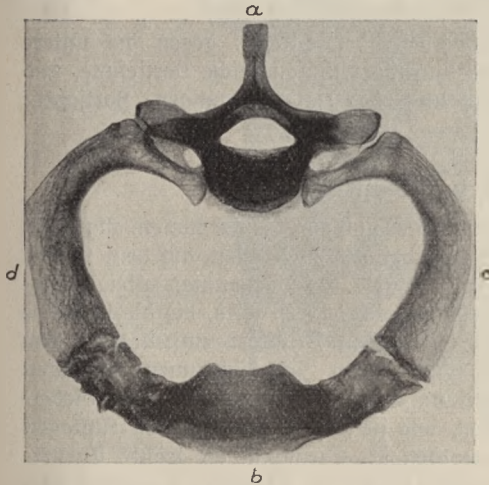


Fig. 126. Orthodiographische Aufnahme der oberen Brustöffnung: a erster Brustwirbel; b Brustbein; c und d rechte und linke erste Rippe. — Nach Tafel VI aus Hart und Harras: „Der Thorax phthisicus“.

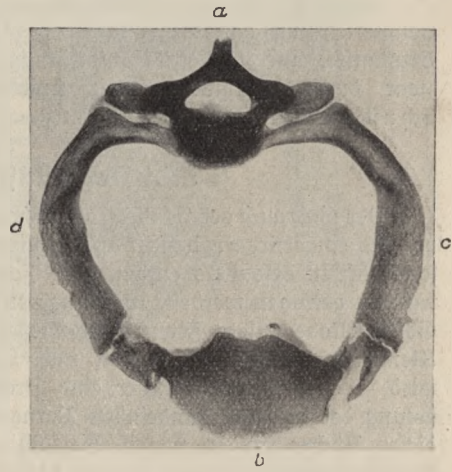


Fig. 127. Rachitische Verschiebung der oberen Brustöffnung (Bezeichnungen wie in Fig. 126), wodurch der Raum für die Entwicklung der rechten Lungenspitze verengt und der Einnistung von Tuberkulose Vorstübchen geleistet wird. — Hart u. Harras Tafel VIII.

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 Lungenslügels stark gehemmt und damit der Einnistung von Tuberkulose Vorstübchen geleistet werden (Fig. 126 u. 127).

Diese Brustform, besonders häufig bei Leuten, die an Lungenschwindsucht leiden, ist vielfach vergeschwärtet 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 Vorschub 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:

Hühner-  
brust.

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

Trichter-  
brust.

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

Schulter-  
brust.

Während bei der eigentlichen Trichterbrust das Brustbein von der Kehlgube ab bereits eingesenkt erscheint, bewirken Handwerksgewöhnheiten, so z. B. beim Schulterlehrling 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.

### § 53. Der Einfluß der Schnürbrust.

Der Gebrauch der Schnürbrust ist zwar ein uralter und war bis vor kurzem allgemein bei uns eingebürgert, besteht aber heute nur noch bei älteren Frauen, auf dem Lande, sowie oft in besonders entstellender Form noch da, wo die sogenannten alten Volkstrachten getragen werden. Wie lange es allerdings noch dauern wird, bis die launische Göttin Mode unsere Frauenwelt wieder mit diesem den Brustkorb entstellenden, den Atemgang sowohl wie Magen und Leber schädigenden Solterinstrument beglücken wird — wer möchte darüber eine Prophezeiung wagen? Genug, daß eine Wiederholung der hierüber handelnden Paragraphen, wie sie sich in den früheren Auflagen dieses Buches finden, zurzeit überflüssig geworden ist. Ebenso ist die leichte Turnerkleidung, welche sich heute für das Mädchenturnen so gut wie allgemein eingeführt hat, nur zu begrüßen und gibt keinen Anlaß zu ausführlicheren Erörterungen an dieser Stelle. Auf die Fußbekleidung der Frauen muß ich allerdings noch an anderer Stelle zurückkommen.

Knochen und  
Gelenke der  
Gliedermaßen.

## Die Knochen und Gelenke der Gliedmaßen.

Die oberen Gliedmaßen zergliedern sich in Schultergerüst, Oberarm, Vorder- oder Unterarm und Hand.

### § 54. Das Schultergerüst (Fig. 128).

Schulter-  
gerüst.

Das Schultergerüst oder der Schultergürtel besteht aus dem rechten und linken Schlüsselbein sowie dem rechten und linken Schulterblatt. Der Gürtel ist nach vorn, wo die Schlüsselbeine mit der Handhabe des Brustbeins verbunden sind, ge-

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, 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 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

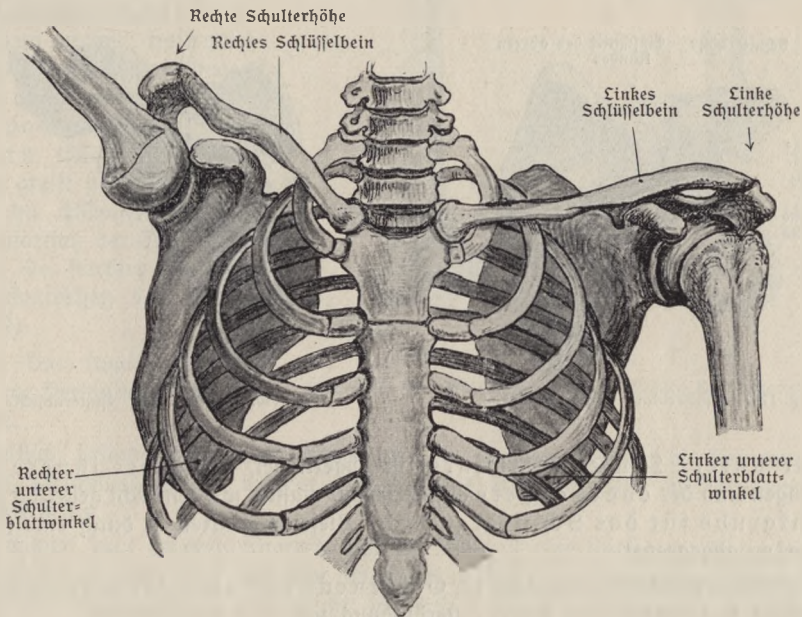
Schlüssel-  
bein.

Fig. 128. Schultergürtel (bei hochgehobenem rechten Arm).

Flächenkrümmungen einem Sattelgelenk. Die Einschiebung von Zwischentnorpeln vermehrt aber die Beweglichkeit dieses Gelenks derart, daß das Schlüsselbein in diesem Gelenk eine vollkommene Kugelbewegung ausführen kann. Das äußere oder Schulterende des Schlüsselbeins ist breiter und dünner und verbindet sich mittels eines straffen Gelenks mit der Grätenecke des Schulterblatts zur Schulterhöhe (acromion), welche das Schultergelenk zwischen Oberarm und Schulterblatt überdacht.

Bei Menschen, die viele und starke Muskelarbeit mit den Armen verrichten, verdickt 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 tadelloser genauer Richtung heilen.

Schulter-  
blatt.

Das Schulterblatt 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. 129 und 130).

Die vordere, dem Brustkorb aufliegende Fläche ist leicht ausgehöhlt zur Unterschlulterblattgrube. Die hintere Fläche wird durch ein vorragendes Knochenriff, die Schultergräte, in zwei Gruben geteilt: die obere, kleinere oder Obergrätengrube und die untere, größere oder Untergrätengrube. Von den drei Rändern ist der innere Rand der längste und scharf, der äußere kürzer und dicker; der obere ist konvex gekrümmt und zeigt am äußeren Ende einen tiefen Einschnitt.

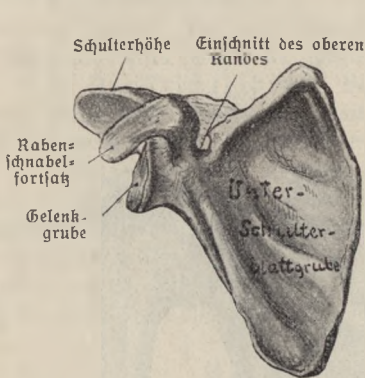


Fig. 129. Schulterblatt. Vorderansicht.

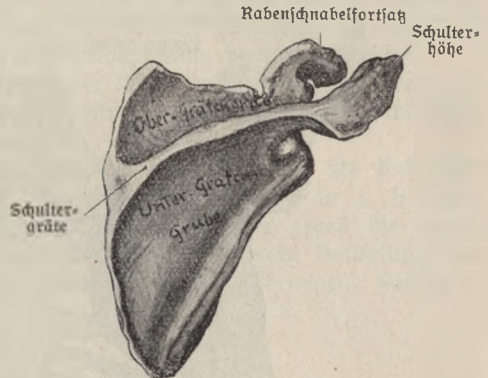


Fig. 130. Schulterblatt. Hinteransicht.

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 Grätenede 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 Rabenschweiffortsatz. 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 Rabenschweiffortsatz ist Ursprungspunkt für wichtige Oberarmmuskeln (kurzer Kopf des zweiköpfigen Armmuskels und Rabenarmmuskel).

## § 55. 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, einer leichten Einschnürung, dem Hals, aufsitzend (Fig. 131 und 132).

Nach vorn und außen befinden sich unterhalb des Kopfes zwei Höcker: der kleinere nach vorn, der größere nach außen stehend; sie setzen sich in zwei rauhe Leisten fort, welche zum Muskelansatz dienen. Zwischen beiden Höckern ist eine Furche für die lange Ursprungssehne des zweiköpfigen Armmuskels.

Das untere Ellbogenende ist flacher und endet in den walzenförmigen Gelenkkopf, welcher in zwei Teile zerfällt:

a) Die Rolle, 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 greift bei stärkster Neigung im Ellbogengelenk der Kronenfortsatz der Elle ein, in letztere bei stärkster Streckung der Hakenfortsatz der Elle (s. Fig. 22).

b) Das kugelige Köpfchen zur Verbindung mit der Speiche.

Seitlich befinden sich zwei Knorren: ein äußerer kleiner, die Ursprungsstelle für die Streckmuskeln, ein innerer größerer, die Ursprungsstelle der Beugemuskeln des Unterarms.

Zwischen dem inneren Knorren und der Rolle ist eine Furche zur Aufnahme des Ellbogenerven, der also hier sehr oberflächlich liegt und unsanfter, schmerzhafter Berührung durch Stoß u. dgl. leicht zugänglich ist (im Volksmund: „Musikantenknochen“).

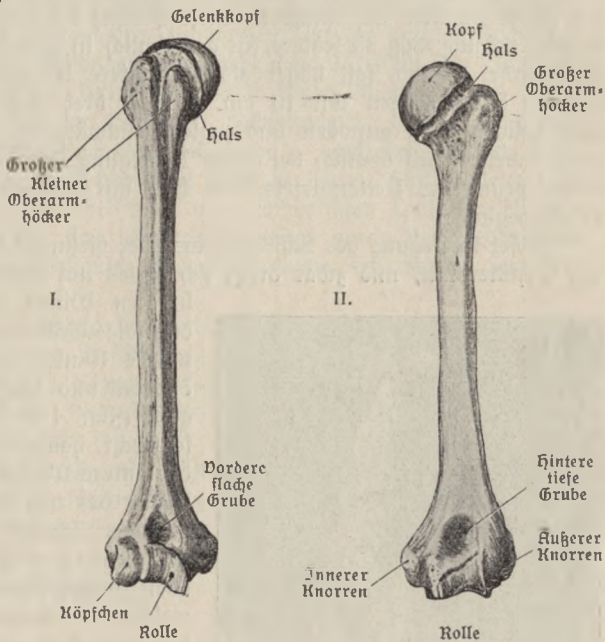


Fig. 131 u. 132. Oberarmknochen. I. Vorder-, II. Hinteransicht.

## § 56. 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.

Schultergelenk.

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  $112^\circ$  aus dem senkrechten Abwärtshängen). In dieser Stellung stößt der äußere und größere Oberarmhöcker an das Gewölbe der Schulterhöhe an, welches von der Grätenecle des

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 Seithebbhalte zur Hochhebbhalte 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. 128 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 Grätenacke nach oben geht und der untere Winkel sich von der Wirbelsäule weit entfernt und nach außen in die Achselhöhle beugt (Fig. 133). 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 Kreuzigten 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 Kappemuskel.

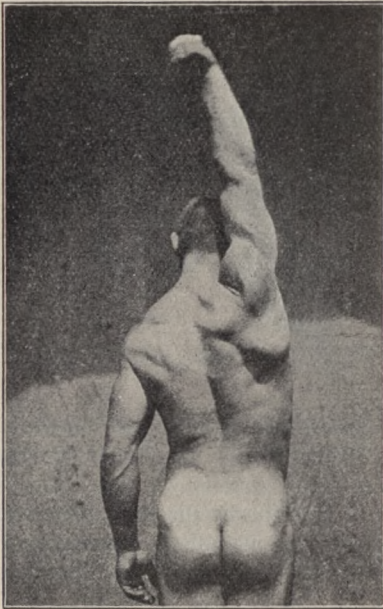


Fig. 133. Verlagerung des Schulterblatts bei hochgehobenem rechten Arm. — Photographie von A. Londe in Paris. Rucher: Physiologie artistique.

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. 133 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 zurückschlagen werden.

In ähnlicher Weise ändert sich die Stellung der Schulterblätter bei jeder Hebung und Senkung der Schultern überhaupt.

Freiheit  
der Arm-  
bewegungen.

Seitliche  
Verziehung  
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.

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 faßförmiger 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 § 44 darauf aufmerksam gemacht (s. dort auch Fig. 5).

Verschiedene Länge des Oberarms beim Heben u. Senken.

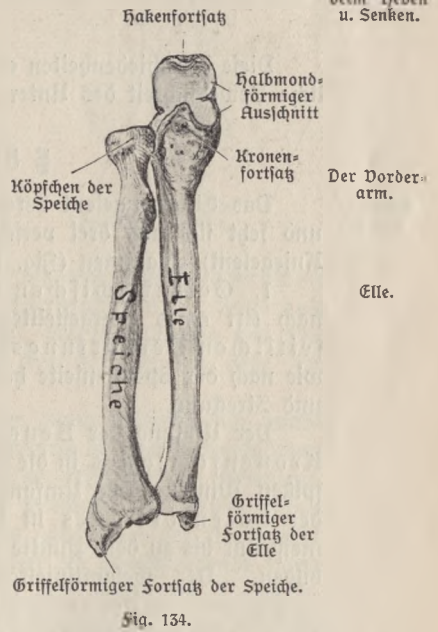
### § 57. Der Vorderarm.

Zwei Knochen bilden die feste Unterlage des Vorder- oder Unterarms: die Elle und die Speiche, erstere an der Kleinfingerseite gelegen, die Speiche an der Daumenseite (Fig. 134).

A. Die Elle. Das obere Ende der Elle ist dicker als das untere und hat einen tiefen, halbmondförmigen Ausschnitt zur Umfassung der Rolle des Oberarms. Die obere dicke und rauhe Ecke des Ausschnittes ist der Hakenfortsatz, welcher in die hintere Grube über die Rolle eingreift und die Spitze des Ellbogens bildet; die untere, stumpf zugespitzte Ecke ist der Kronenfortsatz, welcher in die vordere Grube über der Rolle eingreift. Seitlich am Kronenfortsatz ist eine halbmondförmige Vertiefung für das Köpfchen der Speiche. Unter dem Kronenfortsatz bezeichnet eine rauhe Stelle den Ansatz des inneren Oberarmbeugers. —

Das Mittelstück ist dreikantig: die schärfste Kante ist der Speiche zugewendet.

Das untere dünne Ende bildet das Köpfchen mit einer Gelenkfläche zur Verbindung mit der Handwurzel; am hinteren Umfang des Köpfchens befindet sich der griffelförmige Fortsatz der Elle.



Speiche.

B. Die Speiche (radius). Die Speiche ist oben dünn und unten breit: also umgekehrt wie die Elle.

Das obere Ende zeigt das runde Köpfchen mit flach ausgehöhlter Gelenkgrube; darunter einen rauhen Höcker, Ansatzstelle des zweiköpfigen Armbeugers.

Das dreieckige Mittelstück wendet seine schärfste Kante der Elle zu.

Am unteren dickeren Ende ist eine größere Gelenkfläche zur Verbindung des Vorderarms mit der Handwurzel und ein seitlicher Ausschnitt, in welchen sich das Köpfchen der Elle legt. An der vorderen Seite der kurze griffelförmige Fortsatz der Speiche.

Unterschiede  
von Elle und  
Speiche.

Unterschiede von

Elle:

oben dick;  
Köpfchen am unteren Ende,  
liegt im halbmondförmigen  
Ausschnitt der Speiche;  
ragt um die Höhe des Haken-  
fortsatzes weiter nach oben  
als die Speiche;  
vermittelt die feste Verbindung  
mit dem Oberarm.

Speiche:

unten dick;  
Köpfchen 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.

## § 58. Das Ellbogengelenk.

Ellbogen-  
gelenk.

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. 135).

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 Hakenfortsatzes 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  $150^\circ$  (s. Fig. 25). — Bei Kindern ist eine geringe Überstreckung im Ellbogengelenk möglich. Wo sie noch bei erwachsenen Mädchen und Frauen vorkommt (bis zu  $25^\circ$  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. —

2. Gelenk zwischen Speiche und Oberarm. Die Speiche steht mit dem vorigen Gelenk nur in sehr loser 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 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 beschreift. 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. 136). 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

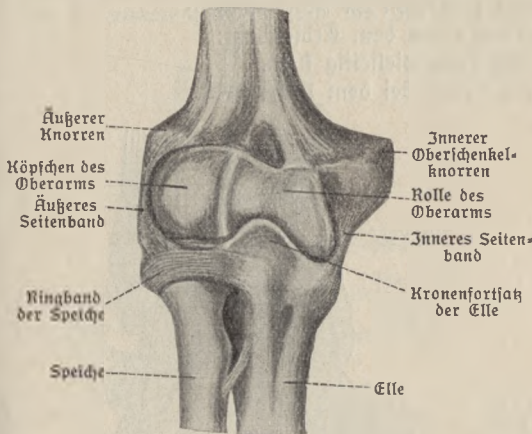
Drehung  
der Speiche.

Fig. 135. Rechtes Ellbogengelenk (nach Entfernung der Gelenkkapsel).

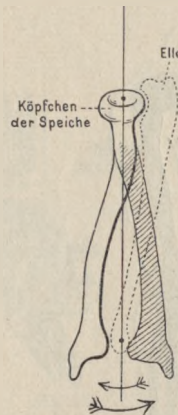


Fig. 136. Drehung der Speiche um die Elle.

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 Rißhaltung), 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.

### § 59. Das Knochengeriät der Hand.

Die Knochen der Hand zerfallen in: 1. die der Handwurzel, 2. der Mittelhand Knochen der Hand. und 3. der Finger. 4. die sogenannten Sesambeine, d. s. plattrunde kleine Knochen von der Größe einer Linse oder einer halben Erbse, welche an der Hand-

tellerseite einiger Gelenkverbindungen der Finger sitzen. An dem Gelenk des Mittelhandknochens des Daumens mit dem Handgelenke sitzen zwei solcher Sesambeine: eines auf der Speichen-, das andere auf der Ellbogen-; ebenso ein Sesambein am Gelenk zwischen erstem und zweitem Daumenglied. Zwei kleinere Sesambeine (oder auch Knorpel) sitzen am Grundgelenk des zweiten und des vierten Fingers. — Die Sesambeine des Daumens sind die größten und dienen kleinen Muskeln des Daumens zum Ansatz. Das Sesambein zwischen erstem und zweitem Daumenglied ist in die Sehne des langen Beugemusfels des Daumens eingeschlossen. —

Handwurzel.

1. Die Handwurzel besteht aus acht Knochen, die in zwei Viererreihen geordnet sind. Ihre Namen sind vom Daumen an gezählt:

1. Reihe: Kahnbein, Mondbein, dreieckiges Bein, Erbsenbein;

2. Reihe: Großes und kleines vielseitiges Bein, Kopfbein, Hasenbein (Sig. 138); zu merken in dem Verschen:

Es fährt der Kahn im Mondenschein  
Ums Dreieck mit dem Erbsenbein;  
Vielseitig groß, vielseitig klein,  
Der Kopf muß bei dem Hasen sein.

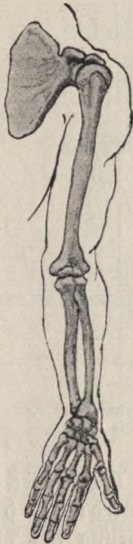


Fig. 137. Schulterblatt, Arm- und Handknochen.

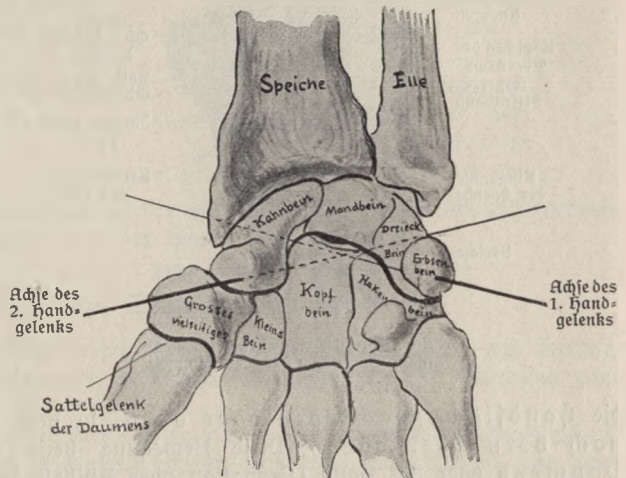


Fig. 138. Die Handwurzel nach der Handfläche zu gerichtet. Die Linien der beiden Handgelenke sind etwas verstärkt angegeben.

Neuerdings werden auch folgende Bezeichnungen gebraucht:

1. Reihe: 1. Speichenbein, 2. Zwischenbein und 3. Ellenbein; auf der Hohlhandfläche das Erbsenbein, das mehr die Rolle eines Sesambeines spielt;

2. Reihe: 1., 2., 3. und 4. Handwurzelbein oder: Trapezbein; Trapezoidbein; Kopfbein; Hasenbein.

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 Daumen-; Erbsen- und Hasenbein an der Kleinfinger- (Sig. 139).

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 Eckknochen oder Handwurzelhöckern ist ein starkes Band ausgespannt, das quere Handwurzelband. 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. 140).
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

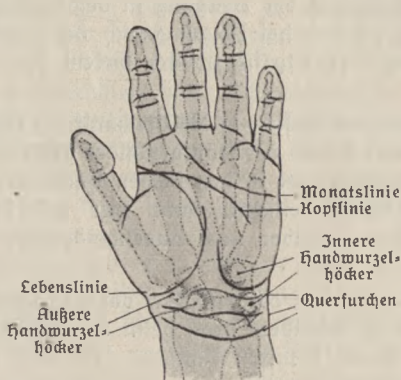


Fig. 139. Handteller mit feinen Furchen.



Fig. 140.



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 Singer. (der Daumen hat nur zwei) Fingerglieder. An den äußeren Fingergliedern befindet sich je ein Nagelwulst.

## § 60. 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. 138).

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 Speichenseite 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. Sid, 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. —

## § 61. 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. 141).

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  $90^\circ$ . Durch Verbindung der Beuge- und Streckbewegung mit der Bewegung des An- und Abziehens kann jeder Finger im Grundgelenk eine freisende 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 eingefleckt 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 hervorpringt, 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 gekrümmt, so kann der Daumen mit jedem dieser eine Art von Zange darstellen zum

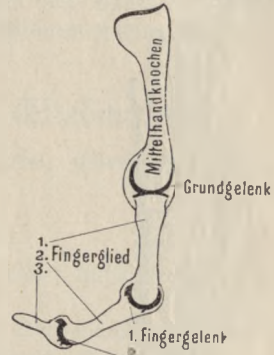


Fig. 141.  
Schema der Fingergelenke.

Finger-  
gelenke.

Gelenke des  
2. bis 5.  
Fingers.

Gelenke des  
Daumens.

Sattelgelenk  
des Dau-  
mens.

Die Hand als  
Werkzeug.

Erfassen der mannigfachsten Gegenstände. Diese Bewegungsmöglichkeit des Daumens (sie beträgt 45–60°) 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 vollkommenen Werkzeuge gestaltet. Die Hand der Affen ist zwar ähnlich gebaut: indes ihr schmaler Bau und ihr kürzer



Fig. 142 u. 143. Hand des Gorilla.

Daumen geben der Affenhand vorzugsweise die Eigenschaft eines Kletter- und Greiforgans (Fig. 142 u. 143), 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.

Handfertig-  
keitsunter-  
richt.

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 Hantierungen 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, Fichte und Fröbel 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). An sie knüpft sich in den letzten Jahren die Forderung des „Werkunterrichts“ für unsere Schulen.

Beim Turnen in Frei- und Gerätübungen kommt die Hand wenig zu ihrem Rechte. Das Gerätturnen in Stütz und Hang entwickelt zwar die Muskelkraft bestimmter



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 Fechten, 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.

Die unteren Gliedmaßen gliedern sich in: Beckengürtel, Oberschenkel, Unter- Knochen und Gelenke der unteren Gliedmaßen  
schenkel und Fuß.

### § 62. Der Beckengürtel.

Der Knochenring des Beckens wird gebildet von den beiden Hüftbeinen und dem Kreuzbein (Fig. 144). Becken-  
gürtel.

Das Becken trägt die auf das Kreuzbein aufgebaute Wirbelsäule und stützt sich Becken.  
seinerseits in den Hüftgelenken auf die Gelenkköpfe des Oberschenkels.

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. 144).

a) Das Darmbein. Der dickste Teil des Knochens, der Körper, nimmt Darmbein.  
an der Bildung der Pfanne für den Kopf des Oberschenkels teil und bildet den oberen

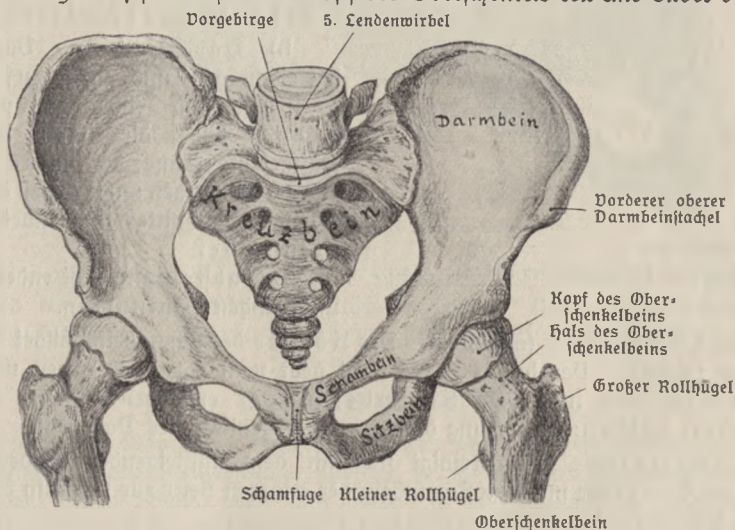


Fig. 144. Das Becken von vorn gesehen.

Teil der Pfanne. Darüber erhebt sich die dünnere Platte oder Darmbeinschaukel 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 kleine untere (Seiten-

wand des kleinen Beckens) und größere obere (Seitenwand des großen Beckens) Abteilung geteilt. Die größere obere Abteilung ist vorn am Schaufelstück konkav ausgehöhlt und glatt — Darmbeingrube —, nach hinten rauh mit einer ohrmuschelförmig 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 des Beckens), in der seitlichen Bauchgegend als untere Grenze der Bauchweiche gut durchfühlfbar, manchmal auch sichtbar, breit, abgerundet, mit äußerer, mittlerer und innerer Leiste zum Ansatz für die drei breiten Bauchmuskeln.

2. der vordere Rand  
3. der hintere Rand

jeder von ihnen mit halbmondförmigem Ausschnitt, dessen Ecken als oberer und unterer Stachel bezeichnet werden.

Der vordere obere Darmbeinstachel, gut durchfühlfbar und an nicht allzu fettreichen Leibern auch unter der Haut erkennlich, ist als Meßpunkt für die Feststellung verschiedener Körperverhältnisse wichtig. Namentlich läßt die Lage der beiden oberen Darmbeinstacheln erkennen, ob das Becken wagerecht steht oder seitlich schief gerichtet ist. — Dem vorderen oberen Darmbeinstachel als Ansatzpunkt für Muskel und Bänder werden wir später noch be-  
gengen.

4. Der untere Rand ist tief ausgeschweift und bildet den oberen Teil des hinten am Becken gelegenen großen Hüftbeinausschnittes.

b) Das Sitzbein. 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.

Der absteigende Ast endet im dicken und rauhen Sitzsnorren.

Schambein.

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) 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.

Die kugelig ausgehöhlte Hüftgelenkgrube oder Pfanne wird also von den drei Stücken des Hüftbeins gemeinsam gebildet. Die rauhe Umgrenzung der Pfanne

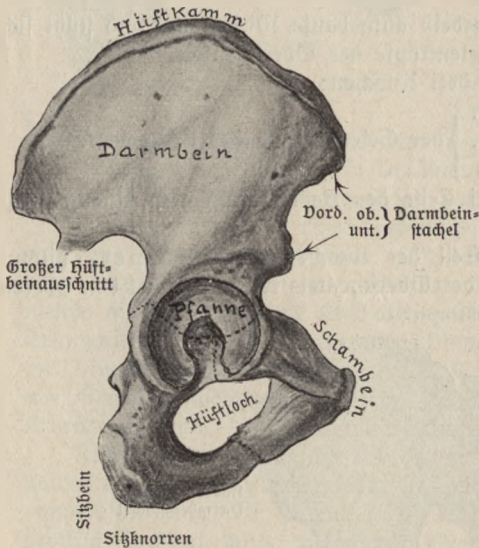


Fig. 145. Seitenansicht des Beckens.

ist kein vollkommener Kreis, sondern zeigt am unteren und inneren Umfang einen Ausschnitt, von welchem aus eine nicht überknorpelte vertiefte Stelle, die Pfannengrube bis zum Grund der Pfanne reicht. Die überknorpelte Gelenkfläche der Pfanne erhält dadurch eine halbmondförmige Gestalt.

### § 63. Gelenke, Fugen und Bänder am Becken.

Ein so gut wie unbewegliches Gelenk verbindet beiderseits das Kreuzbein fest mit dem Becken. Fugen und Bänder des Beckens.

Dorn wird der Beckenring durch die Schamfuge geschlossen.

Feste Bänder verstärken den Zusammenhalt sowohl des Kreuzdarmbeingelenks wie der Schamfuge.

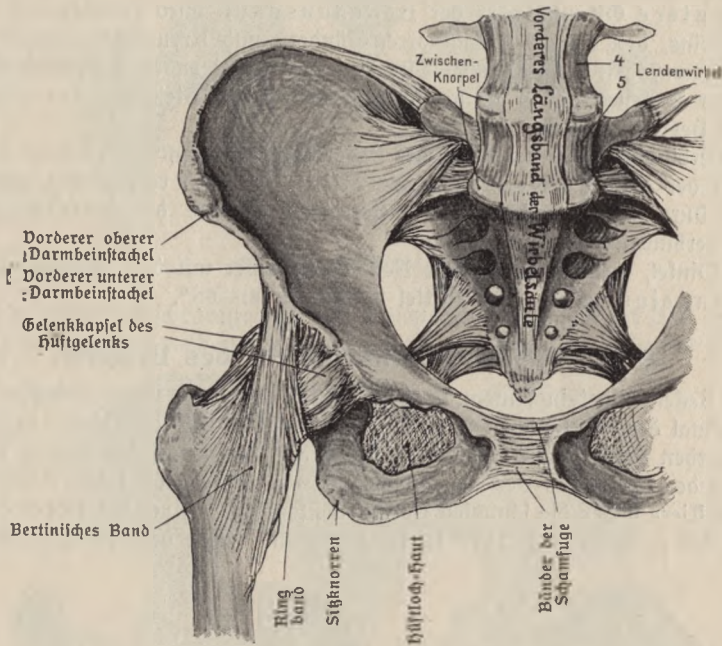


Fig. 146. Bänder des Beckens und des Hüftgelenks.

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. 146).

### § 64. Das Becken als Ganzes.

Setzt man ein ausgelöstes knöchernes Becken auf die drei Punkte: rechter und linker Sitznorren und Steißbeinspitze, so hat es in der Tat 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 Dorgebirge (promontorium), der Bogenlinie der beiden Darmbeine und dem Schambeinkamm der beiden Schambeine. Beim männlichen Becken, wo das Dorgebirge 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-Sitznorren-Bändern und Kreuzbein-Sitzstachel-Bändern, den Sitznorren, 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 Dorgebirges 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°.

### § 65. Geschlechtsunterschiede des Beckens.

Geschlechts-  
unterschiede  
im Bau des  
Beckens.

Das Becken bildet in seinem Bau das beständigste und unanfechtbarste geschlechtliche Merkmal des menschlichen Skeletts und bedingt einen Unterschied, der kaum verborgten 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.

Beim Tiere stehen die schmalen Darmbeine senkrecht. Auch das Becken der höheren Affen ist steil gerichtet (Fig. 147–149). Es ist eine Folge des aufrechten Ganges der



Fig. 147. Seitenansicht des Beckens vom Menschen.



Fig. 148. Seitenansicht des Beckens vom Gorilla.



Fig. 149. Seitenansicht des Beckens vom Gibbon (nach Huxley).

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 der Hüftgelenke sowie die Sitznorren 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. 150 u. 151).

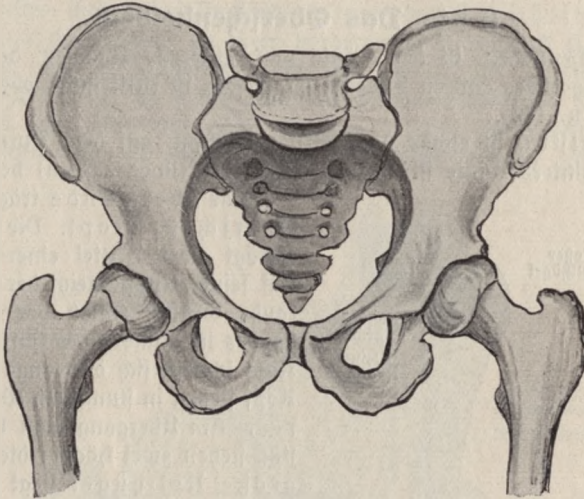


Fig. 150. Männliches Becken.

Nicht bei allen Menschenrassen sind die Geschlechtsunterschiede im Bau des Beckens gleich ausgeprägt. Am meisten ausgesprochen soll die rundliche Fülle der Hüften bei

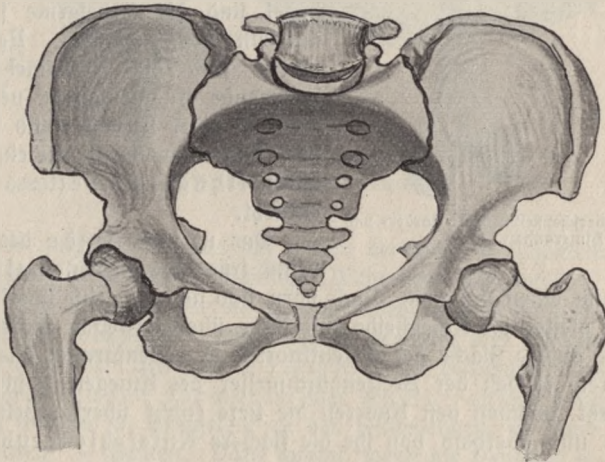


Fig. 151. Weibliches Becken.

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 Bildwerke 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 Pheidias und Praxiteles waren, mag dahingestellt sein.

### § 66. Das Oberschenkelbein.

Ober-  
schenkelbein.

Das Oberschenkelbein ist der größte und schwerste Knochen des Körpers, der säulenartige Träger des ganzen Skeletts. Er zerfällt in Mittelstück, oberes und unteres Ende (Fig. 152 u. 153).

Das Mittelstück ist etwas nach vorn gekrümmt, auf dem Durchschnitt dreieckig gestaltet. Die hintere Kante ist als rauhe Linie (*linea aspera*) besonders deutlich.

Das obere Ende trägt den runden Ober-schenkelkopf. Die Form des Kopfes beträgt zwei Drittel einer Kugeloberfläche. Auf seiner Kuppe zeigt der Kopf eine kleine rauhe Grube: Ansaß 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 liegt nach außen, als starker, am Körper gut durchfühlbare, auch im äußeren Umriß sich deutlich ausprägender Knochenvorsprung; nach innen und tiefer liegt der kleine Rollhügel. 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.

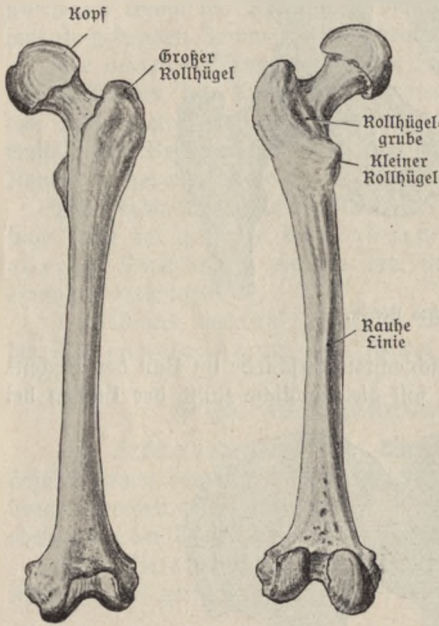


Fig. 152 u. 153. Oberschenkelknochen: Vorder- und Hinteransicht.

Das untere Ende des Oberschenkel-

beins trägt die beiden Gelenkknorren: einen inneren und einen äußeren. 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 und oberhalb von ihr die flachere Kniekehlengrube.

### § 67. Das Hüftgelenk.

Hüftgelenk.

Das Hüftgelenk ist neben dem Kniegelenk das stärkste und festeste Gelenk des Körpers, von ähnlichem Bau wie die Kugelgelenke der Mechanik. Der Kopf des Oberschenkels stellt zwei Drittel einer Kugeloberfläche dar, die Pfanne eine Halbkugel von entsprechender Größe (s. Fig. 24). Die knöcherne Pfanne wird aber dadurch vertieft, daß rings an ihren Umkreis ein Ring von Fasernorpel 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 Pfannentrand,

wodurch hier ein Loch entsteht, welches den Durchtritt ernährender Gefäße in die Pfannenhöhle gestattet.

Das Hüftgelenk ist umgeben von einer starken Gelenkkapsel. Sie wird durch ein ungemein festes und dickes Verstärkungsband, das Darmbeinschenkelband oder das Bertinische Band, an ihrer vorderen Seite verstärkt (s. Fig. 146). 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 Knochenleiste. Ein

Bertinisches  
Band.

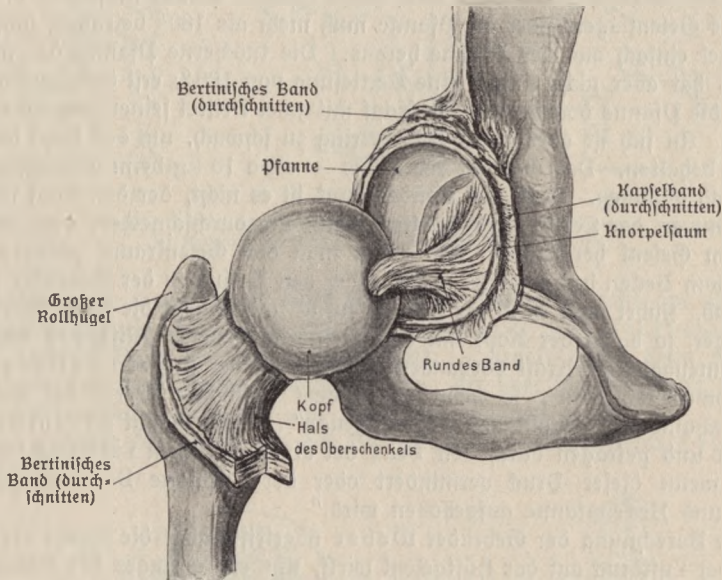


Fig. 154. Geöffnetes Hüftgelenk.

Teil des Bandes umgreift in zwei sich hinten vereinenden Schenkeln den Hals des Oberschenkels wie eine umgelegte Schlinge (Webersches Ringband).

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 Rumpfsenken 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 Finger指尖 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° nach hinten zu drehen. Der Rumpf hängt gewissermaßen an den Bertinischen oder Darmbeinschenkelbändern und wird durch sie gehindert, nach rückwärts umzukippen.

Bekanntlich gibt es Menschen, bei welchen die Gelenkbänder teils durch Natur-  
anlage, teils durch unablässige entsprechende Übung in früher Kindheit außergewöhn-  
lich schlaff sind.

Schlaffheit  
der Bänder.

lich dehnbar werden. Ein bekanntes Kunststück solcher „Schlangenmenschen“ 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.

Kundes  
Band.

Ein weiteres wichtiges Band des Hüftgelenks ist das früher bereits genannte, innerhalb des Gelenkes gelegene runde Band, welches, vom Einschnitt des Pfannenrandes zur Grube des Gelenkkopfes gehend, letzteren an die Pfanne heftet.

Wirkung des  
äußeren  
Luftdrucks  
auf das Hüft-  
gelenk.

Wie geht es nun zu, daß das Hüftgelenk, ohne frühzeitig abgenützt zu werden oder durch Heraustreten des Kopfes aus der Gelenkverbindung seinen Zusammenhalt zu verlieren, trotz stetiger Körperbelastung in so hervorragender Weise Festigkeit mit Gelenkigkeit verbindet? Beim Kniegelenk 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. Erst wenn man den Gelenkraum zwischen Kopf und Pfanne vom Becken her anbohrt, so fällt nach den Versuchen der Gebrüder Weber das Bein herab. Führt man es in die Pfanne zurück und schließt die Bohröffnung fest mit dem Finger, so bleibt der Kopf mit dem Beine im Gelenk. 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, denn das Gewicht des Beins ist annähernd gleich dem Gewicht einer Quecksilbersäule von der Höhe des Barometerstandes (760 mm) und dem mittleren Querschnitt des Umfangs der Hüftgelenkspfanne, das sind etwa 11 kg beim Erwachsenen. 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.

## § 68. Bewegungen im Hüftgelenk.

Bewegungen  
im Hüft-  
gelenk.

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:

Beugen und  
Strecken im  
Hüftgelenk.

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:



1. Der Rumpf behält seine Stellung, und die Schenkel werden gegen den Rumpf gebeugt (turnerisch: „Beinheben“) oder gestreckt („Beinsenken“).
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. 155—157).



Fig. 155—157. 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 Sitznoren gezogen wird.

Der Spielraum der Bewegung des Beugens und Streckens beträgt  $1\frac{1}{2} R = 135^\circ$  (Fig. 158).



Fig. 158. B Beugung. S Streckung im Hüftgelenk; a b Richtung des Bertinij'schen Bandes.



Fig. 159.

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 Wagerechthaltung gehoben werden. Die an der Rückseite des Oberschenkels gelegenen, vom Sitznoren 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).

An- und Abziehen.

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 (Sig. 159). 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“).

Rollbewegung.

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.

## § 69. Knochen des Unterschenkels.

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 Flößenbein, da der Knochen an die Form einer Schalmee 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. Dorn befindet sich der scharfe Schienbeinkamm, 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: Ansatz der Sehne des großen vierköpfigen Schenkelstreckers. An der hinteren Fläche die schiefe von außen und oben nach unten und innen verlaufende Kniefehlenlinie.

Das dicke überknorpelte obere Ende zeigt die beiden seitlich vorspringenden Gelenkknorren,

Schienbein.

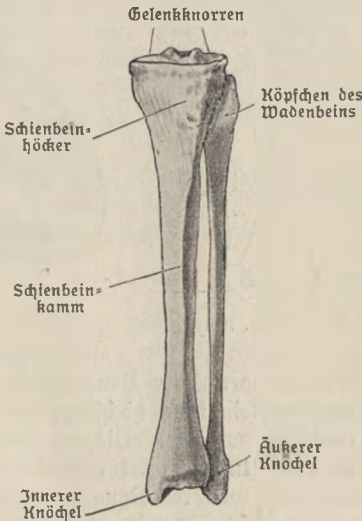


Fig. 160. Schienbein und Wadenbein.

in der Mitte getrennt durch eine rauhe Leiste, an welche sich die im Kniegelenk liegenden Kreuzbänder heften. An der äußeren Seite nach hinten zu ist eine kleine Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Wadenbein.

Am unteren Ende ist eine viereckig gestaltete Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Sprungbein, die nach innen auf einen kurzen, starken Fortsatz, den inneren Knöchel, übergeht (Fig. 160).

## 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.

## § 70. 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 zugerechnet 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

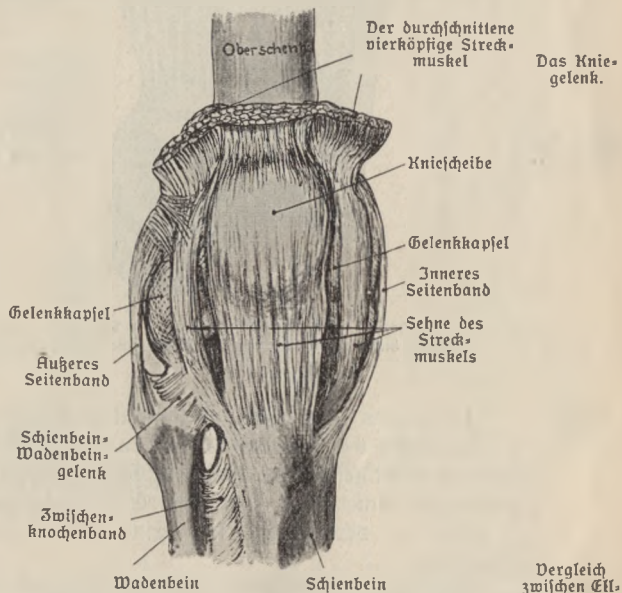


Fig. 161. Kniegelenk von vorn: die Kniescheibe in ihrer Lage erhalten.

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 deckender 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 Gelenkknorren verhindert.

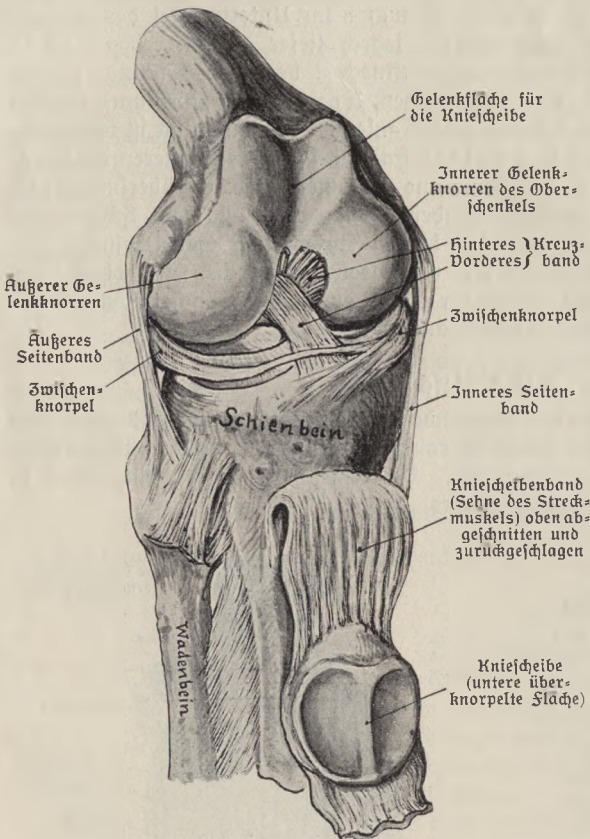
Kein Gelenk des Körpers hat einen so verwickelten Bandapparat, der durch die besonderen Aufgaben, welchen das Kniegelenk zu genügen hat, bedingt ist.

Die Bänder und Teile des Kniegelenks sind folgende (Fig. 161 u. 162):

Fig. 162. 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, 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 Köpfchen des Wadenbeins, das innere vom inneren Knorren zur inneren Kante des Schienbeins;



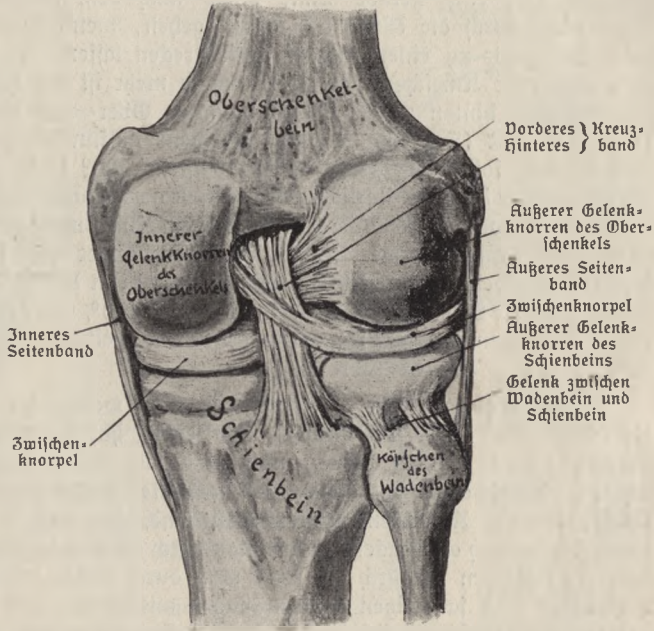
Bänder des Kniegelenks.

Gelenkkapsel.

Seitenbänder.

3. die halbmondförmigen Zwischenknorpel. 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 wenig einander entsprechenden Gelenkknorren und vermehren dadurch den Zusammenhalt des Gelenks;

Zwischenknorpel.



Kreuzbänder.

Fig. 163. Hintere Ansicht des Kniegelenks nach Entfernung der Gelenkkapsel.

4. zwei Kreuzbänder 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. 163).

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,

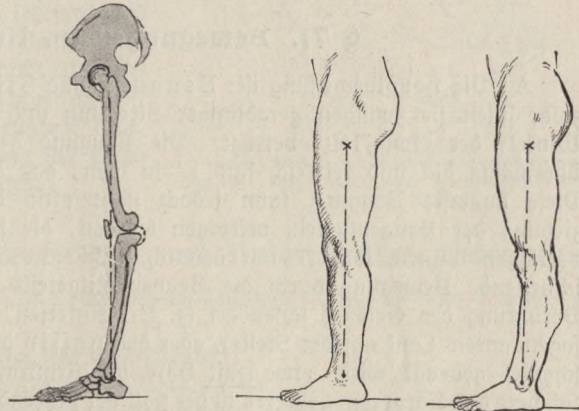


Fig. 164. Durchgedrücktes Knie. Die Lage des hemmenden hinteren Kreuzbandes durch punktierte Linie angedeutet.

Fig. 165 u. 166.

so ist es nie zu kurz, und der Oberschenkel steht zum Unterschenkel in Streckung wenigstens im Winkel von  $180^\circ$ , d. h. beide 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. 164). 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. 165 u. 166). Übrigens ist nur im jugendlichen 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);

Synovial-  
haut.

5. die Gelenk- oder Synovialhaut, welche hier wie an allen Gelenken die innere Fläche der Gelenkkapsel überkleidet, hat beim Kniegelenk noch besondere Ausstülpungen 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 Hohlräume 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.

## § 71. Bewegungen im Kniegelenk.

Bewegungen  
im Knie-  
gelenk.

A. Die Hauptbewegung ist: Beugung und Streckung (Fig. 167 u. 168), 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. „Anfersen“ 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 kauernnder oder hockender Stellung (tieffste Hocke, Fig. 169). Namentlich der Afrikaner hockt mit Vorliebe auf seinen Ferse. — 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

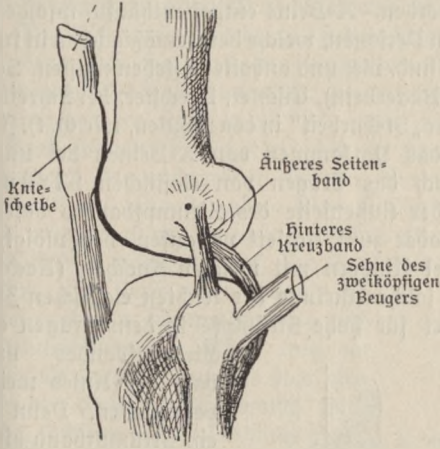


Fig. 167. Kniegelenk in Streckung. (Die Gelenkachse ist durch einen schwarzen Punkt bezeichnet.)

Sehne des Streckmuskels mit der Knie-scheibe

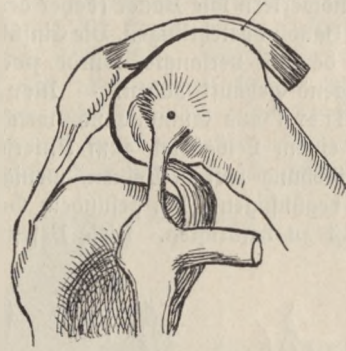


Fig. 168. Kniegelenk in starker Beugung.

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 rechtwinklig gebeugtem Knie, wo der Spielraum der Bewegung fast einen halben rechten Winkel =  $45^\circ$  beträgt.



Fig. 169. Sogenannter Paris vom Giebfeld des Tempels zu Agina.

## § 72. 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. 170).

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

Seitliche Stellung von Ober- und Unterschenkel zueinander.

eine fehlerhafte Stellung der Bein Knochen im Kniegelenk vor: das X-Bein oder Bäckerbein (genu valgum, Fig. 171 b). Beim X-Bein ist das innere oder mediale Seitenband des Kniegelenkes gedehnt; es kann seiner Aufgabe, seitliche Einknüdungen nach innen zu verhindern, nicht mehr gerecht werden. X-Beine entstehen häufig infolge von Rachitis, ferner 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 dereinst verlangte, würde zweifellos das Vorkommen von X-Beinen bei unserer Jugend gehäuft haben. — Man hat auch das Tragen von elastischen Strumpfhältern 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

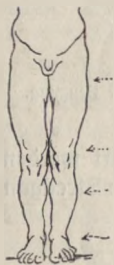


Fig. 170.

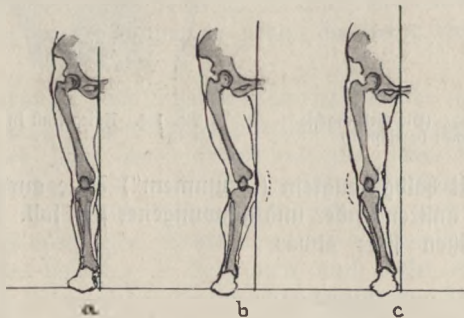


Fig. 171. a Normalgestelltes Bein, b X-Bein, c O-Bein.

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 kalte Füße sind eine Folge davon.

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. 171 c). Sind solche Beine nebeneinandergestellt, so berühren sie sich nur an den Fersen, 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 zu weichen Knochen (Rachitis). Sie sind besonders häufig bei kurzen gedrungenen Gestalten und sind hier vielfach nur vererbt oder überhaupt Rasseigentümlichkeit. 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 im Scherze „Kavalleristenbein“ genannt wird.

### § 73. 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. 172).



**A. Fußwurzel.**

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. Wie an der Hand (s. o.), so sind auch an jedem Fuß Sesambeine vorhanden: so z. B. am seitlichen Ende in der Sehne des langen Wadenbeinmuskels; an der Sohlenseite des Großzehs rechts und links. Die Knochen der Fußwurzel sind auch nicht, wie bei der Hand, in zwei Reihen geordnet, sondern sie scheiden sich in zwei hintere Knochen, Sprungbein und Ferseubein, 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 Ferseubein durch einen starken, nachhinten 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.

Unterschied im Bau von Fuß und Hand.

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. 173). Säugtiere, 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 Ferseubein 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).

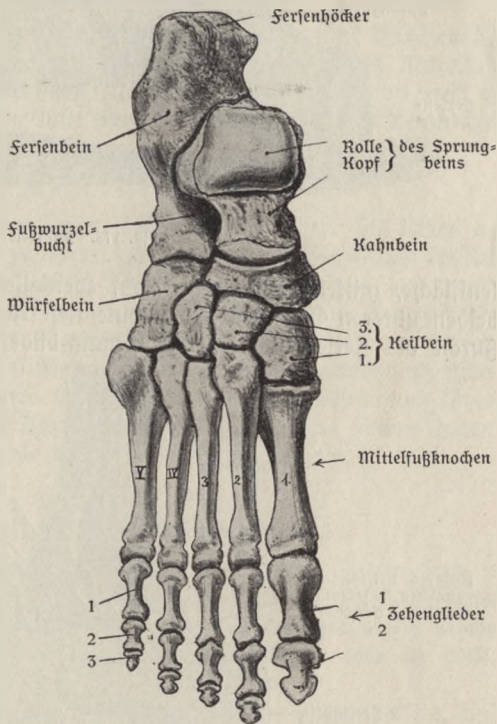


Fig. 172. Fußskelett von oben gesehen.

1. Das Sprungbein (talus oder astragalus = Würfel; ἀστραγάλειον bei Homer = Würfelspielen). 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 schraubenförmige Gelenkfläche oder „Rolle“, 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.

Sußwurzel-  
bucht.

Unten am Körper ist eine ebene Gelenkfläche, mit welcher der Körper auf dem Fersehenbein ruht.

Der Hals des Sprungbeins ist kurz; der Kopf trägt vorn eine gekrümmte Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Kahnbein des Fußes; unten eine kleine Ge-

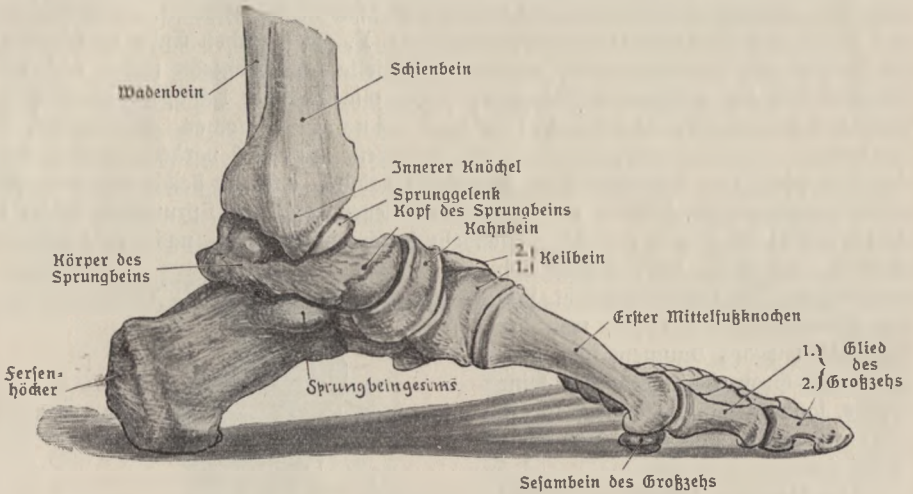


Fig. 173. Fußskelett von innen.

lenkfläche, mittels welcher der Kopf ebenfalls auf dem Fersehenbein ruht. Zwischen den beiden unteren Gelenkflächen ist eine tiefe rauhe Rinne, die mit einer entsprechenden Furche des Fersehenbeins einen Hohlraum bildet, die Fußwurzelbucht.

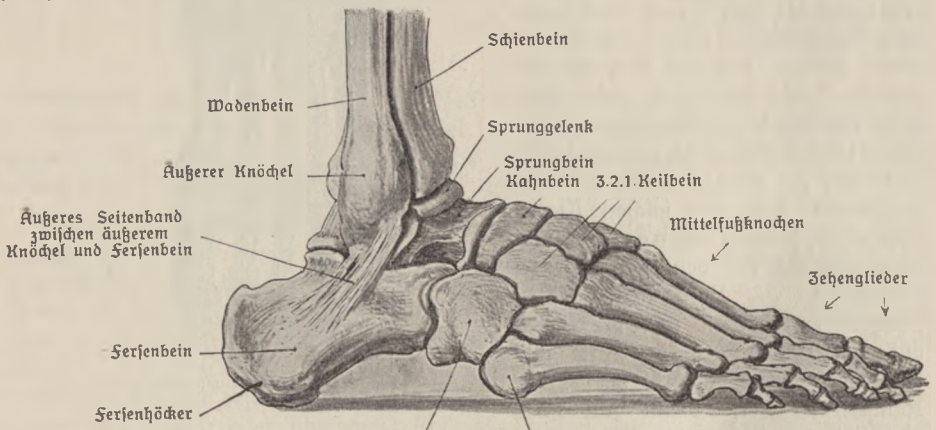


Fig. 174. Fußskelett von außen.

Sersehenbein.

2. Das Fersehenbein. Es reicht nach vorn so weit wie auch das Sprungbein; nach hinten überragt es dieses bedeutend mittels des Ferseenvorsprungs oder der Häcke. Die Häcke endigt nach hinten mit dem rauhen Fersehenhöcker, an welchen sich die mächtige Achillessehne heftet.

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 Sprungbeingefims, auf welchem der Kopf des Sprungbeins aufliegt. In der Höhlkehle unter diesem Gefims ziehen Muskelsehnen, Blutgefäße und Nerven vom Unterschenkel zum Plattfuß.

Die vordere Fläche ist überknorpelt zur Verbindung mit dem Würfelbein.

3. Das Kahnbein liegt zwischen dem Kopf des Sprungbeins und den drei <sup>Kahnbein.</sup> Keilbeinen.

4., 5. und 6. Die drei Keilbeine, unregelmäßig gestaltete Knochen, welche <sup>3 Keilbeine.</sup> an das Kahnbein anstoßen.

7. Das Würfelbein, am äußeren Fußrand gelegen. Seine hintere Gelenk- <sup>Würfelbein.</sup> fläche stößt an das Fersehenbein (Fig. 174).

### B. Mittelfuß.

Die fünf Mittelfußknochen sind ganz ähnlich gestaltet wie die fünf Knochen der <sup>Mittelfuß.</sup> Mittelhand (Basis, Mittelstück und Köpfehen). 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.

### C. Zehen.

Der Großzeh hat zwei, die anderen Zehen haben drei Glieder. Sie liegen bei <sup>Die Zehen.</sup> 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.

## § 74. Das Fußskelett als Ganzes.

Die Fußwurzelknochen und der anstoßende Mittelfuß mit den Zehen sind so <sup>Fußskelett als Ganzes.</sup> 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.

Die Mittelfußknochen bilden zugleich mit der Fußwurzel das Fußgewölbe, und <sup>Fußgewölbe.</sup> zwar ein Längs- und ein flacheres Quergewölbe. Das Längsgewölbe setzt sich, den 5 Mittelfußknochen entsprechend, aus 5 Bögen zusammen, die sich im Fersehenbein vereinen. 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 Linie 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.

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.

### § 75. Der Plattfuß.

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. Diese Trittspur zeigt zugleich die eigentliche Unterstützungsfläche, auf der der belastete Fuß wie auf einem Wassertisss steht. 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. 175a). 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. 175b).

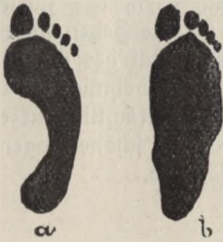


Fig. 175. Trittsuren a eines normal gewölbten Fußes, b eines Plattfußes.

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 Fersebein 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 Ferse- und Würfelbeins. Diese nicht seltene Verbildung des Fußes ist der Plattfuß. Beim beginnenden Plattfuß ist es häufig der flache äußere Fußbogen: Fersebein, Würfelbein, Mittelfuß des Kleinzehs, welcher zuerst einsinkt, worauf dann der höhere innere Fußbogen vom äußeren Fußbogen herabgleitet (Fig. 178).



Fig. 176 u. 177. 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 Schwißen.

Der Plattfuß ist eine bei Erwachsenen ungemein häufige Verbildung des Fußes. Unter den Gestellungspflichtigen unserer früheren preussischen Armee waren 25 vom Tausend wegen Plattfuß dienstunbrauchbar, das macht auf 400000 Gestellungspflichtige 10000 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.

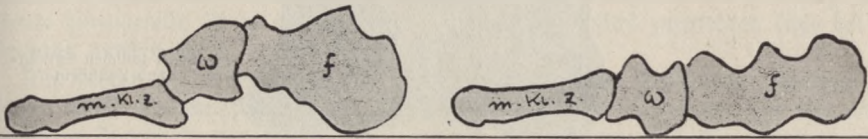


Fig. 178. 1. Das äußere Fußgewölbe normal. 2. Einsinken des äußeren Fußgewölbes und Formveränderung an den betreffenden Fußwurzelknochen bei Plattfuß.  
f Serzenbein; w Würfelbein; mklz Mittelfußknochen des Kleinzehs.

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 „Steharbeit“ 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 (Hacken-, Spitz-, Klumpfuß) bieten kein besonderes turnerisches Interesse.

## § 76. Gelenke und Bänder des Fußes.

### 1. Das Sprunggelenk.

Sprung-  
gelenk.

Die Fußwurzel ist durch Vermittlung des Sprunggelenks (auch als „oberes Sprunggelenk“ bezeichnet) verbunden mit den Knochen des Unterschenkels, indem die wie der Teil eines Zylindermantels gestaltete Rolle des Sprungbeins 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. Im Grunde genommen besteht

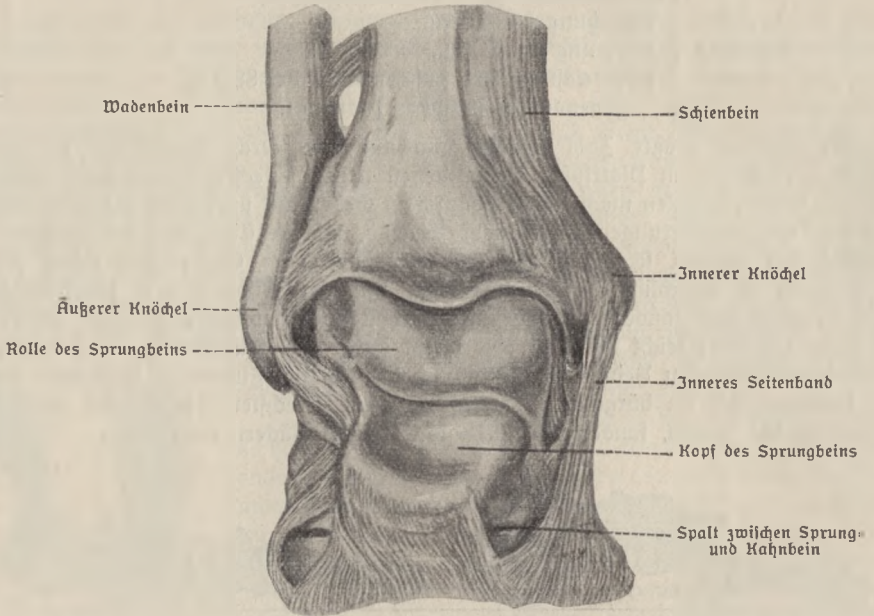


Fig. 179. Sprunggelenk eröffnet.

das Sprunggelenk aus zwei übereinander gebauten Scharniergelenken, einem oberen und einem unteren, deren Achsen schiefgestellt sind. Da die hieraus sich ergebende Mechanik zu verwickelt ist, um hier eingehend dargestellt zu werden, so behandeln wir vor und nach das Ganze als ein Gelenk.

Das Sprunggelenk ist ein Scharniergelenk und gestattet lediglich Beugung und Streckung. In der mittleren Stellung des Fußes steht die Längsachse des Fußes recht-



Fig. 180. Bewegung im Sprunggelenk.

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. 180).

Beugung und Streckung ausführen kann nur der aufgehobene Fuß. Er ist dann ein zweiarmiger 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 Fersehöcker 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.

## 2. Das Fußwurzelgelenk.

Die Gelenke der Fußwurzel, nämlich:

Sprungbeinkörper mit Ferfenbein (hinteres unteres Sprunggelenk),

Sprungbeinkopf mit { Gehirns des Ferfenbeins,  
Kahnbein

Dordersfläche des Ferfenbeins mit Würfelbein } queres Fußwurzelgelenk,

Fußwurzel-  
gelenk.

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 zuzufehren (wie bei der bekannten antiken Figur des Dornausziehers).

Wir führen die erste Bewegung: Hebung des inneren Fußrandes, Senkung des äußeren nebst Einwärtsführung der Fußspitze, dann z. 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 Indianer 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 zwi-  
schen Mittel-  
fußknochen  
und  
Fußwurzel.

#### 4. Die Gelenke zwischen Zehen und Mittelfußknochen.

Gelenke  
zwischen  
Zehen und  
Mittelfuß-  
knochen.

Zehenstand.

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, während die federnd aufruhenden Zehen nur Schwankungen zu hindern und dem Vornüberfallen vorzubeugen suchen (Fig. 181). Dabei sei bemerkt, daß unterhalb des Köpfchens des Mittelfußknochens der großen Zehe in die Gelenkkapsel noch zwei flache Knochenstückchen, die großen Sesambeine (s. o.) eingeschlossen sind. Sie verstärken die Widerstandskraft gegen die hier besonders sich geltend machende Druckwirkung. 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. 181. Zehenstand.

Nach der Fußsohle zu läßt sich das erste Zehenglied über die gerade Richtung hinaus kaum beugen.

#### 5. Die Zehengelenke.

Zehen-  
gelenke.

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 Schreiterzeh. — Allerdings sei schon hier darauf aufmerksam gemacht, daß am Abstoßen des Fußes vom Boden auch die Mittelfußköpfchen der 2. und 3. Zehe, im beschuhten Fuß sogar vorwiegend, wie schon die Abnutzung der Schuhsohle zeigt, beteiligt sind.

#### 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 ist vor allem das Fußsohlenband zwischen Ferseubein und Würfelbein, eines der stärksten Bänder des Körpers, für die Tragfähigkeit des Fußgewölbes von entscheidender Bedeutung.

### § 77. Zur Fußbekleidung und Fußpflege.

Fußbeklei-  
dung 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.

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 Fabrikanten 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. Das Auftreten des Fußes beim Gehen auf die Ballen zuerst widerspricht dem Bau des menschlichen Fußes. Neben der artikulierten Sprache ist der aufrechte Gang für die Menschheit ein stolzer



Fig. 182. Fußhohle mit Meinerscher Linie (a b).

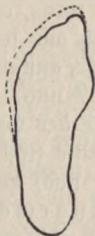


Fig. 183. Umrisslinie eines Fußes; die punktierte Linie gibt die Umrisslinie beim Aufsetzen des Fußes an.

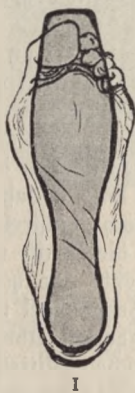
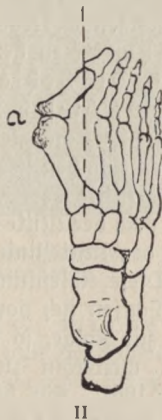


Fig. 184 u. 185. I durch modernes Schuhwerk verkrüppelter Frauenfuß mit Einzeichnung der üblichen Schuhhohlenform. II Fußskelett eines solchen Fußes. Bei a Knochenauftreibung des Grundgelenks vom Großzeh. Die punktierte Linie gibt die Achse des Großzehs an, wie sie naturgemäß vorhanden sein müßte.



Besitz, der sie über die Tierwelt erhebt. Daher gibt es bei den Vierfüßern nur Zehen- oder Spitzengänger, und die wenigen Tiere, die wie der Bär oder einige Affenarten gelegentlich auch auf zwei Füße sich erheben können, sind Sohlengänger. Der Menschenfuß aber in seinem Bau und mit seiner Wölbung, der seinen elastischen Gang von der Ferse beginnend, mit Abwickeln der Sohlen bis hin zum Abstoßen vom Boden mit den strahlig sich verbreiternden Zehenden, ausführt, besitzt in seiner Gangart ein Gut, das allein dem Menschen unter allen Geschöpfen zueignet. Wenn in der letzten Zeit neue „Systeme der Gymnastik“ namentlich für die Leibesübungen der Mädchen und Frauen sich eins nach dem anderen aufstun, lehren und zeigen bei ihren öffentlichen Vorführungen, daß ein „schöner“ Gang für die Frauenwelt nur erfolgen dürfe mit Aufsetzen des Fußes auf die Spitze oder den Ballen zuerst, so zeigen die Erfinderinnen dieser Systeme nur, daß sie von den Gesetzen des natürlichen Ganges und der Mechanik des Menschenfußes keine Ahnung haben. Laut müssen wir dagegen unsere Stimme erheben, denn eine solche Gangart, welche ihr würdiges Gegenstück in dem wieder „Mode“ gewordenen Stöckelschuh findet, bildet nicht den Körper unserer Mädchen, sondern verbildet ihn. Man kann nur staunen darüber, daß uns heute die Ergebnisse solcher trassen Unwissenheit immer wieder vorgeführt, ja sogar in „Hochschulen für Leibesübungen“ eigens Schmidt, Unser Körper. 7. Auflage. 10

gelehrt werden. — Ob beim natürlichen Gang der Hauptdruck auf den Boden von den Mittelfußköpfchen der zweiten und dritten Zehe oder dem Großzeh ausgeübt wird, sei dahingestellt. Jedenfalls nutzt 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 verdienten Anatomen † G. H. v. Meyer in Zürich — Meyersche Linie (Fig. 182). 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 gestemmten äußeren Zehen sich mehr ausbreiten, wird der Vorderfuß beim Auftreten länger und breiter (Fig. 183). Für den richtigen Bau der Schuhe sind diese Verhältnisse besonders wichtig.

Natur-  
gemäßes  
Schuhwerk.

Solgende 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. 187 und 188).

Diese Ablenkung vermindert die Kraft, mit welcher der Großzeh beim Schreiten und Laufen sich vom Boden abstößt. Sie hat ferner eine Achsendrehung des Großzehs zur Folge, so daß sich der Zehennagel meist schief nach außen legt. Das führt dann weiterhin zu dem schmerzhaften Übel des „eingewachsenen Nagels“ (Fig. 186). 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 (Großballen, Gicht) (Fig. 184 u. 185, a).

2. Das Oberleder des Schuhwerks muß an der Spitze so gestaltet sein, daß es den Großzeh 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 Zeh 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 Großzeh und nicht über der Fußmitte haben.

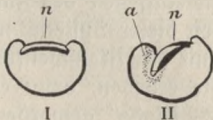


Fig. 186. I Nagelbett des Großzehs im Durchschnitt. n = Nagel; II Schieflegung des Nagels bei eingewachsenem Nagel. In a entzündliche Wucherung des Nagelsalzes.

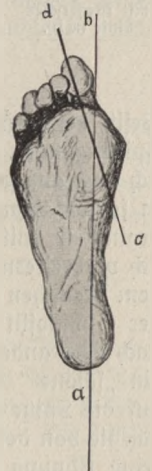


Fig. 187. Abweichung des Großzehs aus der Richtung der Meyerschen Linie (a b) nach der Richtung c d unter dem Einfluß schlecht gebauten Schuhwerks.

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 Aufschnabelung — der Winkel, den die Sohle der Fußspitze mit dem Boden bildet, beträgt etwa  $10-12^{\circ}$  — 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 anderseits 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 Schuhsohle 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. 188. Moderne Frauenfüße in Röntgenaufnahmen durch die Schuhe hindurch (nach Hoffa).



Fig. 189. 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. 190).



Fig. 190. Fußskelett auf einen hohen Absatz gestellt (grau angelegt; darunter die Umrisse des auf ebenem Boden stehenden Fußskeletts).

Der hohe Absatz verhindert ferner das naturgemäße Gehen mit Abwicklung 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.

Daher beim weiblichen Geschlecht, wo der hohe Absatz noch am meisten getragen wird und neuerdings der „Stöckelschuh“ mit ganz hohen schmalen Absätzen wieder allgemeine Mode ist, 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. —

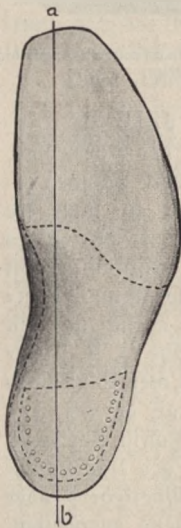


Fig. 191. Sohlenfläche eines Normal-Schuhleisters (nach Stärke). a b Meßerische Linie.

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.



Fig. 192. Fuß eines 2jährigen Kindes von der Sohlenfläche gesehen.

Anmessen des Schuhwerks.

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 aufgesetzten, sondern am aufgehobenen unbelasteten Fuß zu messen, da hier die Fußwölbung am größten ist.

Bezüglich der Frage, welche Arten von Schuhen zum Betrieb von Leibesübungen, zum Spielen und zum Wandern am geeignetsten sind, sei bemerkt:

Arten von Schuhwerk.

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 Abfälle der Wanderschuhe kunstgerecht mit Eisenägeln zu beschlagen (Bergschuh).

2. Schaftstiefel gewähren zwar guten Schutz gegen Nässe und Staub, sind aber, wenn stark naß geworden, schwierig anzuziehen. Ist, um Leckers zu vermeiden, der Spann wenig fest schließend, so sitzt der Stiefel zu lose; beim Marsch reibt sich dann die Ferse hinten an der starren Kappe und wird leicht wund.

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 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.

Mit der zunehmenden Einführung des Gerätturnens hat sich die gute Gewohnheit entwickelt, beim Turnen in der Halle wie auch im Freien mit bloßen Füßen zu üben. Es ist dies sowohl im gesundheitlichen Sinne wie auch mit Rücksicht auf gute und schöne Fußhaltung sehr zu begrüßen.

Wichtig für den Fuß ist auch die Form der Strümpfe. Beim Kinde im ersten Lebensjahre stehen bekanntlich die Zehen strahlenförmig auseinander (Fig. 192). 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 aneinander gedrängt, den Mittelfuß zusammengedrückt und die Fußhohle verschmälert (Fig. 194). „Die Natur“, sagt Starcke, „gab uns allein sieben starke Muskeln für den Großzeh; alle werden methodisch lahmgelegt durch die fürsorgliche Hand der strickenden 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 Innenseite liegt, der Großzehenseite. Solche Strümpfe kosten nicht mehr Arbeit als die bisher üblichen Trichterstrümpfe, zudem sind sie haltbarer an der

Strumpf.

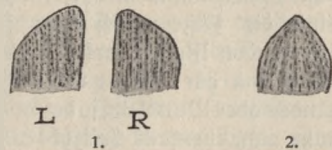


Fig. 193. 1. Linke und rechte Fußspitze beim richtig geformten Strumpf. 2. Fußspitze beim Trichterstrumpf.

Spitze als diese, da sich der Großzeh nicht so leicht durchbohrt. Es ist zu wünschen, daß die Handarbeitslehrerinnen der Mädchen die naturgemäße Form der Strümpfe kennen lernten und nur solche von ihren Schülerinnen anfertigen ließen (Sig. 195—197).



Fußpflege.

Fig. 194. Fuß eines 4-jährigen Kindes im Strumpf, Röntgen-Aufnahme — beginnende Ablenkung der Groß- und der Kleinzeh.

Der Notwendigkeit einer gründlichen Besserung der Fußbekleidung gab bereits 1782 der holländische Anatom Petrus Camper durch seine in die meisten europäischen Sprachen übersehte 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 Heeresverwaltung besondere Beachtung. Eine trefflich illustrierte Darlegung der Frage verdanken wir endlich dem Maler Schulte-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] mit Mehl [10 Teile] und gepulverter Talcerde [87 Teile]). Es ist ein dummer Aberglaube, daß man gegen Schweißfüße nichts tun dürfe. Sind die Füße durch anstrengenden 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 entferne man durch Auflegen erweichender Pflaster, wie solche überall käuflich sind. Zu warten 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.

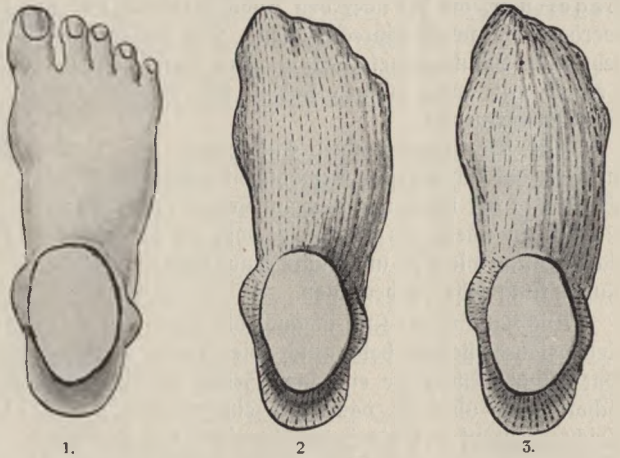


Fig. 195—197. 1. Normal gebauter unverstümmelter Fuß. 2. Derselbe mit Normalstrumpf bekleidet. 3. Derselbe im Trichterstrumpf; man sieht, daß durch den Trichterstrumpf a) der Mittelfuß schmaler, b) der Großzeh nach der Fußmitte abgelenkt wird. (Nach Braune.)

## II. Muskellehre.

### Allgemeine Muskellehre.

#### § 78. Quergestreifte oder willkürliche Muskeln.

Die quergestreiften Muskeln bilden das rote Fleisch des Körpers, das im lebenden Körper eine Art von Gallerte darstellt, aber schon im frischen Zustande faserig gegliedert erscheint. Noch mehr ist das der Fall, wenn durch kochendes Wasser die Eiweißbestandteile des Fleisches gerinnen und unter Lösung des Bindegewebes zwischen den Fasern auseinanderfallen. Das gleiche erreicht man mit bestimmten chemischen Mitteln. Man gewahrt so, daß alle willkürlichen Muskeln aus parallel geordneten (manchmal auch zusammenlaufenden) Fasern oder Bündeln bestehen, die ihrerseits sich aus feineren Fasern zusammensetzen. Man nennt daher die grobe Muskelfaser Muskelbündel und erst die feineren, zu einem Bündel zusammenlaufenden Fasern Muskelfasern (Fig. 198). Eine jede Muskelfaser ist umgeben von einer feinen glashellen Haut, der Muskelhaut (Sarcolemma). Eine stärkere bindegewebige Haut (man nennt sie auch Perimyrium), die zugleich Trägerin der ernährenden Blutgefäße, Nerven sowie vom Fettgewebe, umgibt vor allem größere Muskelbündel (Fig. 198). Unter dem Einfluß geeigneter chemischer Mittel zerfasert sich auch die feinere Muskelfaser nochmals in feinste dünne Fäserchen, die als Muskelfibrillen (oder Primitivfasern) unter dem Mikroskop sichtbar sind (Fig. 200). Sowohl die Muskelfasern als auch die einzelnen Fibrillen zeigen bei stärkerer Vergrößerung durchweg eine feine Quersreifung, 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 lichtereren Scheiben der Fibrillen, gewissermaßen Säulenstücke, als kleinste Fleischteilchen übrig (Fig. 201). Unter der Muskelfaserhaut (dem Sarcolemma) liegen außerdem Zellkerne eingestreut, die Muskelförpchen. 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.

Man unterscheidet ferner nicht nur bei demselben Tiere, sondern auch an demselben Muskel zweierlei Arten von Muskelfasern, die man — obgleich der Farbenunterschied recht unbedeutend sein kann — als rote oder trübe im Gegensatz zu blassen oder weißen Fasern bezeichnet. Die roten Fasern sollen sich von den weißen unterscheiden durch 2—3mal längere Zuckungsdauer (i. u.), geringere Zuckungshöhe bei Einzelreizung und wesentlich größere Zusammenziehung bei schnell nacheinander wiederholten Reizungen. Auch soll die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung in den roten Muskeln geringer sein als in den weißen. Die weißen Fasern sollen sich auszeichnen durch längere Dauer der Zusammenziehung und leichte Erregbarkeit: sie arbeiten flinker, ermüden aber auch leichter. Die roten oder trüben Fasern vollziehen mehr die gedehnten und ausdauernden Bewegungen. Sie kommen vorzugsweise vor

Quer-  
gestreifte  
oder  
willkürliche  
Muskeln.

Muskel-  
bündel.

Muskel-  
fasern.

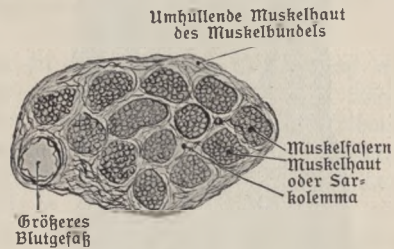


Fig. 198. Muskelbündel im Durchschnitt. Ver-  
größert 150.

Muskel-  
fibrillen.

in den stets tätigen Atemmuskeln, im Herzmuskel, in den Augen-, sowie in den Kau-  
muskeln. —

Die Muskelfasern sind von verschiedener Länge und Dicke. Im allgemeinen sind  
sie bis zu 12—16 cm lang; bei langen Muskeln kommen dann mehrere Faserfolgen,  
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. Schulze 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 neben-  
einander gelagerten Fasern bestehend. Sie ist umgeben von der Sehnenhaut oder



Fig. 199. Quergestreifte Muskelfasern mit  
darüberlaufenden Nerven.

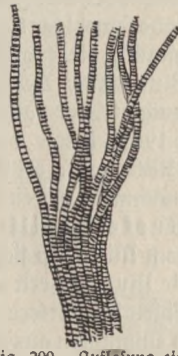


Fig. 200. Auflösung einer  
Muskelfaser in Muskel-  
fibrillen. Vergrößerung 500.

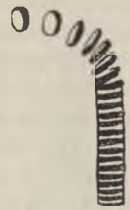


Fig. 201. Auflösung einer  
Muskelfibrille in kleine  
Scheibchen. Vergr. 800.

Sehnen-  
scheide.

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).

Kontrak-  
tion.

Jede Muskelfaser besitzt das Vermögen, auf einen Reiz hin, der gewöhnlich von  
einem Nerven zugeleitet wird, in eine schnelle innere Bewegung zu geraten, die bei  
frei beweglichen Muskelenden zu einer Verkürzung der Faser bis fast auf die Hälfte  
ihrer Länge bei entsprechender Verdickung führt. Diese Zusammenziehung oder  
Kontraktion bewirkt die Bewegung der Skeletteile gegeneinander und leistet  
„äußere“ Arbeit, wenn sie dabei Widerstände überwindet, die oft recht bedeutend  
sein können.

Muskel-  
nerven.

Zweierlei Nerven hat der Muskel: zunächst und vorzugsweise Bewegungs-  
(oder motorische) Nerven. Sie leiten die Willensanregungen vom Zentralnervensystem  
(Hirn und Rückenmark) zum Muskel hin und veranlassen ihn zur Zusammenziehung,  
d. h. 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.

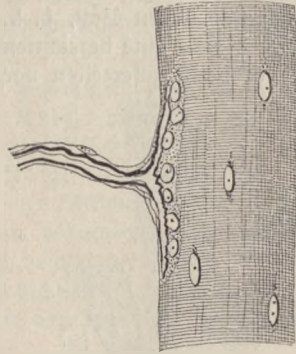


Fig. 202. Endung eines Muskelnerven im Muskel.

Der Bewegungsnerve der Muskelfaser endet in einer kleinen Aufstrebung an der Muskelhaut, dem Nervenbügel oder der motorischen Endplatte (Fig. 202). Dabei geht die umhüllende Haut des Nerven unmittelbar in die Muskelhaut über, während der Nerv selbst sich im Nervenendbügel 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. Es ergibt sich dies auch dadurch, daß der Muskel nach Durchschneidung seines Muskelnerven, d. h. nach Lösung seines Zusammenhangs mit dem Zentralnervensystem entartet und bindegewebig wird (Muskelchwund), und zwar im Vergleich zu demselben Muskel der entgegengesetzten Körperseite schon in 2 Wochen um 30 %, in 5 Wochen um 50 %. — Es ist das ein anderer Zustand wie der, welcher bei längerer Untätigkeit des Muskels eintritt: hier wird der Muskel kraftloser, verliert zwar auch an Umfang und Gewicht, behält aber seine bezeichnende Eigenschaft bei, nämlich die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen.

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.

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 Muskelzellen des Herzens, allenthalben miteinander verbunden und ineinander verfilzt, stellen also ein dichtes zusammenhängendes Netzwerk dar (Fig. 203).

### § 79. Glatte oder unwillkürliche Muskeln.

Im vorhergehenden Paragraphen hatten wir ausschließlich von dem roten Muskel-  
fleisch und dessen Bau, d. h. von den „willkürlichen“ Muskelfasern gesprochen, wobei  
nur das Herz eine bezeichnende Ausnahme macht. Außerdem kommen aber im ganzen  
Körper noch Fasern vor, welche die Fähigkeit haben, unabhängig vom Willen,  
d. h. rein unwillkürlich sich zusammenzuziehen und  
zu verkürzen und so zum Teil lebenswichtige Be-  
wegungen zu vollziehen. So in den Wänden des ge-  
samten Verdauungskanal, in den Lufttröhren, in den  
Ausführungsgängen der Drüsen, im Harnleiter und  
in der Harnblase, in den Samenbläschen und der Ge-  
bärmutter, in der Brustwarze, in den Wänden der  
Blutgefäße, in der behaarten Haut.

Glatte oder  
unwillkür-  
liche  
Muskeln.

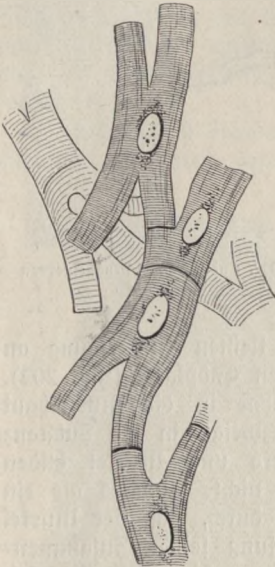


Fig. 203. Quergestreifte Muskel-  
fasern des Herzens bei 400facher  
Vergrößerung.

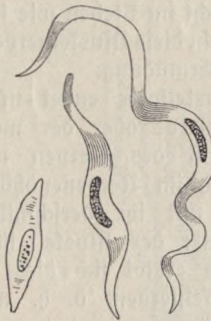


Fig. 204. Glatte oder organische Muskelfasern bei 3- bis  
400facher Vergrößerung.

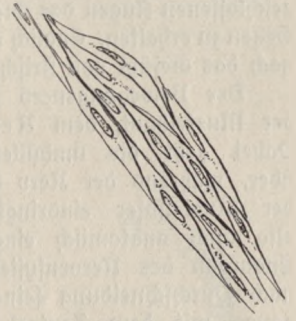


Fig. 205. Bündel glatter Muskel-  
fasern. Vergrößerung 350.

Der Gestalt nach sind sie spindelförmige, kernhaltige Zellen, bald sehr lang und band-  
förmig (wie im Darmkanal), bald kürzer (wie in der Wand der Blutgefäße) (Fig. 204).  
Sie liegen in den betreffenden Organen meist in bestimmter Richtung (längs oder  
quer) bündelförmig vereint und bilden in der Wand der Blutgefäße, Drüsen-, Darm-  
u. a. w. Röhre eine besondere zusammenhängende Schicht (Fig. 205). Da, wo sie mehr  
kugelige Hohlräume umgeben, wie z. B. bei der Blase und der Gebärmutter, kreuzen  
sie sich in allen Richtungen. Nerven, dem System der vegetativen Nerven entstammend,  
treten allenthalben mit den glatten Muskelfasern in Verbindung und geben die un-  
abhängig vom Willen erfolgenden Anregungen zu ihrer Zusammenziehung.

### § 80. Erregbarkeit des Muskels.

Erregbar-  
keit des  
Muskels.

Die Fähigkeit des Muskels, sich auf erhaltene Reize hin zu verkürzen, d. h. zu  
arbeiten, heißt Erregbarkeit. Der Zustand der Muskel-tätigkeit, in welche der  
Muskel durch Reizung versetzt wird, heißt Erregung.

Die Muskelreize haben die Fähigkeit, chemische, der Nahrung entstammende Spann-  
kräfte zugleich mit bestimmten Umlagerungen und chemischen Änderungen der kraft-  
gebenden Substanz auszulösen oder wirksam zu machen, ähnlich etwa, wie die in einem  
Akkumulator aufgespeicherte elektrische Energie durch den zuleitenden Strom zur Ent-  
ladung gebracht und wirksam werden kann.

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;

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 „Blutverschiebung“ zum arbeitenden Muskel 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.

5. Nur bei stärkstem Reiz (oder Anstrengung) ziehen sich alle Fasern des Muskels zusammen, und der Muskel wird hart. Bei leichteren Zusammenziehungen und Spannungen ziehen sich in entsprechender Abstufung nur einige Muskelfasern zusammen; die anderen bleiben ruhen und ermüden also auch nicht. Der Umfang der Verkürzung bleibt dabei derselbe, da er von der Länge des Muskels und nicht vom Querschnitt abhängt.

### § 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 zu-

Zeitlicher Verlauf der Muskelzusammenziehung.

sammengezogen, andauernd arbeitend. Eine Reihe einzelner, sehr schnell aufeinander folgender Zuckungen fließt in eine andauernde Zusammennziehung zusammen.

Genau so erzielt auch unser Wille eine anhaltende Zusammennziehung — und fast alle Bewegungen sind solche — dadurch, daß er in einem fort Reizstöße zum sammengezogenen Muskel schickt, solange eine Bewegung anhält. Die „Zuckung“ ist also der elementare Vorgang; alle länger verlaufenden Muskelzusammennziehungen sind aus schnell hintereinander folgenden Zuckungen zusammengesetzt.

Man hat Vorrichtungen ersonnen, 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 von seinem Nerven aus, so wird der Hebel bei der dann folgenden Zusammennziehung 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 Zusammennziehung des Muskels (der „Hubhöhe“) entspricht. Bewegt man während der Zusammennziehung 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 Muskelzusammennziehung, einer „Zuckung“ an (Fig. 206).

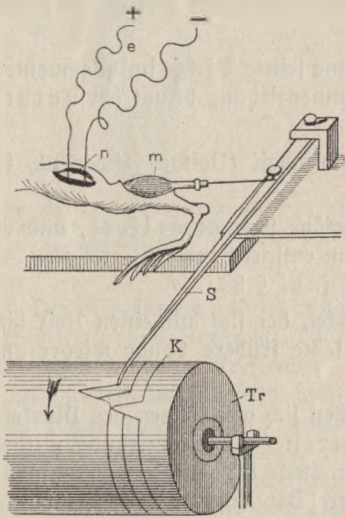


Fig. 206. Schema eines Myographions. e elektrische Zuleitung. n Nerv, der zum Wadenmuskel m führt; S Schreibhebel, Tr rotierende Trommel, K aufgezeichnete Zuckungskurven.

Es ist hier nicht der Ort, zu beschreiben, mit welcher geistreich ersonnenen Apparaten — der Name Helmholtz ist hier in erster Linie zu nennen — die diesbezüglichen, für die Erforschung der Nerven- und Muskeltätigkeit grundlegenden Versuche ausgeführt sind. Man nennt einen solchen Apparat „Myographion“.

Die Figur zeigt schematisch eine solche Versuchsanordnung. An einem Froschschenkel ist bei n der zum Wadenmuskel führende Nerv bloßgelegt und 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.

Löst man auf solche Weise durch einen elektrischen Schlag eine Zuckung des Muskels aus, so lehrt die aufgezeichnete Kurve zunächst folgendes (Fig. 207):

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 Ruhestand zurückzukehren (bei d).
3. Die Zusammenziehung beginnt nicht in demselben Augenblick, wo die Reizung (bei a) erfolgt, sondern etwas später (bei b).

Zuckungs-  
kurve.

Man teilt demgemäß den Verlauf einer Muskelzusammenziehung oder Zuckung in verschiedene Zeiten (Stadien) ein:

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 Verkürzung ist, je geringer die zu hebende Last, je frischer der Muskel.

c) Zeit der absinkenden Energie oder Abklingen der Bewegung zum Ruhestand zurück. Diese Zeit erfolgt langsamer, ist also länger als die Zeit der steigenden Energie.

d) 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. 208). 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.

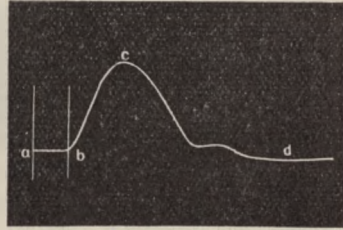


Fig. 207. Zuckungskurve.

Zuckungs-  
zeiten.

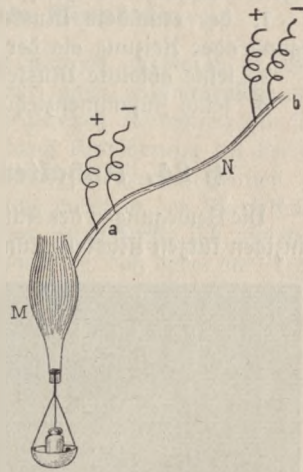


Fig. 208. M Muskel, N feines Nerv. Letzterer an zwei verschiedenen Stellen (a und b) gereizt.

Fort-  
pflanzung  
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:

Erschei-  
nungen beim  
ermüdeten  
Muskel.

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.

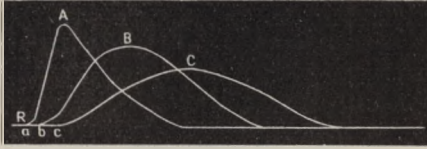


Fig. 209. Zuckungskurve A eines frischen, B eines halbermüdeten, C eines stark ermüdeten Muskels. R a, R b, R c die entsprechenden Vorbereitungszeiten.

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: seine Kraft 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 Klavierspielers, mindestens vier Reizstöße wirksam.

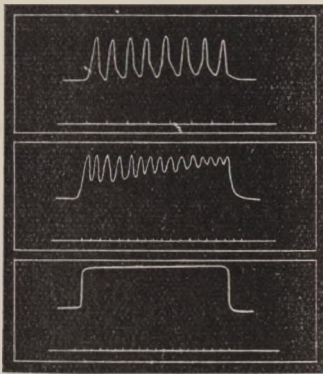


Fig. 210. Anhaltende Zusammenziehung durch Zusammenfließen vieler Reizhöhe. Ihre Zahl ist jedesmal auf der Linie unten angegeben.

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. 210 I—III).

Steckt man in Sehne und in Fleisch eines in anhaltende Zusammenziehung verfestigten 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.

Ähnlich, wenn man beide Zeigefingerspitzen in die Ohren steckt und nun willkürlich den zweiköpfigen 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 (Landois 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 arbeitenden Muskels.

Das Muskelgewebe, welches die Hauptmasse unseres Körpers ausmacht, ist beim Lebenden eine fast gallertartige Substanz, die sich, wie wir sahen, zusammensetzt aus Fasern. Diese Fasern haben die Eigenschaft, auf einen gegebenen Nervenreiz hin sich beinahe um die Hälfte ihrer Länge zu verkürzen und durch Annäherung der beiden Punkte, zwischen denen sie ausgespannt sind, eine meßbare mechanische Arbeit zu liefern. Zweifellos sind es Vorgänge chemischer Art, welche dabei in der Muskelfaser vor sich gehen, stoffliche Umsetzungen derart, daß chemische Spannkraft sich umsetzen in mechanische Arbeit und Wärme. Es ist eine uralte Beobachtung, daß dabei die Atemvorgänge gesteigert werden, mehr Sauerstoff ein-, mehr Kohlensäure ausgeatmet wird, als wie dies bei Ruhe der Fall ist. Indem man die Ausatemluft bei stärkerer Arbeit auffing, gelang es, die Menge der darin enthaltenen Kohlensäure zu bestimmen und zu zeigen, daß mit Umfang und Maß der geleisteten Arbeit oder Übung die Menge der darin enthaltenen Kohlensäure stetig anwuchs. Parallel damit ging der größere Bedarf an einzuatmendem Sauerstoff. Da die Kohlensäure aus einer Verbindung von Sauer- und Kohlenstoff besteht, so war es klar, daß der in allen Geweben und allen Nahrungsmitteln vorhandene Kohlenstoff sich bei den verschiedenen Lebensvorgängen und erst recht bei mechanischer Arbeit mit dem Sauerstoff des Blutes verbindet oder verbrannt wird. Damit lag es nahe, hier an das Vorbild der Dampfmaschine zu denken, wo ja auch Kohle mit dem Sauerstoff der Luft verbrannt wird zu Kohlensäure, und wo die so erzeugte Wärme zum Teil in mechanische Arbeit übergeführt wird. Wir nennen den Anteil, welcher von der durch den Verbrennungsvorgang gelieferten Wärme sich in

Stoffwechsel  
des  
arbeitenden  
Muskels.

\*) Der folgende Paragraph über den Kraftstoffwechsel im Muskel setzt eine Reihe von Begriffen über die Nahrungstoffe, die Blutversorgung des Muskels usw. voraus, welche ausführlicher erst in späteren Abschnitten dieses Buches behandelt werden. — Von der umfangreichen neueren Literatur über diese Frage habe ich insbesondere die Arbeiten von Prof. Schenk in Marburg zu Rate gezogen. Auch Herrn Prof. Thörner in Bonn bin ich für manchen Rat dankbar.

Wirkungs-  
grad.

Energie, d. h. in mechanische Arbeit umsetzen läßt, den „Wirkungsgrad“ der Maschine. Dieser Wirkungsgrad betrug bei einer älteren Dampfmaschine 8—10%, bei einem Gasmotor 20% usw., während man fand, daß der menschliche Muskel, der Maschine überlegen, unter günstigen Umständen bis zu 32% des aufgewendeten Energiewertes in Arbeit überzuführen vermöge (33⅓% gab Zung an). Genauer schätzt man den Wirkungsgrad für oft geübte angepaßte Arbeit auf 30—32%, bei weniger angepaßter ermüdender Arbeit auf 20—25%, während der Wirkungsgrad der wirklich arbeitenden Muskelgruppe, des eigentlichen Muskelmotors, für sich allein auf 40—50% zu schätzen ist. — Dabei war allerdings der Vorgang der Muskelzusammenziehung als ein einheitlicher angenommen, indem der kraftgebenden Zusammenziehung Erschlaffung folgte. Daß diese Annahme heute nicht mehr gültig ist, sondern daß wir den Vorgang einer Muskelzusammenziehung in zwei geschiedene Phasen: eine Kontraktions- und eine Restitutionsphase zerlegen müssen, werden wir weiter unten noch auseinandersetzen. Die Unterhaltung der umfassenden Arbeitsleistungen namentlich bei Dauerarbeit und -übung: wie stundenlange schwere körperliche Arbeit, umfassende Bergbesteigungen, Läufe über 20, ja 42 km (Marathonlauf), viele Stunden währendes Dauerschwimmen usw. verlangt starke stoffliche Umsetzungen im Körper, wozu die Nahrungsmittel dienen. Sie teilen sich in Eiweißstoffe, Fette und Kohlehydrate. Letztere beiden setzen sich zusammen lediglich aus Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasser- und Sauerstoff, während die eiweißhaltigen Nahrungsmittel außerdem auch noch Stickstoff enthalten. Da die kraftgebende Muskelfaser in der Hauptsache aus Eiweiß besteht, so lag die Annahme nahe, daß die Muskelfaser bei ihrer Verkürzung einer stofflichen Umwandlung unterliege, wofür die eiweißhaltigen Nahrungsmittel den Ersatz lieferten. Wäre dem so, so müßte nach anstrengender Muskelleistung der für Eiweiß bezeichnende Grundstoff, nämlich der Stickstoff, sich in den Körperausscheidungen in vermehrter Menge nachweisen lassen, zumal die chemische Bestimmung des Stickstoffs verhältnismäßig leicht ist. Es steht indes zweifellos fest, daß der Abbau des eiweißhaltigen Teils der Nahrung für die Leistung der bei Muskelarbeit zutage tretenden Energie nicht in Frage kommt. Bekannt ist der Versuch der beiden Forscher Siek und Wislicenus, welche im Jahre 1865 bei einer Besteigung des Gaulhorns in der Schweiz nur eiweißfreie Kost zu sich nahmen und unterwegs den Stickstoffgehalt in ihren Ausscheidungen feststellten. Sie ermittelten, daß ein erheblicher Teil der geleisteten Arbeit unmöglich von der Muskelfaser selbst herrühren konnte. Da man nun einmal die Muskelzusammenziehung als eine Tätigkeit der Muskelfaser ansah, so versuchte man den Vorgang der Kontraktion auf elastische Kräfte der Muskelfasern zurückzuführen oder auf elektrische Kräfte usw. Ältere Handbücher der Physiologie enthalten weitläufige Auseinandersetzungen in diesem Sinne. Indem man sich wieder den stofflichen Vorgängen zuwandte, fand man, daß auch die stärkste körperliche Anstrengung eine Zersetzung des Eiweißes nicht wesentlich vermehrt, und daß auch das Fett der Nahrung als Kraftquelle für die Muskelarbeit nicht in Frage kommen konnte. Schon 1841 hatte der berühmte Chemiker Berzelius in den Muskeln eines gehezten Wildes auffallend große Mengen von Milchsäure festgestellt, als deren Muttersubstanz man mit großer Wahrscheinlichkeit die Kohlehydrate der Nahrung — die Zucker- und Stärkemehlstoffe — ansprach. Gleichwohl dauerte es noch viele Jahre, bis wir zu der Feststellung gelangten, daß die Körper der Kohlehydratreiche die Energiequelle der Muskelarbeit darstellten, und daß die Form, in welche die Kohlehydrate zu ihrem Abbau übergeführt werden, eine Zuckerart ist, das Glykogen, welches sich in den Muskeln des Körpers befindet und weiterhin, gewissermaßen als Reservenvorrat für starken Bedarf, sich in der Leber anhäuft. Aber erst eine Verbindung des Glykogens mit mineralischer Phosphorsäure, das Laktazidogen (Hexodiphosphorsäure), ist nach Embden als die

Kohle-  
hydrate und  
Glykogen.



eigentliche „Betriebssubstanz“ im Muskel stets vorrätig und wird bei starker Dauerarbeit durch Abbau von Glykogen und Zutritt von Phosphorsäure immer nachgebildet.

In der ersten Phase des Vorgangs der Muskelzusammenziehung findet — und zwar ohne Zutritt von Sauerstoff („anaërob“) — ein gärungsartiger Zerfall des Laktazidogens zu Milchsäure statt, auf Veranlassung des der Muskelfaser erteilten Nervenreizes. Bei diesem Vorgang erzeugt 1 g Milchsäure 389 kleine Kalorien (von denen 185 als „Reaktionswärme“ erscheinen). Es werden also die chemischen Spannkraften so unmittelbar übergeführt in mechanische Energie oder Kraft. „Der menschliche Organismus hat ein Problem gelöst, das dem Techniker — abgesehen von der Erzeugung elektrischer Energie — die größten Schwierigkeiten verursacht: nämlich die direkte Überführung chemischer Energie in kinetische“ (Oppenheimer). Allerdings, wie diese Umwandlung chemischer Spannkraft in mechanische Arbeit auf Grund einer Art plötzlicher Gärung erfolgt — es handelt sich um das „Zentralproblem der Muskelphysiologie“ (Schenk) —, darüber sind wir noch völlig im Dunkeln.

Man nahm an, daß diese Milchsäurebildung eine Quellung der Muskelfaser oder vielmehr gewisser Kolloide im Muskel erzeuge, welche Ursache der Verkürzung des Muskels und seiner Kontraktion sei. Es gibt ja zahlreiche Beispiele in der Biologie der Tiere wie der Pflanzen dafür, zu welcher großen Kraftentwicklung irgendeine Gewebsquellung zu führen vermag. Wenn auch diese Quellungstheorie noch heute die größte Wahrscheinlichkeit für sich hat, so blieb doch der Einwand nicht aus, daß umgekehrt Eiweißkörper bei Säurebildung schrumpfen. Darauf begründeten der englische Physiologe Hill, der um die Aufklärung der chemischen Vorgänge bei Muskelarbeit besondere Verdienste hat, sowie Meyerhof ihre „Entquellungstheorie“. Wie dem auch sein mag: der anaërober Übergang des aus Glykogen und Phosphorsäure gebildeten Laktazidogens zu Milchsäure ist die erste Phase der Muskelzusammenziehung.

In der nun folgenden zweiten Phase des Vorganges wird ein Teil der Milchsäure unter Zutritt des vom Blute abgegebenen Sauerstoffs oxydiert (oder verbrannt), während ein anderer Teil der Milchsäure zum Wiederaufbau von Glykogen (und weiterhin von Laktazidogen) unter Zuhilfenahme von Reserve-Kohlehydraten (Zuckerstoffen) verwendet wird. Der Sauerstoffverbrauch während und nach der Leistung gibt unmittelbar ein Maß für die zu einer Arbeit notwendige Energie. Bei schnellem Lauf zum Beispiel, der eine der größten Energieleistungen des Körpers darstellt, kann der Sauerstoffverbrauch auf 20 l in der Minute steigen, während er sonst etwa 2,3 l beträgt. — Die Anhäufung der Milchsäure im Blute ist in der Zeiteinheit bei anstrengendem Kurz- oder Mittelstreckenlauf am größten. Schenk gibt darüber folgende Zusammenstellung:

Leistung	Zeit der Entnahme nach der Leistung	Milchsäuregehalt des Gesamtblutes mg %
200 m-Lauf . . . . .	1 Min.	81,65
200 „ . . . . .	1 „	95,05
200 „ . . . . .	8 „	99,60
400 „ . . . . .	1 „	78,6
400 „ . . . . .	5 „	115,4
400 „ . . . . .	9 „	143,0
5000 m-Wettlauf . . . . .	3 „	118,0
5000 „ . . . . .	6 „	114,3
5000 „ . . . . .	12 „	58,9
5000 „ . . . . .	16 „	37,0
5000 „ . . . . .	30 „	9,1
10000 m-Dauerlauf . . . . .	1 „	49,7

Kontraktionsphase.

Quellung oder Schrumpfung.

Zweite Phase.

Leistung	Zeit der Entnahme nach der Leistung	Milchsäuregehalt des Gesamtblutes mg%
10000 m=Dauerlauf . . . . .	1 Min.	57,0
10000 " . . . . .	1 "	34,3
42 km (Marathonlauf) . . . . .	2 "	13,1
42 " " . . . . .	3 "	23,9
42 " " . . . . .	3 "	36,1
20 " Gepädmarsch . . . . .	10 "	15,9
20 " " . . . . .	10 "	13,2

Auf die Frage, warum die anscheinend geringere Leistung eine verhältnismäßig soviel höhere Milchsäureanhäufung nach sich zieht, komme ich zurück, zumal sie sportlich bedeutsam ist.

Die Milchsäure, in die Blutbahn übertretend, bewirkt eine starke Säuerung des Blutes und wird vom Blute an die ruhenden Muskelzellen abgegeben, die, wie schon erwähnt, die Milchsäure aufnehmen und sie entweder durch Synthese in Glykogen zurückführen oder durch Verbrennung zum Verschwinden bringen.

Der nach der Arbeit gesteigerte Grundumsatz, d. h. die Abgabe von Milchsäure an das Blut, bleibt noch längere Zeit erhalten. Z. B. nach einem energischen Kurzstreckenlauf, der kaum eine Minute dauert, fällt die Milchsäureabgabe erst etwa 3 Minuten nach der Leistung, und fast 80 Minuten nachher war erst die vermehrt gebliebene Milchsäure gänzlich wieder entfernt. — Die notwendige Neutralisation der Kohlenensäure bedingt eine Verdrängung der Kohlenensäure aus dem doppelkohlensauren Natrium des Blutes. Dadurch wird außerordentlich viel Kohlenensäure im Blute plötzlich frei: die Folge ist eine starke Atemsteigerung.

Beachtenswert ist, daß für die Höhe des Milchsäuregehalts des Blutes es weniger auf die absolute Leistung im ganzen wie auf die Leistung in der Zeiteinheit und die persönliche Anstrengung ankommt. Daher finden wir nach dem 1000-Meterlauf im Durchschnitt 80 mg% Milchsäure, dagegen nach dem Marathonlauf (42000 m) nur etwa 20—30 mg%. Bedeutend mehr dagegen nach guten Kurzstreckenleistungen (Lauf über 100 bis 500 m): z. B. nach einem scharfen 400-Meter-Wettlauf — nach Schenk wohl unsere stärkste Anstrengung im Lauf — fanden sich 150 mg Milchsäure in 100 g Blut bei einem Körpergewicht von 70 kg. Hier freisten — bei 83—85 ccm Blut im Kilogramm Körpergewicht — noch 9 Minuten nach der Leistung 8,7 g Milchsäure (statt 0,61) im Blute, also 9 Minuten später, während die Atmung sich fast völlig bereits wieder beruhigt hatte.

Jedenfalls ist die Höhe der Milchsäureauschwemmung abhängig von der Stärke der Anstrengung in der Zeiteinheit und nicht allein von der Leistung an sich. Schon ein energischer 100-Meter-Lauf genügt, um die Milchsäure auf 100 mg% in die Höhe zu treiben, so daß nach dieser Leistung schon 6 mg Milchsäure im Blute treiben statt 0,6 mg. Bei Dauerbewegungen wird wegen des bedeutend geringeren zentralen Nervenreizes viel weniger Milchsäure frei, und der Körper hat Zeit, noch während der Tätigkeit, also während des Langstreckenlaufs oder eines Dauerschwimmens usw. im Blute und vor allem auch in den viel weniger angestregten Muskeln Milchsäure umzusetzen, auf- oder abzubauen. Daher nach langdauernden Anstrengungen (10000-Meter-Lauf) keine sehr wesentlichen Milchsäureanhäufungen im Blute vorkommen, sofern der Lauf nicht mit einem energischen Endspurt beendet wurde. Dieser Endspurt wertet für sich.

Man findet ferner keineswegs sofort nach der Leistung den höchsten Milchsäurewert, sondern beim Lauf in der Laufbahn oft erst nach 8—9 Minuten: z. B. unmittelbar nach dem 400-Meter-Lauf 78,6 mg%, dann 132 mg% (3 Minuten nach der Leistung!),

115,4 mg% 9 Minuten nach der Leistung. Der Abfall erfolgte meist 8—9 Minuten nachher in steiler Kurve, so daß schließlich nach ungefähr 30—40 Minuten der Milchsäurewert des Blutes die Ausgangshöhe erst wieder erreicht hatte.

So zeigt sich also ein deutliches Zusammengehen zwischen Arbeitsleistung und Milchsäurebildung. Die Anschwemmung der Milchsäure in die Blutbahn ist nur ein sichtbares Zeichen der Größe der Anstrengung, die in der Zeiteinheit auf Grund eigener starker und stärkster Willensimpulse geleistet wird und häufig — namentlich bei scharfen Wettkämpfen — von stärksten seelischen Vorgängen begleitet wird. Der körperliche Befund wird beeinflusst, abgesehen von der körperlichen Veranlagung und dem Stand des Trainings, von der Willenskraft und der seelischen Verfassung.

War die Milchsäureanschwemmung im Blute die erste Abbaustufe der Kohlehydrate oder vielmehr des Glykogens bzw. des Laktazidogens, so ist die zweite sicher festgestellte Abbaustufe des Kraftstoffwechsels das Azetaldehyd in geringer Menge. Azetaldehyd und Alkohol.  
Beachtenswert ist, daß hier unter den Abbaustoffen (die letzten sind Kohlenensäure und Wasser) der Äthylalkohol, also der Weingeist in Betracht kommt — auch bei abstinent lebenden Studenten festgestellt. Die Menge des so entstandenen Alkohols ist allerdings nicht groß.

Am meisten kommt für den Sportler von allen Abbauprodukten neben der Milchsäure die Kohlenensäure in Betracht, auf die wir weiter unten noch zurückkommen müssen. Sie entsteht in der zweiten oder Restitutionsphase des Gesamtorgans durch Oxydation eines Teils der gebildeten Milchsäure. Im Blute ist die Kohlenensäure nur zum geringeren Teil physikalisch gelöst; zum größeren Teil ist sie gebunden an Natrium oder Kalzium, sowie an Eiweißkörper, so auch Hämoglobin. Diese Verbindungen sind sehr lockerer Art, so daß die Kohlenensäure durch stärkere Säuren aus ihnen verdrängt werden kann. Auf zwei Wegen entsteht ein Kohlenensäureüberschuß während der Arbeit: einerseits, wie schon erwähnt, dadurch, daß die Milchsäure die Kohlenensäure aus den lockeren Verbindungen des Blutes, namentlich des doppeltkohlen-säuren Natrons verdrängt (ohne Zutritt von Sauerstoff bei der Gärung des Laktazidogens), andererseits dadurch, daß bei der Oxydation oder Verbrennung der Milchsäure (mit Sauerstoff) Kohlenensäure entsteht. Diese massenhafte freigewordene Kohlenensäure löst zumeist gleich Toter Punkt.  
nach der Leistung bei einem Wettkampf in Schnelligkeit (Kurzstreckenlauf, Wettrudern u. dgl.) die bekannten Beschwerden des sogenannten „toten Punktes“ aus, welche über stärkste Atemsteigerung bis hin zur Atemnot, starkem Schweißausbruch, Beklemmungsgefühl, so als ob der Hals zugeschnürt werde, führen. Diejem „toten Punkt“, der überwunden werden muß, folgt dann nach 1—2, höchstens 3 Minuten beim Kurzstreckenlauf Beruhigung der Atmung und damit die „zweite Atmung“ (second wind), während welcher der Prozentgehalt der Kohlenensäure in der Lungen- und der Ausatmungsluft nur noch etwa das 10fache des Ruhewertes gegenüber dem 15fachen kurz vor dem toten Punkt beträgt. Diesen Wechsel von Atemnot und Beklemmung sowie freierer Atmung hatte für einen Ruderwettkampf (wo er wiederholt eintritt) Georg Kolb in seinen „Beiträgen zur Physiologie maximaler Muskelarbeit“ 1889 meines Wissens zuerst eingehend aus seiner Erfahrung heraus geschildert. — Nach der Leistung steigen noch Blutdruck und Puls; wahrscheinlich findet auch dann schon die später zu beschreibende Größenabnahme des Herzens statt.

Der ermüdete Muskel hat zwar noch die Fähigkeit zum Laktazidogenabbau, wogegen die Fähigkeit zu erneutem Aufbau abnimmt. Leider mangelt uns noch die Kenntnis der chemischen Energiequelle für die Einleitung der Muskelzusammenziehung.

Inwieweit Fett und Eiweiß am Kraftstoffwechsel teilnehmen, ist bereits oben erörtert. Wir wissen darüber sehr wenig. Man nimmt an, daß die Kohlehydratverbrennung stets von einem leichten Mehrumsatz von Fett begleitet ist. Dagegen ist eine Stickstoff-

Fett und Eiweiß.

ausscheidung (Eiweiß) allenfalls im Schweiß nachweisbar. Stets aber ist bei großen, namentlich Dauerleistungen ein Verlust an Körpergewicht festzustellen, der sich ja auch schon durch die starke Schweißabgabe erklärt.

Auf die Frage der Deckung des Sauerstoffbedarfs, den Anteil des Kreislaufs und hier insbesondere der Haargefäße, sowie der Anstrengung des Herzmuskels bei Trainierten und Nichttrainierten usw. gehen wir unten noch im Zusammenhang näher ein.

Einwirkung  
auf die  
Nieren.

Außer Prof. De la Camp in Freiburg, dem früh verstorbenen, hat wohl Prof. Schenk das Verdienst, nachdrücklicher, als es früher geschah, die Einwirkungen der Kraftanstrengung des Wettkampfs auf die Nieren betont und gezeigt zu haben, daß die Höchstleistungen in bezug auf Schnelligkeit, von denen im Vorhergehenden zumeist die Rede war, für kurze Zeit und vorübergehender Art die gleichen Erscheinungen zeitigen, welche wir bei richtiger akuter Nierenentzündung zu sehen gewohnt sind, indem der Harn ziemlich hohen Eiweißgehalt aufweist, weiße und rote Blutkörperchen, glatte und granulirte Nierenzylinder usw. enthält.

### § 86. Stoffliche Ursachen der Ermüdung des Muskels.

Wie der vorige Abschnitt über den Kraftstoffwechsel zeigte, arbeitet der Muskel nach Art etwa eines Akkumulators, in welchem Energiemengen — nämlich die chemischen Spannkräfte des Glykogens — aufgespeichert sind, um je nach Bedarf, auf einen Reiz, der dem Muskel durch die Nerven zugeführt wird, zu mechanischer Kraftleistung des Muskels verwendet werden zu können. Das Glykogen wird dabei durch eine Reihe unmittelbar aufeinanderfolgender chemischer Umwandlungen unter Zutritt von Phosphorsäure übergeführt in Laktazidogen, den eigentlichen Betriebsstoff des Muskels, und dieses dann in Milchsäure. Bei diesem Vorgang, dessen eigentliche Natur uns noch verborgen ist, verwandeln sich die chemischen Spannkräfte in mechanische Arbeit. Jedenfalls ist die Anwesenheit von Glykogen und seine Verbindung mit Phosphorsäure Vorbedingung der Muskeltätigkeit. Das Glykogen unseres Körpers hat seine Bildungsstätte in der Leber und entstammt vorzugsweise, wenn auch nicht ausschließlich, den Kohlehydraten der Nahrung. In welchem Maße es bei der Muskelarbeit aufgespalten wird zu Milchsäure und so fort, haben wir oben gesehen, wenn auch ein Teil der Milchsäure auf synthetischem Wege immer wieder aufgebaut werden kann. Die absolute Menge des für gewöhnlich im Körper vorhandenen Glykogens ist gar nicht so gering — man schätzt beim Erwachsenen das Glykogen der Leber auf 150 g und die gesamte Glykogenmenge des Körpers auf 300 g —, eine Schätzung, die wohl zu gering sein dürfte.

Glykogen-  
verbrauch.

Nun ist bereits erwähnt, daß ein Muskel, der eine große Zahl von Zusammenziehungen ausführen, oder, was dasselbe ist, ungewöhnlich lange und stark arbeiten soll, allmählich in der Kraft seiner Zusammenziehungen nachläßt und schließlich überhaupt versagt infolge eines Zustandes, den wir als Ermüdung bezeichnen. Die bei Ermüdung eintretenden Erscheinungen finden sich ebensowohl, wenn der Muskel im Versuch künstlich von seinen Nerven aus gereizt wird, als auch, wenn er sich bemüht, willkürlich die gleiche Bewegung taktmäßig hintereinander immer wieder auszuführen. Ich verweise da auf die weiter unten (S. 421) noch zu gebende Beschreibung des Ergographen, der zur Messung von Muskelleistungen heute eines der gebräuchlichsten Instrumente für den Physiologen geworden ist. Halten wir neben diese Erscheinung die andere Tatsache, daß mit angestrenzter Muskelarbeit das Glykogen im arbeitenden Muskel verschwindet, so daß, wie Tigerstedt hervorhebt, angestrenzte Muskelarbeit am vollständigsten (natürlich nur vorübergehend) den Körper vom Glykogen befreit, indem es im Laufe von einigen Stunden sowohl aus der Leber wie aus den Muskeln fast gänzlich verschwindet, so steht wohl außer Zweifel, daß schon der Verbrauch

des Glykogens im arbeitenden Muskel ausreicht, um die Erscheinung der Ermüdung zu erklären.

Wir hatten ferner gesehen, wie durch die Oxydation der Milchsäure sowie durch die Verdrängung der Kohlensäure aus ihren lockeren, im Blute freisenden Verbindungen bei anstrengender Arbeit schnell große Mengen von Kohlensäure auftreten. Diese Kohlensäure muß durch stark gesteigerte Ausatmung aus dem Körper entfernt werden. Dabei kann die Menge der Kohlensäure derart anwachsen, daß die Lungen ihrer Aufgabe, dies giftige Gas augenblicklich auszuscheiden, mit der Beschleunigung und Vertiefung der Atmung nicht mehr genügen können. Es tritt so vorübergehende Atemermüdung ein, d. h. der Zustand der Atemlosigkeit, wobei fast instinktiv die Weiterarbeit der Muskeln — um diesen Grundquell der Atemlosigkeit zu verstopfen — unterbrochen wird. Sie kann erst wieder aufgenommen werden, wenn die Lungen in der Muskelruhe der Übermenge der Kohlensäure Herr geworden sind und der regelmäßige Atemgang sich wieder eingestellt hat.

Kohlensäure.

Mindestens ebenso wichtig wie die Kohlensäure wird aber bei Ermüdung der Sauerstoff, d. h. der Sauerstoffmangel. Der Sauerstoff ist, wie gezeigt, notwendig, um die überschüssige Milchsäure wegzuoxydieren, zu verbrennen. Um welche Mengen von Milchsäure es sich bei anstrengender Muskelarbeit, bei Schnelligkeitsübungen wie bei jeder mit einem besonders großen Aufwand von Anstrengung in der Zeiteinheit zu leistenden Arbeit handelt, ist vorhin ziffernmäßig dargelegt worden. Bei solch starkem Sauerstoffverbrauch in kürzester Zeit versteht es sich von selbst, daß der Körper schon bald die nötige Sauerstoffzufuhr nicht mehr zu leisten vermag, nachdem der an die roten Blutkörperchen gebundene Sauerstoff aufgebraucht ist. Um so weniger kann er erneute genügende Zufuhr leisten, als, wie wir sahen, die Menge der zu entfernenden Kohlensäure ohnehin den Atemgang gestört hatte bis zur beginnenden Atemlosigkeit hin. Darum ist der so entstehende Sauerstoffmangel vornehmlich für den Eintritt der Ermüdung verantwortlich zu machen.

Sauerstoffmangel.

Dazu tritt noch die Milchsäureanhäufung in den arbeitenden Muskeln.

Mit diesem Sauerstoffmangel und der Anhäufung von Milchsäure geht weiter noch einher die Abschwächung der Fähigkeit des Muskels oder der Muskelzellen zur Synthese von neu wirksamem Laktazidogen.

Anhäufung der Milchsäure in den Muskeln.

Alle diese Erscheinungen erklären genugsam die bei Ermüdung zutage tretenden Zustände. Allerdings sind diese verschieden, je nachdem es sich um mehr örtliche, bestimmte (besonders stark zur Arbeit herangeholte) Muskelgruppen handelt, oder mehr um solche Zustände, welche die gesamten Lebenstätigkeiten lebhafter zu beeinträchtigen scheinen. So unterschied 3. B. Junz zwischen einer mehr physiologischen und einer pathologischen Form von Ermüdung. Bezüglich letzterer nahm man an, daß die vielen stofflichen Umsetzungen bei jeder stärkeren Muskelstätigkeit auch Zerfallstoffe entstehen lassen, deren Einwirkung die Erscheinungen bei der Ermüdung zeitigten. Zu diesen Zerfall- oder Ermüdungsstoffen rechnete man auch schon früher, als man von dem umfallenden Anteil, den nach unseren heutigen Anschauungen die Entstehung der Milchsäure bei dem Vorgang der Muskelkontraktion spielt, noch keine Kenntnis hatte, die Milchsäure, wie wir oben sahen, mit Recht.

Ermüdungsstoffe.

Die Meinung von der Einwirkung besonderer Ermüdungsstoffe wurde noch bestärkt dadurch, daß bei Überleitung des Blutes von stark geheizten und übermüdeten Tieren in die Blutbahn frischer, ausgeruhter und gesunder Tiere bei letzteren Ermüdungserscheinungen sich hervorrufen ließen.

So stellte Weichardt (Erlangen) aus dem Fleischpreßsaft stark übermüdeten Tiere einen chemisch noch nicht bestimmbareren Stoff, den er auch bei der Aufspaltung von Eiweiß erhalten konnte, dar, den er „Kenotogin“ benannte. In die Blutbahn von

Kenotogin.

gesunden Tieren gebracht, rief das Kenotogin Vergiftungserscheinungen hervor, welche denen bei stärkster Ermüdung gleichen: Betäubung, Verlangsamung der Atmung, Sinken der Körperwärme u. dgl. Später will Weichardt im normalen Blute auch Stoffe gefunden haben, welche als „Antikörper“ (Antikenotogin) oder Schutzkörper bis zu einem gewissen Grade vor der Einwirkung des Kenotogins schützten. Vielleicht ist ein klassisches Beispiel für die Anwesenheit giftiger Zerfallstoffe im Blute jener Athener Eules, welcher nach der Schlacht von Marathon, 490 v. Chr., die 42 km lange Strecke vom Schlachtfeld bis nach Athen in ununterbrochenem Laufe durchlief, um als erster seinen Landsleuten die Siegesnachricht zu überbringen; worauf er mit dem Freudenruf: „χαίρετε νεκίκαμεν“ tot auf dem Marktplatz zu Athen zusammenbrach.

Alles in allem sind es stoffliche Ursachen, welche der Ermüdung des Muskels zugrunde liegen: der Mangel an Sauerstoff im Blute; das bis zur Atemlosigkeit führende starke und plötzliche Auftreten von Kohlensäure im Blute; der Verbrauch des Glykogens im arbeitenden Muskel; der Einfluß der noch vorhandenen Milchsäure und endlich vielleicht die Einwirkung bestimmter Zerfall- oder Ermüdungsstoffe.

### § 87. Blutverschiebung zum arbeitenden Muskel und örtliche Muskelermüdung.

Nach einer kurz dauernden Muskelanstrengung ist der Muskel bald wieder zur gleichen Leistung fähig und erholt. Nur wenn die Leistung eine ungewöhnlich anstrengende war, so vollzieht sich die Erholung langsamer. Wie schon oben bemerkt, braucht die tätige Muskulatur gewaltige Mengen von Sauerstoff, bei stärkerer Anstrengung das 10—20 fache etwa des Ruhebedarfs. Diese Menge von Sauerstoff heranzuschaffen, ist Aufgabe des Blutkreislaufs. Bisher glaubten wir diese Aufgabe dadurch erfüllt zu sehen, daß das Herz in der Zeiteinheit eine weit größere Menge von Blut im Körper umtreibt, indem es einerseits die Zahl seiner Zusammensiehungen stark steigert (auf das Doppelte bis Dreifache) und andererseits bei jeder Zusammensiehung eine größere Menge von Blut in die Schlagadern wirft, d. h. sein Schlagvolum vermehrt. Nach Hill beträgt — um dies vorgehend schon hier anzuführen — die Vermehrung des Schlagvolums, statt 60 ccm im Ruhezustand, bei der Arbeit 170—226 ccm, d. h. etwa 30—40 Liter in der Minute. Junk schätzte diese Vermehrung der Herzarbeit bei anstrengenden Leistungen auf das 4—6 fache. Allein diese Mehrarbeit des Herzens genügt nicht, um den plötzlich bei anstrengenden Höchstleistungen hervortretenden Sauerstoffmangel zu decken. Nun ist außer der Herztätigkeit auch die Strömungsgeschwindigkeit in den zu den arbeitenden Muskeln führenden Schlagadern vermehrt. Die Röhren der Schlagadern sind von unwillkürlich arbeitenden organischen Muskelfasern, die je nach Bedarf, unter dem Einfluß der reichlich hier vorhandenen vegetativen Nerven, eine Verengerung oder Erweiterung der Schlagadern herbeiführen können. In diesem Falle, wo es sich darum handelt, den arbeitenden Muskeln möglichst viel sauerstoffhaltiges Blut zuzuführen, sind die zu diesen Muskeln führenden Schlagadern so stark als möglich erweitert. Nun kommt aber bei turnerischen oder sportlichen Leistungen außer der vermehrten Herzarbeit und der Erweiterung der zuführenden Schlagadern noch ein Drittes wesentlich zu Hilfe, das ist: daß durch selbsttätige Steuerung innerhalb des Blutgefäßsystems oder vielmehr innerhalb der Haargefäße (Kapillaren) der arbeitenden Muskeln eine starke Blutverschiebung nach dem Orte der stärkeren Arbeit zustande kommt. Allerdings haben die Haargefäße unseres Körpers weder, wie die anderen Blutgefäße, erweiternde oder verengende Muskeln, noch auch gehen entsprechende Nerven zu ihnen hin. Dagegen sind in den Wänden dieser feinsten Röhrchen selbsttätige Zellenelemente vorhanden, welche, ohne etwa an den Bau unwillkürlicher oder glatter Muskeln zu erinnern, doch geeignet sind,

diese Röhrrchen so zu erweitern, daß sie einem arbeitenden Muskel oder einem sonstigen Gewebe, welches sie durchziehen, eine strotzende Blutfülle verleihen können. Für gewöhnlich sind nämlich die Haargefäße eines Organs oder eines Gewebes, wenn es sich nicht in besonderer Tätigkeit befindet (entgegen also den üblichen Abbildungen der anatomischen Lehrbücher), kaum gefüllt. So gewahrt man z. B. in einem Stückchen Froschmuskel von etwa 1 mm im Quadrat höchstens 3—5 Haargefäße, durch welche ab und zu, zusammengepreßt, sich ein Blutkörperchen hindurchwindet. Mit einem Schlage ändert sich dies Bild bei reger physiologischer Tätigkeit, z. B. durch elektrische Reizung. Statt drei bis fünf sieht man dann etwa 200 Haargefäßschlingen, durch welche ein reger Blutumlauf sich vollzieht.

Noch augenfälliger hat man diese Verhältnisse in folgender Weise sichtbar gemacht. Bekanntlich hat das Meerschweinchen — wie auch andere Nagetiere dies haben — fast weiß aussehende Muskeln. Spritzt man in das Blut eines solchen Tieres eine ganz unschädliche, aber auffallend färbende Flüssigkeit, wie z. B. verriebene chinesische Tusch, so wird das Blut des Tieres tiefschwarz. Bei dem ruhig und untätig dazuliegenden Tiere ist der einzige Muskel, welcher (abgesehen vom Herzen) andauernd arbeitet, das bei der Atmung tätige Zwerchfell. Tötet man ein solches in Ruhe befindliche Tier und öffnet die Bauchhöhle, so sind fast alle Muskeln um die Bauchhöhle hell und blaß gefärbt: nur das Zwerchfell erscheint dunkel oder schwarz. Ebenso sieht man bei einem anderen solchen Tiere, wenn man vorher eine Anzahl von Muskeln durch elektrische Reizung zur Zusammenziehung, d. h. zur Arbeit bringt, nach der Tötung auch diese Muskeln im Gegensatz zu den anderen schwarz gefärbt, eben weil die Zahl der offenen Haargefäße in diesen Muskeln plötzlich so groß geworden war. Nicht nur hat die Zahl der bei einem optischen Querschnitt mit starkem Vergrößerungsglas wahrnehmbaren schwarzen Haargefäßpunkte um das Vielfache zugenommen, sondern die einzelnen Haargefäßröhrrchen sind auch beträchtlich weiter.

Fragen wir nun nach der veranlassenden Ursache für diese Erweiterung der Haargefäße oder Kapillaren, so ist oben schon wiederholt betont, daß keine Nerven dorthin gehen, wie sonst zu allen Blutgefäßen. Auch dann, wenn die zu einem bestimmten Muskelgebiet führenden Nerven durchschnitten sind, sieht man, daß bei Muskelzusammenziehung jene eigenartige starke Erweiterung der Kapillaren des in Frage kommenden Muskels statthat. Es kann also nur ein bei Muskelarbeit entstehender und im Blute kreisender Stoff sein, der diese Blutverschiebung veranlaßt, indem er die Haargefäße zur Erweiterung bringt. Nun ist kein Bestandteil des Körpers so kompliziert aufgebaut wie das lebende Eiweiß, und keiner erfährt eine so mannigfache Art des Abbaus in zahlreiche Spaltprodukte wie eben das Eiweiß. Man hat nun unter den Stoffen, die das tätige (oder das gereizte oder entzündete) Gewebe abgibt, ein Spaltprodukt des Eiweißes gefunden, nämlich das Histamin, welches schon in kleinsten Mengen und in stärkster Verdünnung auf die Zellen einwirkt, welche die Wände der Haargefäßröhrrchen umkleiden, so daß sich die Röhrrchen erweitern. Es handelt sich also um einen Vorgang, der sich unabhängig von jeder Willens- ja selbst von Nervenbeeinflussung vollkommen selbsttätig aus stofflichen Ursachen, die mit dem Vorgang der Muskelarbeit zusammenhängen, vollzieht.

Histamin.

Nun hat sich also der Muskel durch diesen Vorgang der Blutverschiebung, d. h. der Haargefäßerweiterung, mit Blut vollgesogen wie ein Schwamm. Wird die angestrengte Arbeit weiter fortgesetzt, so tritt örtliche Ermüdung ein, und infolgedessen verengern sich die zuführenden kleinen Schlagadern — aber nicht die Haargefäße! — wieder mehr. Die Flüssigkeitsmenge, welche aus den Schlagadern in der Zeiteinheit in die vielen weit offenen Haargefäße fließen kann, reicht dann nicht aus, um das ganze Maschenwerk oder Röhrensystem zu durchbluten: das Blut verläuft sich in dem Schwamm.

Örtliche Ermüdung.

Die Haargefäße sind zwar stark blutüberfüllt, aber das Blut fließt in erschwertem Maße ab und stockt. Das kohlen säurereiche Blut in den Haargefäßen, daher bläulich gefärbt, ungenügend mit Sauerstoff versorgt, läßt eine eiweißreiche Flüssigkeit in die Gewebsspalten austreten. Dieser Zustand, den früher bereits Junß erkannte, ist nach ermüdender Anstrengung eines bestimmten umschriebenen Muskelbezirks am meisten ausgesprochen und daher verantwortlich für das sog. Turnfieber, wobei der übermüdete Muskel oft für mehrere Tage stark schmerzhaft und in seinem Gebrauch behindert ist. Der ganze Zustand kommt dem Bild einer rheumatischen Muskelentzündung, wie man sie ärztlich darzustellen pflegt, nahe. Erst allmählich verlieren sich alle diese Anzeichen der örtlichen oder lokalen Übermüdung.

Prof. Ebbecke in Bonn, dem wir die Kenntnis der selbsttätigen Erweiterung der Haargefäße und der Blutverschiebung bei starker Muskelanstrengung zumeist verdanken, macht darauf aufmerksam, daß das Löschen des starken Durstes nach schweißtreibender Arbeit den Flüssigkeitsverlust, der durch die Abgabe von Schweiß und Gewebswasser entstand, ersetzt und es dem Herzen ermöglicht, durch vermehrte Blutmenge die Muskeln zu durchspülen. Bei kräftigen rhythmischen Bewegungen, wie Marschieren, Laufen, Rudern, Radfahren usw., sorgt auch der stete Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung für wechselnde Erweiterung und Zusammenpressung der Muskel-Blutgefäße. Wo aber nach starker Anstrengung der Zustand der Erschlaffung eingetreten ist, mit engen Schlagadern und noch erweiterten Haargefäßen — denn die Blutverschiebung hält auch in der Ruhe noch etwas an und verliert sich langsam —, da ist zweifellos das Gegebene, durch sanfte, nicht reizende Massage das stockende Blut und die in die Muskeln ausgetretene Flüssigkeit vorsichtig auszukneten und so die Wiederherstellung des normalen Zustandes zu beschleunigen.

Die Einwirkungen der Blutverschiebung sowie die Erscheinungen örtlicher Ermüdung sind in keiner Weise an den Umfang der bei der veranlassenden Arbeit und Anstrengung ins Spiel tretenden Muskeln gebunden, auch nicht an die Größe der geleisteten Arbeit. Überanstrengung ganz kleiner Muskelgebiete kann heftige örtliche Ermüdungserscheinungen, wie sie oben geschildert sind, veranlassen, während eine auf viele arbeitende Muskeln verteilte Arbeit von großem Umfang keinerlei örtliche Ermüdungserscheinungen hervorruft, wohl aber unter Umständen Einwirkungen auf den Stoffwechsel, die Herz- und Atemtätigkeit besitzt, von denen noch später eingehend die Rede sein wird.

## § 88. Größere Blutverschiebung und zentrale Ermüdung.

In den Hohlräumen aller unserer Blutgefäße könnte eine sehr viel größere Blutmenge Platz finden, als tatsächlich darin vorhanden ist. Die ringförmig in den Wänden der Blutgefäßröhren gelagerten Muskeln, welche die Blutgefäße verengen, sind dauernd verkürzt und angespannt in sog. tonischer Zusammenziehung. Sie müssen eben dauernd verengert sein, wenn das Herz überhaupt arbeiten soll, weil sonst die Blutmenge, die es bei jedem Herzschlag ausstößt, sich in den weiten Gefäßen verläuft. So hat z. B. die gesamte Blutmenge des Körpers Platz in den großen Gefäßen der Baucheingeweide, falls diese äußerst erweitert sind. Es stockt dann der Blutkreislauf, indem das Blut zwar in die weiten Gefäße läuft, aber nicht hinauslaufen kann. Das klingt zwar paradox, allein es kann dieser Fall beim Sport tatsächlich, und zwar gar nicht so selten eintreten. Insbesondere ist das der Fall beim Boxkampf. In der Magengegend liegt zwischen den Eingeweiden das sog. Sonnengeflecht der sympathischen und vegetativen Nerven, wozu auch Nerven gehören, welche bei Reizung die Blutgefäße im Unterleib stark erweitern. Trifft ein schwerer Faustschlag den Unterleib in der Magengegend, so vollzieht

Verlaufen  
des Blutes  
in zu weiten  
Gefäßen.



sich eine starke Erschütterung und Reizung dieser Nerven. Die Folge ist eine starke Erweiterung der Gefäße des Unterleibs derart, daß sich tatsächlich das Körperblut in diesen Gefäßen sammelt, wodurch unter Sinken des Blutdrucks Blässe des Gesichts, Blutleere des Gehirns, Ohnmacht und Bewußtlosigkeit eintritt. Eine derartige Erschütterung des Unterleibs mit den geschilderten Erscheinungen ist also bei Borwettkämpfen und heftigem Schlag auf die Magengegend ein wohlbekanntes Ereignis.

Nun zeigte vor mehr als einem Jahrzehnt der inzwischen leider verstorbene Prof. E. Weber am Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie in Dahlem, 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 beteiligt sind. Der Nachweis dafür ließ sich leicht erbringen durch den Kastenmesser (Plethysmograph) von A. Mosso. Der Kastenmesser besteht aus einem länglichen, mit Wasser gefüllten Behälter, in welchen ein Glied, z. B. der Arm, durch eine Gummimanschette gedichtet, eingeführt ist. Ein dem Behälter aufgesetztes Steigrohr, in Verbindung mit

Kastenmesser  
von Mosso.

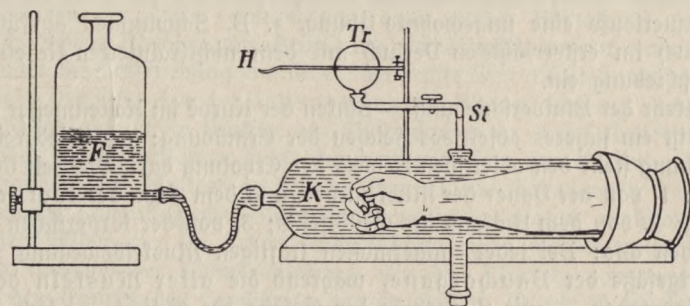


Fig. 211. Kastenmesser (Plethysmograph) nach Mosso. K mit Wasser gefüllter Kasten. St Steigrohr. Tr Trommel. H Schreibhebel. F Sflasche zur Regulierung des Wasserdrucks.

einer mit elastischer Membran überspannten Trommel, der ein Schreibhebel aufgesetzt ist, gestattet, jede Füllungsschwankung 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 Fuß 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 dieser nach dem Versuch einen Dauerlauf von 15 Minuten machte, der ihn stark ermüdete. Eine Viertelstunde nachher, nachdem Atem- und Herzstätigkeit sich beruhigt

Umkehr der  
Blutverchie-  
bung.

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 2½ Stunden ließ sich wieder die normale Blutverschiebung nachweisen.

Einfluß des  
Trainiert-  
seins.

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 (Hantelstemma) 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.

Erholung.

Die Umkehr der Blutverschiebung — Sinken der Kurve im Kastenmesser bei Muskel-tätigkeit — 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.

Abhängig-  
keit der  
Blutverschie-  
bung vom  
Gehirn.

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 Herz-tätigkeit verstärkt, und zwar um so mehr, je anstrengender die Muskel-tätigkeit 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.

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 abgeheßten Tieres auf ein frisches Tier über, so treten bei letzterem alle Erscheinungen der Ermüdung ein. —

Peripherie  
und zentrale  
Ermüdung.

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 ermüdeter 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. — Als im August 1914 unsere Truppen mit außergewöhnlichen Gilmärschen in Frankreich vorrückten, wurden die Ratschläge von Prof. Weber in einer Reihe von Truppenteilen bekannt gegeben und vielfach von den Truppenführern befolgt. 1915 sandte mir Prof. Weber in Abschrift zahlreiche Mitteilungen von Offizieren, welche mit Anwendung solcher eingeschobenen Pausen bei Gewaltmärschen, wobei Armsfreiübungen ausgeführt wurden, überraschend günstige Ergebnisse in bezug auf das Hintanhalten starker Ermüdung sowie die Wahrung körperlicher Frische mitteilten. Leider wurde Weber durch seine Erkrankung verhindert, auf die Fortsetzung und Verallgemeinerung dieser Methode zu dringen. Hoffentlich nehmen unsere Sportvereine bei der Veranstaltung langer Dauer- und Gepäckmärsche diese Versuche wieder auf.

Hinaus-  
schieben der  
zentralen Er-  
müdung.

Steigerung  
der  
Leistungs-  
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 Jung im Durchschnitt beim Erwachsenen ungefähr 20000 Kilogrammometer täglich; d. i. eine Arbeit, als wenn man 200 dz 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.

Bei der Schilderung der stofflichen Vorgänge beim Kraftstoffwechsel war oben schon darauf hingewiesen, wie stark die Größe der Anstrengung sowie die seelischen Vorgänge den Umfang der Stoffumsetzungen im arbeitenden Muskel beeinflussten.

Dementsprechend leisten auch die willkürlichen Skelettmuskeln die größten Arbeitssummen bei rhythmischer Dauerarbeit, die oft genug unter Ausschaltung stärkerer Anstrengung, seelischer Aufregung u. dgl. mehr halbautomatisch sich vollzieht — wenigstens solange es sich nicht um einen eigentlichen scharfen Wettkampf handelt. Allerdings, wenn solche Dauerarbeit auch stundenlang fortgesetzt werden kann — im Gegensatz zum Herzschlag und zur Atmung treten schließlich doch 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 Dauerarbeiten (sägen, hämmern usw.) gehören hierher.

Allzulange Fortsetzung dieser Dauerarbeit führt schließlich zur Anhäufung von Ermüdungsblut im Gesamtkörper, also, wie oben gezeigt: an Sauerstoff verarmtes, mit Kohlenäure überladenes Blut, in welchem sich abnorme Mengen von Milchsäure sowie auch sonstige, wie man annimmt, giftige Endprodukte des Kraftstoffwechsels befinden. Die Natur der letzteren Stoffe, der sog. „Ermüdungsstoffe“, ist uns noch so gut wie gar nicht bekannt. Sie sollen nur langsam durch die Haut (im Schweiß), die Nieren und den Darm ausgeschieden werden. Jedenfalls stehen sie in Verbindung mit den anderen Eigenschaften, die das Blut nach ausgedehnter, anstrengender Arbeit beim Kraftstoffwechsel annimmt, und rufen so die mannigfaltigen Erscheinungen der allgemeinen Ermüdung und Erschöpfung hervor. 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 Fieberhöhe. Appetit zum Essen, den man nach solch einer Leistung und so großem Stoffverbrauch besonders groß erwarten sollte, ist nicht vorhanden. Trotz des Gefühls der Erschöpfung, der Hinfälligkeit und des Ruhebedürfnisses stellt sich kein Schlaf ein; die Nacht wird vielmehr ruhelos verbracht. Am anderen Tage sind die Gliedmaßen noch schwer und wie zerschlagen; im Harn beginnen sich starke Niederschläge, namentlich aus harnsauren Salzen bestehend, zu zeigen. Am dritten Tage ist gewöhnlich die frühere Frische wieder erlangt.

Erscheinungen  
der  
allgemeinen  
Ermüdung.

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 Trainiertseins s. u.).

Die allgemeine Muskelermüdung ist also eine Art von Selbstvergiftung des Körpers. Jungh schlug deshalb, wie schon erwähnt, 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 Muskeltätigkeit verlangen, heißen Kraftübungen. Strecke ich z. B. einen Arm seitwärts wagerecht aus (er wird hierbei vorzugsweise von dem dreieckigen Deltamuskel an der Schulter gehalten), so 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. Zuletzt tritt sogar in der Schulter ein lebhaftes Schmerzgefühl ein und der Muskel versagt völlig. Sind in ähnlicher Weise wie bei diesem Beispiel 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.

Kraft-  
übungen.

Begrenzte  
oder lokalisierte Kraft-  
übung.

Allgemeine  
Kraftübung.

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.

Dauer-  
übungen.

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 gewöhnlich weder zur örtlichen Muskelermüdung noch zur Allgemeinerermüdung. Vielmehr ermüden hier in erster Linie diejenigen Organtätigkeiten, welche bei den Schnelligkeitsübungen besonders gesteigert werden, nämlich Herzschlag und Atmung.

Schnelligkeits-  
übungen.

### § 91. Erholung des Muskels.

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 sowie von Glykogen 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 und neues Glykogen aufzubauen. 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 Milch- und 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 gewöhnt sind.

Kraftgefühl.

### § 92. Kraftzunahme und Wachstum des Muskels.

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.

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.

Der  
Vorsuch  
von  
Manca  
und  
Peder.

Nach welcher Richtung hin vor allem der Muskel durch Übung leistungsfähiger wird, ist u. a. durch zahlreiche Beobachtungen und Versuche von *Mosso* und *Treves* sowie *Peder* festgestellt worden. So hob der Assistent *Mosso's*, *Dr. Manca*, täglich zwei Hanteln von je 5 kg mit zwei Armen hoch, und zwar taktmäßig bis zum Eintritt von Ermüdung. Am ersten Tage des Versuchs konnte er diese Hebung 25 mal ausführen. Die Fähigkeit hierzu wuchs, wenn auch mit Schwankungen, derart an, daß er nach 70 Tagen die Hanteln 126 mal zu heben vermochte: die Hubkraft seiner Arme hatte sich in diesen 70 Tagen regelmäßiger Übung um das fünffache vermehrt. 10 kg von der Schulter etwa 50 cm 126 mal aufwärts zu stemmen entspricht einer mechanischen Arbeitsgröße von  $126 \times 10 \times 0,5 = 630$  mkg, ist also dem gleich, als ob man einen Kugelstab von 105 kg 12 mal von der Schulter aufwärts gestemmt habe ( $105 \times 12 \times 0,5 = 630$  mkg). Das wäre etwa die Rekordleistung eines Schwerathleten! Allerdings besteht, wie wir noch sehen werden, ein Unterschied zwischen mechanischer und physiologischer Gleichwertigkeit. —

Eine noch größere Steigerung der Armkraft erzielte *Peder* an einem von *Johannsson* konstruierten Ergographen mit einer Belastung von 25 kg. Die Belastung wurde jede 2. Sekunde so hoch als möglich und damit bis zur vollständigen Ermüdung fortgesetzt.

Nun wurde eine Ruhepause von 3 Minuten eingeschaltet und dann die Arbeit im gleichen Rhythmus wiederholt und so fort an jedem Tage 20 Arbeitsperioden. Wie aus Fig. 229 ersichtlich, betrug die so geleistete Arbeit (der Ergograph von Johansson gestattet die Betätigung der Gesamtmuskulatur beider Arme unter günstigen mechanischen Bedingungen) am ersten Tage 4000 kgm und sank am zweiten Tage auf 2000 kgm (Ermüdung nach der ungewohnten Muskeleistung). Von da ab stieg die Leistung ununterbrochen an, erreichte am 11. Tage wieder die Erstleistung von 4000 mkg und stieg nach 50 Tagen bis zur Höhe von 28000 mkg! Wurde die Übung eine Woche lang unterbrochen, so sank die Leistung auf  $\frac{2}{3}$  des am letzten Arbeitstage erreichten Wertes herunter und blieb hier bei einmal wöchentlicher Ausföhrung auf dieser Höhe stehen. Nach einer weiteren Pause von 2 Wochen war die Abnahme auf 37 % (10560 mkg) gesunken. Nach 2 monatlicher Unterbrechung war nur noch eine Leistungsfähigkeit von 29 % (8126 mkg), d. i. das Doppelte des Anfangswertes vorhanden. Die durch Übung erlangte Leistungsfähigkeit geht also verhältnismäßig nur langsam zurück. Sie beharrt auf einer Höhe von etwa  $\frac{2}{3}$  des durch ununterbrochenes Trainieren erlangten Maximums bei Wiederholung der Übung mindestens einmal in der Woche. Das deckt sich ziemlich mit den Erfahrungen auf Sport- und Turnplätzen.

Wir sehen also, daß anwächst: 1. die Höchstleistungsfähigkeit 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; Müßiggsein 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.

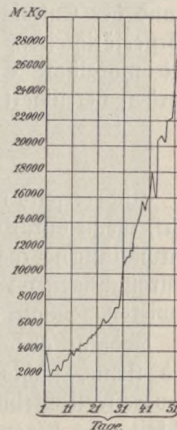


Fig. 212. Übungskurve nach Peder.

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. Sie unterhalten 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.

Athletische  
Körper-  
form.

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 hinfallige Gesundheit ihrer Berufssportler.

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 Körperbeschaffenheit 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 Lutz, 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 trainierten Muskel.

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 Ernährung

Trainierte  
Muskeln.

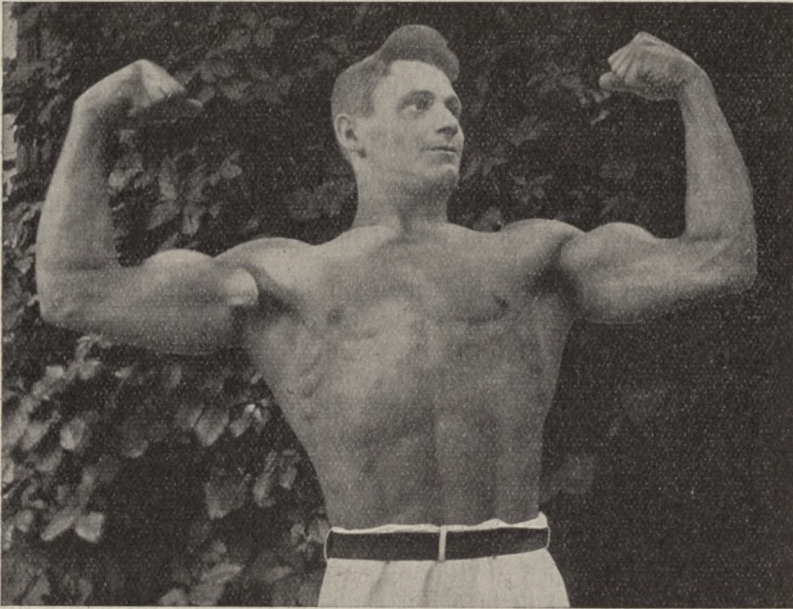


Fig. 215. Athletische Muskulatur.

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 Ergeb­ nissen 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 Umfangszunahme und Vermehrung seiner Fasern, sondern er bedarf der Fähigkeit, möglichst wenig er­ müdbar 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 Kraft­ leistungen selbst geringen Grades unzulängliche Arme. Setzt man aber jemanden an seine Stelle, der zwar sich strohender Arm­ muskeln erfreut und seine 50 kg zu stemmen vermag, jener Dauerarbeit aber ungewohnt ist, so wird sein Arm gar bald ermüdet hinsinken, wenn er in gleicher Weise Stich für Stich seinen Faden aus­ ziehen soll.

Die Fähigkeit zu größeren Dauerleistungen ist also durchaus nicht mit außer­ ordentlichem 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.

Harmonische  
Ausbildung.

Mit keinem Schlagwort ist in der körperlichen Erziehung ein solcher Mißbrauch getrieben worden wie mit dem der „harmonischen Ausbildung“. Die Ling'sche 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 ab­ zuzwecken, sondern die „allseitige“ Ausbildung durch möglichsten 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 Geschick­ lichkeit in ihr Recht; nicht aber hinsichtlich der Muskeln die harmonische Ausbildung ihrer Funktionen: die Erziehung zur Dauerarbeit entfiel mehr oder weniger voll­ ständig. Ebenso kam nicht zur Geltung die harmonische Ausbildung aller wichtigen Körperorgane und Organtätigkeiten. Kritikallose Anhäufung eines unüberseh­ baren Reichtums von Bewegungsformen, der lediglich nach erfahrungsgemäß festgesetzten Schwierigkeitsstufen geordnet ist, ist nicht der Weg, um unserer Jugend eine wahr­ haft 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. Es war schon oben erwähnt, daß die stofflichen Vorgänge bei der Zusammenziehung des Muskels sich insofern ändern, als sie bei einer angepaßten Arbeit, d. h. bei einer Arbeit, auf die der Muskel geübt und trainiert war, einen höheren Wirkungsgrad der Leistung erzielen (s. o. § 86) als dies für eine weniger angepaßte und daher auch mehr ermüdende Arbeit der Fall ist. Nun hat ganz neuerdings Embden gezeigt, daß der trainierte Muskel gegenüber dem weniger geübten einen stark vermehrten Glykogenreichtum hat. Ferner besitzt er ein stark vermehrtes Oxydationsvermögen, d. h. seine Fähigkeit zur Synthese von Lactacidogen aus Milchsäure ist erhöht. Der trainierte Muskel ist also hinsichtlich der in ihm sich abspielenden Stoffwechselforgänge ungleich günstiger gestellt und arbeitsfähiger als der nichttrainierte. Insbesondere ist mit Rücksicht auf die Auseinandersetzungen in § 25 über Dauerbewegung bemerkenswert, daß der trainierte Muskel durch seinen Reichtum an Glykogen sowie sein vermehrtes Oxydationsvermögen viel mehr und leichter imstande ist, auch noch während der Leistung immer wieder Lactacidogen zu bilden und die Bewegung zu unterhalten.

Sparzamere Arbeit des geübten Muskels.

Es war schon früher bekannt, daß der trainierte Muskel viel weniger Kohlensäure liefert als der ungeübte, daß er weit sparsamer arbeitet, und daß er weniger die Atmung anstrengt, so daß Atemerschöpfung und unmittelbare Ermüdung nicht so leicht eintreten können. So zeigte z. B. Durig bei seinen Stoffwechseluntersuchungen am Birkenkrat, 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 Kalorien sank und die Minutenleistung von 825 mkg auf 1300 mkg anstieg. „Infolge der Übung war die menschliche Arbeitsmaschine nicht nur leistungsfähiger geworden, sondern sie arbeitete auch ökonomischer.“

Es sind also zunächst rein stoffliche Vorgänge, welche den Muskel zur Bewegung 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 usw., 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 ein- greifende 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.

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. 214). 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. 215), 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  $A = H \cdot G$ .

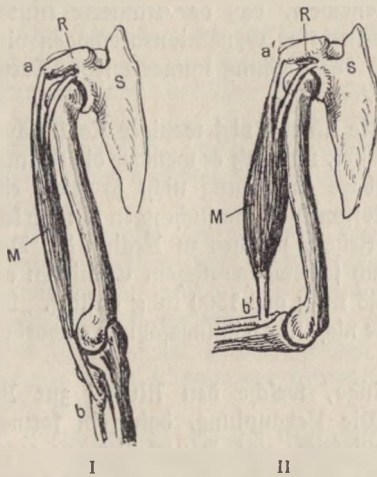


Fig. 214. Wirkung des zweihöpfigen Armbeugers. In I der Muskel in Ruhe, in II zusammengezogen. — S Schulterblatt; R Rabenschwanzfortsatz; a a' Ursprung des kurzen Kopfes des Muskels; b b' Ansatz an der Speiche; M Muskelbauch.

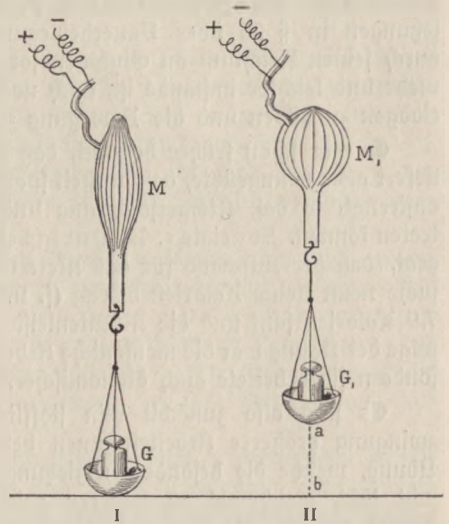


Fig. 215. Muskel  $M$  in Ruhe mit anhängendem Gewicht  $G$  (I). In II der Muskel  $M_1$  nach Reizung durch die am Nerven angebrachten elektrischen Pole zusammengezogen.  $a$   $b$  = Hubhöhe ( $H$ ).

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.

Ausholen  
des  
Muskels.

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).

Beim Wurf mit einem Stein oder einem Speer u. dgl. 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 Klavierspielens 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.

Absolute  
Muskel-  
kraft.

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 Schätzwerte.

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 „Muskelkrafteinheit“. 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 „Muskelfraßeinheit“ 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. 216 u. 217). 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 aufzuhebende 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. —

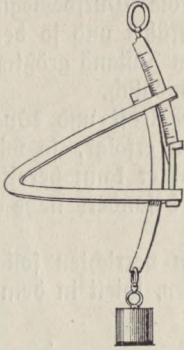


Fig. 216. Dynamometer für Zug.

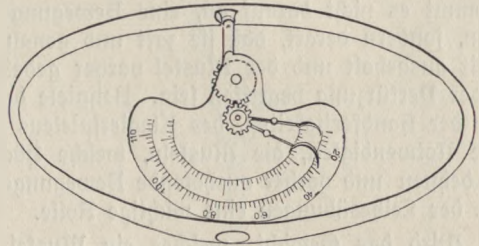


Fig. 217. Dynamometer von Collier für Druck.

Der Ergograph von Mosso sowie der von Gaertner, Johannsson usw. gestattet auch, die Fähigkeit zu Dauerleistungen festzustellen. Man hat solche Messungen mit Dynamometer und Ergograph benutzt, um die Erfolge von Leibesübungen ziffernmäßig festzustellen (s. o. § 92). 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 Herztätigkeit 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.

Energieaufwand und mechanischer Nutzeffekt.

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.

Der Muskel ist, wie wir sahen, eine Art Akkumulator, bei welchem ruhende Spannkraften ausgelöst und schließlich 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. Wir haben gesehen, daß diese stofflichen Umsetzungen — vom Glykogenabbau bis zur Milchsäure — in der ersten Phase der Zusammenziehung sich anaerob vollziehen, d. h. keinen Verbrennungsvorgang darstellen, bei welchem Sauerstoff gebraucht wird, und Kohlenäure als Verbrennungsprodukt ausscheidet. Erst in der zweiten Phase wird ein Teil der Milchsäure tatsächlich verbrannt. Dieser Vorgang liefert nur einen Teil der ausgeschiedenen Kohlenäure; ein anderer entstammt dem Blute, wo durch die Säuerung mit Milchsäure Kohlenäure aus dort vorhandenen lockeren Bindungen (wie das doppelkohlenäure Natron und Kalzium) verdrängt worden war. Theoretisch ist deshalb unsere bisherige Berechnung des Kraftstoffwechsels nach Kalorien, berechnet aus der Menge des verbrauchten Sauerstoffs und der ausgeschiedenen Kohlenäure, nicht richtig und unhaltbar. Es hat sich aber herausgestellt (Oppenheimer), daß die bisherige Art, wonach wir den Stoffumsatz bei Muskelarbeit und die von den Nahrungstoffen dabei geleisteten Energien aus der Kalorienberechnung auf Grund des mechanischen Wärmeäquivalents ermittelten, immerhin einen praktisch brauchbaren Maßstab für die Energieumwandlung bei Muskelarbeit darstellt, dem nur geringe Fehler anhaften, welche nicht größer sind als die unvermeidlichen Versuchs- und Beobachtungsfehler, welche stets unseren Methoden anhaften. Nur mit diesem Vorbehalt gebe ich hier die hauptsächlichsten Ziffern der bisher üblichen Energiewertberechnungen wieder, zumal sie nach manchen Seiten hin unser Wissen über die Leistungen der Körpermuskulatur je nach den verschiedenen Umständen vermehren.

Unter der Annahme, daß die Verbrennung der eingeführten Nahrungstoffe zur Unterhaltung der Muskelarbeit diene, wurde die Größe des gesamten Energieaufwandes — d. h. nicht nur der meßbaren mechanischen Leistung, sondern vor allem auch des Umfangs der inneren Arbeit — einfach ermittelt aus der Menge des verbrauchten Sauerstoffs und der ausgeschiedenen Kohlenäure. Von den Nahrungstoffen liefert Fett bei Verbrennung auf einen Raumteil Sauerstoff 0,7 Raumteile Kohlenäure; bei den Kohlehydraten entsprechen gleiche Raumteile von Sauerstoff und Kohlenäure einander, ebenso bei den Eiweißstoffen.

Die Größe der Verbrennungswärme drücken wir aus in Wärmeinheiten (Kalorien), denen bestimmte Kräfteinheiten (Meterkilogramme) entsprechen. Wärme- und  
Kraft-  
einheiten.

Unter Wärmeinheit 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 Wärmeinheit liefert 425 mkg Arbeit (mechanisches Wärmeäquivalent).

Unter Umständen rechnet man besser mit „kleinen“ Wärmeinheiten, 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 Wärmeinheiten (cal.) rechnen werden. Mecha-  
nisches  
Wärme-  
äquivalent.

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 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 Groschmuskel 25%. Mechanischer  
Nutzeffekt.

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 Junz 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. Das ist besonders dann der Fall, wenn die beschleunigte Arbeit verbunden ist mit starker seelischer Erregung (Wettlauf, Wettturnen u. dgl.).

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 Junz 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.

Nach unserer heutigen Einsicht in die Vorgänge bei der Muskelkontraktion müssen wir natürlich unsere bisherigen Anschauungen über den „Wirkungsgrad“ der Muskelarbeit einer Berichtigung unterziehen. In der ersten Phase des Kontraktionsvorgangs geht die Spaltung des Glykogens in Milchsäure mit mehreren Zwischenstufen ohne Zutritt von Sauerstoff und ohne Bildung von Kohlensäure rein anaërob vor sich bei geringer Wärmebildung. Zweifellos ist für diese Phase der Wirkungsgrad, die Erzeugung mechanischer Kraft durch Umwandlung chemischer Spannkräfte weit größer als  $33\frac{1}{3}\%$  und dürfte an 50% und mehr heranreichen. Wie groß der Energieaufwand und der Arbeitseffekt für die zweite Phase ist, wo ein Teil wenigstens der gebildeten Milchsäure verbrennt (zu Kohlensäure, Wasser und einer geringen Menge von Athylalkohol) ist noch nicht festgestellt. — Da, wie schon betont, die bisherige Rechnung nach Kalorien theoretisch zwar falsch ist, aber immerhin einen brauchbaren praktischen Maßstab zur Beurteilung des gesamten Kraftaufwands zur Hand gibt, so sind die nachfolgenden Angaben auch heute noch von Wert.

Mittlere  
Leistungsfähigkeit.

Man hat die mittlere Leistungsfähigkeit eines gesunden Erwachsenen berechnet auf 300000 mkg in 24 Stunden (was etwa  $\frac{1}{4}$  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.

Arbeitsaufwand beim  
Marsch in  
der Ebene.

L. Junz berechnete 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, entsprechend 20 062 mkg Energieaufwand auf 1 km.

Das wäre in einer Stunde 120 372 mkg Energieaufwand,  
d. s. 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).

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 . . . . .  $85 \cdot 3000 = 255\,000 \text{ mkg}$

horizontale Fortbewegung, nach der Weisbach'schen

Formel =  $\frac{1}{12} S$  (s. u. § 281) berechnet bei einer Steigung von 33 % . . . . .  $\frac{9000 \cdot 85}{12} = 63\,750 \text{ „}$

zusammen 318750 mkg.

Für das Radfahren liegen Berechnungen von L. Junz 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. Marey berechnete, daß ein 75 kg schwerer Läufer bei 300 Lauffschritten in der Minute für jeden Lauffschritt 24,1 mkg Arbeit leistete. 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  $300 \cdot 24,1 = 7230 \text{ mkg}$  (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 Ruderern 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.

Dauer-rudern.

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 übermüdemdendem Zeitmaß ausgeführt werden.

Beschleunigte Dauerbewegungen.

Bei starker Beschleunigung solcher Bewegungen, so daß sie sich den Schnelligkeitsbewegungen 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 der Stunde hinaus, wächst, wie L. Zunk 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.

Eigentliche Schnelligkeitsbewegungen.

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 guter Läufer, der beispielsweise die kurze Strecke von 100 m in 11 Sekunden zurücklegt, nicht etwa auch 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.

Arbeitsaufwand bei Kraftübungen.

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.

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.

Physiologischer und mechanischer Leistungswert.

Hierbei sei eingeschaltet, daß ein Unterschied zu machen ist zwischen mechanischem und physiologischem Leistungswert (Arbeitsäquivalent). Mechanisch ist es die gleiche Leistung, ob ich z. B. 20 kg 0,4 m oder 40 kg 0,2 m oder 60 kg 0,134 m = 8 kgm bei rhythmischer Sekundenarbeit hochhebe. Physiologisch jedoch — d. h. bis zum Eintreten von Ermüdung — wird die Gesamtarbeit um so größer, je kleiner die Belastung ist, und verhält sich innerhalb gewisser Grenzen umgekehrt proportional gegen die Belastung. Denn bei größerer Belastung tritt die Ermüdung viel früher ein als bei kleinerer. Bei letzterer wird die schließliche Arbeitsleistung also viel größer. Nach Palmén erziele ich, wenn ich die Sekundenarbeit bis zur Ermüdung von 100 kgm bei 30 kg Belastung zugrunde lege, bei einer Belastung von 40 kg in gleicher Zeit nur 65% an Arbeit, bei Belastung von 50 kg nur 42%, bei Belastung von 60 kg nur 23%. Bei Steigerung der Belastung wird die in gleicher Zeit erreichbare Arbeitssumme bis zur Ermüdung immer kleiner. Umgekehrt: durch Verminderung der Belastung kommt man endlich

zu einer Belastungsgröße, welche in bestimmtem Rhythmus beliebig lange bewältigt werden kann. Solcherart arbeiten diejenigen Skelettmuskeln, welche wie die Atmungsmuskeln eine ununterbrochene Tätigkeit ausüben. Ebenso ist es mit der körperlichen Arbeit bei den Leistungen des täglichen Lebens und den genannten typischen Dauerbewegungen. Wenn Tigerstedt meint, daß die Arbeitsleistung, und nicht die Anstrengung das wichtigste Moment bei der Kräftigung der Muskeln durch Übung darstelle, so sei daran erinnert, daß die Steigerung der Leistungsfähigkeit bei Schwerathleten am ehesten durch Tränieren mit leichten Gewichten erreicht wird.

Nur sei hier noch einmal an das früher (§ 85) Gesagte erinnert, wonach auf den Umfang der Stoffumsetzungen bei irgendeiner Muskelleistung allerdings die Anstrengung (beim Wettkampf z. B.!) und die begleitenden seelischen Vorgänge einen außerordentlichen Einfluß besitzen. Es sind das Umstände, welche jedenfalls nur schwer in derartige Berechnungen hineinbezogen werden können.

Doch mögen obige 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. In soweit 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 ausgespannt 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 Hohlräumens.

### A. Muskeln ohne bestimmten Ursprung und Ansatz.

#### 1. Höhlmuskeln.

a) Höhlmuskeln, die einen kugelförmigen 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 Hohlräumens so, daß sie sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen und ineinander verfilzen. Dadurch wird die Wand des Hohlräumens in gleichmäßiger Weise zusammengezogen, und durch Entleerung des Inhalts kann das betreffende Organ sich um das Mehrfache verkleinern (S. 218).

Übungswert  
der Dauer-  
und  
Schnellig-  
keits-  
übungen.

Arbeitsart  
der  
Muskeln.

Höhl-  
muskeln.

Ein solcher Hohlmuskel, der mehrere Hohlräume umschließt und deren Inhalt, das Blut, mit jedem Herzschlag in das Rohrsystem der Blutgefäße preßt, ist das Herz.

Weitere solche Hohlmuskel sind die Harnblase, die Gallenblase, die Gebärmutter, die Samenbläschen.

b) Hohlmuskeln, die einen zylindrischen Hohlraum umschließen. Sie bewegen den Inhalt zylindrischer Röhren und Röhrcn dadurch fort, daß sie durch

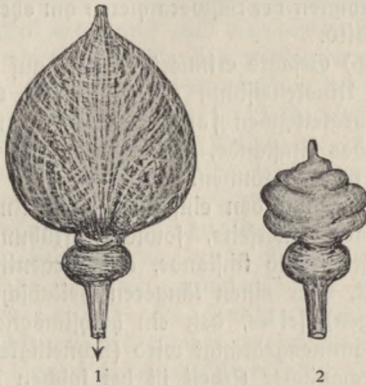


Fig. 218. Hohlmuskel der Harnblase, in 2 nach vollständiger Zusammenziehung.

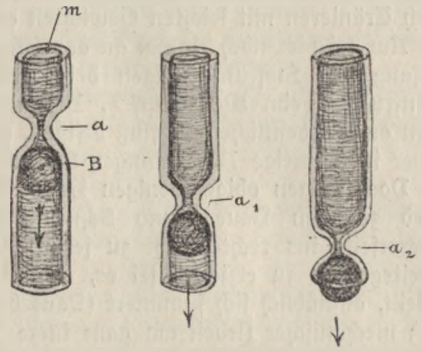


Fig. 219. Schema der Fortbewegung eines Bissens in der Speiseröhre. B Bissen. m Muskelschlauch. a, a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> fortschreitende Einschnürung, welche den Bissen weiterbefördert.

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. 219).

Eine solche Hohlmuskelanlage umgibt den gesamten Verdauungskanal, vom Schlundkopf der Speiseröhre hinab zum Magen und den Därmen bis zum Mast-

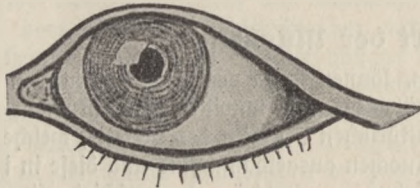


Fig. 220. Durch den Ringmuskel der Regenbogenhaut verengerte Pupille.

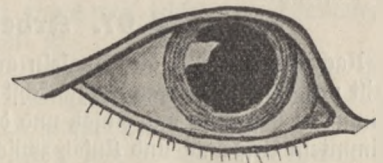


Fig. 221. Erweiterte Pupille.

darm; Hohlmuskeln sind ferner die Drüsenausführungsgänge, die Harnleiter, die Blut- und Lymphgefäße.

Schließ-  
muskeln.

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 klappt.

Solche Schließmuskeln sind es, die, in der Regenbogenhaut des Auges kreisförmig um die Öffnung der Pupille gelagert, durch ihre Zusammenziehung die Pupille verkleinern (Fig. 220 u. 221). 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 Schulterblatttrande 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 Gesichtsschädel 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 hauptsächlich: 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 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. § 68).

## 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 gleichen Hebelarm wirksam. Es entspricht das der Arbeitsart der meisten Muskeln, welche die Gliedmaßen bewegen. Hebelwirkung der Muskeln.

Dabei sei bemerkt, daß der größte Teil besonders an den Gliedmaßen mehr gelenkig ist, d. h. über mehrere Gelenke hinweg zieht. Ein ein-gelenkiger Muskel, wie z. B. der innere Oberarmbeuger, ruft bei Zusammenziehung in einem benachbarten Gelenk gewöhnlich die entgegen-gesetzte Drehung hervor — bei Zusammenziehung des inneren Armbeugers wird so nicht nur die Elle dem Oberarm genähert, d. h. gebeugt, sondern der Arm geht auch im Schultergelenk nach hinten. Um den Arm nur im Ellbogengelenk zu beugen, ist daher ein Zusammenwirken ein- und mehrgelenkiger Muskeln nötig.

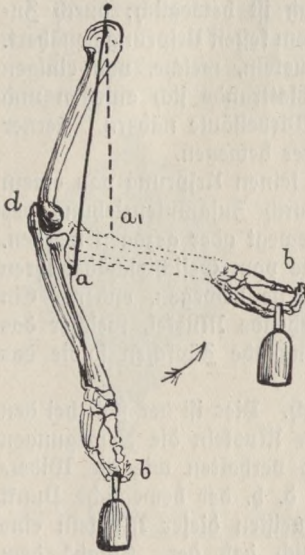


Fig. 222. Wirkung des zweigelenkigen Armbeugers als Wurfhebel.

Liegt der Ansatzpunkt sehr nahe dem Drehpunkt (wie in Fig. 222), 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) Zweiar-mige Hebel. Bei diesen liegen Ansatz und Belastungspunkt auf ver-schiedenen Seiten des Unterstü-tzungs- oder Drehpunktes. Es ist dies z. B. der Fall für den Wadenmuskel beim aufgehobenen Fuße.

## § 98. Formen der Muskeln.

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 heftet, befindet sich zur Verhütung von Reibung zwischen Sehne und Knochen ein mit zäher Flüssigkeit gefüllter kleiner Hohlraum, der Schleimbeutel.

Zwei-bäuchige Muskeln.

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 z we i b ä u c h i g e n (Fig. 228).

Sehnige Inschrift.

Ist die eingeschobene Sehne fein sehniger Strang, sondern ein bandartiger sehniger Streifen, der den Muskel quer durchbricht, so nennt man diesen Streifen sehnige Inschrift (inscriptio tendinea). Eine solche ist bei den geraden Bauchmuskeln vorhanden (Fig. 227).

Sind die Muskelfasern einfach parallel gelagert, so nennt man den Muskel parallelfaserig.

Spindel-förmige Muskeln.

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 spindel-förmigen (Fig. 223).

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. 225).

Gefiederte und halbgefiederte Muskeln.



1 Fig. 223. 2 Fig. 224. 3 Fig. 225. 4 Fig. 226.

Fig. 223—226. Verschiedene Formen von Muskeln. 1. Einfacher spindelförmiger Muskel mit Muskelbauch und Sehne. 2. Halbgefiedertes Muskel. 3. Gefiedertes Muskel. 4. Zweiköpfiger Muskel.

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 halbgefiedertes (Fig. 224).



5 Fig. 227. 6 Fig. 228. 7 Fig. 229.

Fig. 227—229. Verschiedene Formen von Muskeln. 5. Muskel mit zwei sehnen In-schriften. 6. Zweibauchiger Muskel. 7. Vierzipflig gespaltener oder viersehnliger Muskel.

Hat der Muskel mehrere Ursprungssehnen, welche fleischig werden und zu einem einzigen Muskelbauch zusammentreten, so heißt er ein drei- oder vierköpfiger Muskel (Fig. 226).

Mehrköpfige und mehrsehnlige Muskeln.

Hat der Muskel zwar einen Muskelbauch, jedoch mehrere Ansatzsehnen — wie bei den Beuge- und Streckmuskeln der Finger und Zehen —, so heißt er ein mehrsehnliger (Fig. 229).

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 Zacken von den Rippen und laufen meist in keine dicken rundlichen Sehnen, sondern in mehr oder weniger flache sehnige Häute aus;
- c) dicke Muskeln.

Kraft-  
wirkung  
nach Faserrichtung.

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 der durch

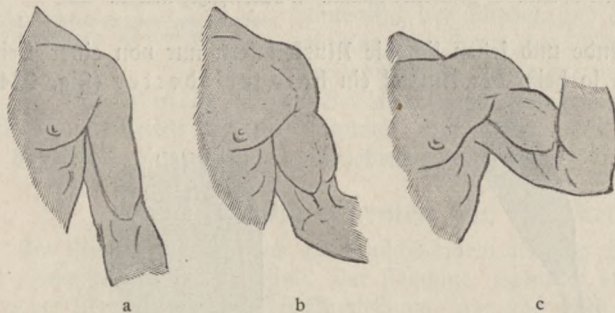


Fig. 230—232. Formen des zweiköpfigen Armbeugers nach Richer: a erschlafft, b leicht, c stark zusammengezogen.

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.

Muskel-  
binde oder  
Faszie.

Die Muskeln, welche das Skelett bewegen, sind in ihrer Masse umgeben von einer dünnen, elastischen, wie ein Trikot anliegenden Haut, der Muskelbinde

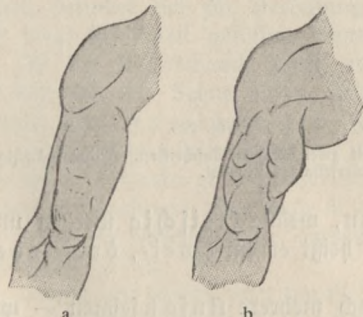


Fig. 233 u. 234. Der dreiköpfige Armitrecker nach Richer: a erschlafft, b zusammengezogen.

Form-  
veränderung  
durch ver-  
kürzte  
Muskeln.

(oder „Faszie“; s. Abb. der Oberschenkelbinde Fig. 287). 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



parallelsafrigem 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. 232) oder der große Gesäßmuskel, nehmen mehr eine kugelige, pralle Form an. Bei Muskeln, welche in verschiedene Abteilungen oder „Portionen“ geteilt sind, wie z. B. der Deltamuskel 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.

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 Ellbogenknorren bis zur Mitte der hinteren Oberarmfläche reicht, deutlich hervor (s. Fig. 234).

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. Vielsach 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 seine 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 entgegen-

Haupt-  
sächlichste  
Bewegungs-  
formen 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 Auswärtstroller usw.).

Gleichsinnige  
und gegen-  
sinnige  
Muskeln.

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 (= Gegenwirfer).

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.

Bestimmung  
der Wirkungs-  
weise  
der  
Muskeln.

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.

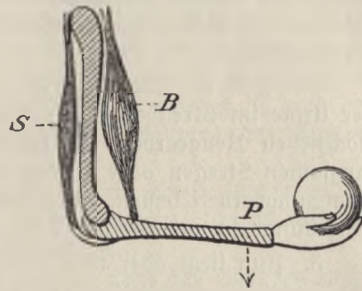
Wirkung der  
Schwerkraft.

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,

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 ihr. 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.

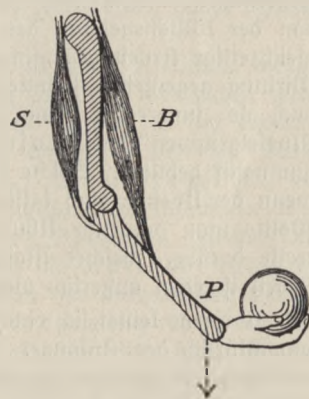
Als Beispiel nehmen wir wieder Beugung und Streckung des Unterarms. Bei der Beugung verkürzt sich der an der Vorderseite des Oberarms befindliche zweiköpfige Armbeuger, der Biceps (wobei wir die gleichsinnige Arbeit des inneren Armbeugers der Einfachheit wegen außer acht lassen), während der an der Hinterseite 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. 235) die Schwerkraft des Unterarms, im Schwerpunkt P vereinigt, überwinden, d. h. P heben. Ist dabei das Schwerkraft 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. 235.  
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.



Wirksamkeit der Schwerkraft allein.

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.

2. Die Streckung des Arms soll sich ganz langsam vollziehen, langsamer jedenfalls, als wenn man den Unterarm einfach seiner Schwere 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. 236. 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 Streckemuskel, 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.

Beugen und Strecken bei hochgehobenem Arm.

Klimmziehen.

Ein weiteres Beispiel ist das Klimmziehen am Reck (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 Niederlassen aber dem Zuge des Körpergewichts entgegen Hemmungsarbeit leisten. Die Streckmuskeln kommen auch hier bei dieser langsamen „Streckung“ so gut wie gar nicht in Tätigkeit.

Wurfartige beschleunigte Streckung.

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.

Selbstwiderstandsbewegung.

4. Eine vierte Art der Ausführung ist die, daß man beide Muskeln, den Strecken 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 lähmen und das in Betracht kommende Glied steif machen, auch als „innere Straffung“ bezeichnet. Unter der Bezeichnung „Übung koordinierter Muskelgruppen“ hat Proschek in Prag daraus ein besonderes System der Zimmergymnastik 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 — heute auch als „Spannung“ bezeichnet.

Widerstandsgymnastik.

Obgleich jede Muskelübung die Überwindung von Widerständen in sich schließt, so hat man doch, um einzelne Muskeln besonders zu üben und die mäßige 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).

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 an 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 abzujiegen. Er soll nur den Übenden zwingen, mit einem bestimmten Muskel ein bestimmtes Kraftmaß zu leisten. Dieses Maß vermag er zu bestimmen, zu „dojieren“ durch die Größe seines Widerstandes. Es gab eine Zeit, wo man aus solcher Widerstandsgymnastik, aus den „dupliziert-konzentrischen“ und den „dupliziert-exzentrischen“ 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 gegen sinnigen 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.

Halten-  
de  
Muskel-  
tätigkeit.

Koordi-  
nation.

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 Bewegungsnerven. 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.

beuge.

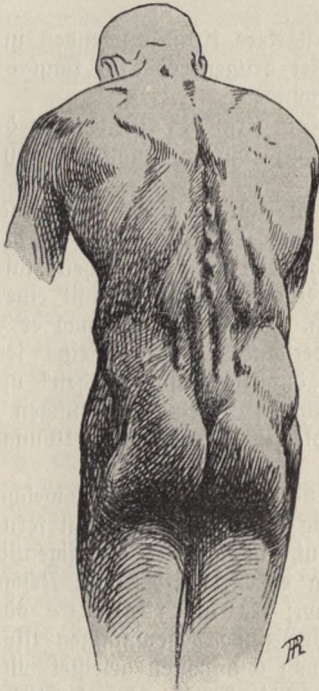
Rumpf-  
beuge.

Fig. 237. Leichte Beugung des Rumpfes bis zu 30–45° nach Richter. — Die starke Zusammenziehung der Gesäß- sowie der langen Rückenmuskeln tritt mit aller Deutlichkeit hervor.

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 Streckter 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 ebenderjelbe 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 Streckter des Beckens und damit des unteren Rumpfschnitts gegen den Schenkel — sowie der wichtige lange Streckter 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 beistehende Abbildung von Richter zeigt, sind bei dieser Bewegung die Gesäßmuskeln kräftig zusammengezogen und treten namentlich auch längs der Lenden und unteren Brustwirbelsäule die heftig arbeitenden Streckter 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.

## § 102. Schnelle und langsame Bewegungen.

Im vorhergehenden Kapitel hatten wir gesehen, wie verschieden sich die Beteiligung der ein 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 Streckter 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. Ebenjowenig gibt die äußere Form Auskunft darüber, ob die dargestellte Bewegung schnell oder langsam erfolgt.

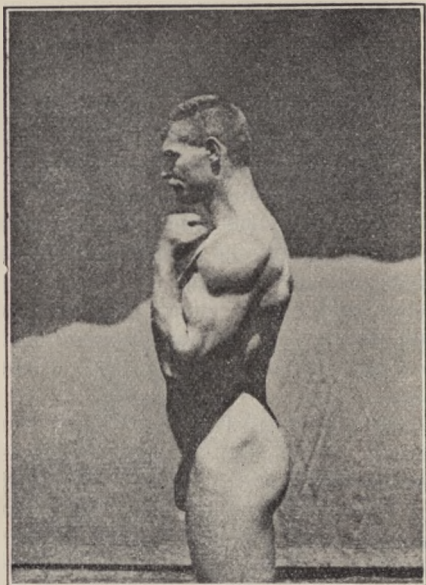
Vergleichung der Form eines in Beugung und eines in Streckung befindlichen Arms.

Anders, wenn es sich um Vergleichsbilder handelt, welche das Ende einer solchen Bewegung darstellen. In den beigelegten Abbildungen (Fig. 238—241) nach Aufnahmen von A. Londe in Paris sehen wir in Fig. I und III beidemale 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 kugelförmiger 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 Ansatz 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.

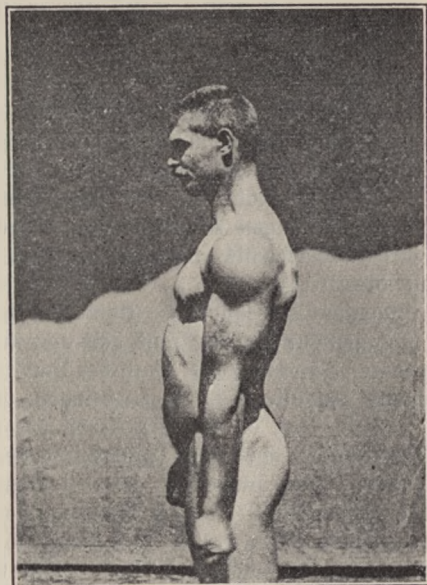
Vergleichung der Form eines Muskels am Ende einer sehr schnellen und am Ende einer sehr langsamen Bewegung.

Daraus ersehen wir: bei sehr schnellen Bewegungen wird das bewegte Glied gewissermaßen wurfartig, sozusagen mit einer einzigen stärksten Zudung 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.

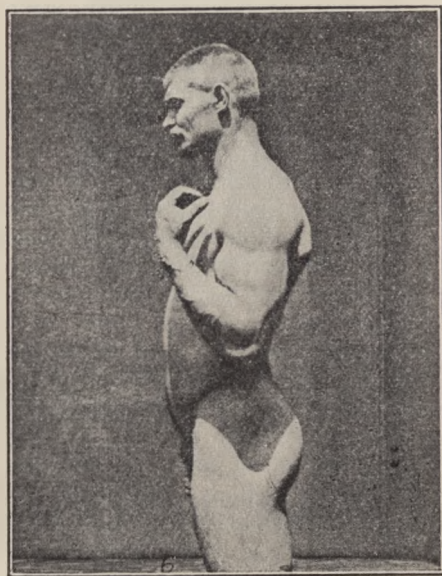
Es geht daraus für die Übung der Muskeln klar hervor, daß es nichts weniger als gleichgültig ist, ob die Bewegungen bei einer Übung schnell, wurfartig, mit „Ruck und Zud“ erfolgen, oder ob sie in langsamem Zuge auszuführen sind, oder ob gar, schnelle Bewegungen; langsame Bewegungen; halten.



I



II



III



IV

Fig. 238--241. Verschiedene Muskelarbeit bei sehr schneller (I u. II) und bei ganz langsamer (III u. IV) Beugung bzw. Streckung. — Momentaufnahmen von A. Sonda aus Richter, Physiologie artistique. —



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 wurfartig 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 wurfartig 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 Kraftäußerungen haben als „Lockerungsübungen“ 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 verkehrt wie die Vornahme aller Übungen schwunghaft und in Ruck und Zuck. Am verfehltesten aber ist es, alle, auch die verschiedenartigsten Bewegungsformen rhythmisch im Gleichtakt vorzunehmen und über einen Kamm zu scheren.

Noch eins sei der Speziellen Muskellehre vorausgeschickt. Es trägt zwar ein jeder Muskel seinen meist von seiner vorwiegenden Tätigkeit hergeleiteten Namen, und wir finden in der Muskelbeschreibung seine vorwiegende Tätigkeit näher auseinandergesetzt. Allein eine noch so eingehende und genaue Kenntnis aller Muskeln des Körpers setzt einen trotzdem noch lange nicht in den Stand, anzugeben, welche Muskeln mit ihren Kräften bei allen Bewegungen oder Haltungen beteiligt sind. Die Sicherheit, mit der in manchen Schriften über Leibesübungen Auskunft über das Kräftespiel bei der oder jener Haltung oder Bewegung gegeben wird, wirkt zuweilen erheitend. Allenfalls können wir über die hauptsächlich in Frage kommenden Muskeln sicher urteilen. Manchmal selbst das nicht. Denn unsere Muskulatur kann zuweilen diese oder jene Bewegungsaufgabe in verschiedener Weise lösen, wie wir ja auch bei Verletzung, Lähmung, Schmerzhaftigkeit u. dgl. irgendeines Muskels oft überrascht sind, zu sehen, wie die Tätigkeit des so ausgefallenen Muskels, die unerlässlich bei bestimmten Bewegungen schien, durch andere Muskelkombinationen gedeckt und ersetzt werden kann.

## 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

Spezielle  
Muskel-  
lehre.  
Muskeln des  
Kopfes.

Essens, Trinkens, Sprechens, Singens, Pfeifens, Blafens usw. verschiedenste Gestalt zu geben, sondern ihr wechselndes Spiel gibt auch dem Antlitz bei den mannigfachen Gemütsstimmungen den entsprechenden Ausdruck, spiegelt Freude und Trauer, Spannung und Gleichgültigkeit, Haß und Liebe, Stolz und Demut usw. (Fig. 242 bis 247). Je nachdem die eine oder andere Gemütsstimmung besonders häufig Platz gegriffen, die zugehörigen Gesichtsmuskeln häufig in bestimmter Weise zusammengezogen waren und die Gesichtshaut in bezeichnende 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 Kopfskeletts, 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 Mimit zu einer wahren Kunst ausgebildet ist.



1  
Erstaunen.



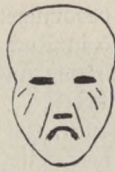
2  
Nachdenken.



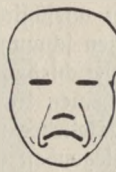
3  
Schmerz.



4  
Lachen.



5  
Weinen.



6  
Verachtung.

Muskeln der Stirn und behaarten Kopfhaut.

Muskeln der Augenlidspalte.

Fig. 242–247. Schema der Wirkung der Gesichtsmuskeln auf den Ausdruck der Gemütsbewegungen.

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.

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, vergramten Charakter.

Muskeln der Nase.

Muskeln der Mundspalte.

## I.

Die Kopfmuskeln, welche in den Weichteilen des Kopfes sich ansetzen und diese bewegen, zerfallen in folgende Gruppen (Fig. 248):

A. Muskeln der Stirn und der behaarten Kopfhaut: Stirn- und Hinterhauptmuskeln.

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

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 Beweg. des Ohres nur ausnahmsweise vorhanden. Muskeln des Ohrs.

II.

Kopfmuskeln, welche den einzigen beweglichen Knochen des Kopfes, den Unterkiefer, zur Tätigkeit des Kauens usw. bewegen, sind die Kaumuskeln. Diese sind: Kaumuskeln.  
 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.

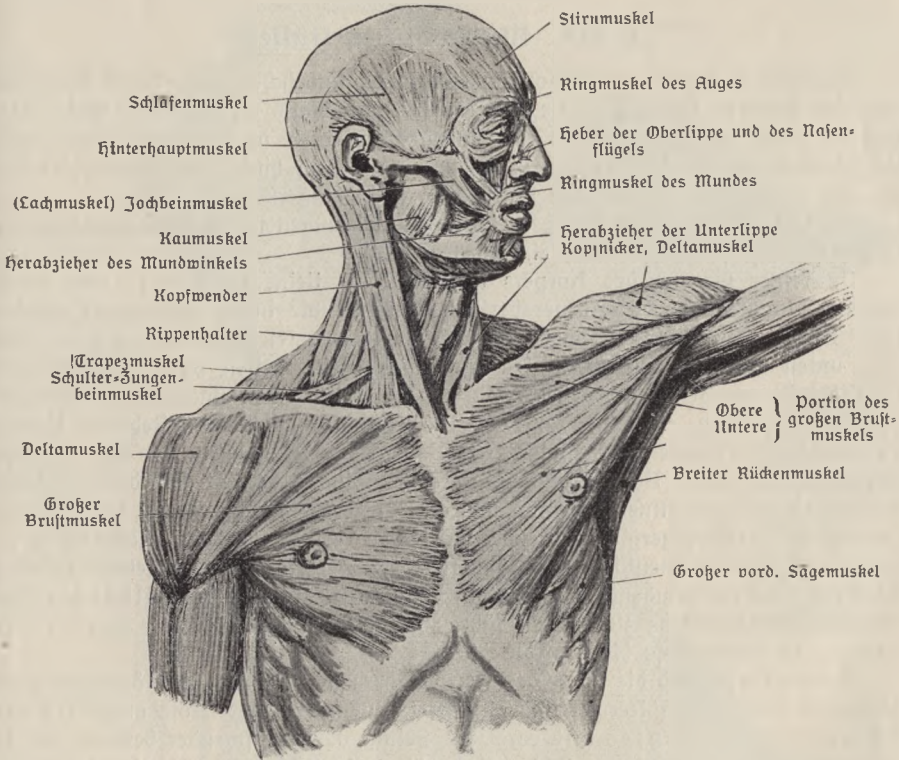


Fig. 248. Muskeln des Kopfes, des Halses und der Brust.

b) Der Kaumuskel (masseter), zwischen Jochbogen und Unterkieferwinkel ausgespannt.

c) und d) Der äußere und innere Flügelmuskel, 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 (mahrende Bewegung). —

Auf dem Kaumuskel 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 Ohrspeicheldrüse.

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.

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 Baue auf. Bei Personen, welche schlecht ernährt sind, zehrt sich auch diese Fettmasse auf; die Wangen werden „hohl“ und eingefallen.

Äußere  
Kieferschlagader.

Am vorderen Rand des Kaumuskels geht über den Unterkiefer hinweg die äußere Kieferschlagader; sie läßt sich hier gegen den Knochen andrücken und zur Stillung einer in ihrem Gebiet stattfindenden Blutung schließen.

### § 104. Muskeln des Halses.

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 zusammengeedrückt, d. h. der Hals ist schmal; da, wo die Säule in die Brust übergeht, ist sie von vorn nach hinten zusammengeedrückt, ist also der Hals breit. Die hintere Halsgegend heißt Nacken.

Über die anatomischen Ursachen des kurzen gedrungenen und des langen biegsamen Halses ist schon früher (S. 113) einiges bemerkt. —

Zungenbein.

In keiner Gegend des Körpers liegen auf so kleinem Raum so viele lebenswichtige Organe nahe der Körperoberfläche vereint wie in der vorderen Halsgegend (Sig. 249). 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 am Brustbein darstellt. In diesem Dreieck liegt zunächst unter dem Kinn das Zungenbein, ein kleiner, mit dem Skelett nicht in Verbindung stehender Knochen, an welchen 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 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, deren krankhafte Anschwellung zum Kropf führen kann. Es folgt die Keh- oder Drosselgrube, in deren Tiefe die Lufttröhre liegt.

Schildknorpel.

Schilddrüse.

Kehlgrube.

Carotis.

Ober-  
schlüsselbein-  
gruben.

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 Ober- und Unter-schüsselbein-gruben. In diese ragen in der Tiefe, aus dem Brustkorb hervortretend, die beiden Lungen spitzen hinein. Bei ihrer Schrumpfung durch beginnende Lungen-schwind-sucht sind, in Verbindung mit der begleitenden Abmagerung des Körpers, die beiden Schlüsselbein-gruben besonders tief und eingesunken, während sie an schönen, namentlich weiblichen Halsen kaum als Vertiefungen sich markieren. —

Hautmuskel  
des Halses.

1. Der Hautmuskel des Halses (platysma). Eine dünne, in die ganze vordere Hals-haut eingelagerte Muskelschicht, von dem Kinn bis zur Brust reichend (s. Sig. 250). 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 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, auch „Kopfhalter“ genannt. Die alte Bezeichnung <sup>Kopfwender.</sup> „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.

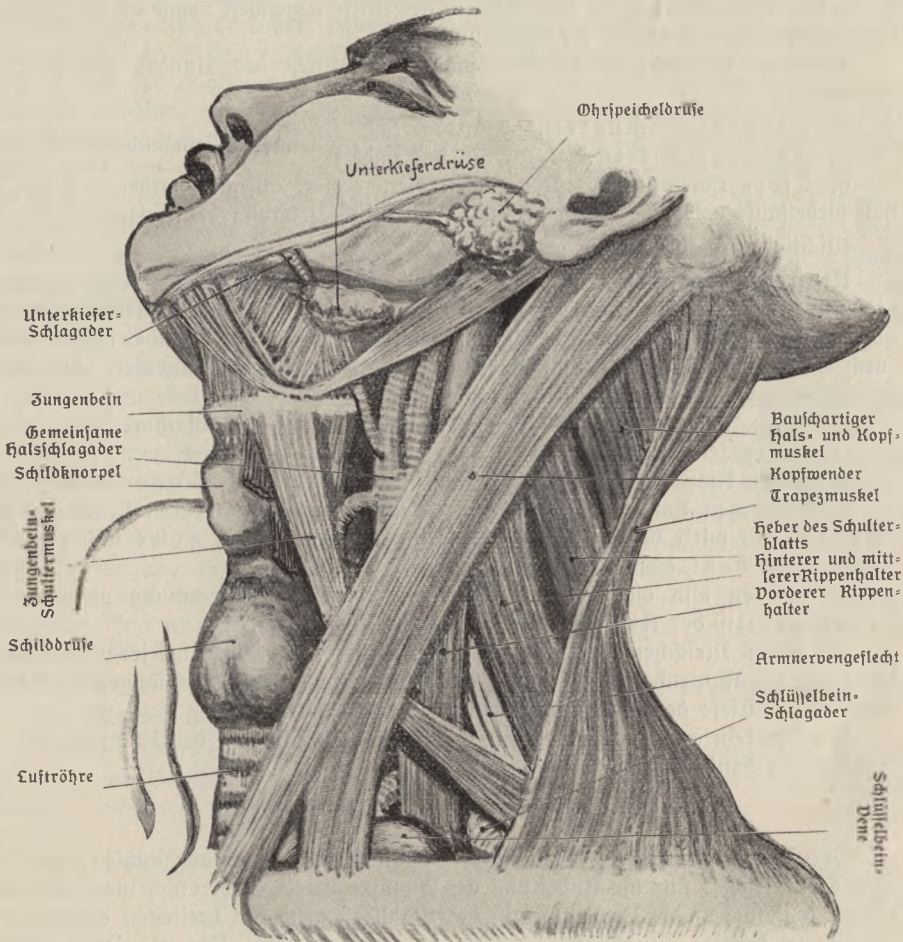


Fig. 249. Die Lage der Halsorgane.

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 Kopfwender vereint Kopf und Hals als Ganzes nach vorn und vermögen z. B. den Kopf leicht vom Kopffüssen 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.

Zweibäuchiger Unterkiefermuskel.

3. Der zweibäuchige Unterkiefermuskel; 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.

Zungen- und Zungenbeinmuskeln.

4. Zungenbeinmuskeln: 7 an der Zahl |  
5. Zungenmuskeln: 3 an der Zahl | bewegen Zungenbein und Zunge.

Tiefe Halsmuskeln.

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.

Rippenhalter oder „Treppenmuskeln“, ein vorderer, mittlerer und hinterer. Sie entspringen von der ersten und zweiten Rippe und gehen zu den Querfortsätzen aller Halswirbel. Zwischen dem vorderen und mittleren Rippenhalter befindet sich ein Schlitz, durch welchen die Schlüsselbeinschlagader und das Bündel der Armererven 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 Kopfnicker 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.

Muskeln der Brust.

Der Brustkorb hat die Form eines oben nach der Spitze abgestuften 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. 107).

Die Brust wird äußerlich nach oben begrenzt von den Schlüsselbeinen.

Brustwarze und Brustdrüse.

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

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  $90^\circ$  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 hinaus 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. 250).

Die erste Schicht bildet:

1. Der große Brustmuskel. 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.

Großer  
Brust-  
muskel,

Ursprung des Muskels: Der obere kleinere Teil oder Schlüsselbeinteil vom Brustbeinende des Schlüsselbeins; der untere größere Brustrippenteil, durch einen Schliß von dem oberen geschieden, vom Seitenrand des Brustbeins und den Knorpeln der zweiten bis sechsten Rippe (s. Fig. 246). Eine kleine Partie des Muskels entspringt endlich von der häutigen Sehne des äußeren schiefen Bauchmuskels als Bauchteil.

Ansatz des Muskels: Leiste des großen Oberarmhöckers.

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

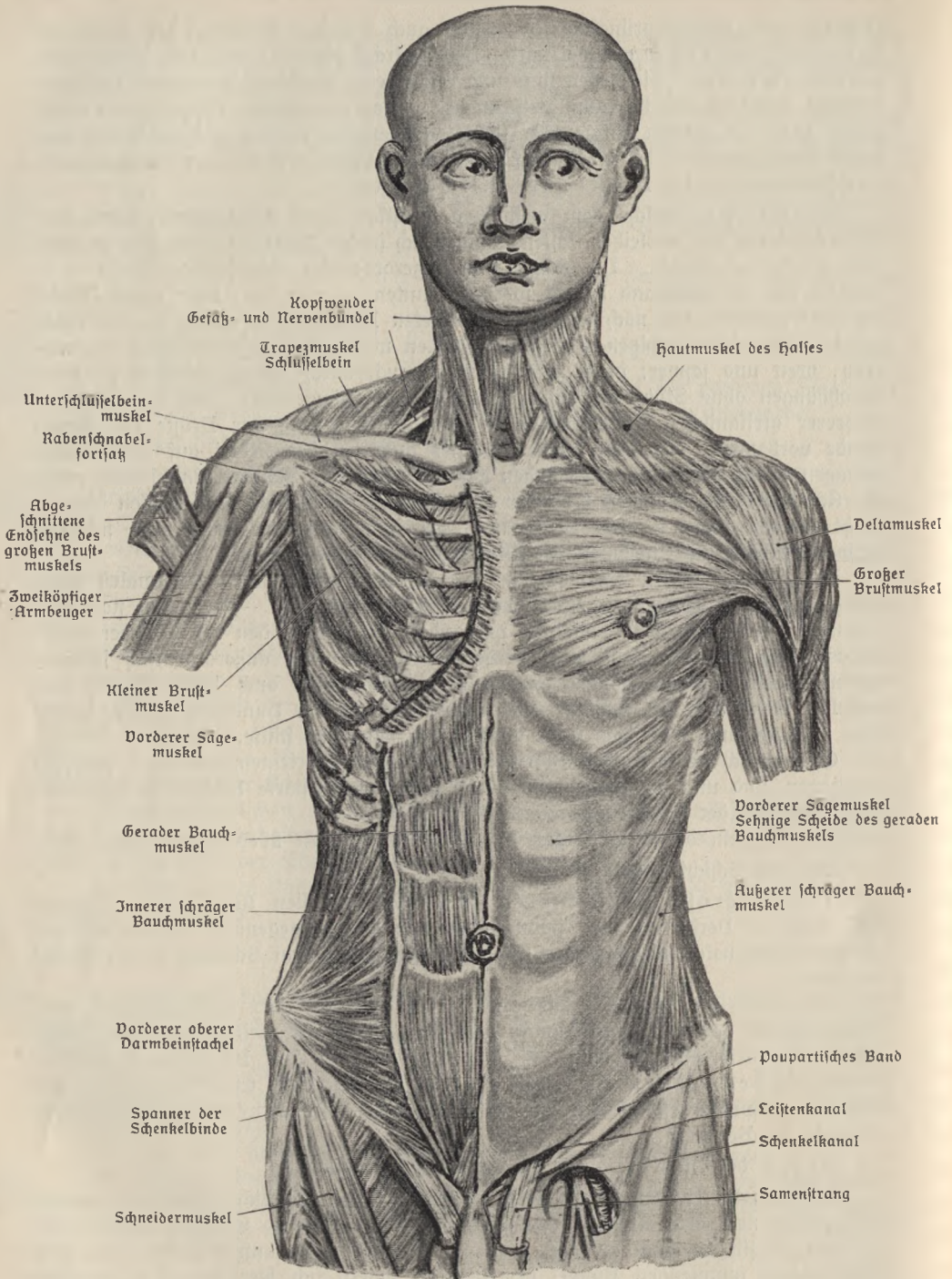


Fig. 250. Die Muskeln der Brust und des Bauches, Leisten- und Schenkelring. Links der Hautmuskel des Halses, der große Brustmuskel, der Deltamuskel, der äußere schräge Bauchmuskel und die Scheibe des geraden Bauchmuskels entfernt.



als ausgesprochener Wulst der vorderen Wand der Achselhöhle hervor (Figur 251); 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 Armes 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 Diskus Scheibe, 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.

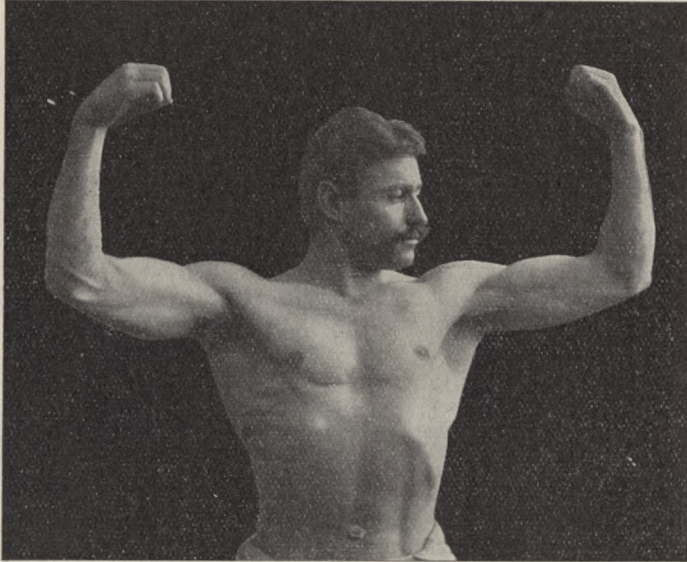


Fig. 251. Schöner Brustkorb und großer Brustmuskel (Turnlehrer Sommer)

Wirkung  
des großen  
Brust-  
muskels.

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 Bordkante seines Bootes, und hält die Arme fest gestreckt, um den von Arm und Schulter zum Brustkorb gehenden Muskeln festen Ansat zu gewähren, von wo aus sie auf den Brustkorb einen Zug ausüben können und so die angestrengten tiefsten Atembewegungen mit vollziehen helfen.

c) Gesonderte 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. 252. Mitwirkung des oberen Teiles des großen Brustmuskels.

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. 252).

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.

Schlüssel-  
beinmuskel.

2. Der Schlüsselbeinmuskel (m. subclavius).

Der kleine aber nicht unkräftige Muskel geht von der unteren Seite des Schlüsselbeins zum oberen 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 Lungenspitze erweitern.

Kleiner  
Brust-  
muskel.

3. Der kleine Brustmuskel (m. pectoralis minor. Fig. 250).

Ursprung: Mit drei oder vier Zähen 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.

Großer  
Sägemuskel.

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 Zähen des Muskels eine sägeförmige Linie an der Seitenwand der Brust bilden. Die fünf bis sechs oberen Zähen 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 Zähen, 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. 253).

Wirkung: In der mannigfachsten Weise ist der Muskel als Halter des Schulterblatts sowie bei Erweiterung des Brustkorbs beteiligt. Insbesondere sei angeführt:

a) 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 gegensinnig wirkenden rautenförmigen Muskeln (m. rhomboideus major und minor) am Rücken (s. u.) unterstützt werden.

b) 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, zur Flankenatmung. —

Bei Lähmung des großen Sägemuskels ist eine Festlegung der Schulter und damit jede angestrengte Armtätigkeit unmöglich. Der innere Schulterblatttrand dreht

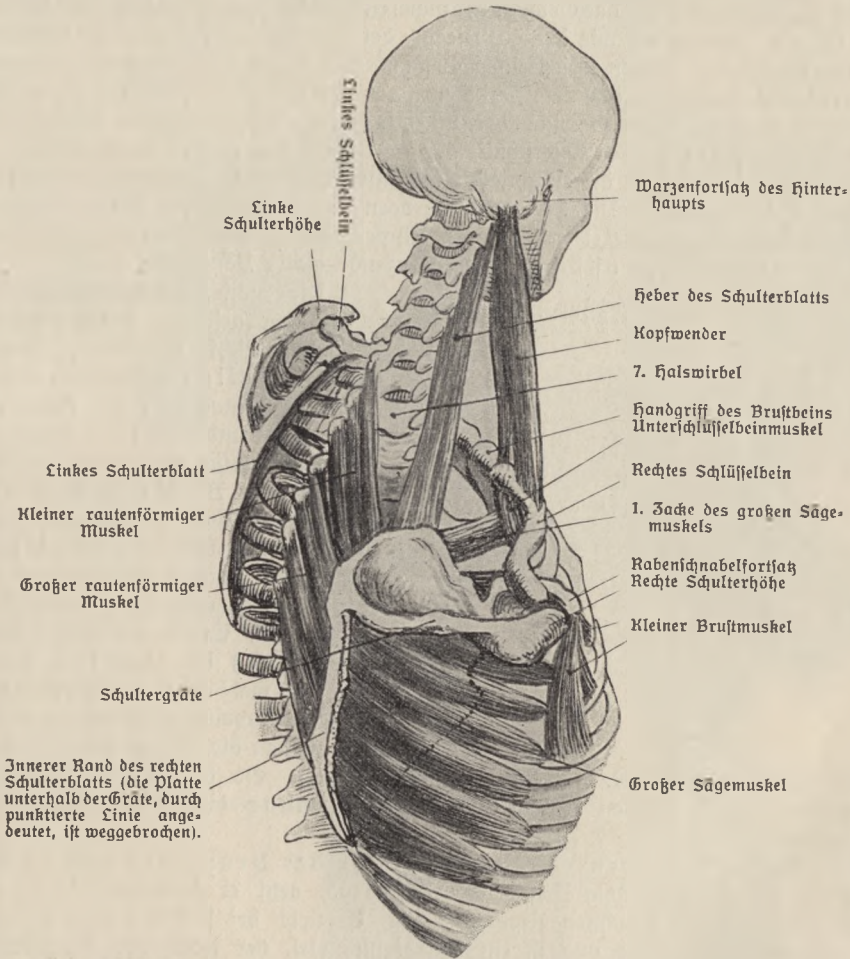


Fig. 253. Einige wichtige Muskeln des Halses und des Schulterblatts. Ein großer (durch punktierte Linie ange- deuteter) Teil des Schulterblatts ist entfernt, um den darunterliegenden großen Sägemuskel zu zeigen (nach Harleß).

sich dann nach außen, die Schulterblätter stehen flügel förmig vom Brustkorb ab. Ebenso kann der Arm dann nicht mehr hochgehoben werden.

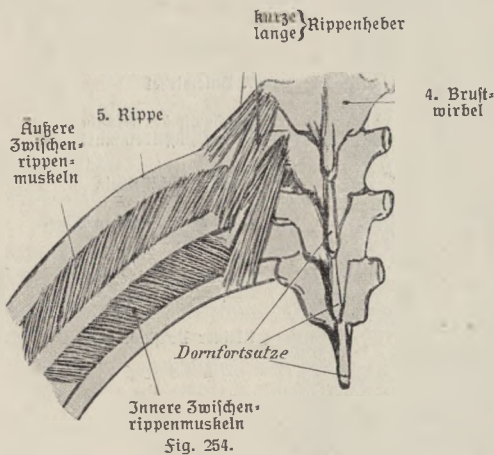
Der große Sägemuskel bildet die Innenwand der Achselhöhle, der große Brust- muskel die vordere, der breite Rückenmuskel die hintere Wand.

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. intermediü), zwischen den Rippen rund um den Brustkorb ausgespannt, bilden die dritte Schicht der Brustmuskeln (Fig. 254 u. Fig. 265). 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.



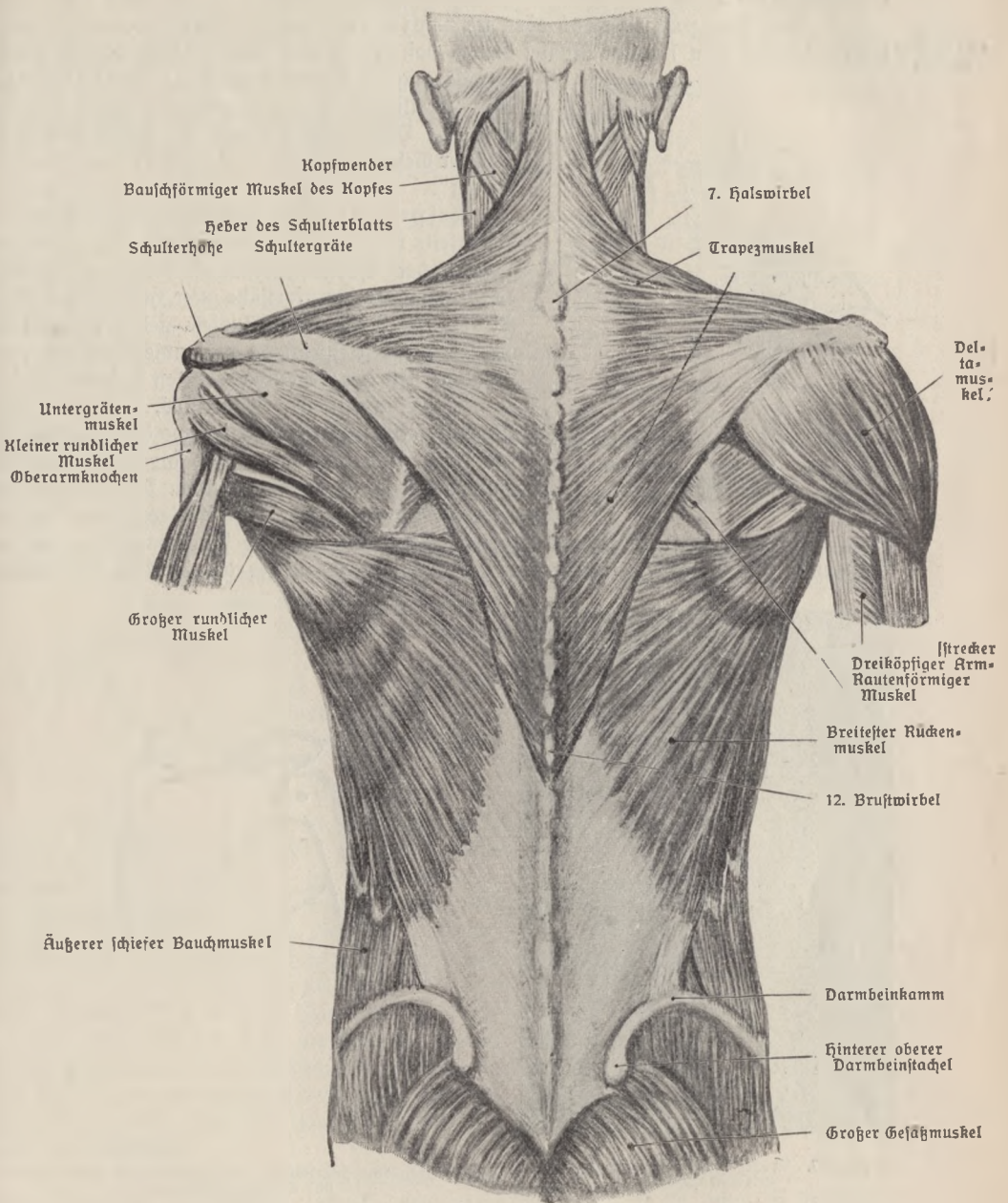
Die Zwischenrippenmuskeln, obwohl quer gestreift, werden für gewöhnlich nicht willkürlich, sondern unwillkürlich, automatisch bewegt. Ihre Spannung hält die Rippen in ihrer Lage und macht die Brustwand widerstandsfähig gegen das Vorwölben der Lunge, z. B. bei plötzlich schärferer Ausatmung (Husten). 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. Seit steht wohl allein, daß die äußeren Zwischenrippenmuskeln bei angestremgtem 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 dreiwinkelige Brustmuskel. 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. 255).



Stg. 255. Rückenmuskeln, oberflächliche Schicht. Links ist der Deltamuskel entfernt, um die darunterliegenden Schulterblattemuskeln zu zeigen.

Die Rippen werden bewegt von den hinteren Sägemuskeln, der Kopf von den bauchförmigen Muskeln.

Kappen-  
oder Trapez-  
muskel.

1. Der Kappenmuskel oder Trapezmuskel (*m. trapezius s. cucullaris*). Erstere Bezeichnung hat der Muskel davon, daß er wie eine Mönchskappe oder Kapuze 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“.

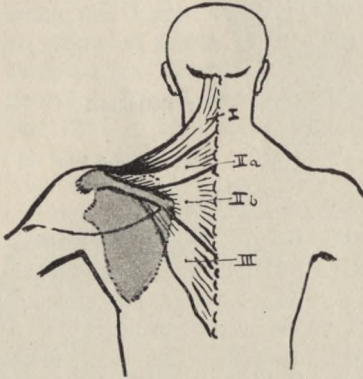


Fig. 256. Die verschiedenen Teile des Trapezmuskels.

Ursprung: Der Trapezmuskel entspringt beiderseits von der bogenförmigen Linie des Hinterhauptes, 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 Sehnenstück, von dem die Muskelfasern entspringen. Hier, wo der Dornfortsatz des letzten Halswirbels deutlich als Hervorragung gefühlt und auch gesehen werden kann, bildet sich namentlich beim Weibe eine stärkere Settan-

lung, welche als sanfte Wölbung an dieser Stelle des Nackens sich bemerkbar machen kann und die Linie des Nackens in gefälliger Weise zu der des Rückens überleitet.

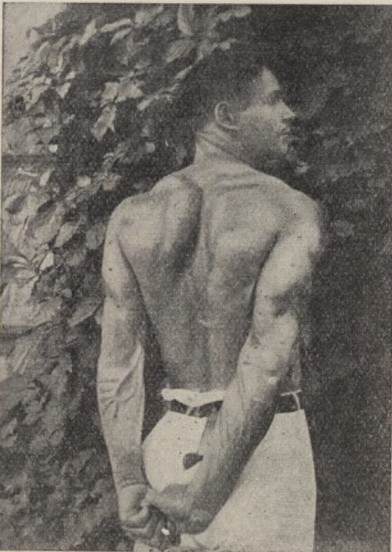


Fig. 257. Trapezmuskel, im mittleren Teil zusammengezogen.

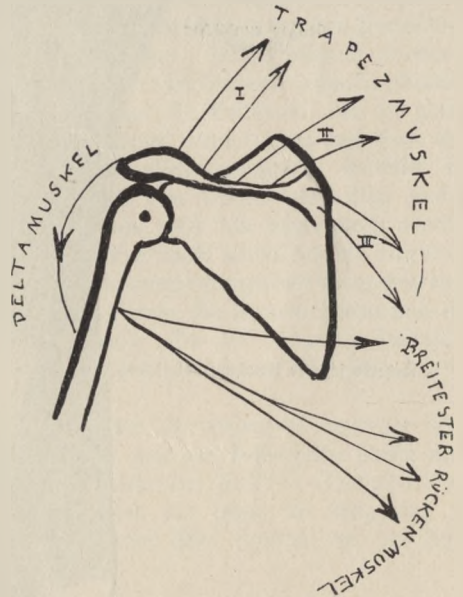


Fig. 258. Zugrichtung der Fasern des Trapez-, Delta- und breitesten Rückenmuskels.

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 Schulterblatttrandes.

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. 256 und 258) unterscheiden wir:

I. Den oberen 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. 259).

Es ist dies dieselbe Bewegung des Schulterblatts, welche allein das Heben des Arms aus der horizontalen Seithöhe zur senkrechten Hochhöhe 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. 257).

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 entgegengesteuert.

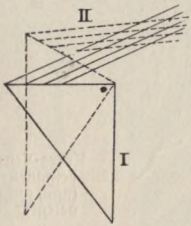


Fig. 259. Schema der Wirkung des ersten Abschnitts des mittleren Teils des linken Trapezmuskels auf das Schulterblatt. I Ruhestellung. II Drehung des Schulterblatts bei Zusammenziehung des Muskels. Die Achse der Drehung durch einen Punkt bezeichnet.

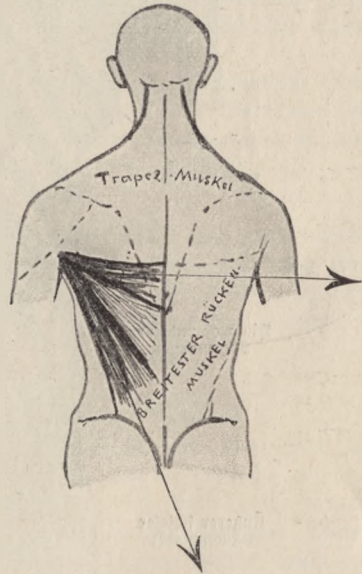


Fig. 260. Verlauf der Fasern des breitesten Rückenmuskels. Die Pfeile geben die Zugrichtungen der oberen und der unteren Fasern an.

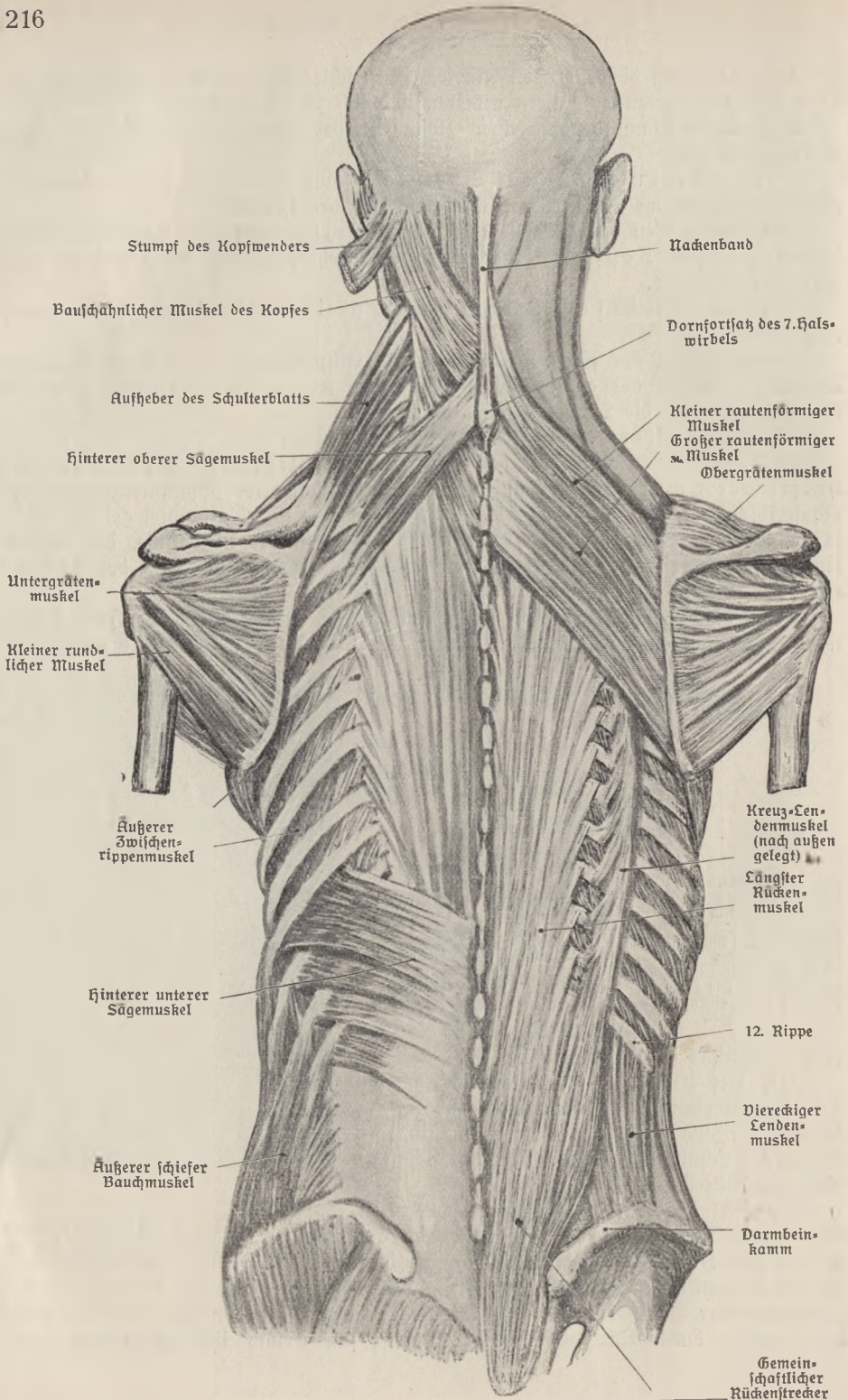


Fig. 261. Die tiefen und langen Rückenmuskeln. Links sind die rautenförmigen Muskeln entfernt.



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.

Breitetester  
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. 255).

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 Oberarmhöckers.

Die Wirkung des Muskels (Fig. 260) 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 obsolet Name des Muskels: scalptor seu tensor 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 wirkend erzielen schöne gerade Haltung, wobei die Schultern in mittlerer Lage verbleiben.

### Zweite Schicht (Fig. 261).

3. Kleiner und großer rautenförmiger Muskel (m. rhomboideus minor und major), vom Trapezmuskel bedeckt. Die beiden Muskeln, nur durch einen Schliß 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:

a) Der Muskel nähert das Schulterblatt als Ganzes der Wirbelsäule.

b) Er dreht mit seinen unteren 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.

c) 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 Rautenmuskel 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. 262).

Über die Rolle, welche der Muskel beim Stütz im Barren spielt, s. u. § 270.

Aufheber  
des  
Schulter-  
blatts.

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.

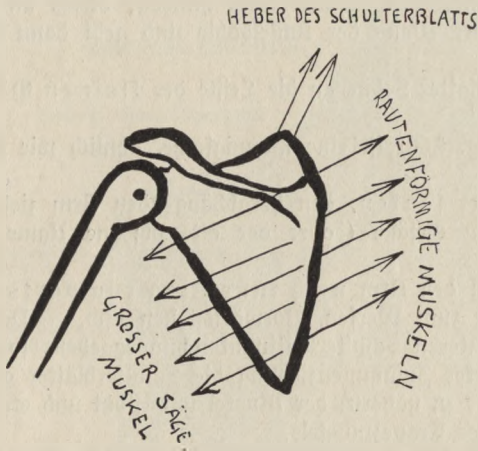


Fig. 262. Zugrichtung des Rauten-, des großen Sägemuskels und des Hebers des Schulterblatts.

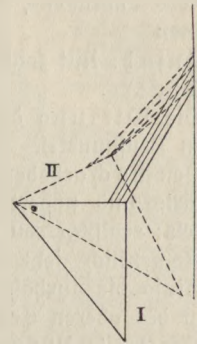


Fig. 263. Schema der Wirkung des linken Aufhebers des Schulterblatts. I Ruhestellung. II Stellung bei Zusammenziehung des Muskels. Achse der Drehung durch einen Punkt bezeichnet.

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. 263).

Der Muskel wirkt damit gleichsinnig mit dem unteren Teil des rautenförmigen Muskels.

### Dritte Schicht.

Hinterer  
oberer Säge-  
muskel.

5. Unter dem Rautenmuskel liegt der hintere obere sägeförmige Muskel (m. serratus post. 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.

Hinterer  
unterer  
Sägemuskel.

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.

Wirkung: Niederziehen der Rippen, also die Ausatmung fördernd (Hilfsmuskel der Atmung).

7. Unter dem Trapezmuskel und zum Teil unter dem Rautenmuskel liegen die bauchförmlichen Kopf- und Halsmuskeln (m. splenius capitis und splenius cervicis. Fig. 261).

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.

Bauchförmlicher Muskel des Kopfes und des Halses.

### § 107. Die langen Rückenmuskeln (Fig. 261).

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 Hinterhauptbein gelegen sind, wo sie sich an den Dorn- und Querfortsätzen der Wirbel sowie an den Rippen ansetzen.

Lange Rückenmuskeln.

1. Der Hauptmuskel dieser Gruppe ist der gemeinschaftliche (lange) Rückenstrecker (m. sacrospinalis), einer der stärksten Muskeln des Körpers.

Gemeinschaftlicher Rückenstrecker.

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 Hals.

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 Muskelhäuche 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 Fällen 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 (levatores costarum breves et longi, Fig. 254). 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, entgegengesetzt ihrem Namen, wenn sie von der Wirbelsäule aus auf die Rippen wirken, als Heber der Rippen kaum bei der Atmung beteiligt. Sie treten vielmehr bei der Drehung der Wirbelsäule in Tätigkeit.

Kurze und lange Rippenheber.

Die vielen übrigen, hierhergehörigen kleinen Nackenmuskeln sowie kurzen Rückenmuskeln besonders aufzuführen und zu beschreiben, ist für unsere Betrachtung unnötig.

## § 108. Die Bauchmuskeln.

Bauch-  
muskeln.

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.



Fig. 264. Bauchatmen.

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 dem Beckenrand in der Flankegegend.

Je nachdem jemand fettreich und dick, oder mager und fettarm ist, ist der Bauch mehr vorgewölbt, bis zum Schmerbauch, oder eingewölbt und höhl. Die vorkommenden Unterschiede sind außerordentlich bedeutend.

Bewegungen  
der Bauch-  
wand bei der  
Atmung.

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. 264 sowie Fig. 274 und 275).

Lange  
Bauch-  
muskeln.

### A. Lange Bauchmuskeln.

Der gerade  
Bauch-  
muskel.

1. Der gerade Bauchmuskel (m. rectus abdominis. Fig. 250 u. 265).

Ursprung: Sünfter, sechster und siebenter Rippenknorpel und schwertförmiger Fortsatz des Brustbeins.

Ansatz: Schamfuge. — Der Muskel zeigt in seinem Fleisch verschiedene sehnige Inschriften: 2 über, 1 an, 1 (aber seltener) unter dem Nabel, 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, jedoch lassen die sehnigen Inschriften die tiefe Schicht der Fasern des geraden Bauchmuskels frei, so daß der Muskel in einen durchgehenden geraden (hinteren) und einen vorderen gegliederten Teil getrennt werden kann. Der gegliederte Teil hat durch seine sehnigen Inschriften vier oder fünf aneinander gereichte kürzere Stücke. Die starke sehnige Scheide des Muskels bildet, von rechts und links in der Mitte zusammenstoßend, die weiße Linie (linea alba). Diese Muskelscheide, welche den geraden Bauchmuskel rechts wie links umschließt, wird von den häutigen Sehnen der breiten Bauchmuskeln gebildet. — Zwei Finger breit unterhalb des Nabels verläßt der gerade Bauchmuskel durch einen Schlitze die hintere Wand seiner Scheide und verläuft von da bis zum Schambein hinter dem Doppelblatt der sehnigen Hülle.

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): kleiner, von der Schamfuge zur Scheide des geraden Bauchmuskels gehender Muskel. Er spannt zur Erleichterung der Tätigkeit des geraden Bauchmuskels dessen Scheide.

Pyramidenförmiger Muskel.

**B. Breite Bauchmuskeln.**

Breite Bauchmuskeln.

3. Der äußere schiefe oder schief absteigende Bauchmuskel (obliquus abdominis externus, s. Fig. 250).

Der äußere schiefe Bauchmuskel.

Ursprung: Außenfläche der sieben bis acht unteren Rippen, von denen der Muskel mit seinen Zaden entspringt; die vier oberen Zaden greifen in die entsprechenden Zaden des großen Sägemuskels ein.

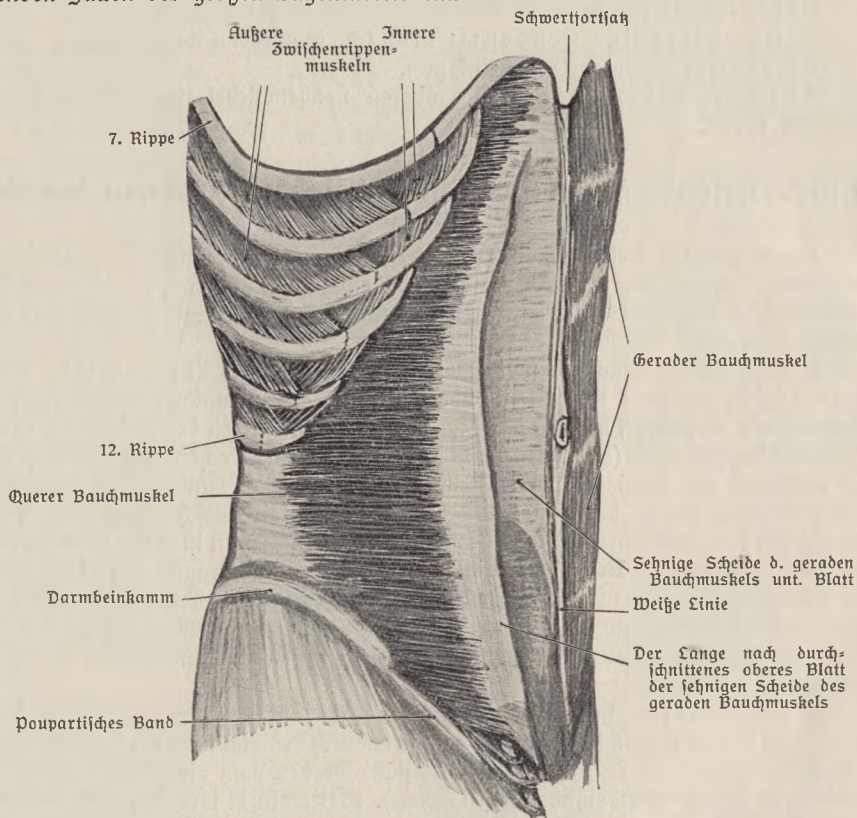


Fig. 265. Der quere Bauchmuskel nach Entfernung der beiden schiefen Bauchmuskeln.

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. 250 u. 265).

4. Der innere schiefe oder schief aufsteigende Bauchmuskel (m. obliquus internus), unter dem vorigen liegend (Fig. 250 links).

Innerer schiefer Bauchmuskel.

Ursprung: Sehnige Scheide der langen Streckmuskeln des Rückens, Darmbeinkamm (mittlere Lefze), vorderer oberer Darmbeinstachel, äußere Hälfte des Poupart'schen 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.

Querer  
Bauch-  
muskel.

5. Der quere Bauchmuskel (*m. transversus*), die innerste Schicht bildend. Ursprung: Knorpel der sechs unteren Rippen, sehnige Haut des viereckigen Lendenmuskels, innere Lefze des Darmbeinkamms, äußere Hälfte des Poupart'schen 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.

### § 109. Besonderheiten im Bau und in der Wirkung der Bauchmuskeln.

Besonder-  
heiten im  
Bau und in  
der Wirkung  
der Bauch-  
muskeln.

Bevor wir die Gesamtwirkung aller Bauchmuskeln, die man als „Bauchpresse“ bezeichnet, beschreiben, ist es geboten, auf einige Besonderheiten einzugehen, auf welche bei der Aufzählung der einzelnen Bauchmuskeln nicht näher eingegangen werden konnte.

1. Dazu gehört zunächst, daß die oberen Rippenzaden des äußeren schiefen Bauchmuskels (z. B. der linken Körperseite) über die mittlere Sehnenplatte, welche den geraden Bauchmuskel einschließt, hinweg ihre Fortsetzung in einem Teil der Fasern des inneren schiefen Bauchmuskels (also in gedachtem Falle auf der rechten Körperseite) finden. So entstehen also zwei in der Mittellinie sich kreuzende bandförmige Muskel- und Sehnenstreifen, welche bei gemeinsamer starker Tätigkeit ausschließlich eine Beugung der Wirbelsäule bewirken und damit die geraden Bauchmuskeln in dieser ihrer besonderen Tätigkeit unterstützen. Bei Einzeltätigkeit rechts oder links tragen diese Muskelbänder zur Beugung, Drehung und seitlichen Neigung der Wirbelsäule bei. Auf der Abbildung 267 kann man deutlich an der schiefen von links nach rechts verlaufenden Furche der Bauchfläche die Tätigkeit dieses Muskelbandes, das vom linken äußeren schiefen Bauchmuskel herkommt, gewahren.

2. Die hinteren Fasern des äußeren schiefen Bauchmuskels gehen senkrecht hinab zum Darmbeinkamm. Es ist klar, daß sie dadurch befähigt sind, die Seitwärtsneigung des Rumpfes zu bewirken, wobei sie unterstützt werden vom viereckigen Lendenmuskel sowie vom Lenden-Hüftbeinmuskel (*iliopsoas*). Weiterhin ist ihre dauernde Zusammenziehung mit imstande, das gleichsinnige Bein, wenn es zum Zehenstand erhoben ist oder gar leicht über dem Boden schwebt, zu halten und zu tragen, wobei sie unterstützt werden vom Zuge der Muskeln des Lenden-Schienbeinstranges (*Tractus iliotibialis*) der breiten Oberschenkelbinde. — Ich erwähne dies, weil es sich dabei um eine für das Frauenturnen neuerdings stark empfohlene Übung handelt.

3. Eine besondere Beachtung verdient der innerste, nämlich der quere Bauchmuskel (*m. transversus abdominis*). Löst man diesen Muskel los und breitet ihn der Fläche nach aus, so bilden die beiderseitigen queren Bauchmuskeln eine elastische und verkürzbare Bauchbinde, geeignet, die Eingeweide zu tragen und ihrem Druck das Gleichgewicht zu halten, in der Mitte vereint durch die sehnige Scheide des geraden Bauchmuskels. Die größte Länge haben die Bündel des Muskels in der Weichengegend; sie gehen nach hinten über in die sehnige Hülle des geraden Rückenstreckers (*m. sacro-*

spinalis) und reichen als deren Vermittlung bis zur Lenden-Wirbelsäule. Darum hängt von der Kraft und der Spannung dieses Mittelteils die wirkliche „Taille“ einer Figur ab. Oberhalb dieses Mittelstreifens des Muskels geht ein oberer Streifen mit kürzeren Fasern zu den sechs untersten Rippenknorpeln; der unterste Streifen des Muskels geht vom Darmbeintamm sowie vom Leisten-(oder Poupartijschen)band aus.

Durch diese seine Lagebeziehungen überträgt der quere Bauchmuskel die Last der Eingeweide auf den Brustkorb, die Wirbelsäule und das Becken. — Bei aufrechter Haltung ist hauptsächlich der unterste Teil des Muskels belastet. Beim Gehen auf allen Vieren wirkt die Last der Eingeweide auf den mittelsten Streifen; beim Handstand, Kniehang usw., kurz bei allen Haltungen, wo der Kopf unten ist, die Beine oben sind, wird der oberste Streifen des Muskels belastet.

Der Muskel kann für sich allein bei einiger Übung zusammengezogen werden; beim Rumpfbeugen ruft er für sich eine Knickungs- oder Beugungsfurche an der Oberfläche des Bauches hervor. — Die willkürliche Beherrschung der einzelnen Bauchmuskeln und ihrer Abschnitte ist wesentlich, um die Rumpfbewegungen fein abzustufen.

Die Bauchpresse. Im vorigen Abschnitte war eine Anzahl der hervorstechendsten Wirkungen angeführt, die sich durch die Zusammenziehung dieses oder jenes Bauchmuskels oder einzelner Abschnitte davon ergeben und so das feine Muskelspiel ermöglichen, welches wir bei Geübten, welches wir insbesondere bei Tänzerinnen usw. bewundern.

Häufiger ist jedoch, daß die Bauchmuskeln nicht jeder für sich tätig sind, sondern gemeinsam. Da bei dieser gemeinsamen Tätigkeit der Druck auf den Inhalt der Bauchhöhle als besonders bezeichnend in die Erscheinung tritt, so bezeichnen wir diese Tätigkeit kurz als „Bauchpresse“.

Wie die Züge eines starken Geflechtes — z. B. eines Rohrstuhles — kreuzen sich die Faserrichtungen der Bauchmuskeln, indem sie senkrecht (langer Bauchmuskel), quer (querer 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. 266).

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 Schwerpunkt 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

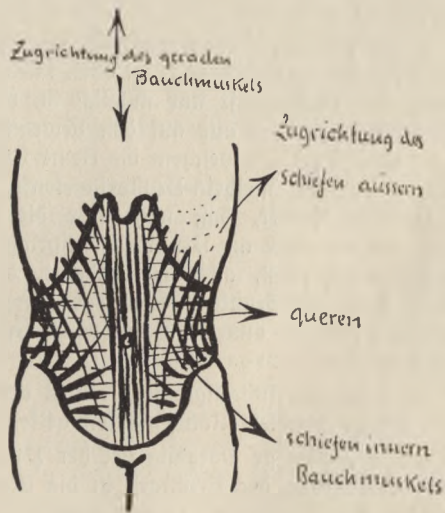


Fig. 266. Schema der Zugrichtungen der Bauchmuskeln.

geraden Bauchmuskel umgibt, und damit den Muskel selbst stark nach einwärts ziehen. Mit hin sind auch diese Muskeln an der Beugung des Rumpfes ebenso gut beteiligt wie der gerade Bauchmuskel selbst.

Entleerung  
des Inhalts  
der Bauch-  
höhle.

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 bei Entfernung von Schleim aus den Luftwegen, also bei heftigem Husten oder beim Ausschneuzen der Nase.

Stärkere  
Aus-  
atmungs-  
bewegungen.

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.

Akt der  
Pressung  
oder An-  
strengung.

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 abso- lut unbeweglichen Ursprung aus auf den beweglichen Ansaß 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 Verschuß 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 vierediger Lendenmuskel usw., 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 Fehlbewegung zu machen, während der wohlgeübte und trainierte die Anwendung der Pressung immer mehr zu vermeiden gelernt hat. 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.

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.

Übung der  
Bauch-  
muskeln.

Vor allem ist es die Trägheit der Verdauung oder gewohnheitsmäßige Verstopfung, eins der verbreitetsten Übel, welche in zahlreichen Fällen mit Schaffheit der Bauchdecken verbunden ist und durch entsprechende gymnastische Kräftigung der Bauchmuskeln oft 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

Schmidt, Unser Körper. 7. Auflage.



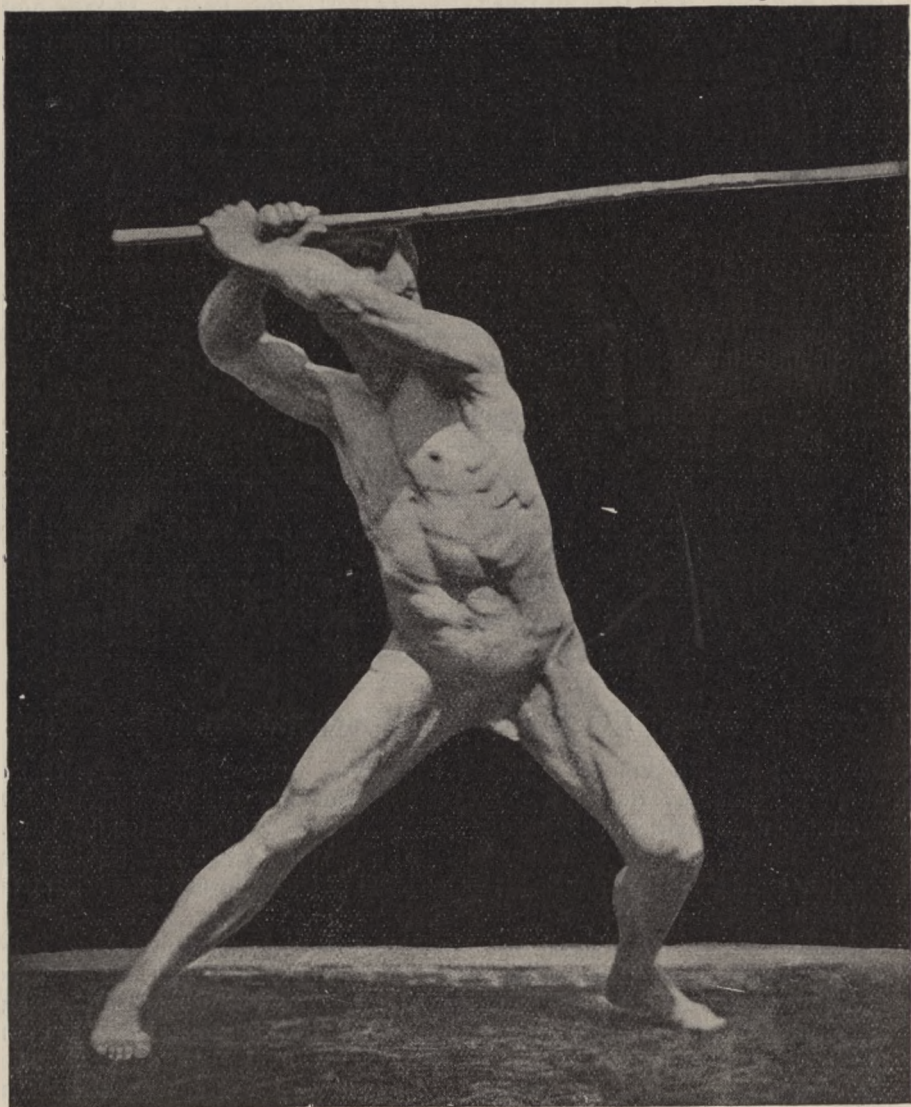


Fig. 267. Kräftig entwickelte Bauchmuskeln. Es treten namentlich die oberen Abschnitte des geraden Bauchmuskels mächtig hervor (nach Maren u. Demeny).

Jezen 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 Kraft-

übungen 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 Rumpfbeugen (Rückenbiegung) und die Verbindung des Rumpfvorwärtsbeugens mit starken Seitendrehungen des Rumpfes. Eine treffliche Übung der Art hat J. P. Müller („Mein System“) angegeben (Fig. 268 u. 269). 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. 270).

Zu nennen sind ferner: Rumpfbeugen seitwärts; Rumpfkreisen; tiefe Kniebeuge bis zur kauern den 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 Handstüz auf eine niedrige Übungs-



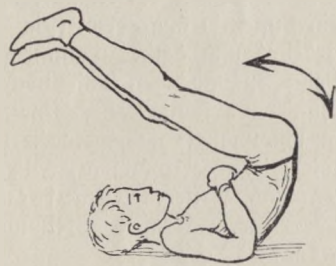
Fig. 268 u. 269. Übung der Rumpfs- und insbesondere der Bauchmuskeln.

bank oder die Schwebekante oder auch auf den Barrenholmen ausgeführt (s. o. § 47 Sig. 115).

Es gehört ferner hierher das Rumpfsenken aus dem aufrechten Sitz auf der Turnbank nach rückwärts und langsames Wiederaufrichten; langsames Rumpfaufrichten und -niedersinken aus der Rückenlage; die „Umkippen“ genannte Übung (Sig. 271), 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 Selgumschwung am Reck.



Sig. 270.



Sig. 271.

### § 111. Einige Bemerkungen über Brüche.

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 -Vene.

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.

Schenkelkanal.

Leistenkanal.

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 Hoden und ihm nachfolgend der Samenstrang; beim Weibe, wo der Schliß sehr eng ist, treten durch ihn die runden Mutterbänder.

Sowohl der Schenkel- wie der Leistenkanal (s. Sig. 250) 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 Verschluss 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 Verschluss mehr und mehr weiten; Darmschlingen werden in den Kanal hineingepreßt, und es entsteht ein Bruch, und zwar ein Leistenbruch, wenn die Darmschlingen in den Leistenkanal über dem Poupartischen Bande eintreten, dort die Haut emporwölben und selbst in den Hodensack hinab gelangen; ein Schenkelbruch, wenn die Darmschlingen 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.

Bruch-  
anlage.

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:

Entstehung  
von Brüchen.

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 langsam ausgeweitet werden, und daß solche Ausweitung — der „Bruchsaß“ — 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, wenn nicht durch eine Operation, die fast stets das Zweckmäßigste ist, die Bruchpforte dauernd geschlossen wurde, wenigstens 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 keinerlei 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 Bruch-

Bruchschäden  
nach Leibes-  
übungen.

anlage — 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.

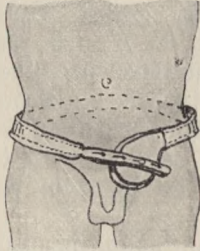


Fig. 272. Bruchband bei linksseitigem Leistenbruch.

Bei erkannter Bruchanlage und dem vorbeugenden Tragen eines richtig angefertigten Bruchbandes (Fig. 272) 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.

## § 112. Das Zwerchfell.

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. 273).

Man unterscheidet am Zwerchfell einen muskulösen und einen sehnigen Teil. Ersterer teilt sich je nach dem Ursprung in einen Lendent- 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 Schließ, den Aortenschließ zum Durchtritt der großen Hauptschlagader (aorta) aus der Brust in die Bauchhöhle. Außerdem geht durch diese Öffnung neben der großen Bauchschlagader der Milch-

Aortenschließ.

brustgang, welcher den Inhalt der Sauggefäße des Verdauungskanales hinauf-  
führt und in der Schlüsselbeingegend in das Blutgefäßsystem ergießt. Die zweite  
Kreuzung bildet das Loch für den Durchtritt der Speiseröhre in die Bauchhöhle.

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 krümmt sich in Sichel-

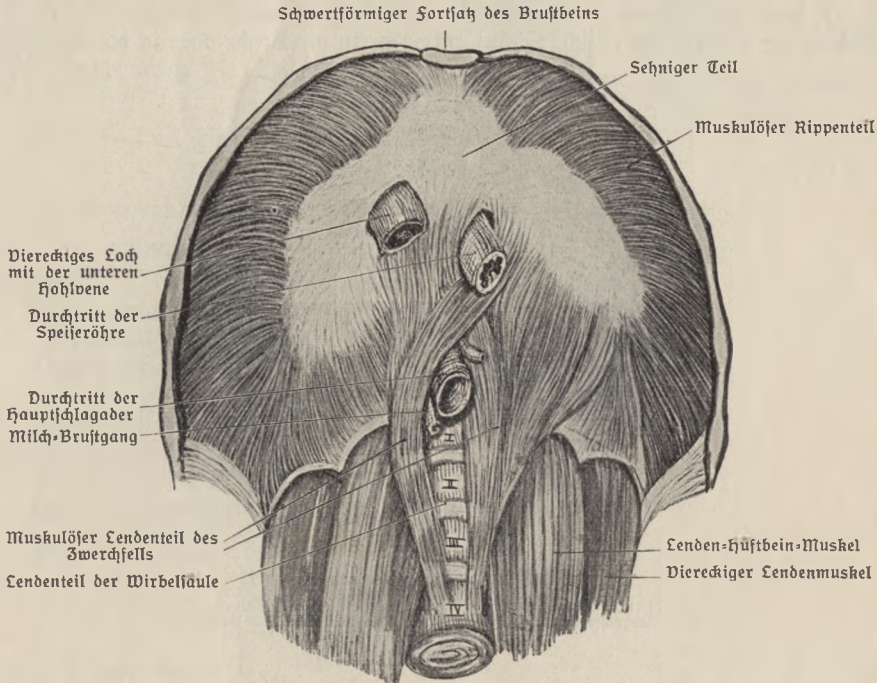


Fig. 273. Das Zwerchfell von unten gesehen.

form um die vorspringende Wirbelsäule. 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. —

Viereckiges  
Loch für die  
untere Hohl-  
vene.

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 ent-  
sprechend 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.

Bewegung  
des Zwerch-  
fells bei Ein-  
und Aus-  
atmung.

Das abwärts steigende Zwerchfell drückt auf die unterliegenden Baueingeweide, und diese drängen gegen die allein nachgiebige vordere Bauchwand und wölben diese vor. Dies ist die Bewegung bei der Einatmung (Fig. 274).

Bei der Ausatmung (Fig. 275) 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 da durch die Fortbewegung des Darminhaltes sowie die Entleerung der Drüsen des Verdauungskanales gefördert.

Die obere Fläche des Zwerchfells ist bekleidet mit Brust-, 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.

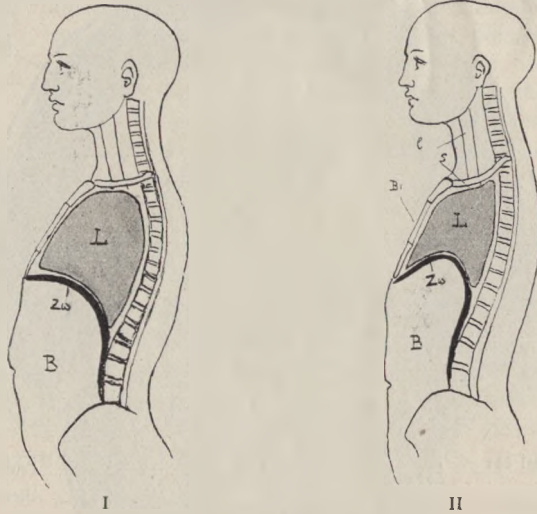


Fig. 274 und 275. Zwerchfell bei Einatmung (I) und Ausatmung (II).  
Zw Zwerchfell; L Lungenraum; I Luftröhre; Br Brustbein;  
S Schlüsselbein; B Bauchhöhle.

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 sich 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.

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 Zwischenrippenmuskeln (Brustatmen):</p> <p>Unterer Lungenabschnitt Zwerchfell (Bauchatmen):</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>	<p>Die bei Ein- und Ausatmung tätigen Kräfte.</p>
--	--	--	---

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              Viereckiger Lendenmuskel.</p>
--	---

C. Angestrengtestem Atmen:

<p>3. Großer Sägemuskel }              Großer } Brustmuskel              Kleiner }</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">bei Fixieren ihrer Ursprungsstellen durch Aufstützen der Arme.</p>	<p>Sämtliche Bauchmuskeln.</p>
--	---	--------------------------------

Außerdem wird bei Vollatmung fast unwillkürlich bei Einatmung die Wirbelsäule etwas gestreckt, bei Ausatmung gebeugt.

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. 276, 277 u. 278 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 kugelförmigen 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.

Ursprung: a) Schlüsselbeinportion: vom Schulterende des Schlüsselbeins;  
b) mittlere oder Schulterhöheportion: von der Schulterhöhe;  
c) hintere oder Schulterblattportion: von der Schulterblattgräte.

Ansatz: Raubigkeit in der Mitte des Oberarmknochens.

Wirkung: Der Deltamuskel ist Heber des Arms bis zur wagerechten Haltung in allen Stellungen. Die weitere Hebung bis zur senkrechten Hochheb-

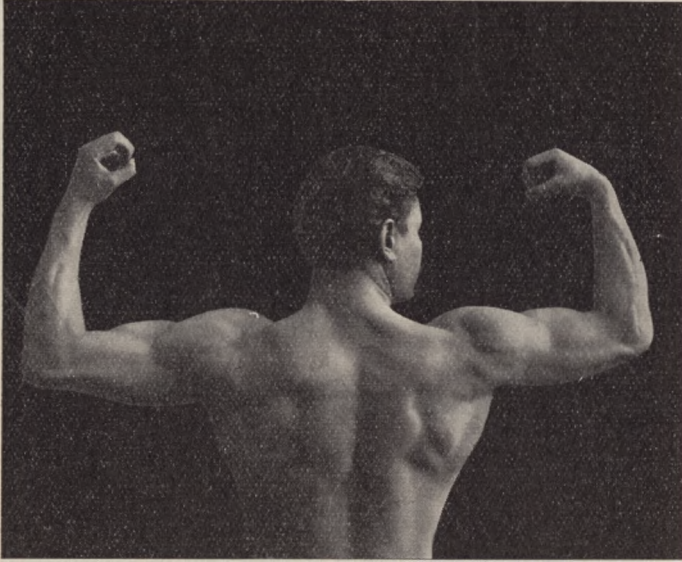


Fig. 276. Stark entwickelter Deltamuskel und Trapezmuskel (Turnlehrer Sommer).

halte wird nicht mehr vom Deltamuskel bewirkt, sondern es müssen der große Sägemuskel und der mittlere Teil des Trapezmuskels 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. 133).

Wenn der Arm so über die horizontale hinaus gehoben ist, dann trägt der hintere Teil des Muskels 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. 277).

Obergräten-  
muskel.

Ursprung: Obergrätengrube des Schulterblatts.

Ansatz: Großer Oberarmhöcker.

Wirkung: Heber des Armes, den Deltamuskel unterstützend; Außenroller des Arms.

3. Der Untergrätenmuskel (m. infraspinatus).

Unter-  
gräten-  
muskel.

Ursprung: Untergräten-  
grube des Schulterblatts.

Teil der Schultergräte, Rest  
mit der Schulterhöhe enisernnt  
Robenschnabel-  
fortsatz

Ansatz: Großer Oberarm-  
höcker.

Wirkung: Niederzieher des  
gehobenen Arms, Außen-  
roller des Arms.

4. Der kleine rundliche  
Schulterblattmuskel  
(teres minor).

Kleiner  
rundlicher  
Schulter-  
blattmuskel.

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.

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 Einwärtsdreher des  
Armes und haben ihren Ansatz  
am kleinen Oberarmhöcker.

5. Der große rundliche  
Schulterblattmuskel  
(teres major, Fig. 277).

Ursprung: Unterer Teil  
des äußeren Schulterblatt-  
randes.

Ansatz: Kleiner Oberarm-  
höcker gemeinsam mit der  
Sehne des breitesten Rücken-  
muskels.

Wirkung: Zum Teil die gleiche wie die des breiten Rückenmuskels, nämlich Niederzieher des erhobenen Arms; außerdem Einwärtsroller.

6. Der Unterschulterblattmuskel (m. subscapularis, Fig. 279).

Unter-  
schulterblatt-  
muskel.

Ursprung: Vorderfläche des Schulterblatts. Der Muskel liegt also versteckt  
zwischen Schulterblatt und Brustkorb.

Ansatz: Kleiner Oberarmhöcker.

Wirkung: Einwärtsroller des Armes.

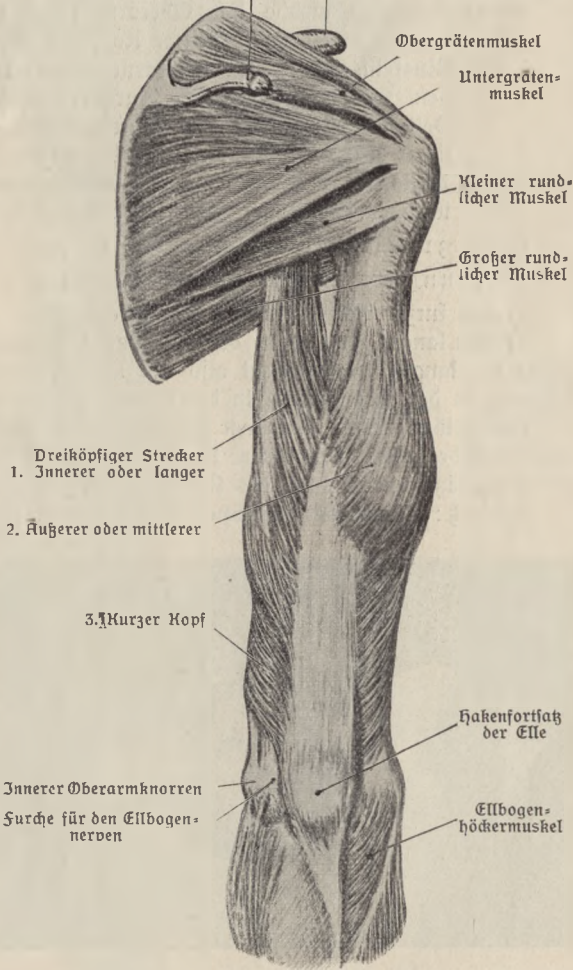


Fig. 277. Oberarm und Schulterblatt: hintere Fläche.

Den Anteil der verschiedenen Schultermuskeln an den mannigfachen Bewegungen in der Schulter, des Oberarms usw. exakt zu bestimmen, ist eine Aufgabe, die noch lange nicht vollkommen gelöst ist.

### § 115. Die Oberarmmuskeln (Fig. 277, 278 u. 279).

Oberarm-  
muskeln.

Übersicht der Längsmuskeln des Oberarms.

- a) Muskeln, welche am Oberarm selbst entspringen: Innerer Oberarmbeuger; zweiter und dritter Kopf des dreiköpfigen Oberarmstreckers.
- b) 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).
- c) Muskeln, welche über den Oberarm weg zum Unterarm laufen: zweiköpfiger Armbeuger; erster oder langer Kopf des dreiköpfigen Armstreckers.

Zwei-  
köpfiger  
Armbeuger.

1. Der zweiköpfige Armbeuger (biceps).

Ursprung des Muskels mit zwei Köpfen:

a) Ein kurzer Kopf vom Rabenschnabelfortsatz.

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 vereinen sich zu einem starken Muskelbauch an der Vorderseite 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.

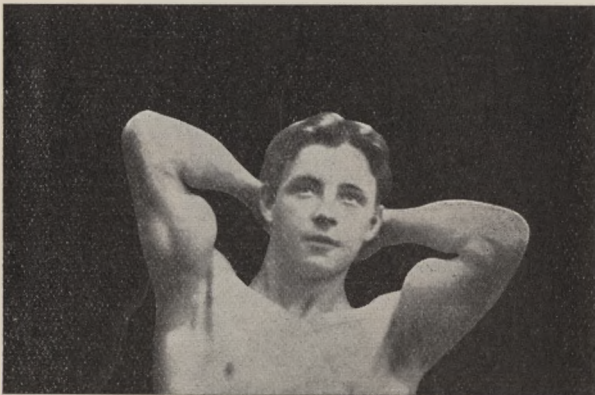


Fig. 278. Athletische knollige Entwicklung des Oberarmbeugers (M. biceps).  
Nach einer Photographie des Athleten Willi Olympier.

Wirkung: Der zweiköpfige Armbeuger dreht die einwärts gedrehte Speiche nebst Hand nach auswärts; beugt den Oberarm. — Der Bauch des Muskels nimmt am kraftvollen Arm bei starker Zusammenziehung eine kugelige Form an und wird ungleichmäßig fest und hart. Da der Muskel bei zahlreichen Gerätübungen — beim Beugen des Arms im Hang mit Untergriff

3. 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.

Rabenarm-  
muskel.

2. Der Rabenarmmuskel (m. coracobrachialis Fig. 280).

Ursprung: Rabenschnabelfortsatz des Schulterblattes.

Ansatz: Mitte des Oberarms, und zwar an der Leiste des kleinen Oberarmhöckers.

Wirkung: Zieht den Arm nach innen und vorn.

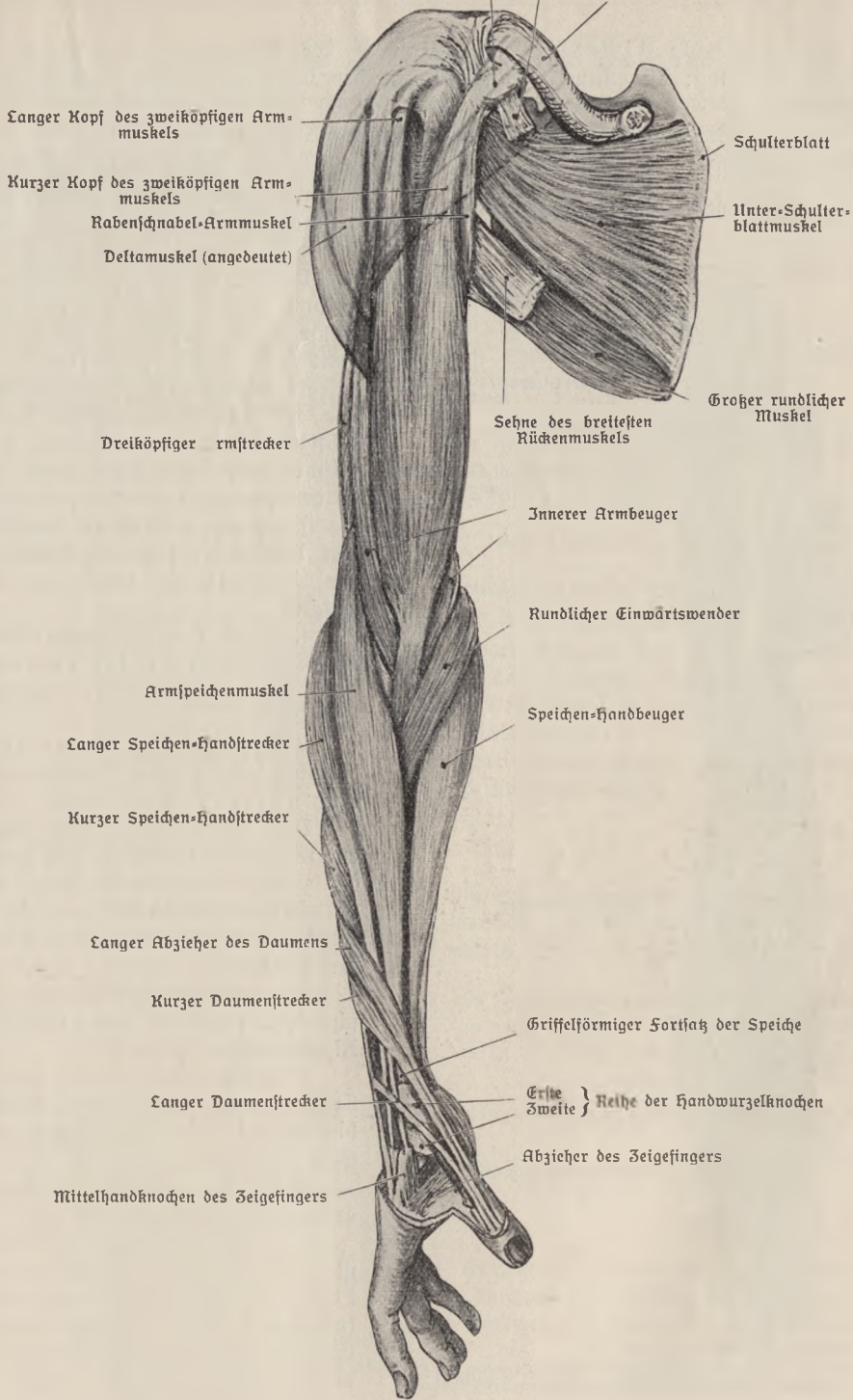


Fig. 279. Muskeln des Arms von der Speichenſeite geſehen. Der Deltamuskel nur angedeutet; der Arm iſt mit dem Schulterblatt vom Rumpf abgelöst, um die Muskeln der Vorderfläche des Schulterblatts zu zeigen.

Innerer  
Armbeuger.

### 3. Der innere Armbeuger (m. brachialis, Fig. 280).

**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.

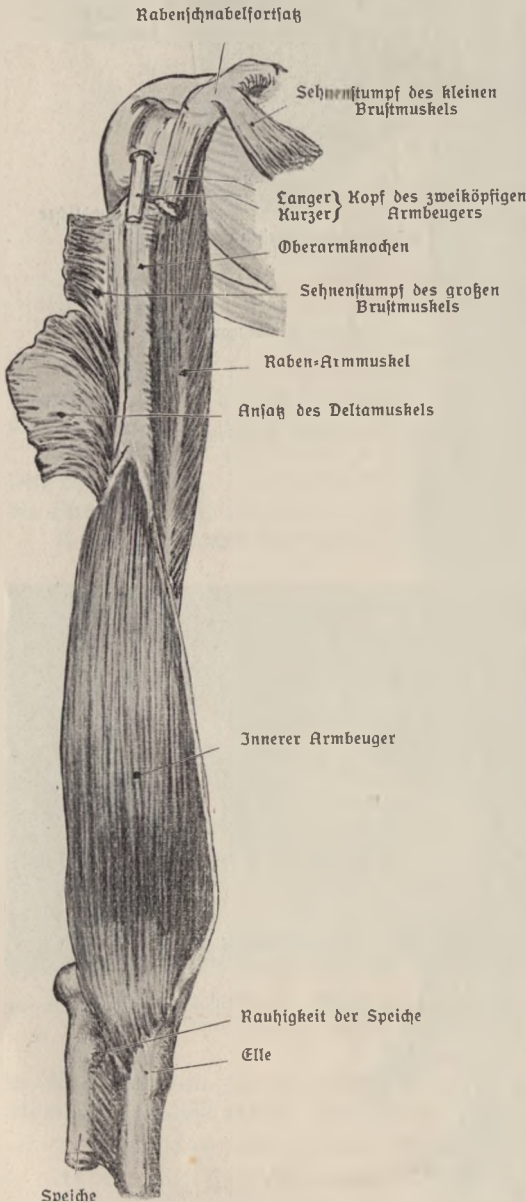


Fig. 280. Tiefe Oberarmmuskeln nach Entfernung des zweiköpfigen Beugers, des Delta- und großen Brustmuskels.

4. An der Hinterfläche des Oberarms: der dreiköpfige Strecker des Arms (m. triceps brachii. Fig. 277).

**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 Außenseite, 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 Hakenfortsatz der Elle.

**Wirkung:** Strecker des Oberarms gegen den Unterarm.

5. Zum dreiköpfigen Strecker ist seiner Wirkung nach gehörig der kurze Ellbogenhöckermuskel (m. anconaeus, Fig. 277), vom äußeren Ellbogenknorren zur Außenfläche des oberen Drittels der Elle ziehend.

**§ 116. Die Muskeln des Vorderarms und der Hand (Fig. 281).**

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 Strecker 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 r u n d l i c h e E i n w ä r t s w e n d e r (pronator teres). Geht vom inneren Oberarmknorren zur Mitte der inneren Speichenfläche.
- b) In der Tiefe: der v i e r e d i g e E i n w ä r t s w e n d e r (pronator quadratus); geht quer von der Elle zur Speiche.

Rundlicher Einwärts-wender.  
Viereckiger Einwärts-wender.

Es liegen an der Außenseite:

- c) Der (kurze) A u s w ä r t s w e n d e r (supinator); geht vom äußeren Oberarmknorren zur Speiche, welche er bei der Einwärtswendung umwickelt.
- d) Der l a n g e A u s w ä r t s w e n d e r oder richtiger der A r m - S p e i c h e n - m u s k e l (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.

Arm-Speichen-muskel.

**II. Beugung und Streckung der Hand.**

Beuger und Strecker 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> <li>3. Biegung nach der Elle (30°).</li> <li>4. Biegung nach der Speiche (15—20°).</li> </ul> | <p>Die Begleitbewegungen, welche Biegung nach der Elle und nach der Speiche bewirken, heben sich dabei gegenseitig auf.</p> <p>Die Begleitbewegungen, welche Biegung nach der Hohlhand und nach dem Handrücken bewirken, heben sich dabei gegenseitig auf.</p> |
|--|--|

Die Hohlhandbieger liegen an der inneren Seite und kommen vom inneren Oberarmknorren.

Die Handrückenbieger (oder Strecker) liegen an der äußeren Seite und kommen vom äußeren Oberarmknorren.

Die hierher gehörigen Muskeln sind:

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Der S p e i c h e n - H a n d b e u g e r oder innerer Speichenmuskel (flexor carpi radialis).</li> <li>2. Der E l l e n - H a n d b e u g e r oder innerer Ellenmuskel (flexor carpi ulnaris).</li> </ul> | <p>Ursprung: Innerer Knorren des Oberarms.</p> | <p>Ansatz von 1: Mittelhandknochen des Zeigefingers.<br/>Ansatz von 2: Mittelhandknochen des Kleinfingers und Erbsehenbein.</p> |
|--|--|---|

Speichen-Handbeuger.  
Ellen-Handbeuger.

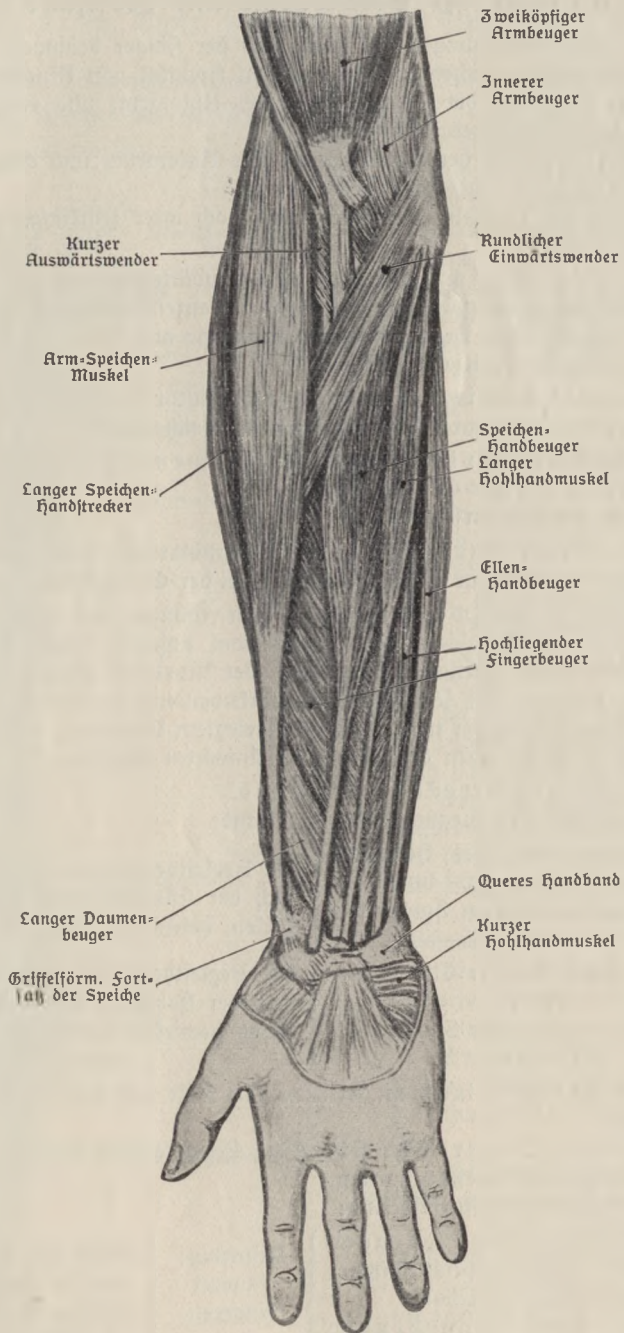


Fig. 281. Muskeln der Innenseite des Unterarms.



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. 282) 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.

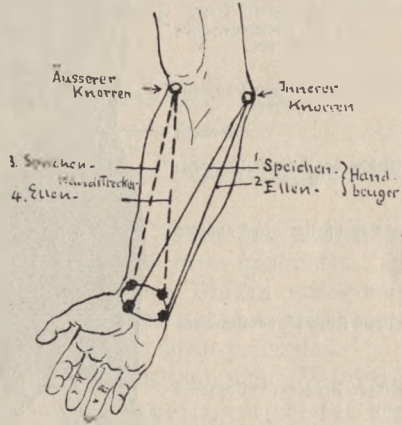


Fig. 282.

Singer-muskeln.

III. Bewegung der Finger.

Die Singermuskeln zerfallen ihrer Wirkung nach in:

1. Beuger für { a) den zweiten bis fünften Finger,  
 b) den Daumen.
2. Streckler 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 Singermuskeln, die mit ihren Fleischbäuchen im Vorderarm liegen;
2. kurze Singermuskeln, die mit ihren Fleischbäuchen in der Hand liegen (Fig. 283).

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 Vorderarmfleisches. Sie erscheinen vor dem Handgelenk mit ihren Sehnen an der Oberfläche zwischen dem Ellen- und dem Speichen-Handbeuger, teilweise bedeckt durch den dünnen langen Hohlhandmuskel (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

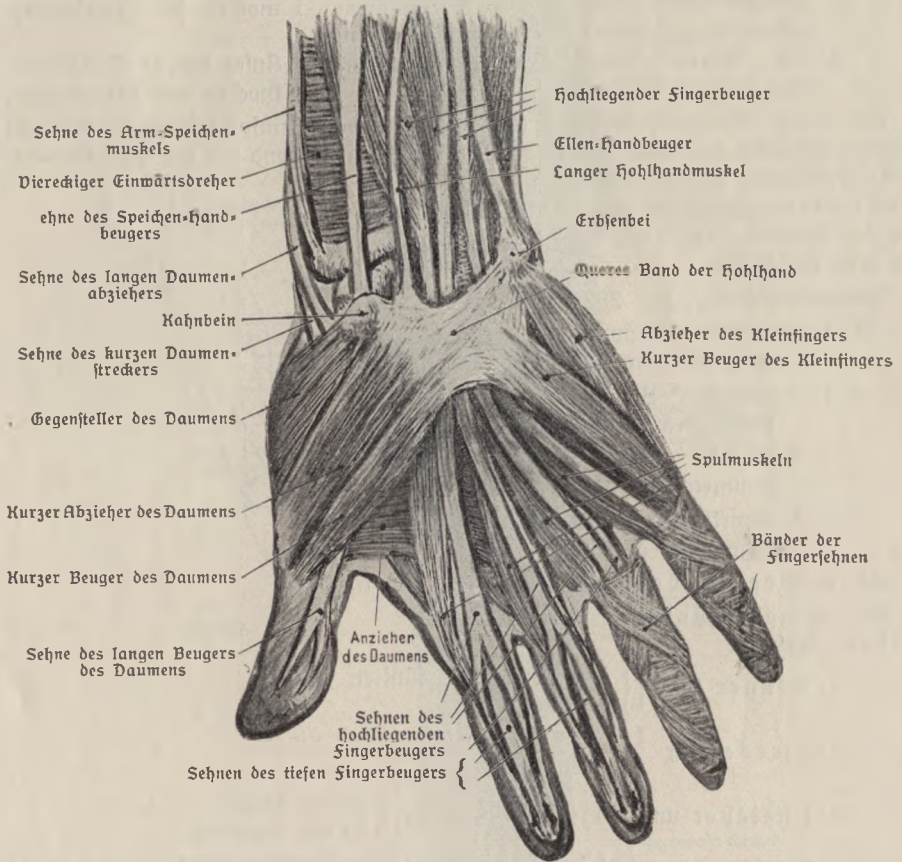


Fig. 283. Sehnen und Muskeln der Handfläche. Am Zeige- und Mittelfinger die umhüllenden Bänder entfernt.

einer an das Handstelett 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

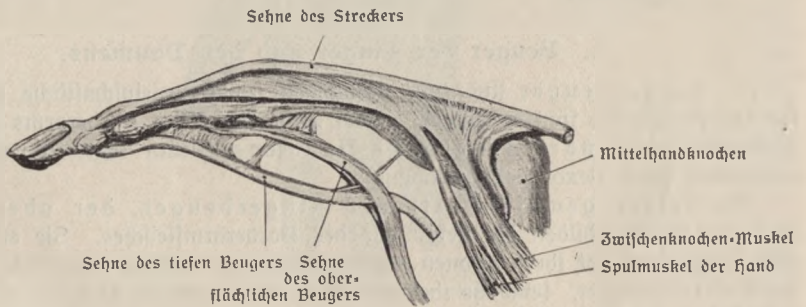


Fig. 281. Sehnen am Finger.

tritt zwischen den beiden Zipfeln des oberflächlichen hindurch, die überliegende Sehne gewissermaßen durchbohrend, und setzt sich am dritten, dem Endgliede, an (Fig. 284). 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.

Langer Daumenbeuger.

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.

Spulmuskeln.

Für den Daumen ist vorhanden der vom Handgelenk entspringende kurze Daumenbeuger (flexor pollicis brevis).

Kurzer Daumenbeuger.

**B. Strecker der Finger und des Daumens (Fig. 285).**

Oberflächlich gelegen:

1. Der gemeinschaftliche Fingerstrecker (extensor digitorum communis).

Strecker der Finger und des Daumens. Gemeinschaftlicher Fingerstrecker.

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).

Strecker des Kleinfingers.

In der Tiefe gelegen:

3. Der besondere Zeigefingerstrecker oder Anzeiger (extensor indicis proprius).

Strecker des Zeigefingers.

Ursprung von der Elle.

4. Der lange Daumenstrecker (extensor pollicis longus). Seine Sehne springt an der Handwurzel stark vor.

Langer und kurzer Daumenstrecker.

5. Der kurze Daumenstrecker (ext. pollicis brevis).

**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.

An- und Abzieher der Finger.

2. Die sieben Zwischenknochenmuskeln — zwischen den Mittelhandknochen. Der stärkste ist am Zeigefinger, durch die Haut sichtbar und fühlbar (mm. interossei).

Langer Daumenabzieher.

3. Der Abzieher des Kleinfingers am Erbseknöchel entspringend (abductor dig. V).

Sieben Zwischenknochenmuskeln.

Anzieher: 4. Der Anzieher des Daumens (adductor pollicis).

Abzieher des Kleinfingers.

5. | Der Gegensteller des { Daumens (opponens pollicis)  
6. | Klein-fingers (opponens digiti V).

Diese Muskeln liegen im Daumen- und im Kleinfingerballen. —

Anzieher und Gegensteller des Daumens und Kleinfingers.

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.

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-

Greif-  
bewegung.

gelenk erst in Biegung nach dem Handrücken — Greifbewegung, z. B. um in den Häng am Red zu kommen.

Tast-  
bewegung.

Beim Tasten und Befühlen dagegen, wo ganz leichte, feine Bewegung erforderlich ist, wird umgekehrt die Hand nach der Hohlhand gebeugt — Tastbewegung.

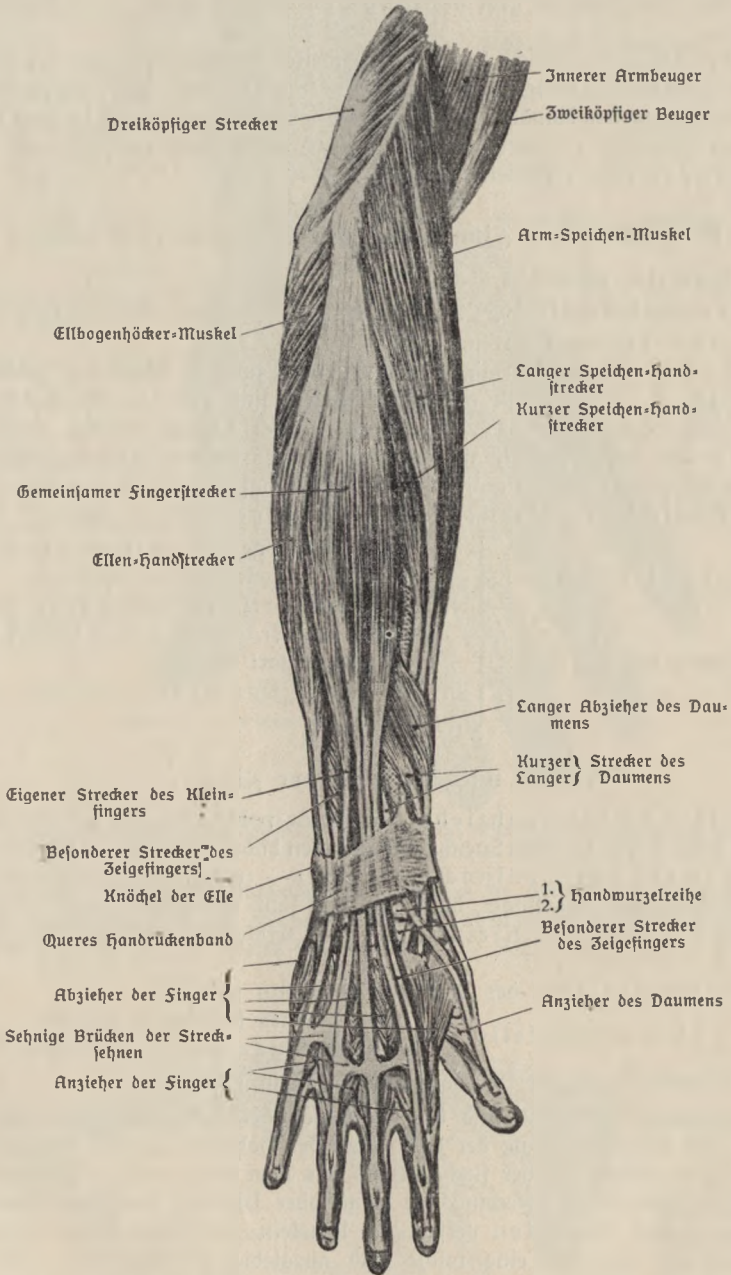


Fig. 285. Muskeln der Außenfläche (Streckseite) des Unterarms.

Der Klavierspieler spielt mit abwärts gefenkter Hand piano, aus im Handgelenk aufwärts gebogener forte.

Umgekehrt, wenn eine Stredbewegung der Hand kräftig sein soll (A b w e h r = bewegung der Hand), wird sie zum Ausholen erst nach der Hohlhand gebeugt, weil die nach dem Rücken gebogene Handstellung die Singerstreckter lahmlegt.

Abwehr-  
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 Gefäßes (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 zusammengekauerten Zustand auch die Sitzknorren. Vom Oberschenkelknochen ist es allein der große Rollhügel, welcher an die Oberfläche tritt, am Seitenfontur 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 Gefäß sehr derb, namentlich aber hart und rau (schwierig) auf und unterhalb der Kniescheibe 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 (i. o. § 68).

Die Überstreckung findet ihre Grenze in der Spannung des Bertinischen Bandes.

2. Anziehung: Annähern der gespreizten oder gegrätschten Beine zueinander, bis zum Zusammenfleumen 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).

3. Rollbewegung: Annähernd im rechten Winkel ausführbar.

Die äußersten Grenzen dieser Bewegung nach aus- wie nach einwärts führen zur turnerisch sogenannten Zwangsstellung der Füße. Daß diese über den rechten Winkel in der Stellung der Fußachsen zueinander hinausgehen kann, liegt am hinzukommen der geringen Bewegungsmöglichkeit des Aus- und Einwärtsführens des Fußes.

Bewegungen  
im Hüft-  
gelenk.

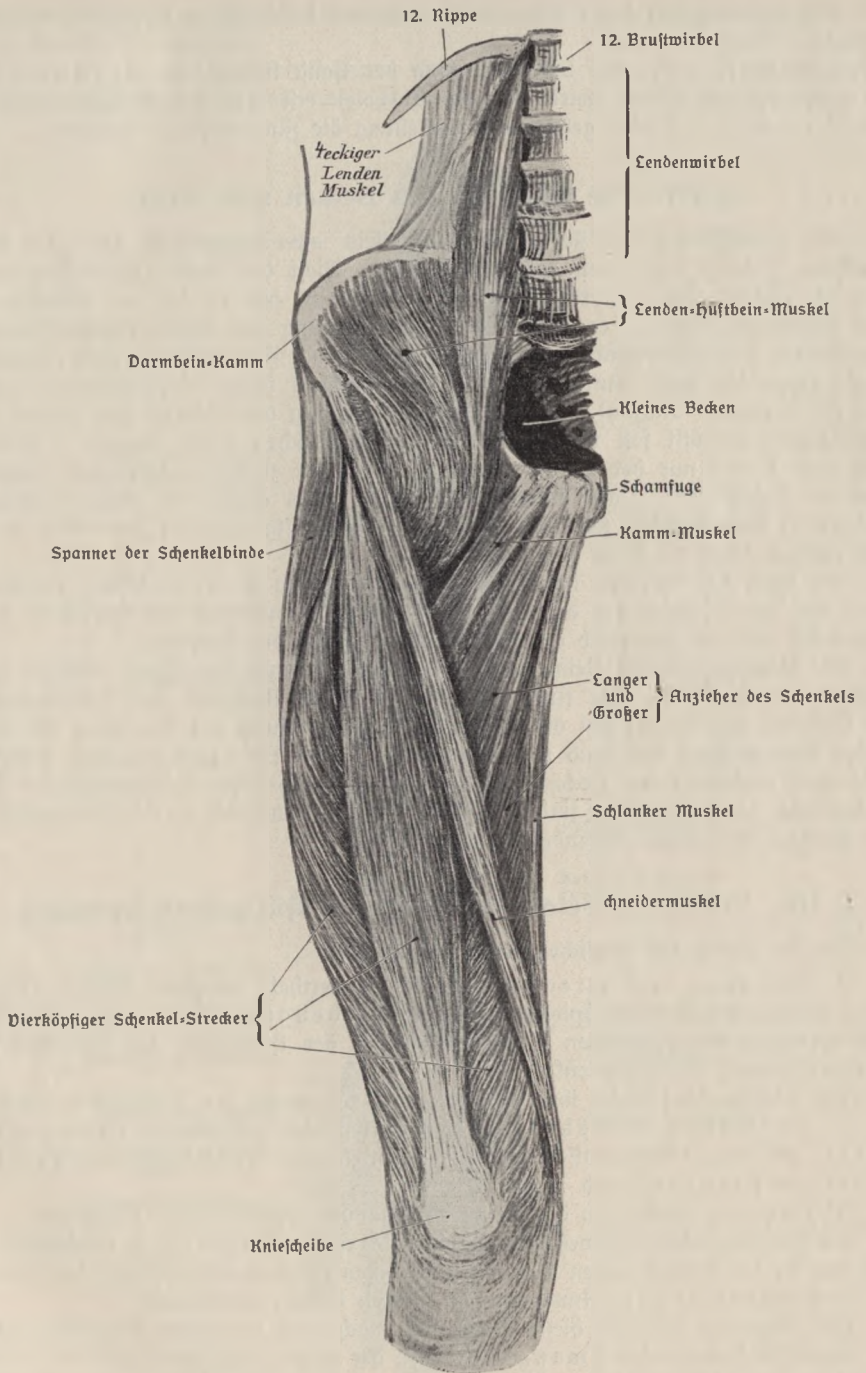


Fig. 286. Muskeln des Obersehenkels von vorn gesehen.

## A. Beugemuskeln.

- Lenden-  
Hüftbein-  
Muskel  
(ilio-psoas)  
(Fig. 286)
- |   |  |   |                                 |
|---|--|---|---------------------------------|
| } | 1. Der Lendenmuskel.<br>Ursprung: Seitenfläche und Querfortsätze des zwölften Brustwirbels und aller Lendenwirbel. | } | Lenden-<br>Hüftbein-<br>Muskel. |
|   | 2. Der Darmbein- oder Hüftbeinmuskel.<br>Ursprung: Innere Fläche der Darmbeinschaukel.                             |   |                                 |

Ansatz: Als Lenden-Hüftbeinmuskel vereint unter dem Poupart'schen Bande hervorkommend 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 Ansatz am kleinen Rollhügel auch Auswärtsroller des Schenkels.

3. Der Spanner der Schenkelbinde (tensor fasciae latae). Der kräftige Muskel entspringt vom vorderen oberen Darmbeinstachel und geht von dem großen Rollhügel mit leichter Auswärtsrichtung hinab zu einem Teile der starken, die Schenkelmuskel umhüllenden sog. breiten Haut. Diese fast sehnartig starke Haut, die in der Tiefe in Verbindung steht mit den Muskelhäuten der mächtigen Schenkelmuskeln, ist ausgezeichnet durch einen in der Mitte der Außenseite des Schenkels hinabziehenden starken sehnigen Streifen, die Darmbein-Schienbeinbinde (tractus ilio-tibialis), welche ihren Anfang am Darmbeinkamm nimmt, aber erst vom großen Rollhügel ab ihren eigentlichen mehr sehnartigen Charakter gewinnt. Hier am Anfang dieses Sehnenzuges treten zu ihm von vorn und von hinten zwei kräftige Muskelförper: der vordere ist der genannte Spanner der Schenkelbinde, während der hintere sich aus den oberen Fasern des großen Gefäßmuskels (m. gluteus maximus) absondert. Der Sehnenstreif zieht dann als breite Binde abwärts, um in der Gegend des oberen Endes des Schienbeins nach außen von der Kniescheibe zu münden. Zweifellos kommt diesem sehnigen Zug mit seinen beiden zugehörigen Muskelförpern in der Mechanik der Beinmuskulatur eine wichtige Rolle zu. So bei der Seitenbeugung des Rumpfes, beim Halten des aus dem Stand seitwärts gehobenen Beins, beim Spreizen des Beins usw. (s. Fig. 287).

Was nun den Spanner der Schenkelbinde allein betrifft, ein Muskel, der sich, zusammengezogen, im Relief der Außenseite des Beins gleich unterhalb des Hüftkammes häufig bemerkbar macht, so bewirkt sein Zug auch Beugung des Schenkels gegen das Becken oder umgekehrt des Beckens gegen den Schenkel. Zweifellos ist ferner nach seiner Faserrichtung der Muskel auch Einwärtsroller des Schenkels.

Wirkt er zusammen mit dem Lenden-Hüftbeinmuskel, was zum Vorsetzen des Beins beim Gehen usw. der Fall ist, so verstärkt er einmal die Beugefähigkeit 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 Gefäßmuskel (gluteus maximus). Das Gefäß wird überdeckt von dem zolldicken, grobfaserigen und mächtigen großen Gefäßmuskel. Er ist überzogen mit derber Haut und einer starken Fettschicht, daher die Haut des Gefäßes bei dickeren Menschen nicht faltbar ist. Bei den Weibern einzelner wilder Völker-

schaften, so bei den Buschweibern, kann sich diese Fettmasse zu ungeheurer Menge ansammeln und entsprechende Formentwicklung verursachen, welche über die Entwicklung einer Venus Kallipygos weit hinausgeht. Künstlich suchte eine Zeitlang, die Mode=

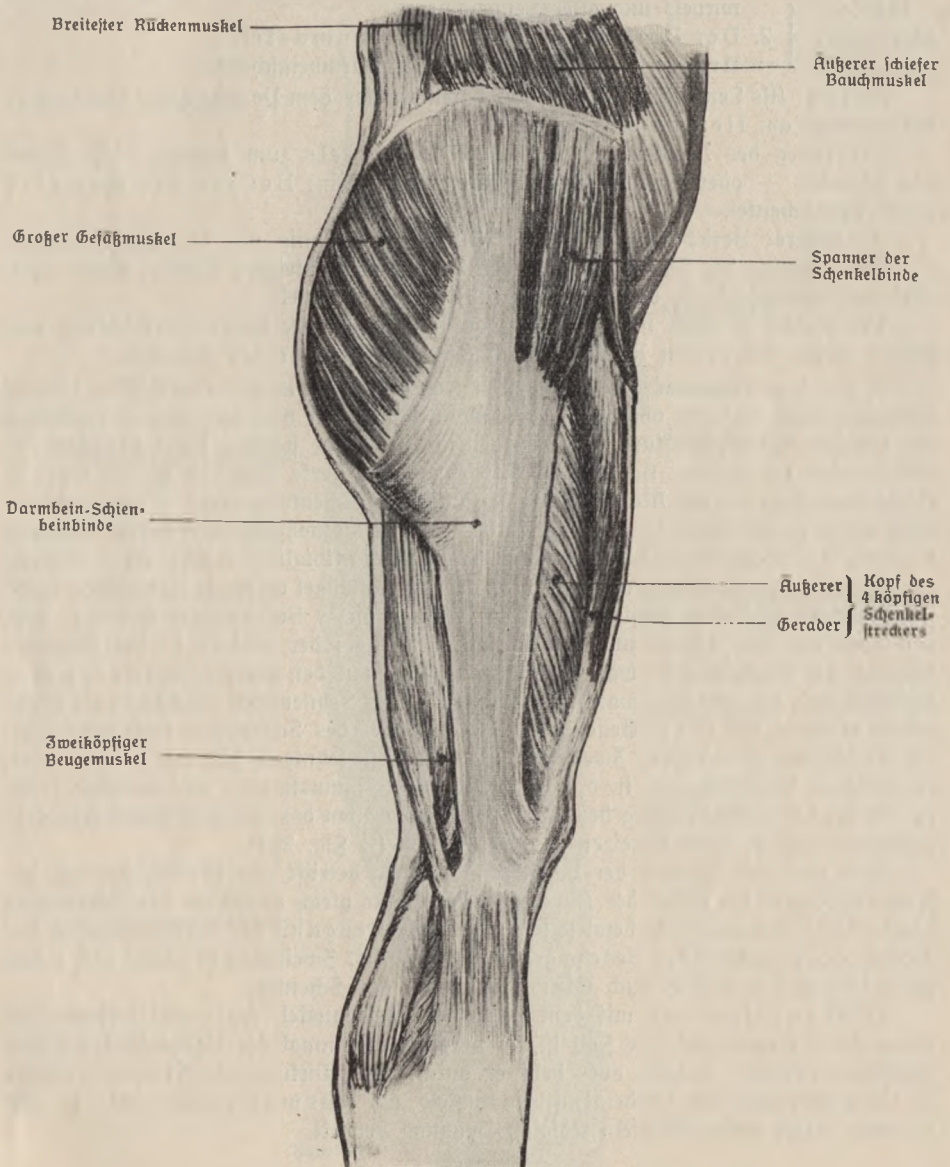


Fig. 287. Darmbein-Schienbein-Binde.

tracht europäischer Damen durch den cul de Paris solche monströse Gefäßentwicklung vorzutauschen. — Das Fettpolster des Gefäßes hat diese Gegend als die geeignetste, weil ungefährlichste Körperstelle für körperliche Züchtung beliebt gemacht. —



Beim aufrechten Stehen deckt der große Gesäßmuskel 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 Sett des Gesäßes wie auf einem Luftpolster, stehen auf unsern Fußsohlen wie auf einer Matratze und greifen mit den Händen wie mit einem dicken Handschuh“ (Hyrtil).

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 Gesäßmuskeln mit und bewirkt Blutstocung in der gesamten Gesäßgegend. 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 Gesäßmuskel 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 d. h. in dem oben beschriebenen Darmbein-Schienbeinzug; die Hauptmasse des Muskels geht zum Oberschenkel unterhalb des großen Rollhügels.

Wirkung: Der große Gesäßmuskel ist ein kräftiger Streckter des Schenkels gegen das Becken, d. h. Rückheber des Beins — oder, und zwar ist diese Tätigkeit die ganz vorwiegende, ein sehr 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. Die Tätigkeit, welche die obersten Bündel des Muskels zusammen mit dem Spanner der Schenkelbinde entwickeln, siehe oben. —

### C. Die Anzieher des Schenkels.

Eine Gruppe von mächtigen Muskeln an der Innenseite des Schenkels bilden:

Anzieher des Schenkels.

der große }  
der lange } Anzieher;  
der kurze }

der Schambein- oder Kamm-Muskel (Fig. 288);  
der schlanke Muskel (Fig. 289).

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.

Großer, langer und kurzer Anzieher.

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-

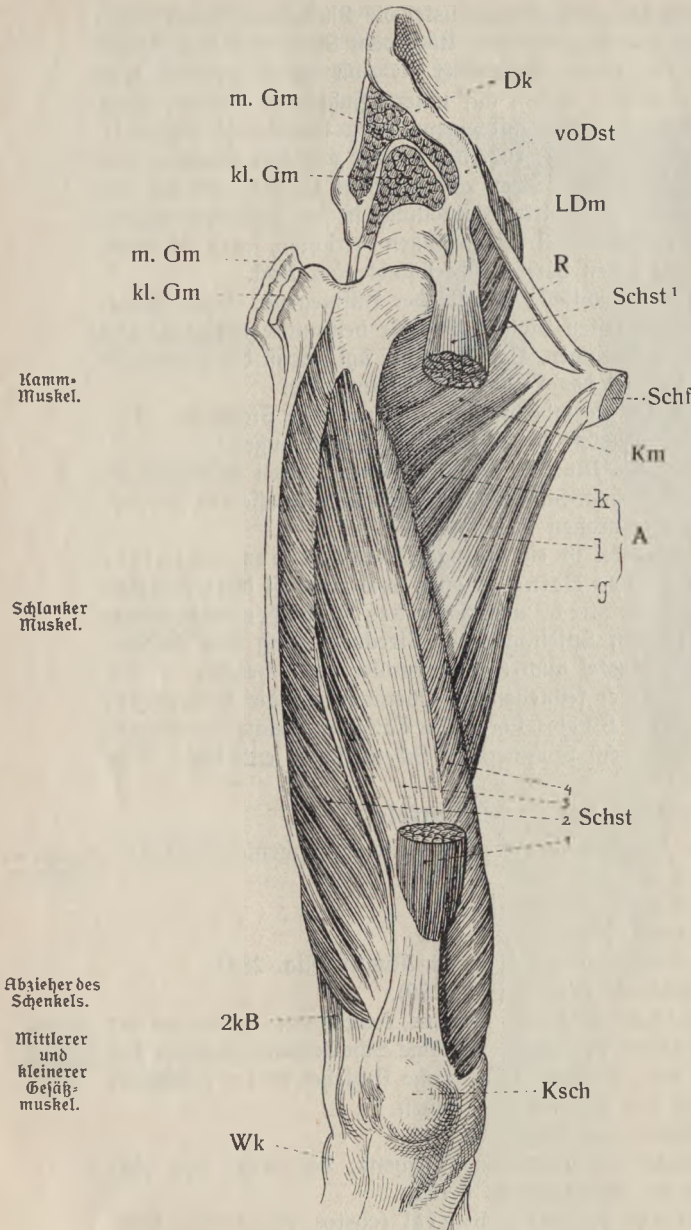


Fig. 288. Muskeln des Oberschenkels (der lange Kopf des vierköpfigen Schenkelstreckers entfernt). m. Gm und kl. Gm Mittlerer und kleinerer Gefäßmuskel (am Ursprung und Ansatz durchgeschnitten); Dk Darmbeinkamm; voDst vorderer oberer Darmbeinstachel; LDm Lenden-Darmbeinmuskel; R Poupart'sches Band; Schf Schamfuge; Km Kamm-Muskel; k, l, g } A kurzer, langer und großer Anzieher; 2 } Schst 1. 2. 3. und 4. Kopf des Schenkelstreckers; 2kB zwei-köpfiger Beuger; Ksch Kniesehne; Wk Wadenbeinköpfchen.

rühren. — Vereint mit der Zusammenziehung des vierköpfigen Streckers an der Vorderseite des Schenkels bewirken die Anzieher das Überschlagen des einen Beins über das andere. Die Anzieher sind ferner auch Vorheber des Schenkels bis zu 50° etwa.

8. Der Schambein- oder Kamm-Muskel (m. pectineus). Entspringt am oberen Rande des Schambeins und geht neben dem Lenden-Hüftbeinmuskel unter dem Poupart'schen Bande hervor zum Oberschenkelknochen.

9. Der schlanke 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. 286 u. 289).

Der Muskel ist Anzieher und dreht bei gebeugtem Knie den Oberschenkel nach innen.

#### D. Die Abzieher des Schenkels (Fig. 289).

10. und 11. Der mittlere und der kleine Gefäßmuskel (m. gluteus 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) 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 Schienbeinknorrnen mittels der aufgelegten Hand gut fühlbar. Bewegung der Beine im Kniegelenk.

Vorn am Oberschenkel liegen die Streckter, hinten die Beuger. Nach außen stoßen beide Gruppen aneinander; nach innen sind sie durch die Gruppe der Anzieher geschieden.

Kein Säugetier hat so gewaltige Kniestreckter 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. —

Hüftbeinhamm

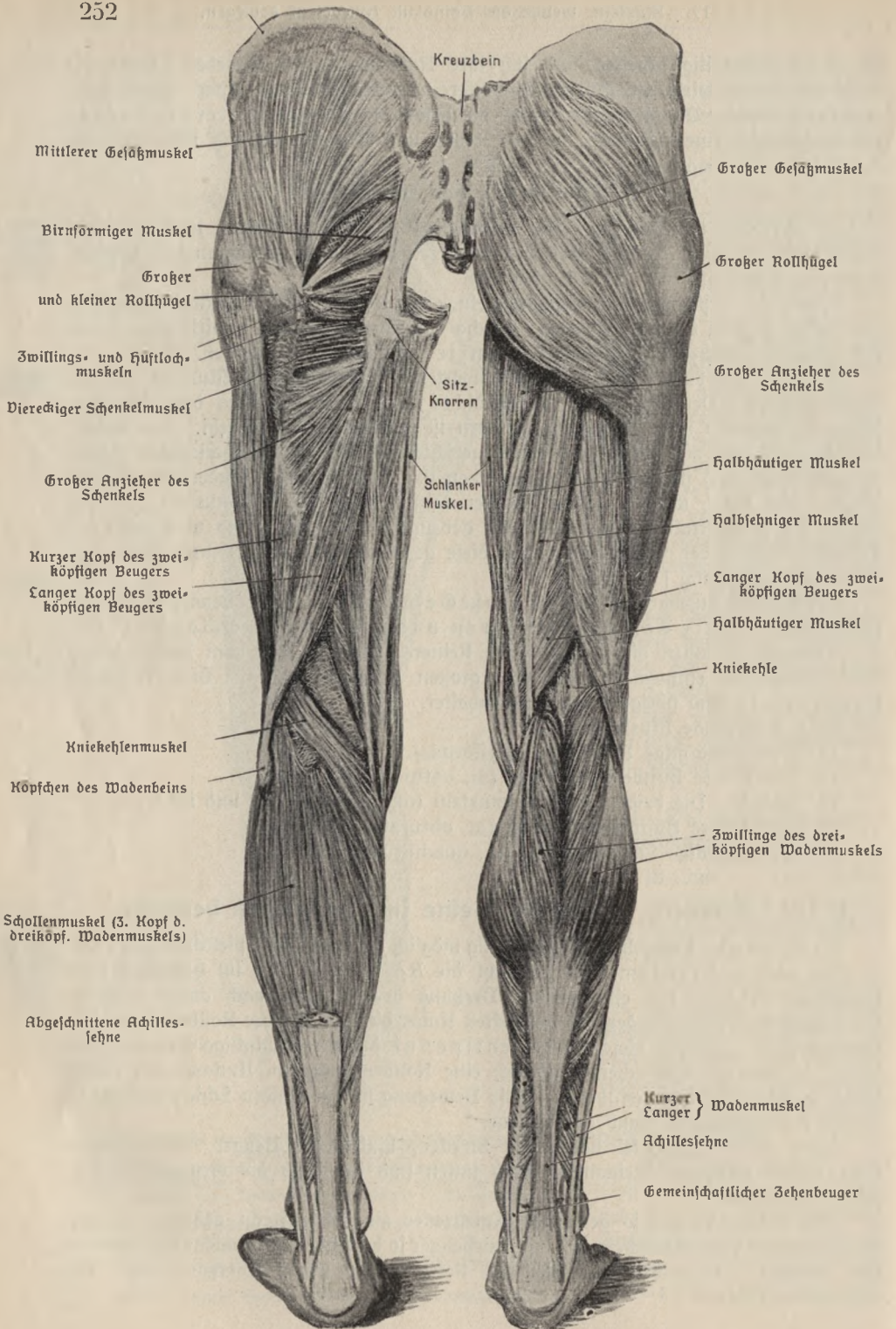


Fig. 289. Muskeln der Beine: hintere Ansicht. Links sind der große Gesäßmuskel, der halbsehnige und der halbhäutige Muskel, sowie die Zwillinge des dreiköpfigen Wadenmuskels entfernt.

### A. Beugung.

Vom Sitznorren nehmen ihren Ursprung:

1. Der lange Kopf des zweiköpfigen Beugers des Unterschenkels.
2. Der halbsehnlige Muskel.
3. Der halbhäutige Muskel.

Beuge-  
muskeln.

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. Den äußeren Wulst bildet der zweiköpfige Beuger.

Der zweiköpfige Beuger (m. biceps femoris), dessen langer Kopf also vom Sitznorren entspringt, während der kurze Kopf von der hinteren Mitte des Oberschenkels hinzutritt, geht zum Köpfchen des Wadenbeins.

Zwei-  
köpfiger  
Beuger.

Der halbsehnlige und der halbhäutige Muskel (m. semitendinosus und semimembranosus) gehen zur inneren Fläche des Schienbeins.

Halb-  
sehnliger und  
halb-  
häutiger  
Muskel.

Dort finden noch zwei Muskeln ihren Ansatz: 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 Streckser und der Gruppe der Anzieher, zieht am inneren Oberschenkelknorren hinab, wendet sich am inneren Knorren des Schienbeins nach vorn und endet am Schienbeinstachel (Fig. 286).

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.

Ein einziger mächtiger Muskel, an der Vorderseite des Schenkels gelegen, bewirkt die Streckung im Kniegelenk: der vierköpfige Streckmuskel des Beins (quadriceps femoris). Er ist der größte aller Muskeln des Körpers.

Streckung.  
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. — In der Mitte des Oberschenkels umfaßt der Muskel den Knochen fast rundum bis zur rauhen Linie.

**Ansa h:** 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, d. h. als Beuger.

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 umfangreiche 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

Halbsehner

Halbhäutiger

Muskel: drehen die Fußspitze nach einwärts.

Zweiföpfiger 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.

Bewegung  
der Fuß-  
gelenke.

### A. Vordere Gruppe (3 Muskeln) (Fig. 290).

1. Der vordere Schienbeinmuskel (m. tibialis anterior).

Vorderer  
Schienbein-  
muskel.

Ursprung: Äußere Hälfte des Schienbeins. Die rundliche Sehne des Muskels geht von dem Schienbeinknöchel zum inneren Fußrand.

**Ansa h:** 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 beigt.

Langer  
Strecker des  
Großzehs.

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.

Langer ge-  
meinschaft-  
licher  
Strecker.

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.

**Ansa h:** 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.

### 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  
 stemmt 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-  
 schenkels 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

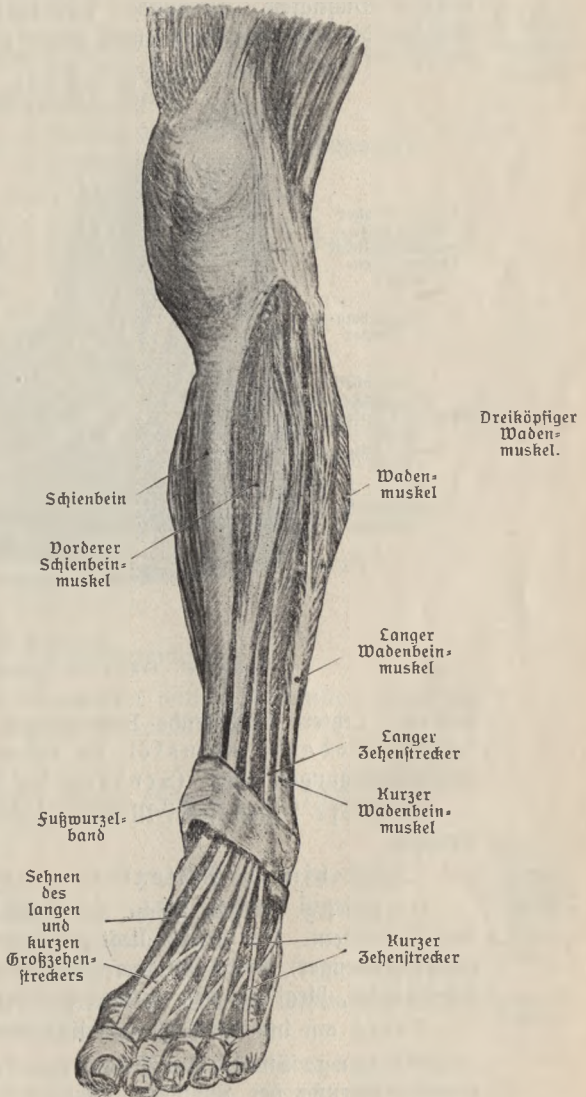


Fig. 290. Muskeln des Unterschenkels.

geht ebenfalls an die Achillessehne (daher als dritter Kopf des Wadenmuskels zu betrachten).

**Ansaß:** 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. 291).

**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-

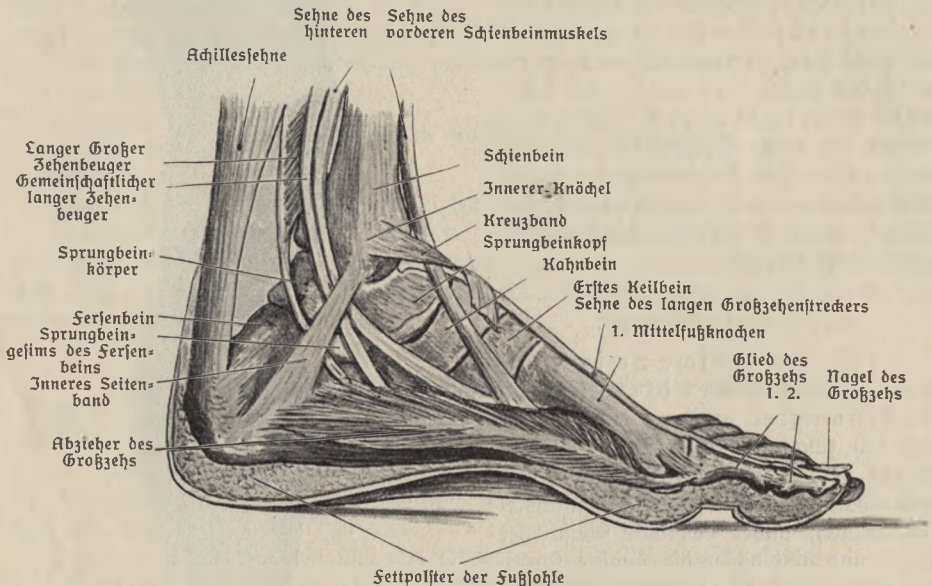


Fig. 291. Sehnen und Muskeln der Innenseite des Fußes.

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).

Hinterer  
Schienbein-  
muskel.

**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

**Ansaß** am inneren Fußrand: Kahnbein und erstes Keilbein (Fig. 291).

**Wirkung:** Streckt 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 Kletter[s]chluß der Füße.

2. Der lange Großzehnenbeuger (flexor hallucis longus), ein kräftiger Muskel.  
 Ursprung: Wadenbein.

Langer  
 Großzehnen-  
 beuger.

Ansatz: Die Sehne geht hinter dem Sprunggelenk und unter dem Gefims des Fersenbeins 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: { 1. Hebung (Beugung) } des Fußes.  
 { 2. Senkung (Streckung) }

Übersicht der  
 für die Fuß-  
 bewegung  
 tätigen  
 Muskeln.

b) im Fußwurzelgelenk: 1. Einwärtsführung der Fußspitze  
 mit: { Hebung des inneren } Fußrandes.  
 { Senkung des äußeren }

2. Auswärtsführung der Fußspitze  
 mit: { Hebung des äußeren } Fußrandes.  
 { Senkung des inneren }

Muskeln für a) 1.

Heber des Fußes: Der vordere Schienbeinmuskeln;  
 Der lange Zehen= }  
 Der lange Großzehnen= } Strecker.

a) 2. Senker oder Strecker des Fußes: Der dreiköpfige Wadenmuskeln;  
 der hintere Schienbeinmuskeln;  
 der lange Wadenbeinmuskeln;  
 der lange Zehen= }  
 der lange Großzehnen= } Beuger.

b) 1. Einwärtswender: Der vordere }  
 und besonders der hintere } Schienbeinmuskeln;  
 der lange Zehenbeuger.

b) 2. Auswärtswender: Der lange }  
 der kurze } Wadenbeinmuskeln;  
 der lange Zehenstrecker mittels der fünften Sehne, die  
 zum äußeren Fußrande geht.

§ 121. Kurze Muskeln am Fuße (Fig. 291 u. 292).

A. Auf dem Fußrücken (s. Fig. 290):

1. Der kurze Zehen= } Strecker (extensor digit. und  
 2. der kurze Großzehnen= } ext. hallucis brevis).

Kurze Mus-  
 keln am  
 Fuße.  
 Kurzer  
 Zehen- und  
 kurzer  
 Groß-Zehen-  
 strecker.

Ursprung: Obere Fläche des Fersenbeinfortsatzes.

Ansatz: An die Strecksehnen der langen Strecker.

B. In der Fußsohle (Fig. 292). 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 Ferseubeins.

Außerer Randwulst: 3. Abzieher } des Kleinzehs (abductor  
4. Kleiner Beuger } und flexor brevis digiti V).

Mittlerer Randwulst: 5. Kurzer Zehenbeuger (flexor digiti brevis).

Mit drei Bäuchen vom Ferseubein 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 zweiköpfige 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 Sohlenmuskeln spannen das Fuß-

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.

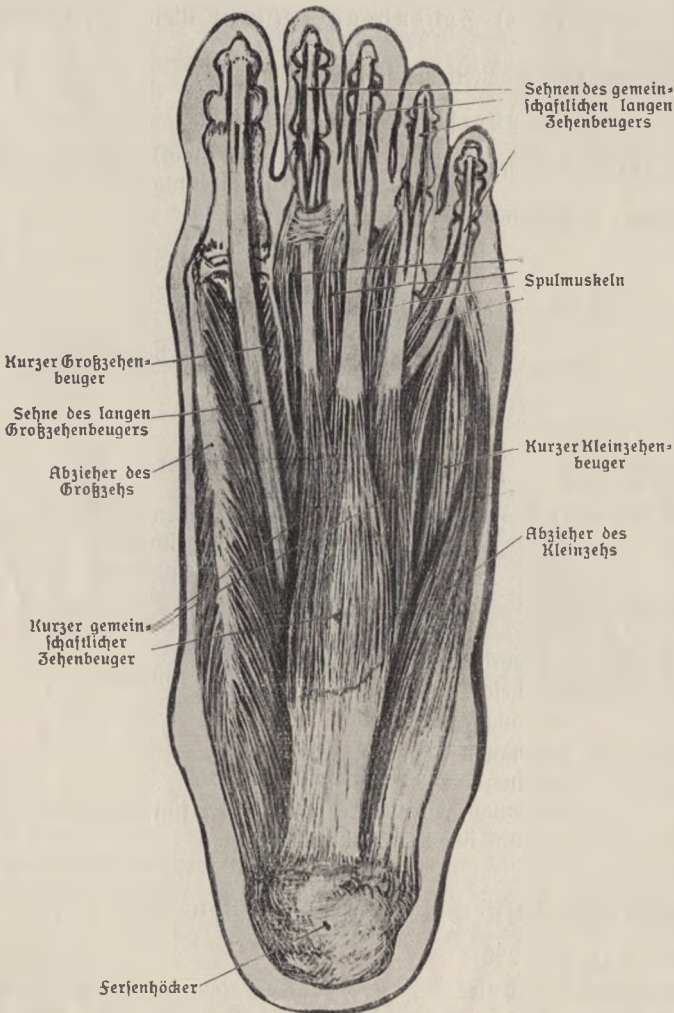


Fig. 292. Muskeln der Fußsohle.

## Zweiter Teil

Herz und Kreislauf des Blutes. Lunge und  
Atmung. Haut. Verdauung und Ernährung.  
Harn- und Geschlechtsorgane. Nervensystem.



### III. 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 zum Teil mit Verbrennungsvorgängen einhergehen, so führt das Blut den Organen ebensowohl 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 Ermüdungstoffe 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 Abschwellen, der sogenannte Pulsschlag 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 Lunge das an Sauerstoff bereicherte und von Kohlensäure befreite Blut zum Herzen zurückbringt. —

Herz.

Pulsadern.

Haargefäße.

Venen.

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 Muskeltätigkeit des Herzens dem Einfluß unseres Willens entzogen ist. Die quergestreifte Muskulatur

Gestalt und  
Lage des  
Herzens.

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. 154). Ferner haben die Muskelbündel des Herzens nur ganz feine oder gar keine häutigen 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 spiralförmig 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

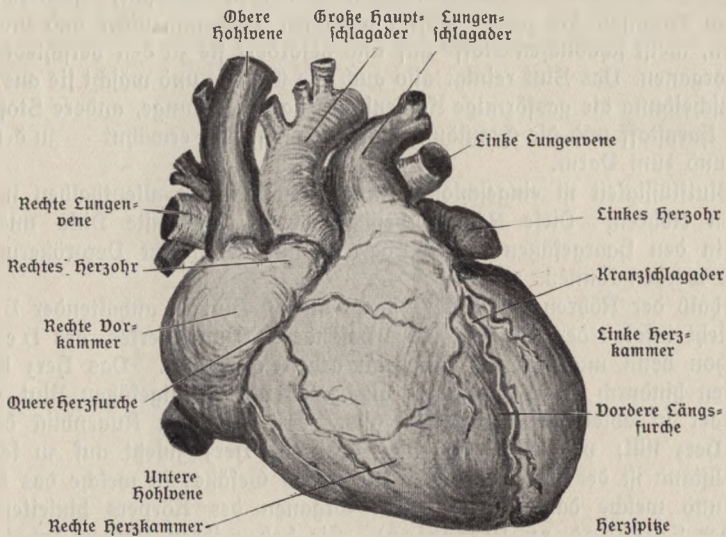


Fig. 293. Ansicht des Herzens und der abgeschnittenen großen Blutgefäße von vorn.

Gefäße hineinpressen kann, so wie man einen rings mit der Hand umfaßten, mit einer Öffnung versehenen Gummiballon ausdrückt.

Die gesamte Gestalt des Herzens (Fig. 293 und 294) 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 untere größere Hälfte teilt. Die obere Hälfte ist der Vorammerabschnitt, 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

Herzbasis  
und  
Herzspitze.

Größe und  
Gewicht des  
Herzens.

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.

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

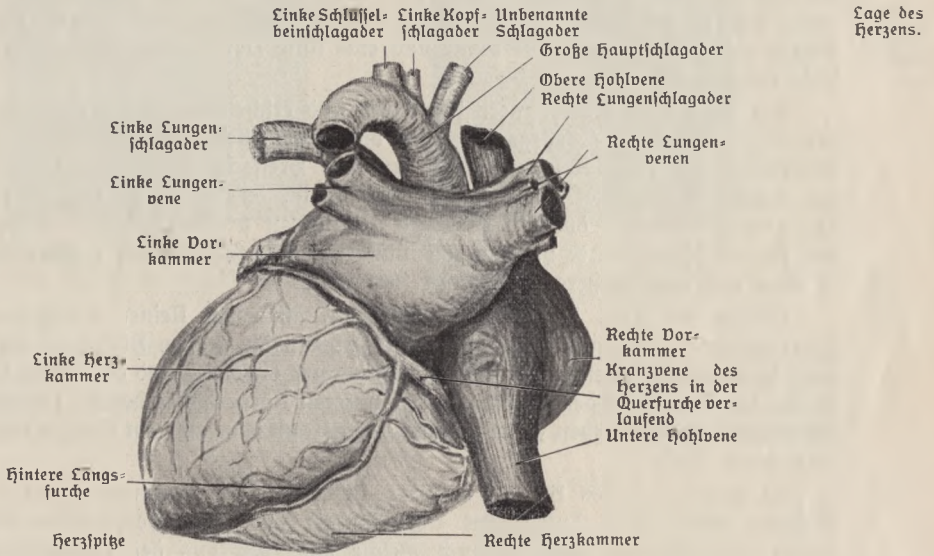


Fig. 294. Ansicht des Herzens und der abgetrennten großen Blutgefäße von hinten.

fehnigen 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 Herztätigkeit stören kann (Fett Herz). In dem Herzbeutel, also zwischen dem äußeren und inneren Blatt befindet sich eine dicke Flüssigkeit, kaum ein Löffel voll. Diese Herzbeutelflüssigkeit hält die Herzober-

fläche 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.

Innerer Bau  
des Herzens.

Der Hohlraum der Herzens wird von oben nach unten durch eine — der äußeren Längsfurche entsprechende — Scheidewand 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 und Herzkammer. Wir zählen mithin am Herzen vier Abteilungen: eine rechte und eine linke Vorkammer, eine rechte und eine linke Herzkammer.

Dor-  
kammern  
und Herz-  
kammern.

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, 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 Lungen Schlagader aus der rechten, in die Hauptschlagader des Körpers, die Aorta, aus der linken Herzkammer.

Drei-  
zipfelige  
Klappe der  
rechten Herz-  
kammer.

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. 295 u. 296).

Zwei-  
zipfelige  
Klappe.

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. 297).

Herz-  
klappen-  
fehler.

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 Verschuß 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 Ader-system. Bis zu einem gewissen Grade kann das Herz durch Verdickung seiner Muskulatur und damit durch Mehrleistung oft für viele Jahre solche Störungen



Fig. 295. Rechte Vor-kammer und Herz-kammer. Die dreizipfelige Klappe ge-öffnet, die arterielle oder Schlagader-öffnung geschlossen.



Fig. 296. Rechte Vor-kammer und Herz-kammer bei Zusammenziehung der Kammerwand. Dreizipfelige Klappe geschlossen, Schlagaderöffnung offen.

ausgleichen. Sobald aber außergewöhnliche Anforderungen an die Herzarbeit, zum Beispiel 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 vorhandenem Herz-

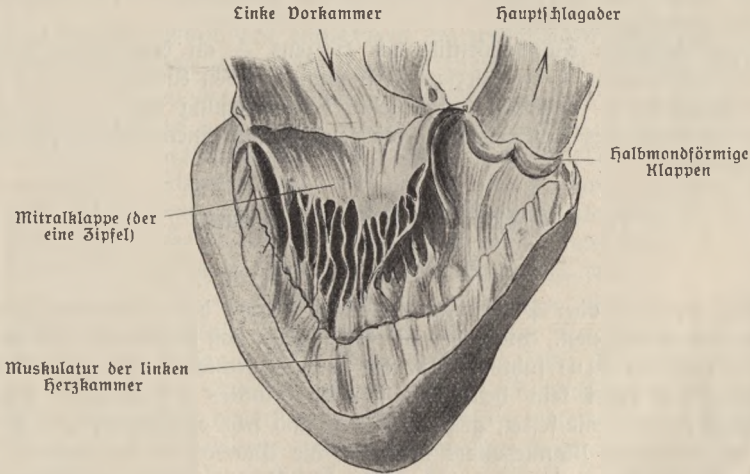


Fig. 297. Die linke Herzkammer geöffnet. Die Pfeile geben die Richtung des Blutstromes an.

klappenfehler nur leichtere körperliche Übungen vorgenommen werden, alle heftigeren und kräftigen Übungen sind dann unbedingt schädlich. Schüler mit beträchtlichen Herzfehlern sind vom gewöhnlichen Turnunterricht ebensogut 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.

halbmond-  
förmige  
Klappen.

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 anliegender 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

Herzkammer abgeschlossen ist (Fig. 298). Auch an diesen halbmondförmigen Klappen der großen Schlagadern können krankhafte Störungen einen vollkommenen Verschuß nach jeder Zusammenziehung des Herzens hindern und damit schwerere Ungleichmäßigkeiten im Blutumlauf verursachen. Für diese Klappenfehler gilt also daselbe, was vorhin für die Klappenfehler an der zwei- und dreizipfeligen Klappe gesagt ist. Zu den Allgemeinerkrankungen, welche besonders

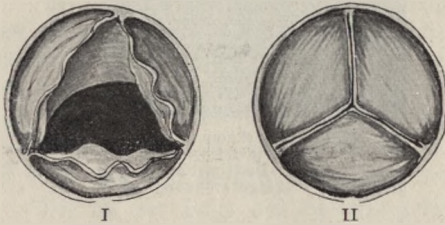


Fig. 298. Durchschnitt durch das Rohr der Hauptschlagader über den halbmondförmigen Klappen. Bei I sind die Klappen geöffnet, bei II geschlossen.

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 Schlag-  
adern.

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 Gehirnschlag herbeiführen.

In dem Gefäßrohr der Schlagadern liegen — als mittlere Gefäßhaut — überall organische oder glatte Muskelfasern, von denen die einen bei starker Zusammenziehung

das Gefäßrohr verengen, so daß zu dem Bezirk, welchen das betreffende Gefäß mit Blut versorgt, weniger Blut gelangt, während die anderen umgekehrt das Gefäßrohr erweitern, so daß 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) sowie bei der Tätigkeit der Körpermuskeln 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. Die Haargefäße entbehren sowohl der Muskeln wie der Nerven.

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 kleineren 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. 299).

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. Hauptschlag-  
ader oder  
Aorta.

Aus dem aufsteigenden Teil entspringen die ernährenden Schlagadern des Herzmuskels selbst: die beiden Kranzschlagadern, eine rechte und eine linke. Kranzschlag-  
adern.

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 verschiedenerelei 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 laufene Augen). Kopfschlag-  
ader.

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 Schlüssel-  
beinschlag-  
ader.

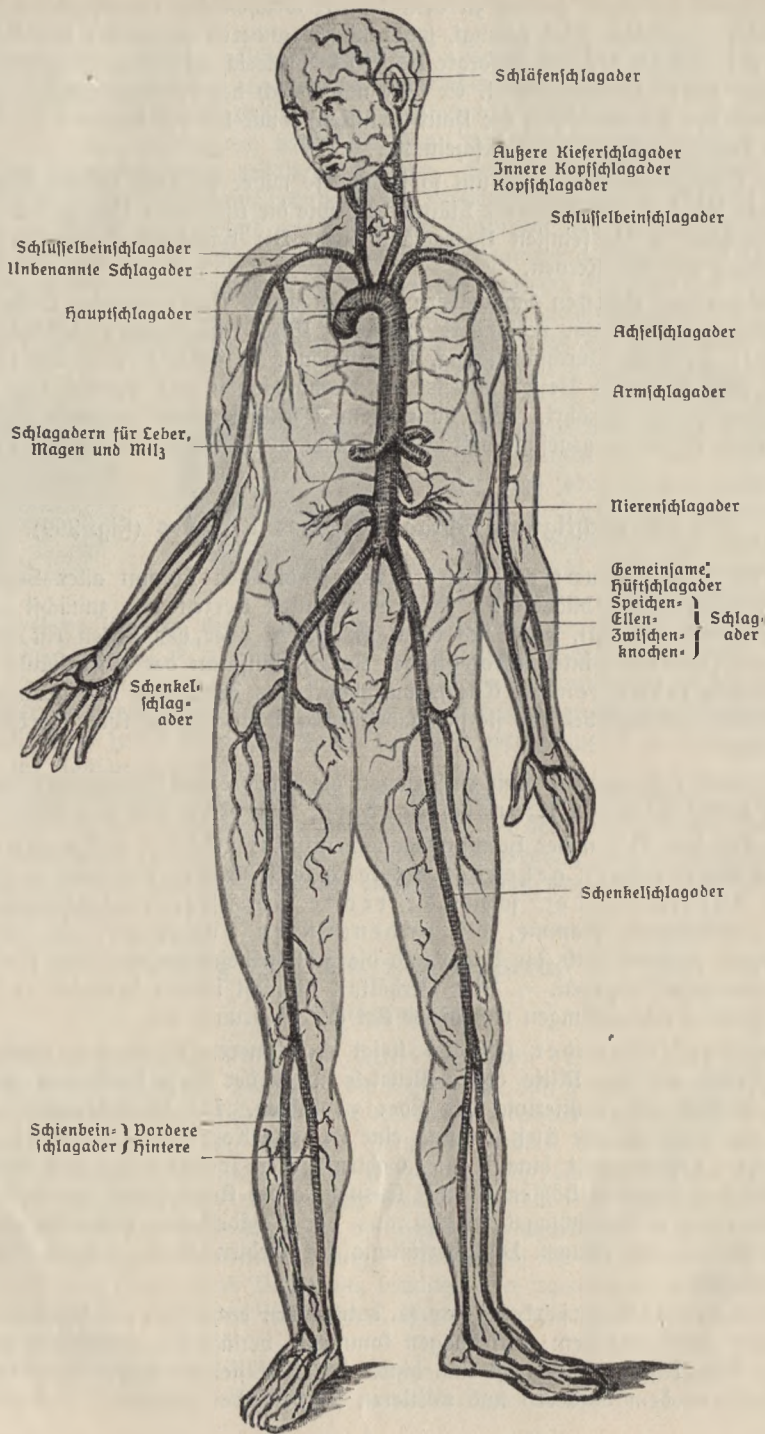


Fig. 299. Übersicht der Hauptschlagadern des Körpers.

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. 300) 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-Fingerseite 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 Bauch-aorta starke Äste für die Verdauungsorgane (Magen, Darm, Leber, Milz) sowie die Nierenschlagadern zu den Nieren (Ausscheidung des Harns).

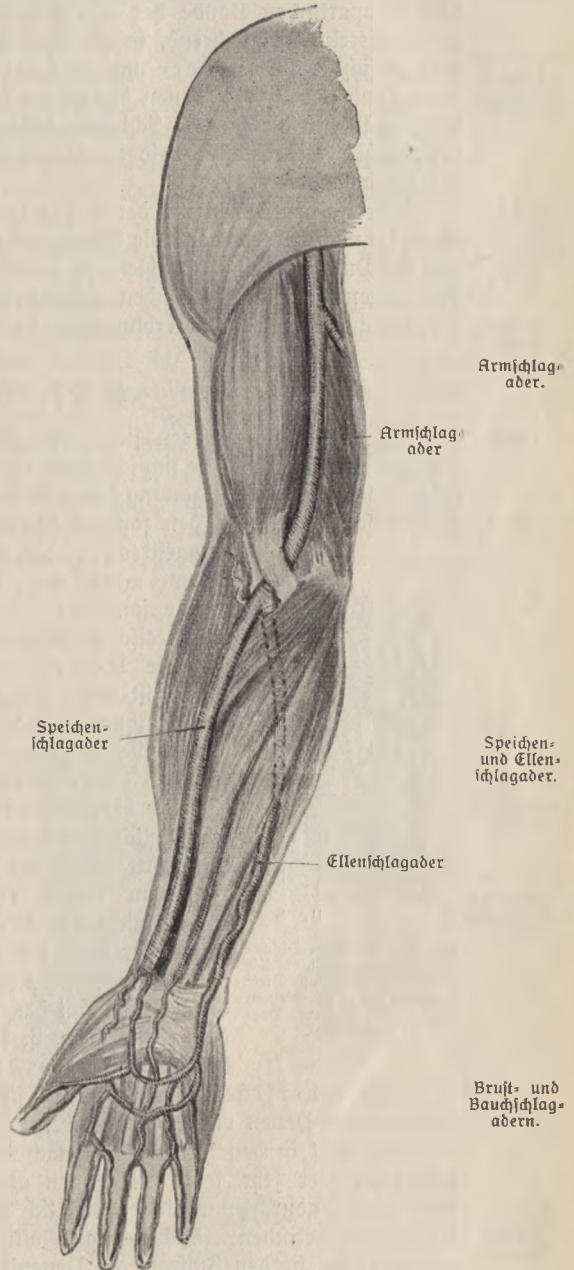


Fig. 300. Die Schlagadern des Armes.

Hüftschlagader.

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 Poupartis'schen 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.

Schenkelschlagader.

Vordere und hintere Schienbeinschlagader.

Lage der Schenkelschlagader in der Schenkelbeuge.

Betreffs des Durchtritts der Schenkelschlagader unter dem Poupartis'schen 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.

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. 301). In der Anordnung seiner Maschen paßt sich das Haargefäßnetz der Art des Gewebebaues an. In den faserigen 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. 302). 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.

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. 302). 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, säckchenartige 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

Tiefliegende Venen.

Oberflächlich gelegene Venen.



Fig. 301. Ast eines Schlagaderstämmchens (S), der sich in Haargefäße auflöst. Diese sammeln sich in der kleinen Vene B (bei stärkerer Vergrößerung).

Venenklappen.

strömen will (Fig. 303). 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 Lebersläppchen 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.

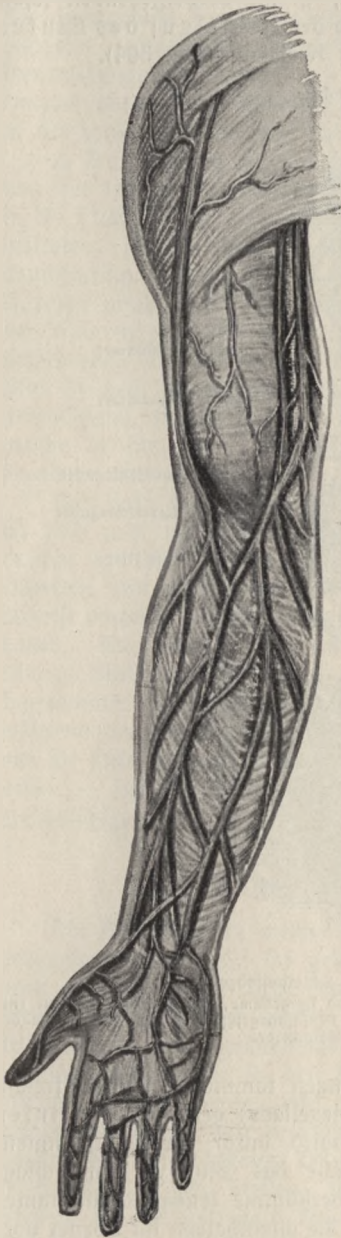
Pfortader-  
system.

Fig. 302.

Die oberflächlichen Venen des Armes.

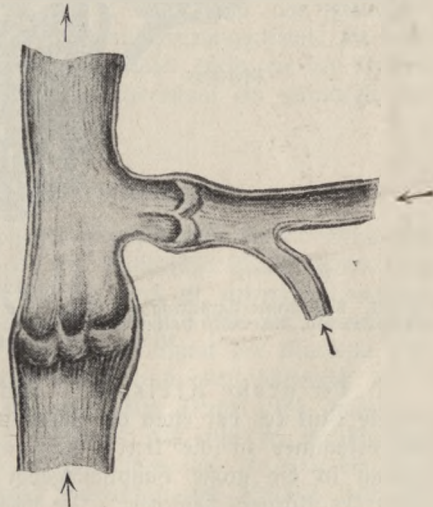


Fig. 305. Klappen einer aufgeschnittenen größeren Vene, in die eine kleinere Vene seitlich einmündet. — Die Pfeile geben die Richtung des Blutstroms an.

## § 128. Der Kreislauf des Blutes.

Der Blut-  
kreislauf.

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. 304).

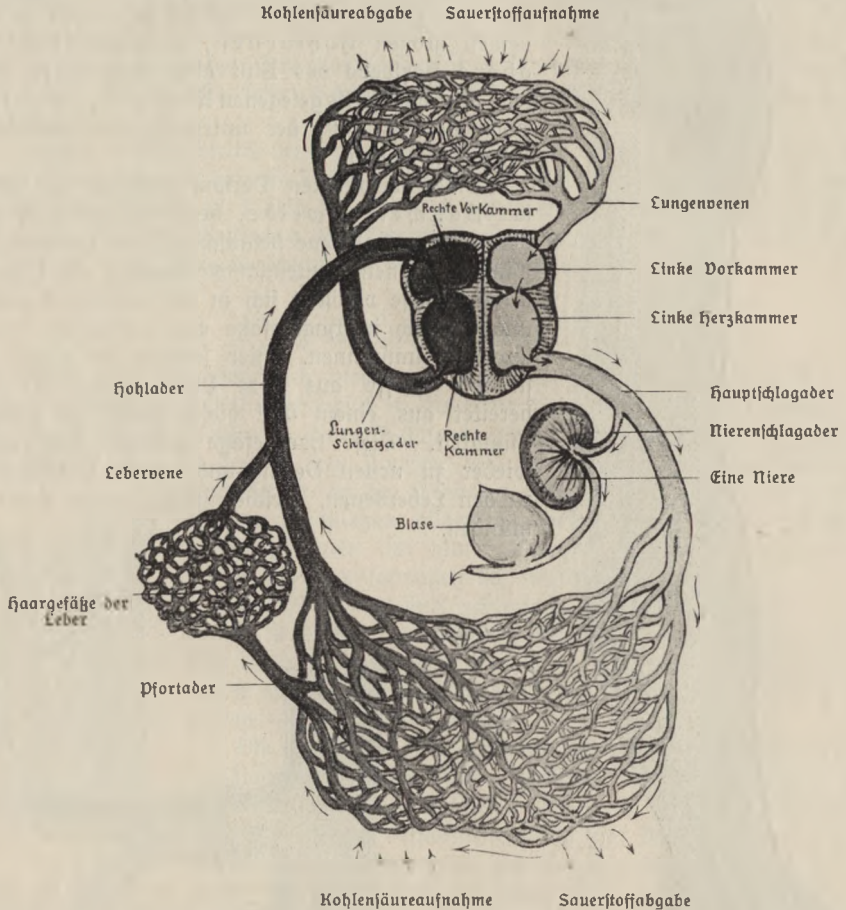


Fig. 304. Schematische Darstellung des Blutkreislaufs. Die Gefäße und Herzräume, welche Schlagaderblut enthalten, sind hell, die, welche Venenblut enthalten, dunkel getönt. In den Haargefäßnetzen des großen wie des kleinen Kreislaufs gehen die Tonungen ineinander.

Großer  
Kreislauf.

1. Der große Kreislauf. Das aus den Lungen kommende sauerstoffreiche hellrote Blut (es hat etwa die Farbe feinen roten Siegellacks) geht von der linken Herzvorkammer in die linke Herzkammer und wird durch deren Zusammenziehung 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 feiner Körperstelle tiefer eindringen kann, ohne auf Haargefäße zu treffen und diese zu verletzen, so daß Bluttröpfchen 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 Kohlensäure und andere verbrauchte Stoffe zur Ausscheidung aufnimmt. Durch die Sauerstoffabgabe und Kohlensäureaufnahme 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 Lungenschlagader, welche also im Gegensatz zu den Körperschlagadern nicht hellrotes, sondern dunkles Venenblut führt. Die Lungenschlagader 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 Kohlensäure 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.

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 Lungenschlagader, von der linken Herzkammer in die große Körperschlagader 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.

Kleiner  
Kreislauf.

## § 129. Blutdruck und Herzthätigkeit.

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-

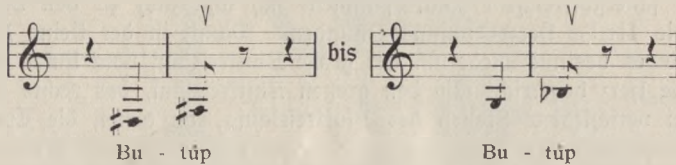
Blutdruck  
und Herz-  
thätigkeit.

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 Herzbeziehung besteht in stetem Wechsel von Zusammenziehung und Ausdehnung. Bei der Zusammenziehung, die mit den Vorammern beginnt, wird das Blut aus den Vorammern 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 Druckpumpe.

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.

Legt man das Ohr auf die Herzgegend, namentlich in der Gegend des Herzstoszes, so hört man bei jedem Herzschlag zwei Töne, und zwar einen ersten dumpfen und längeren Herzton und einen zweiten hellen, klappenden und kurzen Ton. Das Verhältnis dieser Töne und der folgenden Pause würde sich musikalisch folgendermaßen ausdrücken:



Der erste Herzton entsteht durch die Zusammenziehung des Herzmuskels (Muskelgeräusch), der zweite durch den Zusammenschluß der halbmondförmigen Klappen.

### § 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 Nervenfäden, 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.

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.

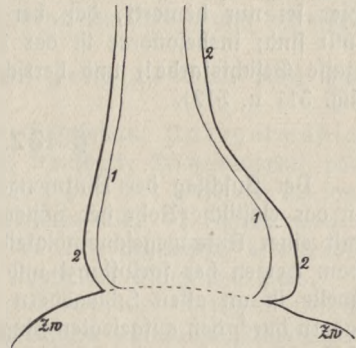
Die Einatmung, bei welcher durch die Vergrößerung des Brustraums die Lungenluft verdünnt wird, übt auf das Herz einen Zug aus, der die Vorkammern sich zwar leicht füllen, aber nur unvollkommen entleeren läßt; umgekehrt fördert Ausatmung, bei welcher die Lungenluft zusammen- und ausgepreßt wird, zwar 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 Verschluß von Mund und Nase einzuatmen versucht (Müller'scher Versuch), wie die Umrizzeichnung Sig. 305 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 Anfaß zu geben, wird bei der Pressung der Brustkorb festgelegt, und zwar so, daß nach vorheriger tiefer Einatmung bei geschlossener Stimmriße eine starke Ausatmungsbewegung gemacht wird. Es wird also die durch den Schluß der Stimmriße 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 nur ganz flüchtig oder gar mehrere Sekunden lang (letzteres z. B. bei langsamem Gewichtstemmen). 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 Schlagadersystem 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 der Atmung auf die Herzbewegung.



Einfluß des Vorganges der Anstrengung oder Pressung.

Sig. 305. Herzumriß (nach orthodiographischer Aufnahme). 1 Verkleinerung des Herzens bei starker Ausatmung unter Verschluß von Nase und Stimmriße (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 Einströmen des zurückgestauten Venenblutes in das — weil muskelschwächere — wenig widerstandsfähige rechte Herz und womöglich vorübergehende Erweiterung des rechten Herzens.

**Atemnot.** Genau entgegengesetzt in bezug auf die Blutverteilung und auf die Druckverhältnisse im Brustraum liegt die Sache bei der Atemnot, wie sie nach heftigen Schnelligkeitsübungen 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 blasser Gesichtsfarbe!) und herrscht im Brust- und Bauchraum negativer Druck (s. u. Fig. 311 u. 312).

### § 132. Die Pulsbewegung.

**Puls-  
bewegung.**

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- schlags mit dem Finger oder zur Aufzeichnung der Pulsbewegung mittels besonderer Instrumente (s. u.) vorzugsweise gewählt wird.

**Häufigkeit  
des Pulses.**

Die Häufigkeit des Pulschlags 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. Krankheitserscheinungen. 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 Schnelligkeits- 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 An- tunft 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 Tränierens 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 Tränierens (es handelte sich um kräftige junge Leute von 20–25 Jahren) morgens im Durchschnitt 65 und blieb den ganzen Vormittag unter 70. Die geringsten Ziffern, die er beobachtete, waren 58 und 45 Pulsschläge in der Minute. Noch geringere Pulszahl beobachtete nach einer Mitteilung von Dr. Herzheimer Dr. M. Brustmann bei Sportsleuten, nämlich 38, und bei einem Radrennfahrer 28 in der Minute.

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 Wiederanwachsen der Höhe der Pulswellen, bei sonst rhythmisch erfolgenden Pulschlägen. 3. Vollständig unregelmäßiger, ohne Rhythmus erfolgender Puls.

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.

### § 133. Aufzeichnung der Pulsbewegungen.

Da die Beschaffenheit des Pulses nicht nur nach der Zahl der Pulsschläge 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

Marey, Fig. 306) darin, daß auf eine oberflächlich gelegene Schlagader (Speichenschlagader) das mit kleinem ovalen Polster P versehene Ende einer Feder F angedrückt. Die Pulsbewegung der Schlagader wird also das angedrückte Ende der Feder leicht auf und ab bewegen. Die Übertragung dieser Bewegung geschieht dadurch, 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

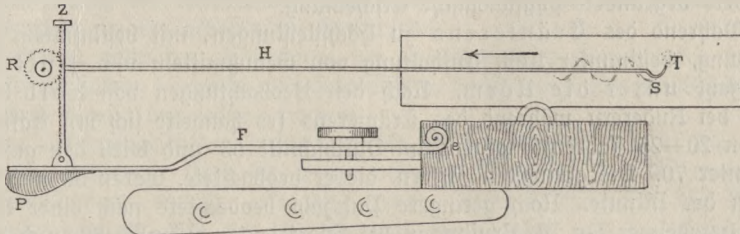


Fig. 306. Der Pulszeichner von Marey (schematisch dargestellt). — Beschreibung im Text.

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 trägt 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 Pulschlägen entsprechen: die Pulskurve (Sphygmogramm).

Ähnliche Instrumente erfanden Landois, Dudgeon, v. Frey u. a.

Pulskurve.

An jeder normalen Pulskurve (Fig. 307) 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 (Sinfen der Pulswelle) noch eine oder mehrere kleinere Erhebungen. Worauf letztere beruhen, ist streitig und kann hier übergangen werden.

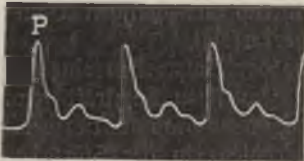


Fig. 307. Drei Pulschläge mit dem Sphygmographen aufgenommen. P der Gipfel der Kurve des ersten Pulschlags.

G. Kolb war es namentlich, der den Pulszeichner benutzte, um einen Einblick in die Wirkung einer Reihe von Leibesübungen auf das Herz zu gewinnen. Einigen seiner so gewonnenen Kurven werden wir weiter unten begegnen.

### § 134. Stromgeschwindigkeit des Blutes.

Strom-  
geschwindig-  
keit 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 Anfang 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 Strombett, und um so geringer, je weiter das Strombett wird.

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 Aderssystem könnte aber das Doppelte fassen. Dadurch ist es möglich, daß der Blutgehalt der Organe verschieden groß sein kann und ein Organ um so blutreicher wird, je mehr es tätig ist. Jeder Körperteil erhält die Blutmenge, die er gerade nötig hat. In Körperruhe enthalten die Organe der Brust- und Bauchhöhle in der Regel mehr als die Hälfte der gesamten Blutmenge des Körpers. Das hier aufgespeicherte Blut wird bei Tätigkeit denjenigen Organen zur Verfügung gestellt, welche größere Blutzufuhr nötig haben. Namentlich nimmt die Leber wie ein Schwamm größere Blutmengen auf, was für die Regulierung des Kreislaufs — um das rechte Herz vor zu reichlichem Zufluß von Venenblut zu schützen — von Bedeutung ist. Außer den Lungen (und der der inneren Sekretion dienenden Schilddrüse und den Nebennieren) ist das Gehirn am blutreichsten von allen Organen. Was die Muskeln angeht, so enthalten sie bei Ruhe verhältnismäßig wenig Blut (bei einer Gesamtblutmenge von 8400 ccm 1,07 kg in 31,50 kg Muskeln). Bei Tätigkeit der Muskeln steigt in den arbeitenden Muskeln jedoch der Blutgehalt infolge dieser „Selbststeuerung“ des Gefäßsystems auf das 5fache und wächst nach Ranke bei starker Tätigkeit aller Muskeln (Tetanisierung) auf 66 % des Gesamtblutes. Indem tätige Organe stark blutreich werden, vermindert sich der Blutgehalt in den nicht tätigen Organen.

Blutverteilung.

Bei jeder stärkeren 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.

Solgerungen für die beste Zeit zur Leibesübung.

Daraus geht für die Zeit, welche zur Leibesübung verwendet werden soll, hervor, daß unmittelbar nach voller Nahrungsaufnahme jegliche stärkere Leibesübung die Verdauung verlangsamt 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.

### § 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

Arbeitsgröße des Herzens.

geschächt werden kann. Bei angestrenzter Muskelarbeit erhöht sich entsprechend auch die Herzarbeit (bis auf das 4—6fache nach Zuntz).

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:

Ursachen der Arbeitsfähigkeit des Herzens.

1. Das Herz arbeitet vom Erwachen der ersten Lebensäußerungen bis zum Erlöschen des Daseins unaufhörlich, ohne Ruhe und Rast. Es ist der meistgeübte, der besttranierte 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 Nervenarregungen 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.

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 auszuscheiden.

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.

Zuntz 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 1½—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.

Ausnutzung des Sauerstoffs im Blute.

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.

Steigerung der Herzarbeit.



Diesen vermehrten Anforderungen wird das Herz nach zwei Richtungen hin gerecht, indem es:

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.

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 äußerste Herzarbeit notwendig und tritt schneller Herzer müdung als gebieterischer Abschluß starker Muskel t ä t i g k e i t ein wie beim Vollblütigen.

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.

Um bei großen Muskelleistungen Herzkraft zu sparen und dadurch die gesamte Leistungsfähigkeit zu erhöhen, hat man beim Trainieren 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 Trainieren 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. Junk 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.

Einfluß der  
Blut-  
mischung.

Blutarme  
und Voll-  
blütige.

Größerer  
oder  
geringerer  
Wasser-  
gehalt des  
Blutes.

### § 139. Hilfskräfte des Kreislaufs.

Hilfskräfte  
des Kreis-  
laufs.

Die Strombewegung des Blutes wird, wie wir oben sahen, durch die Druck-  
unterschiede bewirkt, welche im geschlossenen Gefäßsystem zwischen den Schlagadern  
und Blutadern zugunsten der ersteren bestehen. Diese Druckunterschiede schafft in  
erster Linie das Herz durch seine Pumptätigkeit.

Wirkung der  
Schwerkraft  
in den Venen.

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 Blut-  
bewegung 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 Körper-  
hälfte geltend. Bei andauerndem aufrechten Stehen füllen sich diese Venen über-  
mäßig 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  
Atem-  
bewegungen.

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  
Muskel-  
bewegungen.

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 rhyth-  
misch mit Zusammenziehung und Erschlaffung abwechseln. Solche rhythmische Be-  
wegungen großer Muskelmassen, namentlich der Beine, sind aber die besonderen Kenn-  
zeichen der Schnelligkeits- und Dauerbewegungen.

Saug- und  
Druckwir-  
kung auf die  
Venen.

3. Ausgiebige Muskelbewegungen wirken aber auch noch in anderer Weise auf  
den Kreislauf, und zwar insofern der Beziehungen, welche in der Lage großer Venen-  
stämme zu den darüber gespannten Bändern und Muskelbinden (Saxzien) an be-  
stimmten Stellen des Körpers bestehen. So liegt in der Schenkelbeuge die große  
Schenkelvene unter dem Poupartischen Bande (Fig. 308). 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

wird auf den Inhalt der abwärts liegenden Venen des Beins ein ansgaugender 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 Fließen 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 an anderen Gelenken, so am Ellbogen, am Kniegelenk usw. —

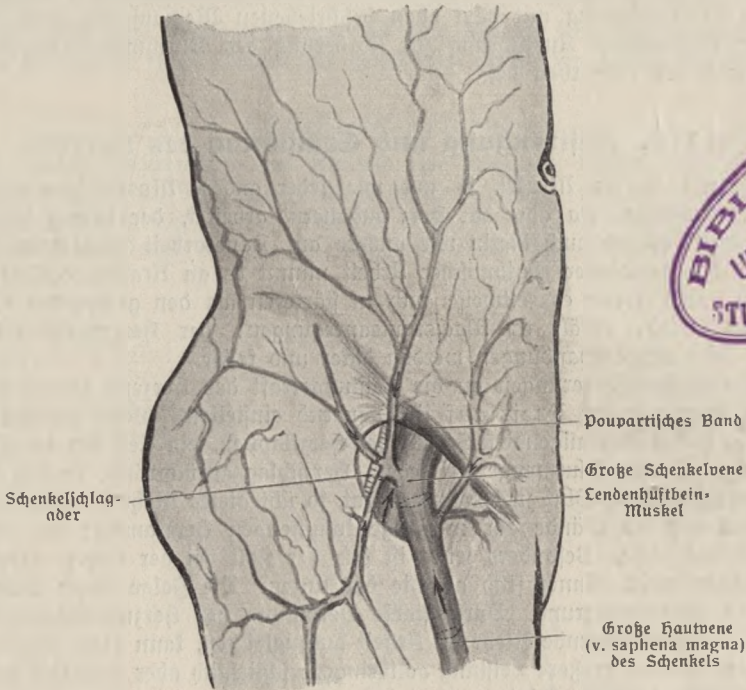


Fig. 308. Die Schenkelvene im Schenkelkanal und ihre Beziehung zum Poupartischen Band. Die Pfeile geben die Richtung des Blutstroms an (nach Braune).

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 (behäglichem Spaziergang, kurzschrittiges leises Gehen bei Ordnungsübungen) die Beine blut-



überfüllt, 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!

Streckung  
und Beugung  
in ihrem  
Einfluß auf  
den Blut-  
umlauf.

4. Endlich ist noch des Einflusses der Streckung und Beugung zu gedenken. Bei starker Beugung werden die Venenstämme stark geknickt und der Blutumlauf in ihnen gehindert. Ein gleiches findet auch selbst für die Schlagadern statt, weshalb stärkste Beugung z. B. im Ellbogengelenk zur Stillung von Schlagaderblutungen angewandt wird. Wer länger in zusammengekauertem Haltung am Schreibtisch saß, reißt beim Aufstehen unwillkürlich den Körper aus und hebt die Arme hoch, um den stoßenden Blutumlauf wieder zu beleben. Zweifellos tragen Bewegungen mit wechselnder Beugung und Streckung in Verbindung mit dem oben beschriebenen Mechanismus namentlich bei ergiebiger rhythmischer Ausführung zur Förderung des Blutumlaufs in den Venen als Hilfskraft der Herzarbeit bei.

### § 140. Anstrengung und Ermüdung des Herzens.

Anstrengung  
und Ermü-  
dung 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 besttranierte Muskel ist, so verhält es sich auch hierin wie andere auf Dauerarbeit geübte und tranierte 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.

Anstrengung  
des Herzens  
bei Kreis-  
lauf-  
störungen.

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 zurücktrömt, 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 überangestregte 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. —

Anstrengung  
des gesunden  
Herzens.

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 Schlagvolums.

Die Feststellung des Herzumfangs nach sportlichen Übungen geschah früher durch Perkussion, d. h. kunstgerechtes Beklopfen der Brustwand zur Feststellung der Herzgrenze. Neuerdings wird die Herzgröße unmittelbar durch Röntgendurchleuchtung aufgenommen (Orthodiagraphie). Mittels solcher beobachteten Jung und Nicolai den Herzumfang während der Arbeit (Treten am Bergsteigeapparat) und stellten fest:

1. Das Herz wird bei der Arbeit etwas größer.
2. Nach der Arbeit wird das Herz plötzlich kleiner. Letzteres führten sie darauf zurück, 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, die für plötzlichen Blutbedarf eines Organs für gewöhnlich im Herzen vorhanden ist.

### 1. Schnelligkeitsübungen.

Eine typische Anstrengung des Herzens mit folgenden schnell vorübergehenden Erscheinungen bietet der Schnelllauf. Nach einem Wettlauf etwa über 200 m schnellst die Pulszahl von 75 hinauf auf 150—200 oder mehr; der Puls wird klein, selbst unregelmäßig. Das bleiche Antlitz des am Ziel angekommenen Läufers verrät, daß die Herz-

Anstrengung  
des Herzens  
bei  
Schnellig-  
keits-  
übungen.

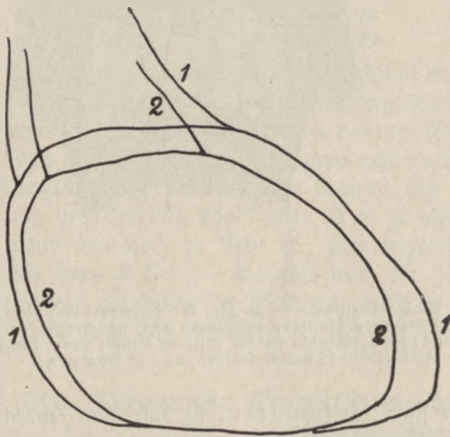


Fig. 309. Rekordschwimmer: 1 Herzumriß vor, 2 nach dem Wettschwimmen (orthodiagraphisch aufgenommen). — Nach Mallwitz: Körperliche Höchstleistungen mit besonderer Berücksichtigung des olympischen Sports. — Halle 1908.

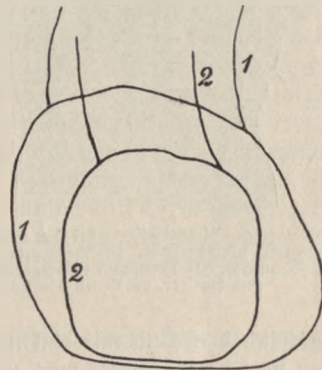


Fig. 310. Herzumriß eines Läufers. 1 (erweitertes) Herz vor, 2 nach einem 100-Meter-Lauf. — Nach Mallwitz a. a. O.

kraft geschwächt ist: die Blutmasse im Körper ist schlecht verteilt, der große Kreislauf blutarm, der kleine in den Lungen dagegen überfüllt (s. Fig. 311). Alles dies dauert aber für gewöhnlich nur einige Augenblicke. Der Puls wird wieder voller und regelmäßiger, die Wangen röten sich wieder. Die Herzarbeit kehrt nach 12—15 Minuten zur Norm zurück.

Die Erfahrung hat aber immer wieder gezeigt, daß die Erscheinungen sowohl der Atemnot wie auch die bei der Pressung nach Kraftübungen um so geringfügiger sind, je besser der Läufer, der Schwimmer, Ruderer usw. trainiert ist. — Die orthodiagraphischen Untersuchungen von A. Smith, Moritz, Dietlen usw. haben gezeigt, daß in der Regel nach Schnelligkeitsübungen eine Verkleinerung des Herzumfangs vorhanden ist.

Verkleinerung  
des Herzens  
nach  
Schnellig-  
keits-  
übungen.

## 2. Kraftübungen.

Einfluß der  
Kraft-  
übungen auf  
das Herz.

Bei Kraftübungen, die mit Pressung verbunden sind, sind das Herz und die 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 kräftige Männer so lange miteinander ringen, bis die ersten Zeichen von Atemnot eintraten. Nach dem Ringkampf fand er bei beiden eine Herzvergrößerung (Dehnung) rechts wie links um 1—2 cm. Darauf ließ er die

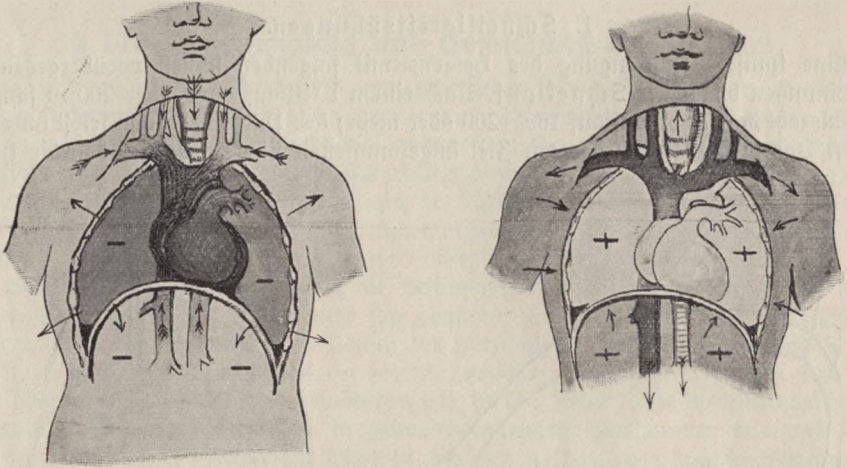


Fig. 311 u. 312. Blutverteilung bei der Atemnot und bei der Pressung. — In Fig. 311 (Atemnot) sind die Lungen und das Herz blutüberfüllt, das Herz gedehnt; die Körpervenen blutleer, im Brust- und Bauchraum negativer Druck. — In Fig. 312 (Pressung) ist umgekehrt im Brust- und Bauchraum starker positiver Druck; Lungen und Herz sind blutleer, die Venen des Körpers stark blutüberfüllt (Schemat. Darstellung nach Demenq).

Ringer sich den Leib mit einem Riemen stark einschnüren, so daß das Zwerchfell-atmen stark beeinträchtigt war, und dann ringen. Nun trat nicht nur die Atemnot viel schneller ein, sondern die Herzdehnung wurde auch viel größer ( $5\frac{1}{2}$  cm). Dies Ergebnis, erst durch Perkussion festgestellt, zeigte sich nach einer Wiederholung des Versuchs auch durch Röntgenaufnahme. Smith und Mallwik fanden solche Herzvergrößerung nicht nur bei Ringern, sondern auch bei Gipfeltornern — im letzteren Falle zweifellos nach Übungen, die mit Pressung verbunden waren.

Einfluß von  
Dauer-  
übungen.

## 3. Dauerübungen.

Hinsichtlich der Dauerübungen sind die Angaben widersprechend. Dietlen und Moritz fanden Verkleinerung des Herzens z. B. bei Radfahren nach einer Fernfahrt Leipzig—Straßburg (558,2 km). Junz und Schumburg fanden Herzerweiterung nach Dauermärschen, Henschen-Upsala bei Skiwettläufen, so namentlich bei dem anstrengenden Salun-Lauf über 95 km.

Auch hier ist der Unterschied zwischen ungeübten und wohlstranierten Leuten ein sehr großer.

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 mehr wie doppelt so großes Herz als das Schwein.

Einwirkung schneller Bewegung auf das Herz bei Tieren.

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	Moorшнеehuhn . . . . .	11,08
Wildente . . . . .	11,02	Alpensneehuhn . . . . .	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. Dauernde Einwirkung der verschiedenen Sportarten auf die Herzgröße.

Prof. Henschen-Upsala, der in eingehender Weise die Herzen der Skiwettläufer, sei es über 5 km, sei es beim Salun-Lauf mit 37 Teilnehmern über 95 km (!), untersuchte, fand, daß ein Teil der letzteren schon vor dem Lauf ein zum Teil stark vergrößertes Herz mit kräftigem Pulsschlag hatte. Das waren auch die, welche beim Wettlauf die besten Leistungen boten. Es handelte sich bei diesen nach seiner Meinung um eine Anpassung des Herzens an gesteigerte Leistungen, d. h. um eine Arbeitshypertrophie oder ein Sportherz ebensogut, wie es z. B. beim Vollbluthengst vorhanden ist, das 6—7 kg wiegt, während das Herzgewicht eines gewöhnlichen Pferdes nur 3,5 kg beträgt.

Dauernde Einwirkung der verschiedenen Sportarten auf die Herzgröße.

Von anderen Gesichtspunkten ging man bei der von den Professoren H. H. Meyer und R. Kaufmann in Wien zur Untersuchung der dortigen Sportler eingerichteten sog. „Herzstation“ aus. Hier wurden die Mitglieder der Sportvereine regelmäßig und wiederholt untersucht und in solchen Fällen, wo sich eine Herzvergrößerung zeigte, das Training unterbrochen, worauf zumeist die Herzvergrößerung sich zurückbildete. Stellte sich aber bei Wiederaufnahme der sportlichen Übung und des Trainings dazu heraus, daß sich

die Herzvergrößerung von neuem einstellte und womöglich noch zunahm, so wurde den jungen Leuten, um die es sich handelte, geraten, den bisher betriebenen Kampfsport aufzugeben.

Was die Art der Untersuchung angeht, so wurde vor allem die sog. „Herztransversale“ bis auf Millimeter genau bestimmt, eine Methode, die sich auch sonst viel eingebürgert hat. Es ist nämlich bei dem durch Röntgenuntersuchung ermittelten Herzschatten nicht angängig, das Flächenmaß des Herzschattens etwa in Quadratcentimetern zu berechnen, zumal die Form des Herzens eine ganz unregelmäßige und zudem die Abgrenzung, besonders nach oben (Aorta) sowie nach unten, gegen das Zwerchfell ungenau und verwaschen ist. Man hatte statt dessen bestimmte Diagonallinien vorgeschlagen, allein auch die Ziehung dieser Linien blieb unsicher. Um so einfacher erschien es, den Horizontaldurchmesser oder die „Herztransversale“ zu bestimmen, wobei durch die weitest gelegenen Punkte in den Ausbuchtungen des Herzschattens, rechts wie links, je eine Horizontallinie gezogen wird. Da diese Linien aber ganz ausnahmsweise zu einer Geraden zusammentreffen, so werden sie nur zum Teil (etwa bis zur Mitte) ausgezogen.

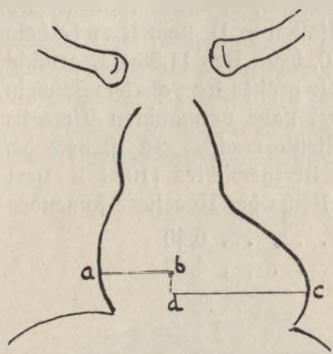


Fig. 313. Herztransversale.

Sodan wird von der oberen Linie auf die untere eine Senkrechte gefällt und es werden die Längen dieser beiden so abgegrenzten horizontalen Linien gemessen und addiert, womit man das richtige Maß des Querdurchmessers erhält (s. Fig. 313). Um Vergleiche zu haben, bestimmte man (Haudel) die Länge der Transversalen bei Gesunden in Beziehung gebracht zur größten Brustkorbbreite, zur Körperlänge wie zum Körpergewicht. — Die Ergebnisse der Wiener Herzstation (mehrere tausend von Messungen dienen als Unterlage) sind in folgender Tabelle ersichtlich.

	Vergrößerung des Herzens (Transversale) um:							
	0,5—1 cm	1,1—1,5 cm	1,6—2 cm	2,1—2,5 cm	2,6—3 cm	3,1—3,5 cm	3,6—4 cm	Summe
Rudern . . . . .	7,1 %	16,2 %	1,9 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %	—	27,3 %
Ski . . . . .	—	2,8 %	7,9 %	5 %	—	2,5 %	—	18,2 %
Radfahren . . . . .	7,6 %	4,7 %	3,2 %	—	—	—	—	15,3 %
Schwimmen . . . . .	3,3 %	5,4 %	2,6 %	2,4 %	0,8 %	—	0,4 %	14,9 %
Ringen . . . . .	7,6 %	—	—	—	1,7 %	1,7 %	—	11 %
Touristik . . . . .	1,6 %	6 %	1,8 %	—	—	—	—	9,4 %
Schwerathletik . . . . .	6,1 %	3,2 %	—	—	—	—	—	9,3 %
Leichtathletik . . . . .	2,1 %	3,5 %	1,2 %	1,3 %	0,7 %	—	—	8,8 %
Sechsten . . . . .	—	—	4,4 %	—	—	—	—	4,4 %
Boxen . . . . .	—	1,1 %	2 %	—	—	—	—	3,1 %
Fußball . . . . .	0,3 %	—	0,6 %	1,8 %	—	—	—	2,7 %

Nach dieser Tabelle sind die stärksten Veränderungen bei den Skiläufern vermerkt. Dann folgen in kurzen Abständen Ruderer, Radfahrer, Schwimmer, Ringer, Touristen. Wesentlich geringere Vergrößerungen weisen die Leichtathleten, Fußballer, Schwerathleten und Boxer auf. Fast vollkommen unverändert erscheint das Herz der Sechsten. — Eine ähnliche Verteilung ergibt sich, wenn man den Prozentsatz und das Ausmaß in den einzelnen Sportarten miteinander vergleicht. Auch hier stehen Ruderer und Skiläufer an der Spitze der Tabelle, nur haben sie die Plätze vertauscht, indem die Ruderer



mit 27,3% vergrößerter Herzen die Skifahrer um 9% übertreffen. Daran schließen sich an die Radfahrer und Schwimmer (unter letzteren auch die Meisterschwimmer). Hierauf folgen wieder die Ringer, Touristen, die Schwer- und Leichtathleten. Wenig verschieden untereinander sind die Sechter, Boxer und Fußballer.

Zu diesen Angaben von Dr. Deutsch und Dr. Kauf sei noch besonders bemerkt, daß sie sich nur auf solche Sportler beziehen, welche an Wettkämpfen teilnehmen und sich entsprechendem anstrengenden Tränieren unterwerfen. Diesen gegenüber sind gestellt die „Vergnügungssportler“, wozu z. B. die Turner gehören. Wenn auch diese Wettkämpfe ausfechten, ebenso wie die Schlagballspieler, Handballspieler, Schlittschuhläufer usw., so findet bei ihnen doch kein anstrengendes Tränieren statt wie beim eigentlichen Kampfsport. Dieser sog. Vergnügungssport fördert zwar eine allgemeine gesundheitliche Kräftigung des Körpers, bewirkt aber keine Vergrößerung des Herzens.

Im übrigen kann das ungünstige Ergebnis bei den Ruderern nicht überraschen, da der Wettkampf bei einer Ruderregatta nicht nur eine fast beispiellose Betätigung der Gesamtmuskulatur erfordert, sondern auch höchste Anspannung der Energie, die oft bis zur vollständigen Erschöpfung führt, wie dies früher schon G. Kolb in klassischer Weise geschildert hat. Was den Skilauf anbetrifft, so ist in seine Übung Bergsteigen mit schwerer Bepackung (Rucksack, Ski) einbegriffen. Was den Einfluß des Radfahrens auf das Herz angeht, namentlich dann, wenn auch Steigungen in der Bahn vorhanden sind, die selbst dann, wenn sie in bezug auf den Steigungswinkel geringfügig erscheinen, bei der starken Schnelligkeit des Fortkommens sich schnell zu einer außergewöhnlichen Erhebung zusammendrängen, so ist die Belastung des Herzens durch schnellstes Radfahren stets hervorgehoben worden. Für die Schwimmer soll namentlich die Pflege des Wasserballspiels das Herz stark in Anspruch nehmen. — Für Sportler, welche im Kurz- und Mittelstreckenlauf sich durch Höchstleistungen auszeichnen, hatte Herrheimer höhere Zahlen gefunden als die Wiener Herzstation — allerdings war die Zahl der von ihm Untersuchten geringer wie dort.

Erwähnt sei noch, daß nach dem Beobachtungsmaterial der Wiener Herzstation gar nicht so selten Angehörige der gleichen Familie (Brüder) durch den Kampfsportbetrieb Herzvergrößerungen davontrugen. Darnach scheint eine gewisse Familien disposition zuweilen vorhanden zu sein. —

## § 142. Übung und Kräftigung des Herzens.

Im vorhergehenden haben wir uns vor Augen geführt, wie bei anstrengenden Leibesübungen die Herzstätigkeit anwachsen kann, wie erst leichtere und bald vorübergehende, dann stärkere und langsamer abklingende Ermüdungserscheinungen auftreten und schließlich selbst für Gesundheit und Leben nicht so gleichgültige Grade der Überanstrengung des Herzens 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 Schleternährten, 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.

Übung und Kräftigung des Herzens.

Besondere Einflüsse auf die Herzkraft.

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 Fettleibigkeit eingeführt.

Oertelkur.

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 — 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.

Herzgifte.

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. Geräteübungen, 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.

Einfluß des  
Lebens.

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!

Die einfachen Geschicklichkeitsübungen, welche meist zugleich Kraftübungen kleinerer Muskelbezirke darstellen, haben auf die Herztätigkeit den geringsten Einfluß. Sie steigern nur ganz vorübergehend die Pulszahl. So sehen wir, daß bei jungen kräftigen Leuten nach einer zehnmal wiederholten Kniebeuge die Pulsziffer auf 100 bis 120 ansteigt, nach Aufhören der Übung aber auch in einigen wenigen Minuten wieder zur Norm absinkt.

Geschicklichkeits- und örtliche Kraftübungen.

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 Kraftanwendung handelt, zu untersagen, daß sie die Übung mit Unterbrechung des Atemganges und festem Schluß der Stimmriße ausführen.

Allgemeine Kraftübungen.

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 Wettrudern, Wettschwimmen, Wettradeln, Wettlauf 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.

Schnelligkeitsübungen als Höchstleistung.

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, Radfahren 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 gemäßigt oder unterbrochen, sobald sich die Anzeichen von Atem- und Herzererschöpfung, Herzlopfen und Außer-Atem-Kommen bemerkbar machen. Gerade dieser Umstand gestaltet die Bewegungsspiele der Jugend zur besten und zuträglichsten Form der Herzübung.

Schnelligkeitsübungen im weiteren Sinne.

Nun kann weiterhin jede Schnelligkeitsbewegung so weit gemäßigt werden, daß zwar Herz- und Lungenarbeit ansteigen, aber nicht bis hinan zur Grenze der Erschöpfung. Dielmehr bleibt die Herztätigkeit bei langandauernder Fortsetzung der Bewegung auf einer

Dauerübungen.

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 Allgemeinen Ermüdung. Dabei stehen der Herzmuskel und die Herznerven mit unter dem Einfluß der im Blute angehäuften und umkreisenden Ermüdungsstoffe.

Erschwe-  
cungen bei  
Dauer-  
leistungen.

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 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 unzuwehmäßige 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 versührt 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.

Wirkung des  
Radfahrens  
auf das Herz.

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 Zutraglichen 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

Wert der  
Schnellig-  
keits- und  
Dauer-  
übungen auf  
das Herz.

die Leistungsfähigkeit des Herzens den tiefstgehenden Einfluß ausüben. Ja sie sind für die normale Entwicklung des Herzens geradezu unersehnlich.

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. Sportherz.

### § 143. 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. Entwicklung des Herzens und der Blutgefäße.

Beneke, dessen Angaben hier noch immer als die maßgebenden gelten müssen, fand aus zahlreichen Messungen und Wägungen folgende Mittelzahlen:

Alter:	Körperlänge: cm	Volum des Herzens: ccm	Umfang der Hauptschlagader (Aorta) dicht über dem Herzen: mm
nach der Geburt . . . . .	49—52	20—25	20
Schluß des 7. Lebensjahres . . . . .	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 7. Lebensjahres . . . . .	75—80	39
13.—14. Lebensjahr . . . . .	83—100	38
nach vollendeter Entwicklung . . . . .	130—168	37,5
im reifen Mannesalter . . . . .	150—180	40,0

Für die Wachstumsgröße des Herzens, auf je ein Jahr berechnet, ermittelte Beneke 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 "

Die Größenzunahme des Herzens ist zu Beginn der Reifezeit indes (s. o. S. 20) nicht mit einer gleichsinnigen Zunahme der Herzwände, d. h. des Herzgewichts begleitet. Nach Gundobin findet die größte Zunahme des Herzumfanges (Volums) bei Mädchen schon im 11., bei Knaben im 14. Jahre statt. Die größte Gewichtszunahme (Dickenwachstum) des Herzens aber für Mädchen im 13. bis 14., für Jünglinge erst im 16. und 17. Jahre. Diese Wachstumsphase stellt also einen schwachen Punkt, eine Körperkrise dar.

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.

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 Schlagader-system, der Blutdruck steigt, das Herz muß langsamer und mit weit größerer Kraft arbeiten.

### § 144. Übungsbedürfnis des Herzens.

Übungs-  
bedürfnis  
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 Tat: 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.

Einwirkung  
des Schul-  
lebens.

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. Fallen 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 Schülern blaß und blutarm ist. Wir sehen ferner die Ziffer der Blutarmen mit der Dauer des Schulbesuchs gewöhnlich noch zunehmen.

Wert der  
Schnellig-  
keits-  
übungen für  
die Jugend.

Entwicklungsgeschichtliche Gründe sowohl als 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 un- gemein 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 Herz klopfen und beschwerliches Atmen, welches ihn oft zwingt, einen Augenblick stehen zu bleiben und zu „verschlaufen“, bis Herz- und Atemgang sich wieder beruhigt haben.

Leistungs-  
fähigkeit des  
Herzens bei  
Er-  
wachsenen.

Diese Leistungsfähigkeit des Herzens zu Schnelligkeitsbewegungen bleibt noch während der Entwicklungszeit eine ähnlich große. Die besten Stürmer im

Sußball sind meist junge Leute von 16—22 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 Herzermüdung 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 22—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 Herzerschöpfung ertragen. Anregende, nicht allzu anstrengende Fußmärsche, maßvolles Bergsteigen sind besonders zuträglich. Ebenso mäßiges Radfahren. Bedenklich werden Kraftübungen und wahre Muskelanstrengungen; das ohnehin unter erschwerenden 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 Flinte 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 Frische und Tatkraft wahrt sich sicherlich auch der Bejahrte am ehesten durch stetige Leibesübung und ausreichende Bewegung.

Altersver-  
änderungen  
der Blut-  
gefäße.

### § 145. Das Blut und die Blutgase.

Die Blutmenge, welche in unserem Gefäßsystem kreist, beträgt beim erwachsenen Menschen im Mittel etwa 4,5—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.

Das Blut  
und die  
Blutgase.

Die Blutkörperchen sind so klein, daß sie nur durch das Mikroskop zu erkennen

Blut-  
körperchen.

sind. Entnimmt man durch Einstich mit einer Nadel z. B. in das Ohrfläppchen 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 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 eingedrückten Scheibchen: die roten Blutkörperchen; denn sie sind es, welche in diderer 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. 314 u. 315).

Rote Blutkörperchen.

Weisse Blutkörperchen.

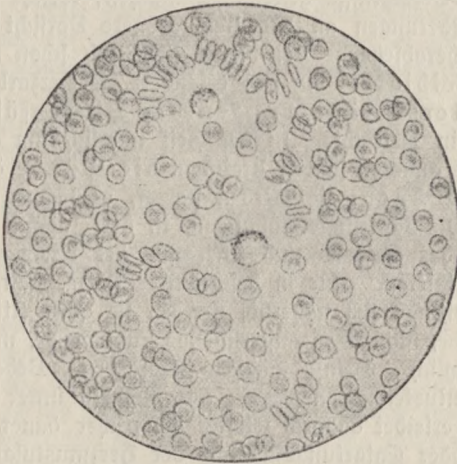


Fig. 314. Blutkörperchen bei 500facher Vergrößerung. An einzelnen Stellen legen sich rote Blutkörperchen, auf den Rand gestellt, in „Gelbrollenform“ zusammen. In der Mitte und nach links zu ein weißes Blutkörperchen.

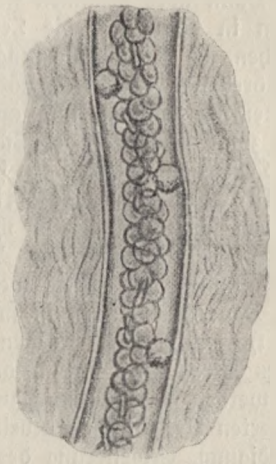


Fig. 315. Blutstrom in einem Blutgefäß unter dem Mikroskop. Die roten Blutkörperchen bewegen sich dichtgedrängt in der Mitte des Gefäßes, die weißen langlammer am Rande, d. h. an der Gefäßwand.

Der erste, welcher die Blutkörperchen im menschlichen Blute sah, war der holländische Anatom *Leeuwenhoek*, 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 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 eingedrückte 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 hülsenlose Zellen dar, welche, bei steter Blutwärme unter dem Mikroskop beobachtet, sich bewegen, Fortsätze aussenden und wieder einziehen genau so, als wären es selbständige Organismen. Sie sind in stände, kleine, im Blute umher schwimmende

Größe und Zahl der roten Blutkörperchen.

Weisse Blutkörperchen.



Körperchen und Körnchen einfach in sich aufzunehmen. Diese „Freizellen“, 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 Blutgefäßröhrchen 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 Blutgefäßweiterung 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 (0,5%),
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 Nadeln 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. 316) 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 Bedeutsamkeit 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

Blut-  
flüssigkeit.



Gerinnung  
des Blutes.

Fig. 316. Kleines Blutgerinnsel unter dem Mikroskop.

Blutserum.

solches „Diphtherieserum“ einem an Diphtheritis erkrankten Kinde in die Gewebe einspricht, 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.

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.

Schlagader-  
und  
Venenblut.

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).

Sauerstoff  
des Blutes.

a) Der Sauerstoff des Blutes ist chemisch in looserer, 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 Sauerstoffträger; 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 Erwachsenen 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. Rechnen wir das 5fache, so wären das in der Minute 1800 ccm oder nahezu 2 l Sauerstoffgas.

Gesamtober-  
fläche der  
roten Blut-  
körperchen.

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

$$4,4 \times 640 = 2816 \text{ qm oder über } 28 \text{ ar!}$$

Oxyhämoglobin.  
Stütziges  
Kohlenoxyd.

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 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 Kohlen Säure des Blutes ist zum größten Teil in der Blutflüssigkeit enthalten. Es wird bei jeder Ausatmung ein Teil davon ausgeschieden. Nur in stark kohlen Säurehaltiger Luft (z. B. in tiefen Kellern, Schächten, Bergwerksgruben) vermag die Kohlen Säure des Blutes nicht auszutreten, sie häuft sich vielmehr schnell im Blute an und führt dadurch Erstickung herbei. —

Kohlen Säure  
des Blutes.

### § 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 Lymph, 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.

Lymph-  
gefäße.

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 Unterkieferwinkel am Halse, wo namentlich die von der Mundhöhle herkommenden Lymphgefäße münden. Zahlreiche Lymphdrüsen liegen ferner zwischen den Eingeweiden.

Lymph-  
drüsen.

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 *s a u g e n* 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.

## IV. Atmungsorgane und Atmung.

### § 147. Übersicht über die Atmungsorgane.

Übersicht  
über die  
Atmungs-  
organe.

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 Kohlensäure 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 Zusammenjinken der Wände der Brusthöhle ausströmende Luft muß denselben Weg wieder zurücknehmen.

### § 148. Die Nasenhöhle.

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 hindurchreichende 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 Nasenmuschel 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.

Nasenbluten.

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 ausschnaufen lassen oder, wenn man es in der Hand hat,

etwas Alaunlösung (eine kleine Messerspitze 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 Pressung 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. 317).

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. 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. 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 Ohrtrompeten, 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.

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 Schildknorpel (cartilago thyroidea). 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 Kehlkopfeingange 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. 318 u. 319). Es wird so verhütet, daß Bissen oder Flüssigkeiten, welche auf dem Wege zur Speiseröhre den Schlundkopf

Mund- und Rachenhöhle.

Kehlkopf.

Kehldedeckel.

passieren, einen falschen Weg nehmen und in den Kehlkopfengang und in die tieferen Luftwege geraten.

Stimm-  
bänder.

Im Inneren des Kehlkopfes liegen die zwischen innerer Fläche des Schilddrüsens und den kleinen Gießbecken- oder Stellknorpeln ausgespannten wahren Stimmbänder, elastisch, sehnig und von weißer Farbe. Über den wahren die weicheren falschen oder oberen Stimmbänder, auch Taschenbänder genannt. Die wahren Stimmbänder

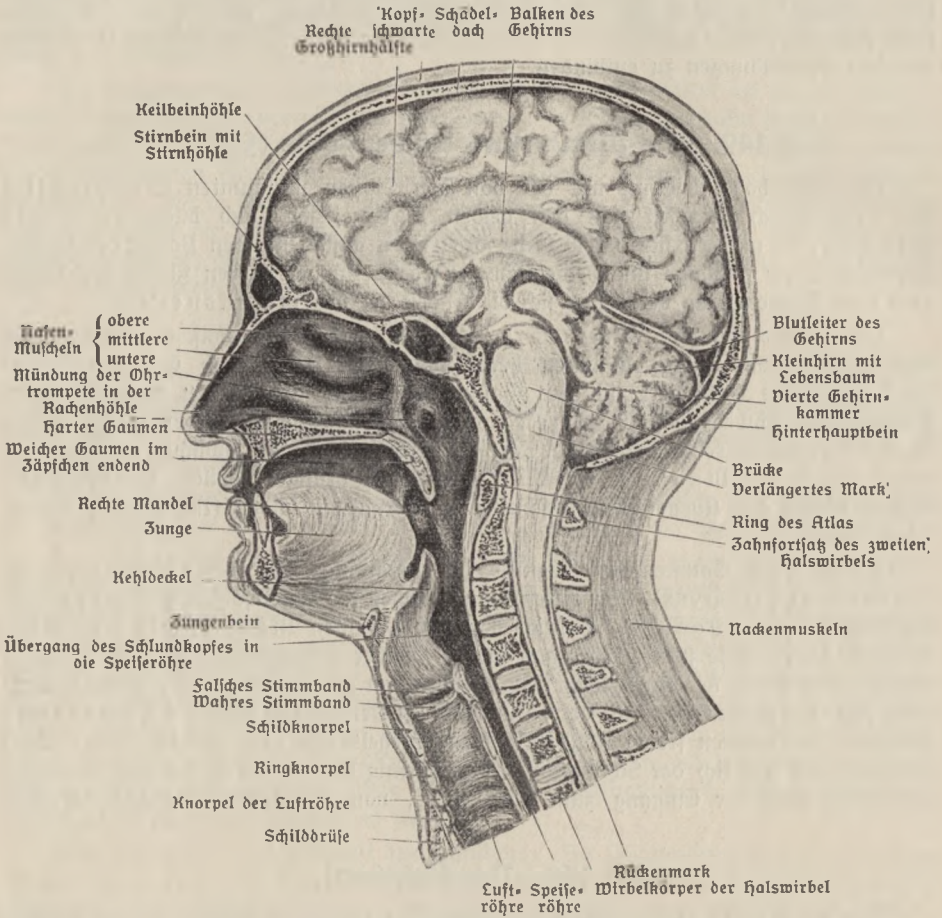


Fig. 317. Durchschnitt durch den Kopf des Menschen in der Mittellinie.

lassen zwischen sich die Stimmritze, eine dreieckige Öffnung, welche beim Anlauten mehr oder weniger durch parallele Annäherung der Stimmbänder zu einem schmalen feinen Spalt verkleinert wird (Fig. 320). Fest geschlossen wird die Stimmritze bei dem früher beschriebenen Akt der Pressung oder Anstrengung.

Tonbildung.

Der Kehlkopf ist nach Art einer Zungenpfeife gebaut, deren „Zungen“ die wahren Stimmbänder darstellen (Fig. 321). Die Schwingungen der wahren Stimmbänder 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 verfehlt. 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.

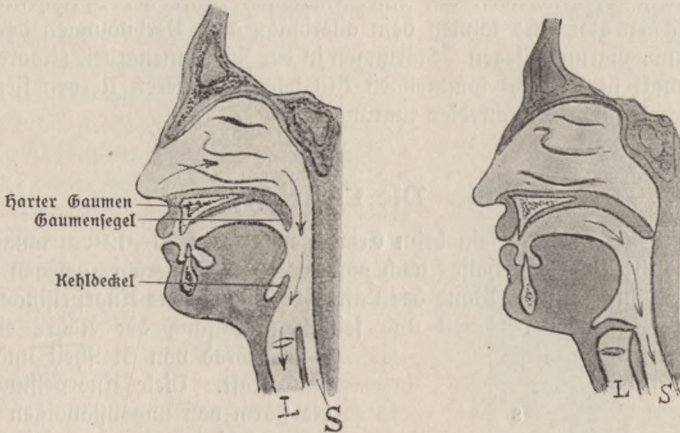


Fig. 318 u. 319. Stellung des Kehlideckels und des Gaumensegels beim Atmen (Fig. 314) und beim Schlucken (Fig. 315). L = Luftröhre. S = Speiseröhre.

Der von der Rachen-, Mund- und Nasenhöhle gebildete Raum ist das Ansatzrohr 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

Sprech-  
stimme.

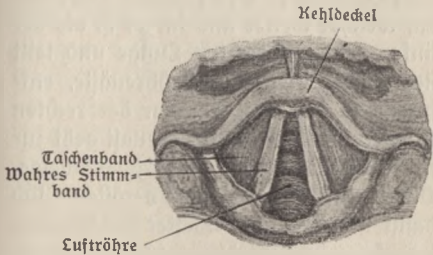


Fig. 320. Blick in den Kehlkopf von oben mittels des Kehlkopfspiegels beim ruhigen Atmen.



Fig. 321. Blick in den Kehlkopf von oben beim Anlauten. Die Stimmröhre bis zu einem ganz feinen Spalt geschlossen.

an bestimmten Stellen des Ansatzrohres, zwischen Lippen, Zähnen, Zunge und Gaumen 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 artikulirte Sprache, diesen stolzen Besitz der Menschheit hervor. Das Zustandekommen des deutlichen Sprechens erfordert eine genaue Zusammenarbeit der Atembewegungen (die Sprechathmung erfordert langgedehnte Ausatmung, nach kurzer tiefster Ein-

atmung 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 Sprechen in Betracht kommenden Muskeln bzw. deren Nerven liegen dem als **Stottern** bekannten Sprachfehler zugrunde.

### § 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. 322).

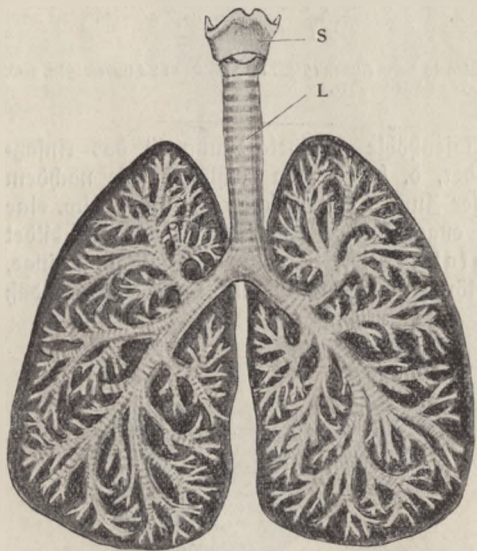


Fig. 322. Verzweigung der Luftröhren in den Lungen.  
S = Schildknorpel. L = Luftröhre.

### § 152. Äußeres der Lungen.

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 hineinragen und vorn in der Tiefe der Oberschlüsselbeinrinne kurz über dem Schlüsselbein enden (Fig. 323). Beim Neugeborenen rosentrot 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 Sack, 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.

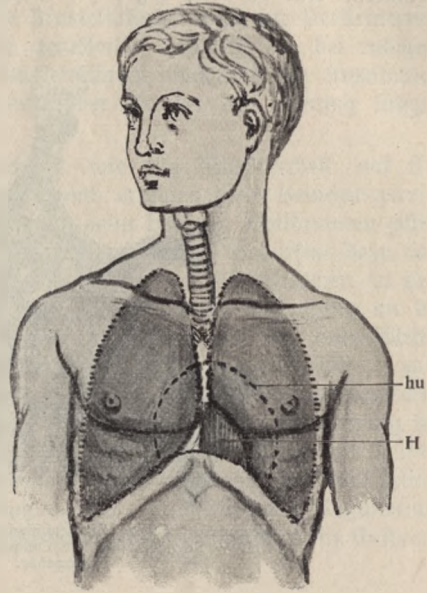


Fig. 323.  
Die Lage der Lungen und des Herzens im Brustraum. H der von den Lungen nicht überdeckte, unmittelbar hinter der Brustwand gelegene Teil des Herzens; hu Linie des Herzumfangs in der Tiefe des Brustraums.

### § 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 Bau der Lungen.

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. 324). Die kugeligen Wände der Lungenbläschen sind dicht übersponnen mit dem Haargefäßnetz der Blutgefäße der Lungen (Fig. 325) — 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 Kohlenensäure daraus aufnimmt.

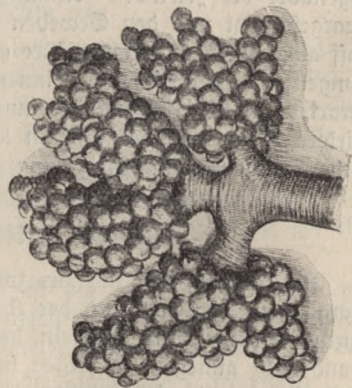


Fig. 324.  
Endäste eines Luftröhrens mit den aufstehenden Lungenbläschen (etwa 25fache Vergrößerung).

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

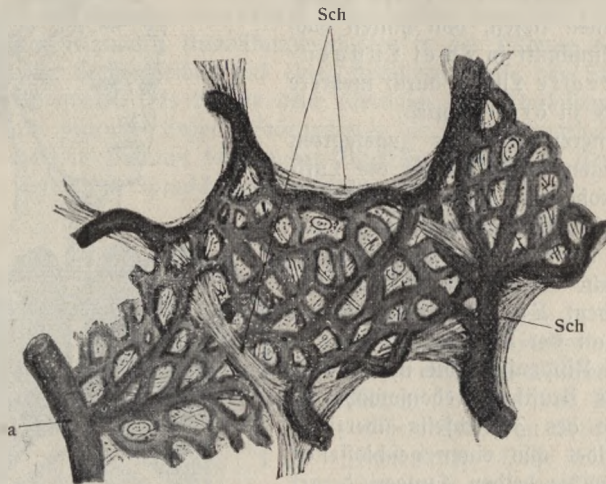


Fig. 325. Einige Lungenbläschen mit dem Netz ihrer Haargefäße. — Sch = Scheidewände der Lungenbläschen. a = kleiner Ast der Lungen-  
schlagader. — Vergrößerung 300.

außerordentliche Atemfläche verteilt, wobei man noch die früher gegebene Ziffer der Gesamtoberfläche der roten Blutkörperchen des Blutes sich vor Augen halten muß (i. o. S. 298), erklärt sich die außerordentliche Leistungs- und Anpassungsfähigkeit unserer Atemorgane und des Stoffwechsels in den Geweben.

### § 154. Äußere und innere Atmung.

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 Stoffwechselvorgänge in den Geweben, entsprechende Steigerung der Lungenatmung selbsttätig sofort hervorruft.

### § 155. Mechanismus der Atmung.

Mechanis-  
mus 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 Einatmungsmuskeln 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 Einatmungsmuskeln 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. 233.)

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.

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.

Umfang der Atmung.

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 Ausatemungsbewegung noch aus den Lungen ausgetrieben werden kann. Die Menge der Reserveluft beträgt beim kräftigen Erwachsenen etwa 1600 ccm.

3. Respirationsluft oder Atemluft ist die Luftmenge, welche stetig bei ruhiger Einatmung eingenommen, bei ruhiger Ausatmung abgegeben wird. Diese beim gewöhnlichen 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 Einatemungstätigkeit in die Lungen aufgenommen werden kann. Diese Luftmenge beträgt im Mittel 1600 ccm.

Nach einer ruhigen Einatmung enthält also die Lunge die Luftmengen

$$\begin{array}{r} 1 + 2 + 3 = 3300 \text{ ccm,} \\ \text{nach ruhiger Ausatmung } 1 + 2 = 2800 \text{ ccm.} \end{array}$$

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 tieffte Ein- und Ausatmung bei gleichbleibender Zahl der Atemzüge den Atemumfang um mehr als 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.

Fassungs-  
kraft oder  
vitale Kapazität  
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

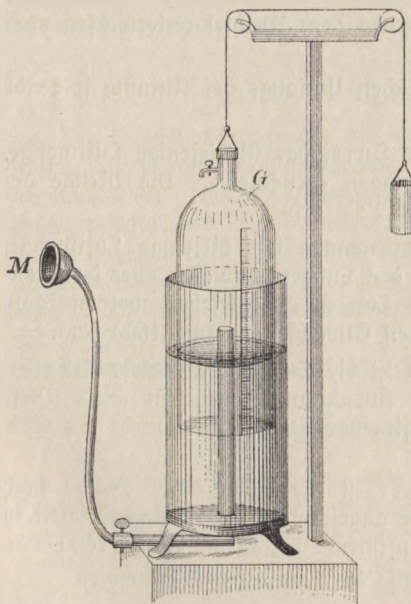


Fig. 326. Spirometer. M Mundstück der Röhre.  
G Glocke mit der Skala.

mittels des Spirometers (Fig. 326) 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 tieffte Einatmung und bläst dann mit aller Kraft (tieffte 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. —

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. Lebensjahre 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 halbjährigem Turnkurs hatte eine durchschnittliche Zunahme von 415 ccm stattgefunden. In dieser Ziffer spricht sich aber nicht etwa eine so starke Zunahme des Brustraums 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 Kursteilnehmern, 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 Ruderklubbs sogar ein Durchschnittsmaß von 5600 ccm, bei der „leichten“ Mannschaft ein solches von 4700 ccm fest.

## § 158. Die 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.

Zahl der Atemzüge.

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. c. „faßförmige“ Brust). Übermäßig häufige Anwendung des Aktes der 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 Atemtätigkeit aber ist es, welche vor allem die stärker auf-tretenden 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 gemäßigt, 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 ventiliert 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 ventiliert 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 Atemübung sich in solchen Ziffern ausdrückt.

Anders wird das Bild, wenn eine heftige Schnelligkeitsübung, die <sup>Atemgang bei heftigen Schnelligkeitsübungen.</sup> Atemgangs 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 Kohlensäuremenge 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 Herzermüdung (s. o. S. 311). 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: Seitenteilen (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 mäßig, sondern mit einer äußersten Willensanstrengung in dem erreichten Höchstmaß von Schnelligkeit noch fortzusetzen

Atemnot  
oder Atem-  
ermüdung.

Nieder-  
hängen bei  
äußerster  
Atemlosig-  
keit.

sucht, können Atemnot und Herzmüdung sich zu einer gefährdenden Höhe steigern: das Bewußtsein schwindet, der überhitzte Läufer oder Radfahrer bricht nieder. Wenn auch selten, sind solche Fälle von Niederbrennen 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. Brieftauben.

Ursache der Atemnot.

Die Erscheinungen der Atemnot werden nach großen Arbeitsleistungen von selbst herbeigeführt durch die Überladung des Blutes mit Kohlensäure. Diese Zunahme der Kohlensäure erregt heftig das Atemzentrum, d. h. diejenige Stelle des Zentralnervensystems, von welcher aus die unwillkürlichen Atembewegungen reguliert werden. Diese Stelle befindet sich im Kopf- oder verlängerten Mark (Übergang vom Rückenmark zum Gehirn) am Boden der vierten Hirnhöhle (s. u. § 214).

### § 160. Der Gaswechsel in den Lungen.

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 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 bis 5 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:

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.

Altersver-  
schiedenheit.

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 um 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.

Verschieden-  
heit nach Ge-  
schlecht und  
Körperver-  
fassung.

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 Zunk 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 Gas-  
wechsels bei  
Muskel-  
arbeit.

Gegenüber der Atmung bei Muskelruhe wächst nach Zunk die Lungenventilation beim Spaziergehen 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 bis 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 Glascheibe können wir uns leicht den Wassergehalt des Atems anschaulich machen. Die Menge des Wassers, welche durch die Atmung aus dem Körper ausgedunstet wird, hat man auf 330–640 g in 24 Stunden berechnet.

Wasser-  
gehalt der  
Luft.

Diese Ausscheidung von Wasser mit der Atmungsluft gestaltet sich verschieden je nach dem Wassergehalt der uns umgebenden 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.

Trockene 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 trockener 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 abgeschlossenen Raum, in dem sich zahlreiche Menschen befinden, wird, wenn nicht für unausgesetzte oder doch häufige Lüfterneuerung 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 Verdauungskanales 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 Raumes bildet der Kohlen säuregehalt einen Gradmesser. Wenn Pottenkoffer 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 vielleicht das Weichardt'sche Kenotoxin (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 bestimmbareren Riechstoffe an sich die Gesundheit zu schädigen vermögen, hat man neuerdings in Zweifel gezogen (Glügge 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 freier 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 „Groschlack“ —, wieder aus dem Körper entfernt werden.

Schädlich 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 eingatmete Staubluft.

Für uns ist hier am wichtigsten die einfache mechanische Wirkung des eingatmeten 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 *Katarrh* 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.

Ansteckungs-  
stoffe im  
Staub.

Tuberkulose.

frankung 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 dahinfrafft: 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 Spundnäpfen 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 Volksheilstätten errichtet, um bei noch leicht Erkrankten die Tuberkulose zur Ausheilung zu bringen. Setzt steht aber auch die erfreuliche Tatsache, daß ein großer Teil der Bevölkerung, selbst wenn er jenen schädigenden Einflüssen ausgesetzt ist und vielfach mit Schwindsuchtskeimen 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.

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 ventiliert wird gegenüber dem Atmen in der Schulbank. Nicht nur das. Die tiefe Einatmung, welche dem Akt der Pressung vorausgeht, starke vorübergehende Atemsteigerung nach Schnelligkeits- oder Kraftübungen sind zweifellos geeignet, in der Luft enthaltene Staubteilchen 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.

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 Matratzen, 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 Matratzen möglichst einzuschränken, wenn nicht überhaupt zu vermeiden.

Dor-  
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 Fugen 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 und hart werden, bevor er benutzt wird. Andernfalls hinterlassen die aufstehenden Geräte sofort dauernde Eindrücke und Gruben in dem Boden.

Der Holzfußboden ist in bestimmten Zwischenräumen — mindestens einmal jährlich, besser jedes Halbjahr — mit Leinöl zu tränken. Teeranstrich färbt den Fußboden unangenehm dunkel, auch wird sein Geruch vielfach geschont. 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.

Der Fußboden der Turnhalle ist täglich wiederholt feucht aufzuwischen und wöchentlich einmal gründlich zu reinigen. Vorbildlich in bezug auf die Reinigung des Fußbodens sind die Turnhallen in Schweden und Dänemark. Am einfachsten geschieht diese Reinigung durch 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 Lauffschritt auf und ab über den Boden der Turnhalle gezogen und in einem blechgefütterten 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, Kesselöfen gewählt werden, deren Beschickung nicht in der Halle selbst, sondern durch die Wand von außen her (vom Flur) erfolgt.

### § 165. Die Übung der Atmung (Atemgymnastik).

Übung der  
Atmung.

Die Übung der Atmung oder die Atemgymnastik wird angewendet:

1. ganz allgemein bei jeder Art von Leibesübungen, welche allseitige Ausbildung aller Organe und Verrichtungen 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 mannigfachste Weise. Die Ziele der Atemgymnastik im einzelnen sind folgende:

Ziele der  
Atem-  
gymnastik.

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 Brustraums 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:

Mittel der  
Atem-  
gymnastik.

Kräftigung  
der Brust-,  
Arm-, Schul-  
ter- und  
Rücken-  
muskeln.

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 ausgesprochener Ausatemungsstellung herabhängt, die Brust schmal und flach ist.

Willkürliche  
Atem-  
bewegungen.  
Einfache  
Atem-  
übungen.

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 abkatzweise erfolgndem Einatmen; mit stoßweise erfolgndem Ausatmen; Atmen mit

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 Atemganges.

a) Erschwerung der Einatmung: eine Art von Widerstandsgymnastik der Atemmuskeln. Hierher gehören z. B. Einatmen durch ein dünnes Rohr (Strohhalin; 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 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, Sagott, Flöte usw. Dabei wird die Ausatemungsluft durch die Tätigkeit der Ausatemmuskeln im Brustraum aufs heftigste zusammengepreßt, 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 zusammenfließen, 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.

Blasen.

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

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 Stuhl-  
 lehnen 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 Erstidter, 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 Sprechenlernen 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

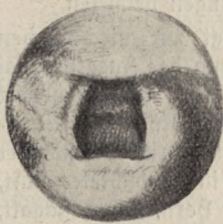


Fig. 327.  
 Einatmung zum Sprechen: stark erweiterte Stimmritze.

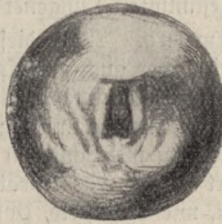
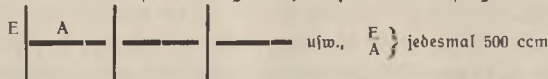


Fig. 328.  
 Ein- und Ausatmung in Ruhe (Normalstellung der Stimmbänder beim Atmen).

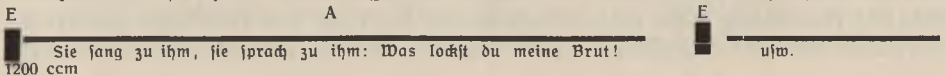
Nach photographischen Aufnahmen aus H. G u h m a n n, Physiologie der Stimme und Sprache.

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 ventiliert, d. h. ein- und wieder ausgeatmet wird, beträgt, wie wir schon (§ 156) 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. 320), 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. 327 u. 328). Diese besondere Art der Sprechatmung ist eine willkürliche (wenn sie auch schließlich halbautomatisch 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:



Für das Sprechatmen indes (z. B. beim Deklamieren eines Gedichtes):





Dementsprechend gestaltet sich auch die Kurve der Bewegung der Brust wie der Bauchwand beim gewöhnlichen Atmen und beim Sprechen oder Singen verschieden (Fig. 329).

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 Atemübung durch Anregung unwillkürlicher Tiefatmung. Die Bedeutung, welche diesen beiden Arten der Atemübung zukommt, rechtfertigt es, daß sie im folgenden eine gesonderte Erörterung erfahren.

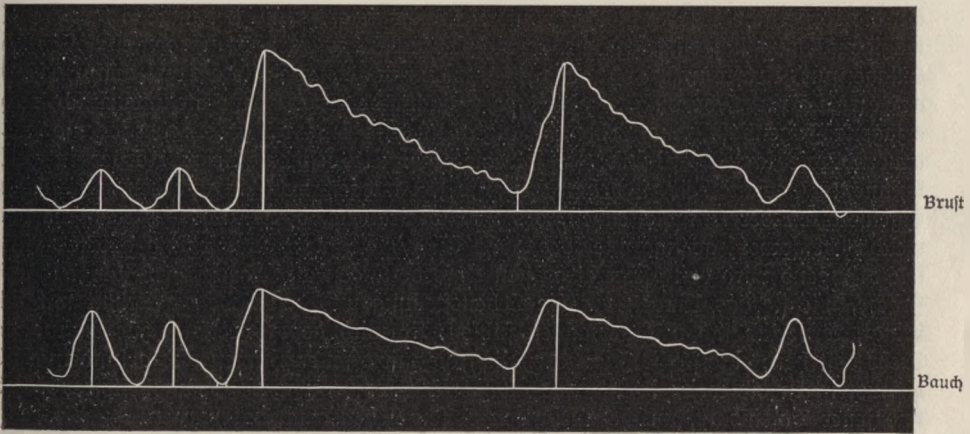


Fig. 329. Kurven der Atembewegungen, an der Bauchwand mittels eines Gürtelpneumographen aufgenommen nach Prof. H. Gußmann. — Die beiden ersten Erhebungen registrieren die gewöhnliche (Ruhe-) Atmung; die beiden folgenden Erhebungen die Sprechatmung.

### § 166. Atemübung 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 Atemumfanges 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 Ergostat von Gärtner (Kurbeldrehung), am Zimmer-Ruderapparat, Holzsägen und ähnliche Bewegungsarten, die große Muskelmassen gleichzeitig zu umfassender rhythmischer Arbeit veranlassen.

Anregung unwillkürlicher Tiefatmung.

Dabei ist zu unterscheiden:

a) Mehr kurzdauernde, bis zur Grenze der Atemerschöpfung hinaufführende Atemsteigerung. Solche tritt stets ein, wenn eine Schnellig-

keitsübung als Höchstleistung ausgeführt wird, also bei schnellstem Lauf (Wettlauf, selbst wenn er nur nach Sekunden zählt), Wetttrudern, 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 Radfahrten 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.

Gesundheit  
im Sinne der  
Leibes-  
erziehung.

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 schwächlicher 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-

Bedeutung  
der vollen  
Lungenent-  
wicklung für  
körperliche  
Leistungsfähigkeit.

keit und ohne Beschwer zu genügen vermag. Der Lungenschwache 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 Volkstrankheit ist so mörderisch. Während bei schlechter Atemtüchtigkeit, bei lahmem herabhängenden Brustkorb oder umgekehrt bei einer in Ausatemstellung verharrenden faßförmigen Brust der in den Luströhren 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 Kohlen säureabfuhr einigermaßen unterhalten können, bis die Lösung der Entzündung den bisher ausgeschalteten Lungenabschnitten ihre natürliche Tätigkeit wieder gestattet.

Deutung  
voller  
Lungen-  
entwicklung  
für Erkran-  
kungen der  
Lunge.

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 ventiliert, 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.

Einfluß der  
Sitzhaltung.

Die zahlreichen Erhebungen unserer Schulärzte haben ziffernmäßig festgelegt, daß in unseren Volksschulen jedes dritte Kind etwa 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.“

Sragen 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

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 Marsche, 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 abzuheken 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 Atemerziehung 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 ebensogut innewohnt als das Gefühl von Hunger und Durst, hat die Natur dem Kinde die Freude am wilden Tummeln, am Rennen und Abheken 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 (nach 1910 verkümmerten die Spielplätze des Zentralausschusses durch die Einrichtung staatlicher Kurse in Preußen), die Zahl der Spielplätze in Deutschland um das Sechsfache vermehrt.

Der Wiederaufbau und die Erhaltung unserer Volkskraft heißt 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 und zwar nicht nur auf dem Papier!

Neben das Spielen tritt dann, etwa vom 10. Jahre ab und namentlich die Entwicklungszeit hindurch, die systematische Pflege des Laufs, vor allem als Dauerlauf, 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. —

Pflege des Laufs.

Endlich sei auch noch hingewiesen auf die trefflichen Einwirkungen, welche namentlich nach den Feststellungen von Roeder und Wienecke sechstägige Wanderungen von 11—14-jährigen 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. Atemübungen im Schulturnen.

Wenn auch die Atemübung 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 erhitztem Zustand, mit noch stark beschleunigtem Puls auf die Schulbank setzen. 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 flügel förmig abstehen, Schultern und Arme kraftlos nach vorn pendeln, bleiben Schnelligkeitsübungen überhaupt zunächst noch wenig wirksam. Denn infolge 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 und der Halswirbelsäule, so daß die Achse der letzteren gleichfalls vornüber neigt, statt

Atemgymnastik im Schulturnen.

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.  
Arme wagerecht nach seitwärts ausbreiten, Handteller nach oben.  
Arme vorwärts oder seitwärts hochheben.  
Die hochgehobenen Arme zum Hinterhaupt führen und die Handteller nach oben drehen.  
Arme mit Stab zur Hochhebhöhe führen und sofort gegen die Schulterblätter senken.  
Armkreisen vorwärts aufwärts.  
Auswärts- und Aufwärtsheben der Arme mit Ferseheben.  
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 Sehnenstand.  
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 Rumpfbeugen nach vorn.  
Schultern nach vorn ziehen.  
Schultern senken.  
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.  
Seitwärtsheben der Arme und Senken der Ferse.  
Senken zu tiefer Kniebeuge.  
Grundstellung und Zurückdrehen der Arme und Hände.  
Senken der Ferse und Wiederabwärtsführen der Hände.  
Wiederaufrichten bis zu leichtem Rumpfsenken vorwärts.

usw.

Atmen und  
Marschieren.

Zwischen solche Atemübungen im Stand kann man auch Marschübungen einschieben derart, 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, welche der Ein- oder der Ausatmung förderlich sind, zweckmäßig hinzutreten.

Ganz langsames 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.

Schon eingangs (S. 19) war gezeigt, daß zu Beginn der Reifezeit die Breitenentwicklung (Gewicht) nicht Schritt hält mit der stark gesteigerten Längenentwicklung, vielmehr um mindestens ein Jahr ihr nachfolgt. Ebenso sahen wir, daß die Größenzunahme des Herzens (Volum) bei beiden Geschlechtern um zwei Jahre etwa vorausgeht dem entsprechenden Dickenwachstum, d. h. Gewicht (S. 295). Ähnlich liegen nun die Verhältnisse bezüglich der Lungen. Mit eintretender Reifeentwicklung, also mit 12 Jahren bei Mädchen, mit 14 Jahren bei Knaben, zeigen die Lungen eine sehr starke Längenzunahme: die Lungenspitzen wachsen über die obere Brustöffnung hinaus und überragen beträchtlich die erste Rippe. Gleichzeitig wird der beim Kinde stark gewölbte Brustkorb flacher unter Senkung der Rippen. Lungengewicht und -volum folgen erst später dieser Längenzunahme. Nach Gundobin beträgt die jährliche Zunahme des Lungengewichts vom 11.—14. Jahre nur 4,5 g, dagegen 181 g im 15. und 96 g im 16. Lebensjahr. Mit Recht bezeichnet Spißky die Periode gesteigerten Längenwachstums bei zurückbleibendem Breitenwachstum in der Reifezeit, zu einer Lebenszeit also, in der die kulturellen Anforderungen an die Ausbildung der geistigen Kräfte sich noch mehren, als einen „schwachen Punkt im Wachstumsystem, auf den besonders bei der körperlichen Erziehung Rücksicht genommen werden muß“. Um so dringlicher erscheint die vorstehend geschilderte Beeinflussung der Lungenentwicklung durch geeignete Leibesübungen, um während dieser Körperkrise Lebensgefährdung durch fehlerhaft krankhafte Brustkorbentfaltung zu verhüten.

Lungen-  
entwicklung  
in der  
Reifezeit.

# V. Haut und Wärmeregulierung.

## § 168. Bau und Tätigkeit der Haut.

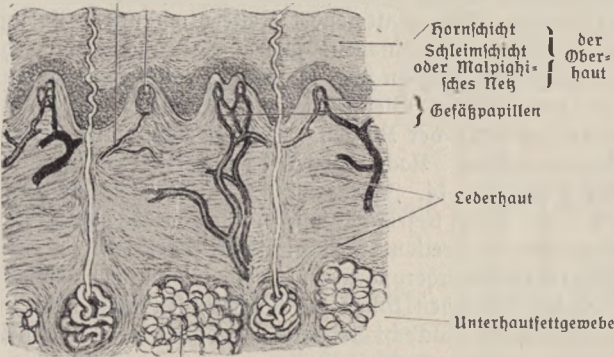
Bau und Tätigkeit der Haut.

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.

Furchen und Runzeln.

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.

Nerv Tastkörperchen      Mündung einer Schweißdrüse



Hautnarben.

Schweißdrüse    Fettzellen  
Fig. 330. Senkrechter Durchschnitt durch die Haut bei etwa 50 facher Vergrößerung.

Ist die Haut durch Verletzung in ihrem Zusammenhang unterbrochen, so schließt sich eine solche Lücke in der Hautdecke von den Rändern der Wunde her durch Überwachsen 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.

Schichten der Haut.

Die Haut besteht aus drei übereinanderliegenden Schichten: erstens der Oberhaut, zweitens der Lederhaut, drittens dem Unterhautfettgewebe (Fig. 330).

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.

Tätigkeit 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 Kohlensäure in ganz geringer Menge aus (man rechnet sie auf nur  $\frac{1}{110}$  der Kohlensäureausscheidung durch die Lungen), ferner Wasserdampf, Schweiß und Hauttalg; außerdem werden durch die Haut ausgeschieden Riechstoffe und, namentlich mit dem Schweiß, 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 Warzen der Oberfläche 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. 331). 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 Zugsplasters 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 blauvioletter 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 Blutumlauf entsteht so ein bräunlichroter warmer Farbton der Haut der betreffenden Körperstellen, gewissermaßen eine Schutzfärbung gegen die Einwirkung blauvioletter 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 Wasserfläche schützt. Dieser braunwarmer Ton setzt sich scharf gegen die Weiße derjenigen Hautstellen ab, welche stets bedeckt getragen werden, z. B. am Rücken. 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 ab-

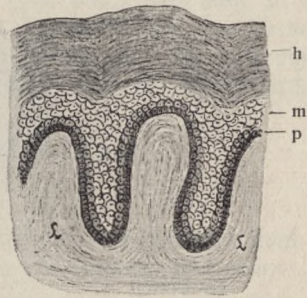


Fig. 331. Senkrechter Durchschnitt durch die Negerhaut. L Hornschicht. m p Malpighisches Netz: m obere, p untere gefärbte Schicht. L Lederhaut.

Oberhaut.

Malpighisches Netz oder Schleimschicht.

Hornschicht.

stoßen. Dafür rückt aus den in fortwährender Vermehrung begriffenen Zellen des Malpighischen Netzes immer neuer Ersatz nach oben. Unsere Haut erneuert sich also unablässig.

### § 170. Nägel und Haare.

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.

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 Nagelsalz

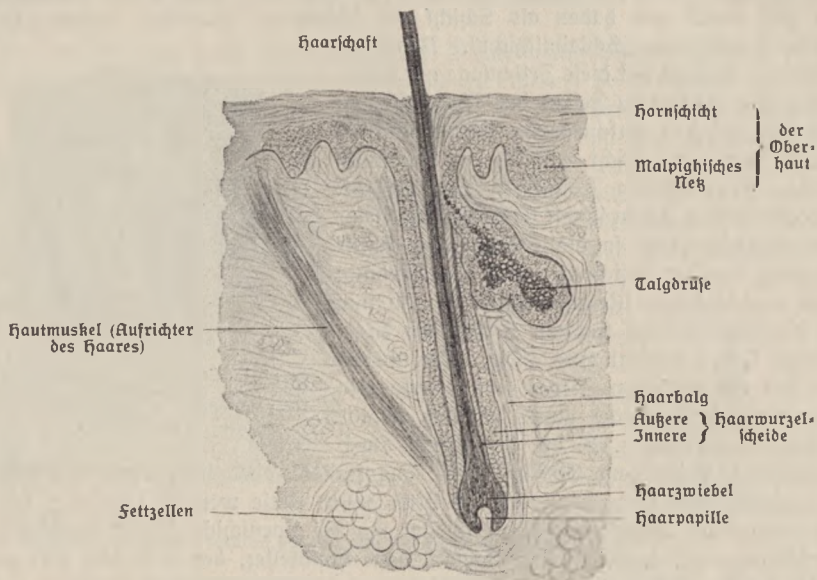


Fig. 332. Senkrechter Durchschnitt durch den Ursprung eines Haares in der Haut. Vergrößerung etwa 75.

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 zarte, 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 (Sig. 332) bei jedem Haare die Haarwurzel, d. h. den in der Haut stehenden Teil des Haares, und den über die Haut hervorragenden Haarschaft, der in die Haarspitze endigt. Die Haarwurzel, an ihrem Ende zur Haarzwiebel verdickt, steckt in einer flaschenförmigen Vertiefung der Haut, dem Haarbalg. Im Haarbalg ist die Haarwurzel umgeben von der Haarwurzel-scheide. In diese münden eine oder mehrere Talgdrüsen, welche mit dem Haartalg, den sie absondern, das Haar ein fetten. Die das Haar zusammensetzenden ver-

hornten 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.

Die Lederhaut besteht aus sehr festem elastischen Bindegewebe, zwischen dessen Züge auch glatte 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 Wärtchen, den Hautpapillen. Man hat deren an der Innenfläche der Finger 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 (Sig. 330), oder auch, in die Oberhaut eindringend, zugespitzt oder in knopfförmigen Anschwellungen, den Nervenendköpfchen, 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

Lederhaut.

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.

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 Falten 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.

Unterhautfettgewebe.

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.

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.

Talgdrüsen.

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 infolge von Verstopfung ihrer Ausführungsgänge, und bilden dann die als „Mitesser“ oder Finnen bekannten Knötchen der Haut. In den Talgdrüsen haust häufig ein kleines milbenartiges Tierchen, der übrigens harmlose *Demodex folliculorum*.

### § 174. Die Absonderungen der Haut.

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:

Oberhaut

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.

Hauttalg.

2. Hauttalg. Der von den Talgdrüsen abgesonderte Hauttalg, welcher Haare und Haut eingefettet und geschmeidig erhält, besteht im wesentlichen aus Fett und Seifen. Besonders zu erwähnen ist die leicht zu größeren Klümpchen sich sammelnde und verhärtende Absonderung der Haut des äußeren Gehörganges, das Ohrenschmalz.

Schweiß.

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 Ausatemungsluft. Diese Schweißmenge kann leicht auf 1500—2000 g in 24 Stunden steigen. Im Dampfbad sammelte Savre 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.

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 Herzthätigkeit, so namentlich bei starker Muskelarbeit; 4. durch seelische Erregung (Angstschweiß); 5. durch bestimmte Arzneistoffe. — Die Anlage zum Schwitzen ist übrigens bei ver-

chiedenen Personen sehr verschieden. Besonders leicht geraten in Schweiß fettreiche Leute mit starkem Wassergehalt der Gewebe.

Der Schweiß ist der verdünnteste aller Körpersäfte und besteht aus Wasser, welches in ganz geringen Mengen feste Stoffe enthält. Diese sind namentlich Kochsalz, Zette und flüchtige Fettsäuren, die den Talgdrüsen entstammen, daher auch eine Schweißhand bekanntlich Fettsflecke 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 abgefordert 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 oder als „Polizeihund“ den Weg eines Verbrechers an dessen flüchtigen Fußspuren verfolgt.

5. Atemgase. Auch durch die Haut wird Kohlensäure und Wasserdampf ausgeschieden und Sauerstoff aufgenommen. Indes ist diese Atemtätigkeit der Haut (die „insensible Perspiration“) 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 unerseßlicher 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, wie denn auch Tiere, denen man menschlichen Schweiß einspritzt, Vergiftungsercheinungen zeigen.

## § 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 Zuckertlösung eine Wärmeerhöhung von mehr als 14° C; bei den BlütKolben 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 so, daß die geringste Körperwärme morgens etwa 3—6 Uhr vorhanden ist, und zwar im Mittel 36,7°, während die Körperwärme von da langsam ansteigt bis 37,5° von 5—7 Uhr nachmittags. Von da an sinkt sie wieder langsam. — Die Abweichungen von diesen Zahlen sind nur gering.

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 Sieber nennen. — Steigt die Körperwärme im Sieber 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.

Die verschiedene Füllung 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 Hitzschlag, der unten kurz besprochen werden soll.

Verengerung und Erweiterung der Hautgefäße durch Nerven einfluß.

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 gewissermaßen ein Mosaik verschieden empfindender, also Wärme- und Kältepunkte. Letztere überwiegen. So kommen z. B. am Unterschenkel auf 10 qcm Haut 23 Kälte- auf 4 Wärmepunkte (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 be-

stimmt seelische Vorgänge durch Nerveninfluß 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 Kopfsaare 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 friische Bewegung läßt stärkere Kältegrade leichter 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 Wärmeanstauung 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 trockener, 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 trockene 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 gelodarter 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 Erholung geht bei Hitzschlag sehr langsam vor sich. Der Tod kann noch nach Stunden eintreten. — Über die erste Hilfe bei Hitzschlag siehe Anhang.

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 Be-

wegung 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 Auflegen eines weißen Tuches; Einlegen feuchter Blätter in den Hut.

Im ganzen ist der Hitzschlag gefährlicher als der Sonnenstich; hinterläßt auch nach Abwendung der unmittelbaren Gefahr weit längere Abspannung und Mattigkeit.

### § 177. Leibesübung im Freien in den verschiedenen Jahreszeiten.

Leibesübung  
im Freien in  
den ver-  
schiedenen  
Jahres-  
zeiten.

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  $27,5^{\circ}\text{C}$  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 erschöpfende 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  $+6^{\circ}\text{C}$ , während wir uns wohl fühlen und angewärmt sind von der strahlenden Winter Sonne an einem trockenen Wintertage mit  $-5^{\circ}\text{C}$ .

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 niedriger Luftwärme vermehrt dagegen Luftbewegung die Abkühlung zu sehr und verursacht bald Kälteempfindung. Stark, ja unangenehm empfindlich fühlt 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 und kalte 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.

Gründe der Gesundheit, Sittlichkeit und Schönheit zwingen uns, den Körper mit Kleidungsstücken mehr oder weniger zu umhüllen. Die Befriedigung des Schönheitsfinns 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 Haarleid wie den Tieren gegeben ist, zwingt, 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 abzugehende 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.

Am schlechtesten leiten und wärmen am meisten, weil viele Luft zwischen sich fassend: Pelzwerk, Daunen, 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 plötz-

Die  
Kleidung

Wärme-  
verlust durch  
Strahlung  
und Leitung.

Aufnahme  
und Ver-  
dunstung von  
Flüssigkeit.

lich 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.

Unter-  
kleidung.

1. Hinsichtlich der Unterkleidung 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.

Glatte 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 Unterkleidung 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 fiele.

Ganz zu verwerfen ist das Tragen gebügelter und gestärkter Unterkleidung. 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.

Ober-  
kleidung.

Auch die Oberkleidung muß luftdurchlässig sein. Dieser Bedingung genügen die gebräuchlichen Tuche übrigens in den meisten Fällen. Anders verhält es sich mit den Futterstoffen für die Oberkleidung. 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“ 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 locker gewebten Stoff, z. B. leichtem Flanell, ersetzt werden.

### § 179. Kleidung bei Leibesübungen.

Kleidung  
bei Leibes-  
übungen.

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 Sport-

kleidung 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 ehemals Jahn 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 ausgesetzt 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 Nacktturnens. Daß das Nacktturnen — wobei nur eine leichte Badehose getragen wird — neuerdings immer mehr in Aufnahme kommt, ist lebhaft zu begrüßen. Schüler sollten bei wärmerer Jahreszeit wenigstens den ganzen Oberkörper in der Turnstunde entblößt tragen. Im übrigen haben sich bei Leibesübungen mit Recht die porösen und leichten Stoffe, wie sie namentlich aus Baumwolle, Wolle, gewebt oder gestrickt, in so mannigfacher Art gefertigt werden, allenthalben Eingang verschafft. Namentlich der Flanell und die verschiedenen Trikotgewebe 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 Halskragen 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, etwa bis zur Mitte des Oberschenkels reichend, am zweckmäßigsten. Dazu werden bei Vorführungen ganz kurze, zum Anfang der dicken Wade reichende Strümpfe getragen, 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 ziemlich am Schwinden.

Übereinstimmung herrscht heute in der Bekleidungsfrage bei Übungen wie Turnen, Radfahren und Spielen für das weibliche Geschlecht. Steife Korsette sind hier ebenso zu verwerfen als der einpressende Druck von Unterröcken, die über den Hüften fest umgeschnürt sind. Hygienisch richtige Unterkleidung macht die Unterröcke entbehrlich. Das Oberkleid besteht zweckmäßig aus loser Bluse sowie dem sogenannten Rock (weite und faltige, bis zum Knie hinabreichende Pump hose), wenn nicht einfach nur eine Kniehose getragen wird, und die Beine im übrigen nackt bleiben.

Für Wander- und Bergfahrten, größere Radausflüge usw. ist auf Gesundheitsmäßige Bekleidung erst recht großes Gewicht zu legen. Poröse Unterkleidung, z. B. Nejjacke aus Flachsfaser, darüber Hemd aus Reformbaumwolle hat sich vielfach bewährt. Die Oberkleidung besteht am besten aus gewebtem oder gestricktem 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 Porosität und Durchlüftbarkeit, und zwar um 10 % etwa, hebt aber die Ventilation durch die Kleidung

Turn- und Sportkleidung.

Frauenkleidung bei Leibesübungen.

Kleidung bei Dauerübungen.

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.

Erkältung  
und Ab-  
härtung.

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 heranzüchtet. 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 Schrecken der Zugluft, der schnellen Abkühlung nach Erhitzung usw. zu leeren Gespenstern werden.

Abhärtung.

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 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 zubringen 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 Winterfalte 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 Schlafräum zu — und ob man dort verdorbene überwarme Luft einatmet oder stets frisch erneuerte, das macht für das körperliche Wohlsein 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 Wohltat 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.

Von den Ausscheidungen der Haut dünsten 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.

Hautpflege durch Bäder.

Die hergebrachte Form dafür ist das warme Wannnenbad. Soll aber ein jeder im Volke, jung wie alt, regelmäßig die Wohltat eines lauwarmen Reinigungsbades genießen, so ist das Wannnenbad 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 Duschebad 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 Einrichtungen.

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

Warme Reinigungs-  
bäder.

Wirkungen  
der kalten  
Bäder.

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 Speckschicht 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, empfiehlt es 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 Nervenreiz gibt die Empfindung wohltuender 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 etwa 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 Zusammenziehung 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 III noch zurück.

Wird das kalte Bad zu lange ausgedehnt, so folgt statt der wohltuenden Erwärmung nach dem Bade länger dauernde Kälteempfindung, Froststarre und Steifigkeit. Bläßwerden 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.

Dauer  
des Bades.

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. —

Seebad.

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 Brausebads 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.

Brause.

Weit bekömmlicher, überall und jederzeit anwendbar ist dagegen die naßkalte 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“).

Kalte  
Abreibung.

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.

# VI. Verdauungsorgane, Stoffwechsel und Ernährung.

## § 182. Die Kraftquellen unseres Körpers.

Kraftquellen  
des 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 Spannkräfte umgesetzt. Die so gebildeten, an aufgespeicherter Spannkräfte reichen Verbindungen sind teils stickstoffhaltige, wie die Eiweißstoffe, teils stickstofflose, wie die Fette, und die zucker- oder stärke-mehlhaltigen Stoffe, die sogenannten Kohlehydrate.

Verwandlung  
der lebendigen  
Kraft  
der Sonne in  
chemische  
Spannkraft  
bei den  
Pflanzen.

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 schließlich zu Kohlensäure, Wasser und Harnstoff abgebaut, welche letzterer, aus dem Körper ausgeschieden, dann bald noch in Kohlensäure und Ammoniak weiter zerfällt. Das sind also dieselben einfachen Stoffe, aus welchen die Pflanze Eiweiß, Fett und Kohlehydrate aufbaut. Während aber die Pflanze bei jenem Aufbau komplizierterer Stoffe aus einfachen die lebendige Wärme in Form chemischer Spannkräfte aufspeicherte, werden im Tierkörper bei der Verbrennung oder dem Abbau dieser Stoffe die der Sonnenwärme entstammenden Spannkräfte wieder frei, so daß sie in das entsprechende Maß von Wärme und Arbeit umgesetzt werden können.

Umsetzung  
der  
chemischen  
Spannkraft  
in Arbeit  
und Wärme.

„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 Aukniebung geschickt niedergelegt werden.“ (Jul. Robert Mayer, Entdecker des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft, 1845.)

## § 183. Aufgabe der Verdauung.

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 Geweben 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 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 nur wenig verdaulich sind und meist



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

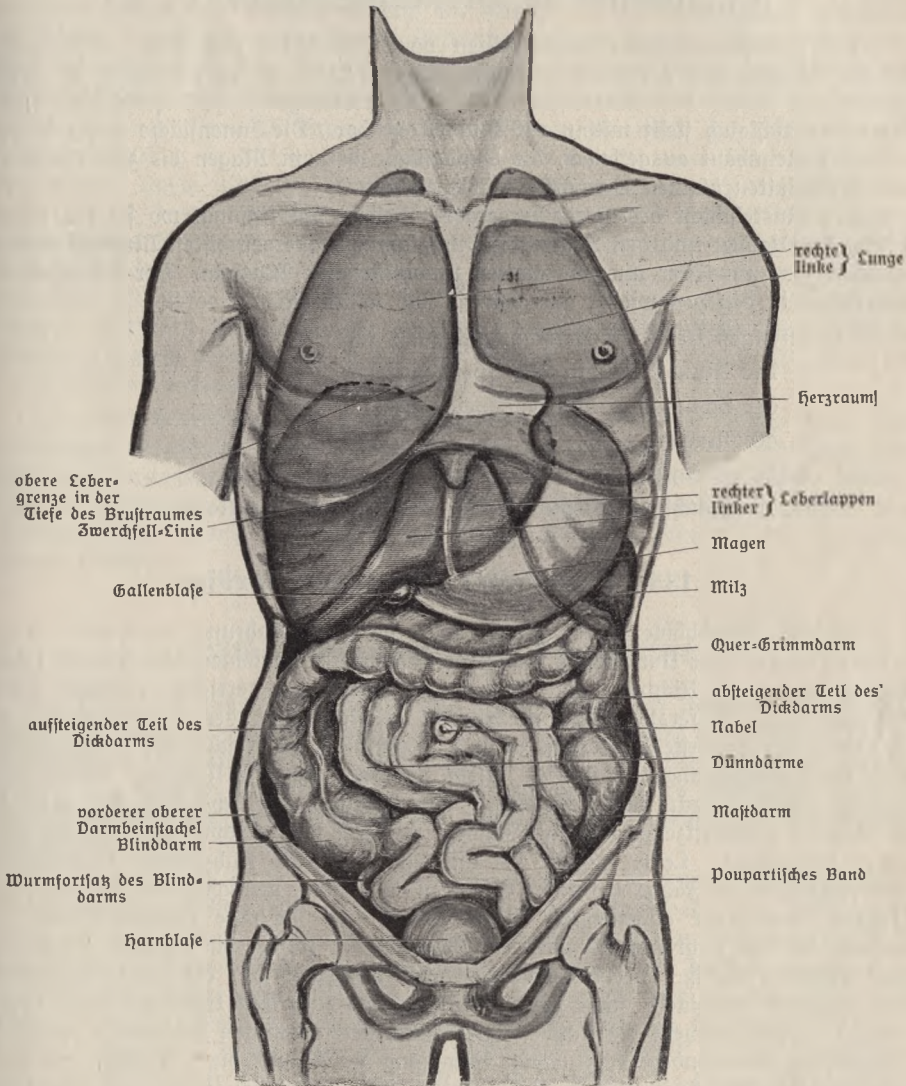


Fig. 333. Übersicht der Lage der Baucheingeweide.

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 Verdauungs-

organe 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.

### § 184. Übersicht der Verdauungsorgane (Fig. 333).

Übersicht der  
Ver-  
dauungs-  
organe.

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 Afters 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.

### § 185. Mundhöhle und Speicheldrüsen.

Mundhöhle  
und Speichel-  
drüsen.

In der Mundhöhle (s. o. § 149) wird die feste Nahrung durch die Kau- bewegungen des Unterkiefers gegen den Oberkiefer zerkleinert, durchtrennt (Beiß- bewegung in der Richtung von unten nach oben) und zerrieben (seitliche Mahl- bewegung des Kiefers). Diese mechanische Verkleinerung der Speisen durch das Kauen ist das allererste Erfordernis zu ihrer Verdauung. Zahlreiche Magenerkrankungen 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 (Zahn- faries). 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 Schulzahnärzte und „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. 205); 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 1000—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, zusammenlebt 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 (Fermenteinwirkung) eines im Mundspeichel enthaltenen besonderen Enzyms, des Ptyalins.

Bei dieser Herrichtung des gekauten Bissens leistet auch die Zunge durch ihre Bewegungen wesentliche Dienste, indem sie während des Kauens die nicht ganz zerfleinerten Nahrungstoffe 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. 317) heißt der Schlundkopf. Sein mittlerer und Hauptteil ist die Rachenhöhle, die sich nach oben in den Nasenrauchenraum fortsetzt. In den Schlundkopf münden von vorn her die Nasenhöhlen, darunter die Mundhöhle und unten der Kehlkopfeingang. Hinter dem Kehlkopf mündet der Schlund (faucis) 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 (Schlundschwürer) 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 in den Kehlkopf nehme, werden gleichzeitig Nasen- und Mundhöhle durch Zusammenziehung der Gaumenbögen und des Gaumensegels, der Kehlkopf durch den Kehlkopfdeckel geschlossen.

Schling-  
bewegung.

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. 219).

Die Speiseröhre verläuft, der Wirbelsäule aufliegend, hinter der Luftröhre in den Brustraum und gelangt zum Magen, nachdem sie das Zwerchfell durchbohrt hat.

### § 187. Der Magen (Fig. 334, 335).

Der Magen.

Der Magen ist die größte Erweiterung des Verdauungsschlauches und ist un mittelbar 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.

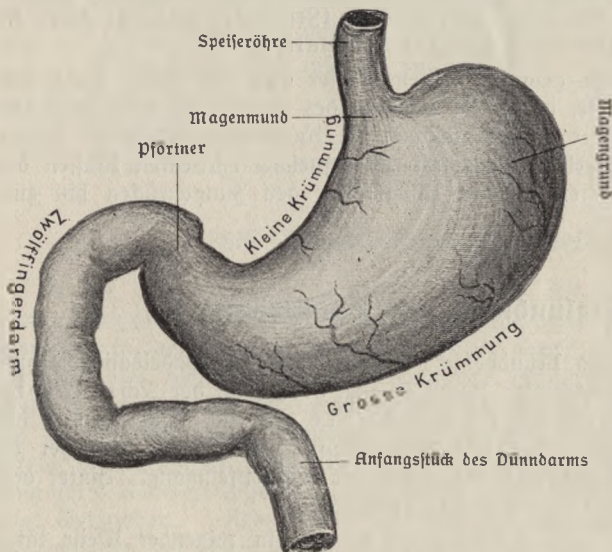


Fig. 334. Magen und Zwölffingerdarm.

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 halbkugeligen, nach links gewendeten Blindsaek, den Magengrund (fundus ventriculi). Vom Magengrund 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 Darmanal hin heißt der Pfortner (pylorus) des Magens und wird von einer starken ringförmig verlaufenden Muskelfaserschicht umkreist. 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.

Muskeln des Magens.

Mehrere Schichten von Fasern glatter Muskeln sind in die Magenwände eingebettet. Diese Muskelzüge verlaufen teils quer oder ringförmig um den Magen, teils in der Längsachse, teils in schiefer oder schräger Richtung. Der erwähnte Schließmuskel des Pfortners ist besonders stark entwickelt.

Die Bewegungen, welche die Magenmuskeln ausführen, bezwecken 1. die eingeführten Speisen allseitig mit der Absonderung der Magenwände, dem Magen-<sup>Magen-</sup>saft, 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 Glas-<sup>Magen-</sup>kugeln 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 Magen-<sup>Magen-</sup>saft 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.

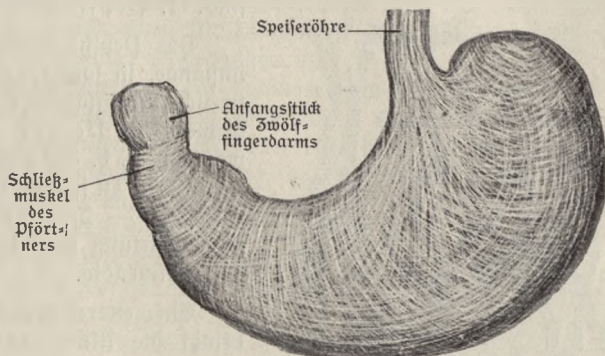


Fig. 335. Verlauf der Hauptmuskelfaserzüge des Magens.

2. Die andere Art von Magenbewegungen bezweckt die Fortbewegung des Mageninhalts in den Darmkanal. Diese Bewegung, schubweise erfolgend, schnürt den Magen fortlaufend vom Magengrund 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 Schließ-<sup>Erbrechen.</sup>muskel 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.

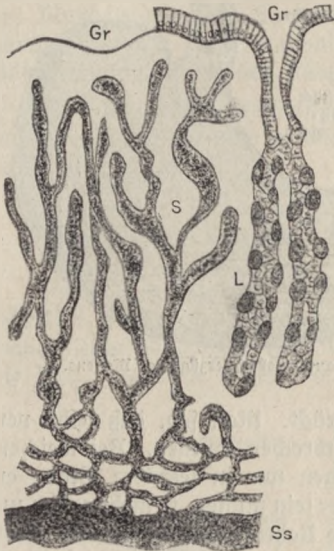
## § 188. Die Magenschleimhaut und die Magenverdauung.

Die Magenschleimhaut ist außerordentlich blutreich und enthält dichtgedrängt zahlreiche, meist schlauchförmige Drüsen, von denen die Labdrüsen, die am dichtesten im Magengrund vorkommen, besonders hervorzuheben sind. Man hat ihre Zahl auf fünf Millionen beim Erwachsenen bestimmt (Fig. 336). <sup>Magen-</sup>schleimhaut.

Die Drüsen der Magenschleimhaut sondern einen klaren farblosen Saft, den <sup>Magen-</sup>saft ab. Er ist besonders reichlich während der Verdauung vorhanden, während bei ganz leerem Magen kein Magen-<sup>Magen-</sup>saft abgesondert wird. Die Menge

des abgeforderten Magensaftes stimmt. Die hervorstechendsten

wird beim Menschen auf etwa 1500 ccm be- und wirksamsten Bestandteile des Magensaftes sind: 1. Pepsin und 2. freie Salzsäure.



Magen-  
verdauung.

Fig. 336. Querschnitt durch die Magen-  
schleimhaut. — Gr = Grübchen an der Ober-  
fläche der Schleimhaut, L = Labdrüse,  
S = Saug- oder Lymphgefäße, Ss = Lymph-  
gefäßstämmchen.  
Schematisch. — Vergrößerung etwa 150.

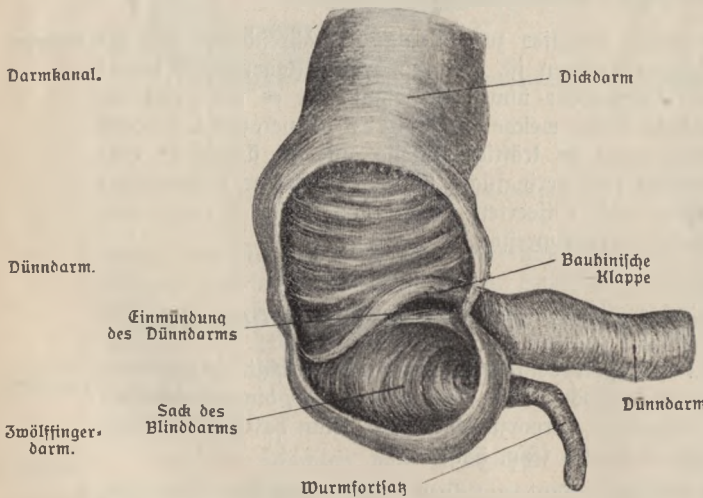
Das Pepsin ist bei Anwesenheit von Salzsäure imstande, in saurer Lösung gequollene Eiweißstoffe, tierische wie pflanzliche, sowie Leim und Leimgebendes Gewebe in Pepton (und Leimpepton) zu verwandeln, d. h. das Eiweiß der Nahrung in eine lösliche Form zu spalten und der Verdauung entgegenzuführen. — In neutraler Lösung übt das Pepsin keine Wirkung aus: die Anwesenheit von Säure ist also notwendig. —

Ein weiteres Enzym des Magens, das Labenzym, bringt die Milch zum Gerinnen (zu Kasein oder Käsestoff).

Endlich ist im Magen ein Enzym vorhanden, welches Fette in emulgiertem (feinstverteilter) Zustand zu zerlegen vermag in Fettsäure und Glycerin. —

In der Hauptsache findet also im Magen eine Umwandlung (beginnende Verdauung) von Eiweißstoffen in Peptone statt. Dazu kommt in zweiter Linie noch die Gerinnung von Milch sowie die Zerlegung von bereits emulgiertem Fett. —

Die weitere Spaltung des Eiweißes sowie die Verdauung der stärkeemehlhaltigen Stoffe und Fette vollzieht sich erst weiter im Darmkanal.



Darmkanal.

Dickdarm

Dünndarm.

Bauhinische  
Klappe

Einmündung  
des Dünndarms

Zwölffinger-  
darm.

Sack des  
Blinddarms

Dünndarm

Wurmfortsatz

Fig. 337. Übergang des Dünndarms in den Dickdarm.  
Die vordere Wand des Blinddarms ist abgetragen, um einen Blick in  
das Innere zu erhalten.

## § 189. Der Darmkanal.

Der am Pförtner 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 Quersfinger breit und nach rechts hin hufeisenförmig gebogen, heißt der Zwölffingerdarm. In ihn münden die beiden größten Drüsen des Körpers, die Leber und die Bauchspeicheldrüse, um ihre Absonderungsflüssig-

keiten, die Leber mittels des Gallenganges die Galle, die Bauchspeicheldrüse 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 zahlreichen Windungen die Bauchhöhle ausfüllt und mittels des Gefäßes an der Wirbelsäule aufgehängt ist.

In der rechten Darmbeingrube geht der Dünndarm in den Dickdarm über (s. Fig. 337), 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 Blindsaft 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.

Die Schleimhaut (Fig. 338) 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.

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

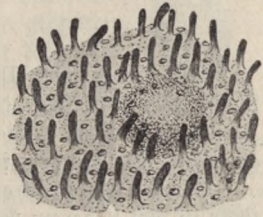


Fig. 338. Ein Stück Dünndarm-schleimhaut bei Vergrößerung mit starker Lupe. Zahlreiche Darmzotten, in der Mitte eine Enimphrüse.

Dickdarm.

Blinddarm  
und Wurm-  
fortsatz.

Mastdarm.

Leber.

Gallenblase  
und  
Gallengang.

Galle.

der täglich abgeordneten Galle schätzt man im Mittel auf 500 bis 1100 ccm. Die Galle trägt zur Verdauung der Fett bei. Im übrigen ist die Leber eine Art Vorratskammer des Körpers, in der namentlich Kohlehydrate (Glykogen oder Muskelstärke), ferner Fett, vielleicht auch Eiweißstoffe abgelagert werden, die dann dem Körper nach Bedarf allmählich zufließen.

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 im Mittel auf 400 ccm geschätzt) dem Darmkanal zuführt, mündet im Zwölffingerdarm dicht neben der Mündung des Gallenganges.

### § 191. Darmverdauung.

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 abgeordnete Darmsaft.

Bauchspeichel.

Der Bauchspeichel besitzt durch seine in ihm enthaltenen Enzyme zunächst, und zwar in viel höherem Grade als der Mundspeichel, die Fähigkeit, Stärke- oder Kohlehydrate in Dextrin und weiter in Zucker umzuwandeln und löslich zu machen. Ferner vermag der Bauchspeichel (durch das in ihm enthaltene Trypsin) die Eiweißstoffe, die im Magen bereits in Peptone umgewandelt waren, noch weiter zu spalten in Aminosäuren (s. u. § 195). Endlich spaltet der Saft der Bauchspeicheldrüse Fettstoffe in Glycerin und freie 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 von der Bauchspeicheldrüse abgeordneten Bauchspeichel sowie der Galle ebenfalls eine verdauende Wirkung zu, in geringem Maße auf stärke-mehlhaltige Stoffe und auf fein verteiltes Fett. Dagegen vermag der Darmsaft durch ein besonderes Enzym (das Erepsin) Peptone in Aminosäuren zu spalten. So kann also das Eiweiß in Magen und Darm durch Pepsin (Magen), Trypsin (Bauchspeicheldrüse) und Erepsin (Darmsaft) stufenweise bis zu den letzten Bausteinen, den Aminosäuren, abgebaut werden.

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 Milchnahrung gibt die wenigsten, Pflanzenkost die meisten festen Rückstände.

### § 192. Aufsaugende Tätigkeit der Verdauungsorgane.

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 Zuckertösungen, Alkohollösungen sowie Gifte und Arzneistoffe zur Aufsaugung gelangen.

Am bedeutendsten ist indes die Aufsaugung in den Zotten des Dünndarms (s. Fig. 339). Jede dieser Zotten besitzt in ihrer Achse einen Lymphraum, der sich durch die bedeckende Zellschicht der Zotte hindurch vollsaugt mit gelösten Eiweißstoffen (Peptonen), gelösten Kohlehydraten 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 glatten 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.



Fig. 339. Eine Dunndarmzotte, in der Mitte der Lymphgang, von glatten Muskelfasern umgeben.

### § 193. Die Milz. (Fig. 340.)

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, wobei das freigemachte Eisen dieser im Körper zurückgehalten und wieder neu verwendet wird. 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 vorauszu laufen und große Dauerleistungen auszuführen hatten, die Milz ausgeschnitten worden sei. Srix Reuter hat es in seinem „Dorchläuchting“ ergötzlich verwertet.

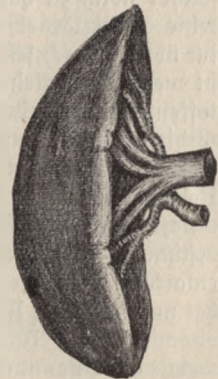


Fig. 340. Die Milz mit zugehörigen und abführendem Blutgefäß.

Milzstechen.

### § 194. Grundstoffe der Ernährung.

Alle Lebensvorgänge in unserem Körper sind in letzter Reihe 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,

Grundstoffe der Ernährung.

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:

Eiweißstoffe.

1. Tierische oder pflanzliche Eiweißstoffe. Sie sind unerlässlich zum Aufbau und zur Erhaltung der Organe, denn alle Zellen des Körpers enthalten Eiweiß.

Sette  
und Kohle-  
hydrate.

2. Sette und Kohlehydrate. Die Sette sind teils tierischen Ursprungs (Schmalz, Talg, Butter, Tran usw.), teils pflanzlichen (Olivenöl, Rüböl, Kakaobutter, Erdnußöl, Palmöl usw.). Die Kohlehydrate entstammen mit Ausnahme des Milchzuckers sowie des in der Leber, auch aber im Fleisch enthaltenen Glykogens oder der Muskelstärke lediglich dem Pflanzenreich. Dahin gehören die verschiedenen Zuckerarten, Stärke, Dextrin oder Stärkegerummi, Pektinstoffe usw.

Die Kohlehydrate dienen in erster Linie der Erzeugung von Wärme und mechanischer Arbeit, zum Teil auch die Sette, welche oft stark im Körper sich angespeichert finden.

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.

Vitamine.

5. Vitamine. Es scheint der Körper für seinen Unterhalt und vor allem für sein Wachstum noch gewisse, chemisch noch nicht sicher bestimmte Stoffe oder Umwandlungen solcher nötig zu haben, die wir Vitamine nennen. Sie sind stickstoffhaltig, stellen aber keine Eiweißkörper dar. Man unterscheidet mehrere Arten von Vitaminen; kennt aber im übrigen noch sehr wenig von ihrer chemischen Zusammensetzung. Vitamine kommen in wechselnder kleiner Menge vor in den Getreidearten, im Brot, in Gemüsen, Kartoffeln, Linsen usw., sowie auch in tierischen Lebensmitteln, so im Rindfleisch, im Gehirn von Rind und Schaf, im Fischfleisch, im Eigelb, in der Milch usw. Als besonders vitaminreich gelten Möhren und Tomaten. — Beim Reis sind Vitamine in der Reishülse (Kleie), nicht aber im enthülsten sog. polierten Reis enthalten. Bei Menschen, welche, wie viele Asiaten, in der Hauptsache von enthülstem Reis leben, treten häufig bestimmte Krankheitserscheinungen ein, wie Lähmungen, Muskelschwund, Herzentartung usw. Diese gefürchtete Erkrankung wird „Beri-Beri“ genannt. Ihr Auftreten hat man mit dem Mangel an Vitaminen in Verbindung gebracht, da sie bei dem Genuß vitaminhaltiger Nahrungsmittel nicht eintrat oder schwand. Jedenfalls ist die Rolle, welche die Vitamine im Haushalt des Körpers spielen, noch nicht genügend aufgeklärt. —

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 durch 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 um-  
 gesetzt und umgeschmolzen werden. Die Reservestoffe bilden somit einen Schutz für  
 die Gewebs- oder Baustoffe des Körpers.

Die Gefühle des Hungers und des Durstes sind ein Regulator für die  
 Ernährung. Denn sie bringen die Notwendigkeit erneuter Nahrungs- oder Wasser-  
 aufnahme 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.

Unsere Nahrungstoffe 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 Sette 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 Stick-  
 stoffs und des Kohlenstoffs läßt sich die Menge der im Körper umgesetzten stickstoff-  
 haltigen und stickstofflosen Stoffe berechnen. Sollen Ausgabe und Einnahme sich  
 decken und Gleichgewicht des Stoffwechsels vorhanden sein, so muß die ein-  
 zuführende Nahrung mindestens so viel Stickstoff und Kohlenstoff enthalten, als im  
 Harn und mit der Atmung ausgeschieden werden.

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  
 (Sleich pflanzenfressender Tiere) in den Körper des Menschen aufgenommen, unter-  
 liegen 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

Hunger- und  
 Durstgefühl.

Grundstoffe.

Gleich-  
 gewicht des  
 Stoff-  
 wechsels.

Energie-  
 wechsel usw.

Assimilation.

1. die Assimilation, d. h. die Umwandlung der Nahrungsstoffe in Bestandteile des Körpers durch die Verdauung. Diese Umwandlung wird bewirkt durch besondere Stoffe, die wir Enzyme oder Fermente nennen. Kleinste Mengen dieser reichen hin, um chemische Umsetzung großer Stoffmengen herbeizuführen. Allerdings wirkt jedes Enzym 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 zersetzen.

Enzyme.

Zerlegung des Eiweißes.

Wir haben Enzyme, die Eiweiß zerlegen. Davon ist das von den Magendrüsen gelieferte Pepsin bereits genannt. Ebenso ist im Magen das Lab, welches aber nur auf den Eiweißstoff der Milch, das Kasein (Käsestoff) wirkt. Ein Teil Labenzym kann 800 000 Teile Käsestoff fällen. Im Darmsaft sind es noch zwei Enzyme, welche das Eiweiß zerlegen und aufspalten.

Zerlegung der Kohlehydrate.

Von den Enzymen, 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.

Spaltung des Fettes.

Endlich ist es ein Enzym im Darmsaft, welches Fett in Fettsäure und Stearin zerlegt.

Synthese

2. Aufbau (Synthese). Wenngleich die Nahrungsstoffe 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 Nahrungsstoffe sind für den menschlichen Körper artfremde und müssen, um Bestandteile des menschlichen Körpers zu bilden, in menschliche, d. h. arteigene umgewandelt werden. 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.

Eiweißsynthese.

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] 11—14000), welches eine Verkettung von sogenannten Aminosäuren darstellt. Diese sind in den verschiedenen Eiweißarten in durchaus verschiedenen Mengenverhältnissen und Verkettungsformen 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 stellte sich heraus, daß die Möglichkeit der Umwandlung des Nahrungseiweißes, die man als dessen „biologische Wertigkeit“ bezeichnete, für die verschiedenen Eiweißarten sehr verschieden ist. Sie beträgt nach Thomas für das Eiweiß von

Biologische Wertigkeit.

verschiedenen Eiweißarten sehr verschieden ist. Sie beträgt nach Thomas für das Eiweiß von

Rindfleisch, Schellfisch, Milch . . . . .	100
Reis . . . . .	89
Kartoffel . . . . .	etwa 70
Spinat . . . . .	64
Erbjen . . . . .	54
Weizenmehl . . . . .	37—49
Mais . . . . .	30—40.

Wer seinen Eiweißbedarf mit Fleisch deckt, braucht dafür 2—3 mal 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 Ausnutzbarkeit 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.

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 artemogene 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 Reservevorrat sei es bei Hunger, sei es bei angestrenzter Muskelarbeit zu dienen.

Synthese bei Kohlehydraten und Fett.

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.

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 Fett verbrennen zu Kohlenäure und Wasser. —

Abbau oder Dissimilation.

### § 196. Kostmaß und Nahrungsverbrauch.

Nicht willkürlich, wie der dänische Arzt Hindhede in seinem vielgelesenen Buch „Eine Reform unserer Ernährung“ es hinzustellen beliebte, 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

Mittleres Kostmaß der Erwachsenen.

Eiweißstoffe . . . . .	118 g
Fett . . . . .	100 „
Kohlehydrate . . . . .	440 „

entsprechend einem Brennwert von 3000—3500 Kalorien (s. u.). Es gibt Arbeiter, deren gewohntes Kostmaß einem viel größeren Brennwert entspricht und 158—177 g Eiweiß, 124—196 g 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 (L. Bleibtreu und Bohland), 2,0—2,5 g bei schwerer Arbeit (Hueppe).

Maß der Eiweißzufuhr.

Insofern das Eiweiß bestimmt ist, den Stickstoffbedarf des Körpers zu decken, kann sein Kostmaß nicht übermäßig herabgesetzt werden ohne Derringerung des Eiweiß-

gehaltenes 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 Volkskreisen eine weit über den Bedarf hinausgehende Zugusernährung gang und gäbe. Immerhin zeigten die weithin eingetretene Unterernährung sowie das Anwachsen der Tuberkulose, daß man nicht ungestraft das tägliche Kostmaß allzusehr verringern kann.

Isodynamie  
der Nahrungsstoffe.

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.

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, das im Verhältnis am reichsten an Kohlenstoff ist, in der Nahrung 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 Kohlensäure 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 "

Bedarf an  
Wärme-  
einheiten.

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.

### § 197. Die Hauptnahrungsstoffe 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.

Hauptnahrungsstoffe.

Wir teilen sie in tierische und pflanzliche Nahrungsmittel. Erstere bestehen vorwiegend aus Eiweiß, Fett und Wasser, wozu dann noch die als Asche bezeichneten 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.

Tierische Nahrungsmittel.

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) Holzfaser hinzu.

Pflanzliche Nahrungsmittel.

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.

I. Tierische Nahrungsmittel.	Wasser %	Eiweiß %	Fett %	Kohlehydrate %	Asche %	Holzfaser %
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	—
Hühnerei . . . . .	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	—

## II. Pflanzliche Nahrungsmittel.

	Wasser %	Eiweiß %	Fett %	Kohlenhydrate %	Fasche %	Holzfaser %
Seines 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 förderlichsten, 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 Völkerstämme, 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.

Ausnutzung  
der  
Nahrungs-  
mittel.

Für 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 oft 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 Butterfäuregärung, erzeugen dort Gasanhäufung, Leibschneiden und dünne Darmentleerungen, mit denen reichlich Nahrungsmittel unverdaut abgehen.

Folgende Übersicht gibt Rubner über die Ausnutzung einer Reihe von Nahrungsmitteln.



Es werden nicht ausgenutzt:	Don der Trocken- substanz: %	Don dem darin enthalt. Eiweiß: %	Don den darin enthalt. Kohlenhydraten: %
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 Maffaroni . . . . .	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
Wirfing . . . . .	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.

Zubereitung  
der Speisen

Für 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- 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 Speiselduft in den Dämpfen einer warm zubereiteten und aufgetragenen Speise bemerkbar. Das so erweckte Wohlgefühl steigert nicht nur die Eßlust, sondern bewirkt auch durch Nervenregung eine stärkere Absonderung von Mundspeichel, sowie von Magensaft, was eine wesentliche Förderung der Verdauung bedeutet.

Insofern 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 Schmachthaftigkeit 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.

Salze und  
Gewürze.

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 Fette flüssig und macht diese damit genießbarer und schmachthafter. 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.

Temperatur  
der Speisen  
und  
Getränke.

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 beförmlich 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.

Zahnpflege.

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 Brotkruste u. dgl., dar.

Mechanischer Reiz der Speisen.

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 Wohltat sein, ihm Nahrungsmittel zuführen zu können, welche die Verdauungstätigkeit im denkbar geringsten Maße beanspruchen — für den Gesunden ist solche Art der Ernährung grundsätzlich verkehrt, weil schließlich schadenbringend.

## § 200. Die Genußmittel.

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.

Fleischbrühe.

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 Herztaetigkeit 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, der Kakaο und die Kola.

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, Feigen, Getreide, Malz usw.), deren Aufguß, abgesehen von den brenzlichen Stoffen, mit dem eigentlichen Kaffee nur die braune Farbe gemeinsam hat. Das Koffein steigert besonders die Herztätigkeit und den Blutdruck und bewirkt vermehrte Harnabsonderung.

Kaffee.

Der wirksame Stoff des Tees ist das Tein, ein mit dem Koffein vollkommen identischer Körper. Dagegen entbehrt der Tee der brenzlichen Stoffe und schmeckt dadurch milder als der Kaffee. Der Tee vermehrt die Hauttätigkeit und dadurch die Schweißbildung.

Tee.

Der erregende Stoff des Kakaοs, der gerösteten Frucht des Kakaοbaumes, ist das Theobromin. Der Kakaο enthält 45—49% Kakaοbutter, 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 versehen. Der Doppelwert der Schokolade als Genuß- und Nahrungsmittel und ihre leicht transportable Form in trockenen Tafeln macht sie recht geeignet zum Mitführen bei Märschen, Bergbesteigungen, langen Radfahrten usw.

Kakaο und  
Schokolade.

Die Kola- (oder Cola-)nuß ist die Frucht eines in Afrika und zwar im Sudan vorkommenden Baumes, der zur gleichen Pflanzenfamilie gehört, welche uns auch den Kakaο liefert. J. von Siebig stellte bereits 1867 fest, daß die Kolanuß doppelt so viel Koffein enthält wie die gleiche Menge von Kaffeebohnen. Auch Theobromin ist darin enthalten (abgesehen von einem gerbstoffhaltigen Farbstoff, dem Kola-Rot). Die frische Nuß wird von den Negern des Sudans, den Bornuleuten, den Haussas u. a. gekaut. Afrikaforscher wie G. Rohlfis und Nachtigal bestätigen, daß die frische Nuß gekaut ein vorzügliches Reiz- und Genußmittel darstellt, welches belebend und durstlöschend wirkt. — Neuerdings sind die aus frischen Kolanüssen gewonnenen Präparate (Kola-Extrakt, =Tabletten, =Liquör, =Tinktur usw.), bei Sportsleuten als Anregungsmittel vor der Leistung genossen, sehr beliebt geworden.

Kola.

Der Genuß von Kaffee, Tee und Kakaο (der Genuß von Kola stammt erst aus jüngster Zeit) 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 großen 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 Verpestung 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.

Doping-  
mittel

Erst recht zu verbieten ist der Genuß von sog. „Doping“-Mitteln beim sportlichen Betrieb, welche die augenblickliche Leistungsfähigkeit heben soll. Es genügt, die bekanntesten Dopingmittel anzuführen, nämlich Kofablätter und Kofain, Haschisch, Atropin, Strychnin, Morphin, Arsen, Digitalis, Strophantus usw., um zu sehen, daß es sich hier um Giftstoffe handelt, die zum Teil geeignet sind, die Gesundheit zu zerrütten bei häufigerem Gebrauch. Keine Frage, daß der Gebrauch solcher Doping-Mittel unbedingt verwerflich und den Sporttreibenden unter allen Umständen zu verbieten ist.

Alkoholische  
Genuß-  
mittel.

Eine weitere Gruppe von Genußmitteln sind die alkoholhaltigen Getränke. Sie werden entweder direkt durch Vergärung gewonnen oder durch Destillation (Brennen) aus gegorenen Getränken hergestellt.

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 Kartoffeln oder Korn gebrannten Schnaps vor und sind besonders schädlich.

Fuselöle.

Alkohol-  
gehalt.

Der Alkoholgehalt der verschiedenen geistigen Getränke ist sehr verschieden. Es enthalten z. B.

Bayrisches Bier . . . . .	3—4	Dolumprozent Alkohol,
Exportbier . . . . .	4—5	„ „
Apfelwein . . . . .	4—5	„ „
Ale und Porter . . . . .	7—8	„ „
Gewöhnlicher Moselwein . . . . .	7—9	„ „

Rheinwein . . . . .	8—10	Dolumprozent Alkohol,
Madeira . . . . .	15—17	" "
Sherry . . . . .	17—19	" "
Gewöhnlicher Branntwein . . . . .	30—40	" "
Kognak . . . . .	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 (Onanthätber im Wein; die Bukettstoffe 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 Verderber der Menschheit so viel bekämpft wie der Alkohol in seinen verschiedenen Formen. Am verklärtesten durch die Poesie erscheint seit den Tagen des Erzpaters Noah der gegorene Saft der Traube, der Wein. Eine weniger überschwenglich gepriesene Stellung nimmt das schon von den alten Aegyptern 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.

Wirkung des Alkohols.

Ganz absehen können wir im folgenden von der berausenden 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 Irrsinn 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 recht bedenklichen Seiten.

Alkohol, in den Körper aufgenommen, wird nicht etwa unverändert wieder ausgeschieden, sondern tritt in den Stoffwechsel ein und wird verbrannt zu Kohlen- säure und Wasser. Ein Gramm Alkohol liefert fast die gleiche Verbrennungswärme wie 1 g Fett. Insofern der Alkohol durch seine Umsehung im Körper Wärme erzeugt, Wärme, die sonst durch Umsatz der entsprechenden Menge eines Nahrungs- stoffes geliefert werden müßte, spart er andere Nahrungsstoffe, 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 nur 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 Alkohol- genuß geringer, sondern es stieg auch der Aufwand, den der Organismus dafür machen mußte, während der Nutzeffekt oder Wirkungsgrad abnahm. In Durigs Versuchen war

Ist Alkohol ein Nähr- mittel?

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.

Nur insofern, als die durch den Alkohol erzeugte Verbrennungswärme nicht durch vermehrte Wärmeabgabe wieder verlorengeht, 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 **Eiweißersetzung** im Körper durch Alkoholgenuß gesteigert. Der regelmäßige Genuß geistiger Getränke übt also eine schwächende Wirkung aus, die sich namentlich bei Dauerleistungen geltend macht. — Bei täglicher Einnahme von Alkohol, der eine isodynamische Menge von Fett vertritt, tritt **Eiweißverarmung** des Körpers, **Kraftabnahme** und **Schlaffheit** oft recht bald ein. Nur bei solchen, die imstande sind, sich eine sehr kräftige eiweißreiche Kost zuzuführen, und deren Körper an Alkohol gewöhnt ist, tritt dieser schwächende Einfluß weniger zutage.

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.

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.

Was die verschiedenen Arten der alkoholischen Getränke betrifft, so kommt beim Wein am meisten der angenehm erregende, frohe Stimmung weckende Einfluß auf die Hirntätigkeit 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 hochprozent-

Herabsetzung  
der Körper-  
wärme.Förderung  
des Fett-  
ansatzes.Eiweiß-  
setzung.Erregende  
Wirkung.Lähmende  
Wirkung.Wein, Bier,  
Branntwein.

tigen 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 Polarfahrten wie die entbehrungsreichen 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 zu 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 bescheidenen Grenzen gehalten, nicht die Gesundheit. Allerdings sind diese Grenzen vom Willensschwachen allzuleicht überschritten.

## § 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. Denn den nicht Dorgeübten 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 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.

Sportliches  
Tränieren.

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 Ruderrennen, zum Radrennfahren, 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 abgezweckte Tränieren des Körpers Ergebnisse, welche zum Gipfel des der menschlichen Be- wegungsmaschine überhaupt Erreichbaren hinführen und somit ein außergewöhn- liches wissenschaftliches Interesse beanspruchen dürfen.

Tränieren  
des Jockeis.

3. Eine besondere Art des Tränierens bezweckt in erster Linie möglichs- te Gewichts- minderung 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.

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 Rekordleistungen 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.

Tränieren  
bei den  
ver-  
schieden-  
sten  
Altersstufen.

1. Was zunächst das Alter betrifft, so soll ein angreifendes Tränieren nicht vor vollendeter Entwicklung, nicht vor voller Ausreifeung des Körpers erfolgen. Wie zum Heeresdienst eine bestimmte Alterstufe — 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 jugendfrischen Lebensjahren von 19—30 die Anstrengung des Tränierens am besten ertragen. Über das 30. Lebens- jahr 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 Fähig- keit des Herzens, durch Muskelzunahme die steten kleinen Störungen im Blutkreis- lauf zu überwinden, zu kompensieren, hält für gewöhnlich jahrelang so weit vor, daß bei leichteren Anstrengungen das Herz noch in leidlichem Grade der Mehr- belastung Herr zu werden vermag und das Bestehen einer verminderten Arbeits- fähigkeit nicht zum Bewußtsein kommt. Anders bei den zur Höchstleistung ge-



steigerten 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 heftlich.

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 unvermittelt erfolgen, sondern einigermaßen vorbereitet sein.

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, Radfahren, 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.

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 Tränierens diese Reservestoffe verzehrt, schwindet das entbehrliche Fettpolster und sorgt die übrige Lebensweise, namentlich die richtige Kost dafür, daß der Abgang an Fett nicht gleich wiederersetzt 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 Tränierens. Sie wird weiterhin immer geringer und fällt nach vollendeter Einschmelzung der entbehrlichen Reservestoffe auf Null. So gibt Lagrange als Gewichtsverlust eines Läufers beim Tränieren 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 Tränierens ein geringes Wiederanstiegen des Körpergewichts veranlassen. Nur wenn das kräftigende gesunde Tränieren in den bedenklichen Zustand des Überträniertseins umschlägt, findet eine weitere Gewichtsabnahme statt, dann aber nicht auf Kosten entbehrlicher Reservestoffe, sondern notwendiger Körpersubstanz.

Dor-  
tränieren.

Übungen  
beim  
Tränieren.

Gewichts-  
verlust.

Nachstehende Kurve (Fig. 341) von G. Kolb zeigt im Durchschnitt berechnet den Gewichtsverlust von acht jungen Leuten im Alter von 21—27 Jahren mit mäßigem Fettpolster während eines Rudertätungs an. Im ersten Monat verläuft die Kurve bei sehr mäßigem Gewichtsverlust so, daß die Abnahme des Körpergewichts sich stetig verlangsamt: Die Kurve hat eine konkave Gestalt. Zu Beginn und während der dritten Woche hatte die Rudermannschaft ihre größte Leistungsfähigkeit erreicht. Während einer Pause im Tränieren vom Ende Mai bis 3. Juni steigt das Körpergewicht wieder ein wenig an, um mit erneutem Beginn des Tränierens stetig zu fallen — gleichzeitig mit verminderter Leistungsfähigkeit: die Mannschaft war überträniert.

Kost beim Tränieren.

6. Um den Körper in die beste Verfassung zu hervorragenden Leistungen zu bringen, ist es wichtig, einerseits überflüssige Gewebsbestandteile zu beseitigen, den Körper namentlich fettärmer zu machen und wasserärmer, andererseits kraftgebende Muskelsubstanz neu anzusehen. Diesen beiden Gesichtspunkten hat die Kost zu entsprechen: Sie muß reich sein an Eiweißstoffen zum Ersatz des verbrauchten und Ansatz neuen Muskelfleisches, sie soll ein knapperes Maß an Fettbildnern enthalten, also an Fett

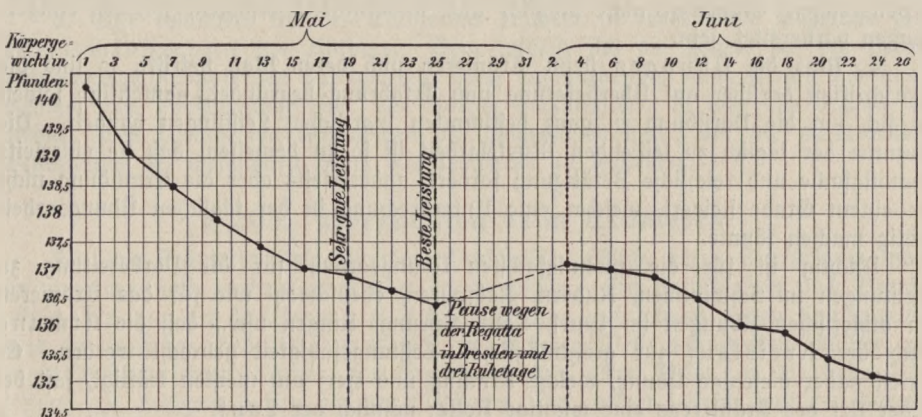


Fig. 341. Gewichtscurve während eines Rudertätungs nach G. Kolb.

und Kohlehydraten. Aus demselben Grunde verbietet sich der Genuß alkoholischer Getränke, da Alkohol in seiner Rolle als Sparmittel ebenfalls Fettansatz bewirkt — 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 Tunken verboten.

Ebenso wurden Suppen verboten und nur mäßige Zukost 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 Saftumlaufs in den Muskeln wird vielfach beim Tränieren ein regelmäßiges tägliches Massieren der Muskeln vorgenommen. Zweifellos ist Massage geeignet, die Leistungsfähigkeit des Muskels zu erhöhen.

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.

Hauptpflege. 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.

Atempflege. 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 Sattschwund 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. —

Enthaltung von geschlechtlicher Aufregung. 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.

### § 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.

Körperlicher Wert des Tränierenseins.

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 Zersehungserzeugnisse, 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 vor Faulheit“, sagt mit Recht der Volksmund. Fernerhin entsteht bei starker Muskelarbeit weniger Kohlensäure und tritt also weniger leicht Lungenermüdung 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 und weniger. Das mit dem Zustand des Tränierenseins verbundene Bewußtsein der vollen Leistungsfähigkeit erzeugt ein wohlthuendes Kraftgefühl und Selbstvertrauen. — Bezüglich der Einwirkung des Tränierens auf den Kraftstoffwechsel im Muskel s. o. § 94.

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 freiwilliger, harter Leibesucht, 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 <sup>Über-</sup>träniertheit. Höhe körperlicher Leistungsfähigkeit und Widerstandskraft, sondern es kommen auch Fälle vor, wo während des Tränierens 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 vorgeschriebene Kostordnung beim Tränieren. Es stellt sich eine Art von Widerwillen dagegen 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 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, insbesondere, wenn das Körpergewicht plötzlich sinkt (daher mindestens einmal in der Woche während des Tränierens das Gewicht festzustellen ist), mit den Übungen des Tränierens aufzuhören, um durch Ruhe und gute Kost das Gleichgewicht des Stoffwechsels wiederzugewinnen und der Nervenschwäche Herr zu werden.

Nervöse  
Reizbarkeit  
und  
Schwäche.



## VII. Die Organe der Harnausscheidung. Geschlechtsorgane. Innere Sekretion.

### § 206. Allgemeines über den Harn und die Harnorgane.

Harn und  
Harnorgane.  
Harn-  
menge.

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.

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.

Harnstoff.

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 etwa 30—40 g in

Harnsäure.

24 Stunden beim Erwachsenen und wächst bei besonders eiweißreicher Nahrung. Nur in geringen Mengen (0,5—0,9 g in 24 Stunden) ist im Harn Harnsäure vorhanden, außerdem noch einige andere stickstoffhaltige Säuren sowie Ammoniak. Die Harnsäure ist bei unvollkommenem Abbau der Eiweißstoffe im Körper und insbesondere bei der Gicht stärker vermehrt. — Von anorganischen Stoffen sind im Harn namentlich enthalten Kochsalz sowie Phosphorsäure und schwefelsaure Salze.

Eiweiß.

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 darstellt, die häufig zum Tode führt. Nun hatten 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.

Nach starken sportlichen Anstrengungen — z. B. nach einem heftigen Wettlauf — sieht man nach dem Lauf Blut und Nierenbestandteile im Harn auftreten. So sah Prof. Schenk bei der akademischen Olympia in Marburg 1925 nach anstrengendem Wettlauf im Harn:

bei 96	%	der Untersuchten	Eiweiß,
" 92	%	" "	weiße Blutkörperchen,
" 85	%	" "	rote
" 68	%	hyaline	Zylinder aus den Nieren,
" 62,8	%	granulierte	" "

außerdem noch sonstige Bestandteile, genau so wie bei starker Nierenentzündung.

Ähnliche Befunde waren übrigens auch nach einem Fuß- oder Handballspiel, einem Waldlauf usw. vorhanden, namentlich wenn es sich um nicht genügend trainierte Läufer handelte. — Es ist zu beachten, daß die Erscheinungen weit stärker bei angestregten Wettläufen als wie bei Dauerläufen auftraten, stärker z. B. nach einem scharfen 1500 m-Wettlauf als selbst nach einem Marathonlauf über 42 km! In der Ruhe verschwanden alle diese Erscheinungen bald wieder, und zwar in der gleichen Reihenfolge, in der sie erst aufgetreten waren.

Da der Harn in diesen Fällen stets stark sauer war, so gelang es Schenk, durch Verabreichung eines sogenannten Neutralisationspulvers (vorzugsweise Magnesiumsalze) etwa drei Stunden vor der Leistung den Harn alkalisch zu machen und die oben geschilderten Harnbefunde fast verschwinden zu machen. —

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.

### § 207. Die Nieren. (Fig. 342.)

Die Nieren sind zwei große Drüsen von bohnenförmiger Gestalt, welche auf der Rückenfläche der Bauchwand zu beiden Seiten der Wirbelsäule in der Höhe des ersten bis dritten Lendenwirbels gelegen sind. Der ausgeschnittene Rand der Nieren sieht nach einwärts.

In diesem Ausschnitt, die Nierenpforte, münden die großen Schlagadern der Niere, und aus ihm treten die Nierenvenen sowie die Harnleiter. Die Nieren sind umgeben von stark fett-haltigem Bindegewebe, der Nierenkapsel. Auf dem oberen Teil der Nieren sitzen kappenartig zwei Blutgefäßdrüsen, die Nebennieren auf, welche zu den Organen der inneren Sekretion (s. § 210) gehören.

Das Gewebe der Niere besteht aus einer großen Menge dünner Kanälchen, den Harnkanälchen, welche teils geschlängelt, teils in langen gestreckten Schleifen

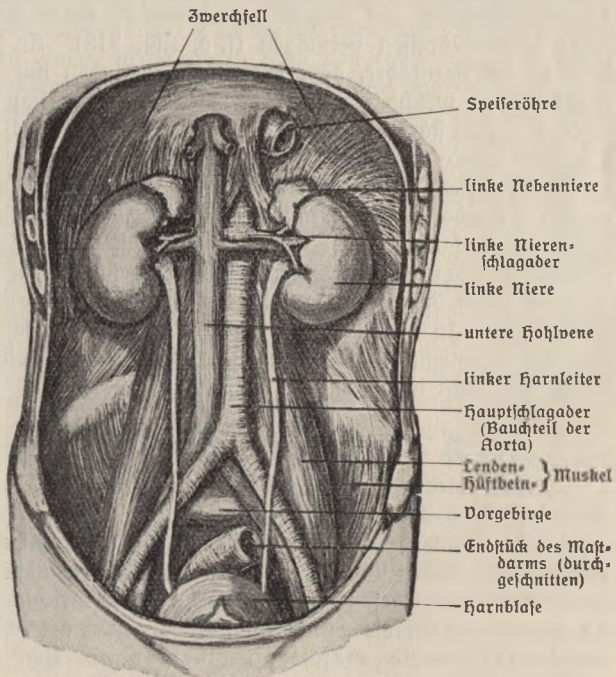


Fig. 342. Die hintere Wand der Bauchhöhle mit den Harnorganen nach Entfernung der Gedärme und der Leber.

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 abgesondert werden. Die sämtlichen Harnkanälchen münden an der Nierenpforte in einen häutigen Behälter, das Nierenbecken, welches sich trichterförmig verengend in den Harnleiter fortsetzt (Fig. 343).

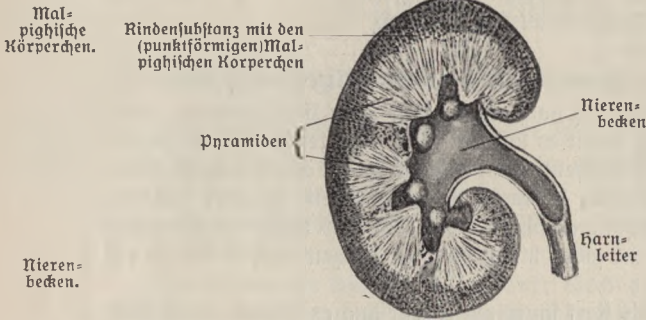


Fig. 343. Durchschnitt durch eine Niere.

### § 208. Harnleiter und Harnblase.

Harnleiter  
und Harn-  
blase.

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 obern 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. o. Fig. 218). An der Übergangsstelle der Harnblase in die Harnröhre, dem Blasenhal, 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 Vorsteherdrüse. Beim Weibe ist die Harnröhre erheblich kürzer und nicht länger als 1,5–2 cm.

### § 209. Einiges über die Geschlechtsorgane.

Einiges über  
die Ge-  
schlechts-  
organe.

Die Geschlechtsorgane dienen — abgesehen von ihren Beziehungen zur inneren Sekretion (s. § 210) — der Fortpflanzung. In den männlichen Geschlechtsorganen werden die Samenzellen oder -fäden, in den weiblichen die in regelmäßigen Zwischenräumen zur Ausstoßung gelangenden Eizellen gebildet. Die Verbindung beider Elemente nach dem Geschlechtsakt innerhalb der weiblichen Geschlechtswege bildet den Ausgangspunkt für die Entwicklung eines neuen menschlichen Wesens.

Hoden-  
drüsen.

A. Männliche Geschlechtswerkzeuge. Den wesentlichen Bestandteil der männlichen Geschlechtswerkzeuge bilden die Hodendrüsen (testis). Sie entwickeln sich beim werdenden Kinde innerhalb der Bauchhöhle aus der Keimanlage und treten



kurz vor der Geburt durch den Leistenanal (s. § 111) in den Hodensack (scrotum) hinab. Erst mit dem Alter von etwa 15 Jahren vollzieht sich beim männlichen Geschlecht die Geschlechtsreife, d. h. die Hoden fangen an, Samenflüssigkeit abzusondern. Damit stehen in Verbindung die großen Umwälzungen in der körperlichen (und auch geistigen) Entwicklung, die wir Reifezeit benennen. Es ist deren bereits früher (§ 7) gedacht.

Der Hoden hat eine plattgedrückte Eiform, im weichen Zustand etwa 4—5,5 cm lang, 2—3,5 cm breit. Er setzt sich im Innern aus 2—300 Läppchen zusammen, die im wesentlichen aus Samenkanälchen bestehen, in denen Samenfäden gebildet werden. Der Hinterseite des Hodens ruht kappenförmig der Nebenhoden auf. In das obere Ende des Nebenhodens gehen 12—15 Kanälchen vom Hoden über, gehen weiter in den stark gewundenen Nebenhodentanal und schließlich am unteren Ende des Nebenhodens in den dickwandigen Ausführungsgang des Hodens, der neben Blutgefäßen und Muskelfasern (vom inneren schrägen Bauchmuskel, § 108) den Hauptbestandteil des Samenstranges bildet, da wo dieser in den Leistenanal eintritt, um dann ins kleine Becken an die Hinterwand der Blase zu ziehen. Hier nähern sich die beiden Samenstränge von rechts und links immer mehr, und zwar zwischen zwei länglichen Ausbuchtungen, den Samenbläschen, Organe, deren Hohlraum, mit vielen Ausbuchtungen versehen, innen mit Schleimhaut überkleidet, mit der Vereinigung der Samenstränge rechts und links, dem Samenleiter in Verbindung steht. Letzterer durchbohrt die bereits (§ 208) erwähnte Vorsteherdrüse (prostatata) und mündet in den Harnanal des männlichen Gliedes.

Die Absonderungen der Samenbläschen, zählebrig in Form gequollener Sagokörner, sowie die dünnflüssige Absonderung der Vorsteherdrüsen mischen sich dabei dem Samen, welcher den Hoden entstammt, bei und verdünnen ihn. Die Absonderungen der Samenbläschen und der Vorsteherdrüse haben keinen Einfluß auf den Geschlechtstrieb, sind aber notwendig für die Entfaltung des Zeugungsvermögens (Steinach).

Das wesentliche Element des Samens sind die Samenkörperchen (Spermatozoen), mikroskopisch kleine Gebilde mit einem birnförmigen Kopf von etwa  $\frac{3}{1000}$  mm Länge und einem geißelförmigen Schwanz von  $\frac{47}{1000}$  mm Länge. Sie wurden zuerst 1672 in Leiden unter dem holländischen Anatomen Leeuwenhoek von einem Studenten namens Ham entdeckt. Durch die Schwingungen des Samenfadens vermag sich das Samenkörperchen ziemlich schnell um 0,05 bis 0,15 mm in der Sekunde fortzubewegen. Zur Befruchtung eines weiblichen Eies genügt ein Samenkörperchen, das also in dem Kopf des Körperchens, welcher einem Zellkern entspricht, alle vom Vater zu ererbenden Eigenschaften in sich trägt. Wie bei der Pflanze z. B. die Natur äußerst verschwenderisch mit den wertvollen Elementen der Befruchtung umgeht — man denke an den beim Schütteln von Blüten oder Käzchen völlige Wolken bildenden Pollen- oder Samenstaub vieler Pflanzen —, so auch hier. In 1 cmm menschlicher Samenflüssigkeit befinden sich etwa 60000 Samenkörperchen, bei einer Entleerung des Samens in die weiblichen Geschlechtswege, die etwa 3 ccm beträgt, würde die Zahl 180 Millionen betragen.

B. Wie bei den männlichen Geschlechtsorganen die Hoden, so sind bei den weiblichen das wesentlichste die Eierstöcke. Dazu kommen noch die Eileiter, die Gebärmutter und die Scheide.

Jeder Eierstock (ovarium) ist ein abgeplatteter rundlicher Körper, 2,5—5 cm lang und 1,5—3 cm breit. Die Eierstöcke sind beiderseits durch einen 3—4 cm langen Strang angeheftet an den hinteren oberen Rand der Gebärmutter und liegen außerdem in einer flachen Falte des Bauchfells. Die Farbe ist weißlich, die Oberfläche vor der Reife glatt, später (namentlich nach Schwangerschaften) uneben und mit Gruben und Narben versehen. In der Eierstockanlage bilden sich schon früh in der Keimbahnsubstanz die Ureier, aus denen dann später sich bläschenförmige Gebilde, die Graaf'schen Follikel entwickeln, so benannt nach ihrem Entdecker Dr. Graaf (1672). Erst 1827 fand dann

Nebenhoden.

Samenstrang und Samenbläschen.

Samenkörperchen.

Weibliche Geschlechtsorgane.

Eierstock.

Karl Ernst von Baer im Innern dieser Follikel die menschliche Eizelle. Nach der Reifung platzt alle 28 Tage ein Follikel an der Oberfläche des Eierstocks. So wird jedesmal ein Ei ausgestoßen und gelangt durch den Eileiter in die Gebärmutter. Das leere Follikelbläschen gestaltet sich, je nachdem das ausgestoßene Ei befruchtet wurde oder nicht, in den sog. Gelben Körper (*corpus luteum*) um, wobei es sich zunächst mit Blut füllt, während bei unbefruchtet gebliebenem Ei das Bläschen nach wenigen Wochen verschwindet.

**Eileiter.** Der Eileiter ist der 9—10 cm lange Ausführungsgang der Eierstöcke. Er beginnt am Eierstock mit Franzen (*fimbria ovarica*) und mündet als feiner Gang beiderseits in der Gebärmutter an deren oberem Seitenrand.

**Gebärmutter.** Die Gebärmutter, auch Fruchthalter genannt (*Uterus*), ist ein dickwandiges hohles Organ, im jungfräulichen Zustand birnförmig gestaltet. Der Hohlraum im Innern ist mit einer Schleimhaut bekleidet. Die Dicke der Wände beruht auf der starken Anhäufung glatter Muskelfasern: für die spätere Austreibung der Frucht bestimmt. Der obere Teil der Gebärmutter bildet deren Körper. Von ihm geht ab beiderseits das 10—12 cm lange runde Mutterband und dringt (gleich dem Samenstrang beim Manne) durch den Leistenkanal. Darauf beruht die Möglichkeit der allerdings seltenen Entstehung von Leistenbrüchen auch bei Frauen. — Der an den Körper sich anschließende Hals endet nach der Scheide zu mit einer queren Spalte, dem Muttermund, von einer vorderen und hinteren dicken „Lippe“ umsäumt. — Die in ihrer vorderen Wand 7—8, in ihrer hinteren Wand 8—10 cm lange Scheide endet in der Schamspalte mit den kleinen und großen Schamlippen. Unmittelbar davor endet die Harnröhre.

**Scheide.** Um das 14. Lebensjahr etwa beginnt bei den in die Geschlechtsreife eintretenden Mädchen und Frauen die in je 28 Tagen sich einstellende Blutung aus der Schleimhaut der Gebärmutter, die wir als „Menstruation“ bezeichnen. Sie stellt sich im Alter von 45—50 Jahren mit Erlöschen der Zeugungskraft wieder ein.

**Menstruation.** Erweiterung der Blutgefäße der Gebärmutter beginnt 5—10 Tage vor dem Eintritt der monatlichen Blutung. Diese selbst — im Mittel 100—200 ccm Blut betragend — erfolgt unter mehr oder minder umfangreicher Abstoßung der oberflächlichen Schicht der Schleimhaut der Höhle der Gebärmutter und dauert etwa 4 Tage. Nach weiteren 5—10 Tagen ist der normale Zustand wieder vorhanden. Die monatliche Blutung kann man als einen Inokulationschnitt der Natur betrachten, der dazu dient, die Aufnahme des befruchteten Eies vorzubereiten.

Dieser wiederkehrende Zustand bei den geschlechtsreifen Mädchen und Frauen verläuft auf seiner Höhe nicht immer ohne Störungen des Allgemeinbefindens. Ganz abgesehen von besonderen Begleiterscheinungen, wie Schmerzen im Unterleib oder sehr starkem Blutverlust bedarf der weibliche Körper während der Tage des „Unwohlseins“ stets einer gewissen Schonung. Ganz von selbst verbieten sich in diesen Tagen Baden und Schwimmen, aber auch alle heftigeren Leibesübungen, wie Laufen und Springen usw. Um Schädigungen, die sich oft länger hinziehen, zu vermeiden, ist darauf in Schule wie im Verein durchaus zu achten.

## § 210. Die innere Sekretion oder Absonderung.

**Innere Absonderung.** Bisher hatten wir eine Anzahl von drüsigen Organen kennengelernt, welche bald **Endprodukte** des Stoffwechsels ausscheiden, zum Teil in starker wässriger Lösung, wie die Nieren, die Schweißdrüsen, die Leber; bald zugleich bestimmte Enzyme enthalten zur Umwandlung der Nahrungsstoffe bei der Verdauung, wie die Speicheldrüsen der Mundhöhle, die Labdrüsen des Magens, die Bauchspeicheldrüse und die Darmdrüsen;

bald auch, wie die Geschlechtsdrüsen, geformte, zur Fortpflanzung bestimmte Elemente absondern.

Nun gibt es im Körper aber auch Organe, in denen Substanzen gebildet werden, welche keine Abbaustoffe usw. enthalten, sondern, ins Blut hineingekommen, hervorragende Bedeutung für die Leistungen des Körpers und insbesondere auch für das Wachstum besitzen. Solche Stoffe werden gebildet von der Schilddrüse, von den Nebennieren, von dem Hirnanhang an der Basis des Gehirns, von der Bauchspeicheldrüse, von dem Zwischengewebe des Hodens und der Eierstöcke. Wahrscheinlich haben auch noch andere Organe die Fähigkeit zu einer solchen inneren Absonderung erregender Stoffe in das Blut.

Wir nennen nun alle die hierhergehörenden Stoffe der inneren Absonderung — ihre chemische Beschaffenheit ist meist unbekannt — **Hormone**. Wir kennen deren Eigenschaften teils aus Erscheinungen nach Erkrankung oder Entfernung solcher Organe, teils (bei Tieren) aus den Erscheinungen, die bei Überpflanzung solcher Organe (z. B. der Geschlechtsdrüsen auf ein Tier anderen Geschlechts) sich zeigen, teils aus den Wirkungen, die man nach der Verabreichung von Extrakten aus solchen Organen von frisch getöteten Tieren sieht.

Mit am längsten bekannt sind die Eigenschaften der Schilddrüsen und ihres Extraktes (Thyreoidin oder Jodothyrim). Die Schilddrüse entartet bekanntlich besonders häufig in gewissen Berggegenden (Savoien, Schweiz, Tirol usw.) zu großen Geschwülsten, dem Kropf. Nach operativer Entfernung des Kropfes stellte sich später oft eine teigige Anschwellung der Haut namentlich des Gesichts ein, verbunden mit Niedergang der geistigen Fähigkeiten bis zur Verblödung (sog. Myxödem). Bei Kindern, deren Schilddrüse von Geburt an verkümmert oder nicht vorhanden war, zeigt sich eine sehr erhebliche Störung des Wachstums (s. o. Fig. 13, § 8) sowie geistiger Schwachsinn. Lang durchgeführte Darreichung von Schilddrüsenextrakt vermochte die Erscheinungen mehr oder minder zu heben: die geistigen Fähigkeiten wieder zu steigern, das Wachstum (bei Kindern) erneut anzuregen, die Anschwellung der Gesichtshaut verschwinden zu machen. Zweifellos haben die Hormone der Schilddrüse neben anderen Einwirkungen einen lebenswichtigen Einfluß auf das Körperwachstum wie für die Gehirntätigkeit.

Einfluß auf das Wachstum haben auch die Hormone des Hirnanhangs. Ungewöhnliche Zunahme des Hirnanhangs fand man bei der als „Akromegalie“ bezeichneten Erkrankung, bei der namentlich die Hände, die Füße sowie der Kopf sich außergewöhnlich vergrößern. Umgekehrt blieben junge Hunde, bei denen man den Hirnanhang entfernte, ganz außerordentlich im Wachstum zurück. Auf die vielfachen Einwirkungen, welche durch Verabreichung von Hypophysenextrakt (Hypophysin) erzielt werden, ist hier nicht der Ort, einzugehen, ebensowenig auf die Nebennieren und ihren Extrakt, das Adrenalin.

Die Thymusdrüse (im vorderen Brustraum hinter dem Brustbein gelegen) übt ihren Einfluß — der sonst noch nicht genau festgestellt ist — nur in der Zeit des Wachstums bis zur Reifeentwicklung, da sie nachher meist verkümmert.

Die Bauchspeicheldrüse hat durch ihre Hormone Beziehungen zu der Fähigkeit des Körpers, aus den Stärkemehlstoffen der Nahrung Glykogen oder Muskelstärke (und Fett) zu bilden. Nach Entfernung der Bauchspeicheldrüse verschwindet das Glykogen aus der Leber und den Muskeln, und es tritt starke Zuckerausscheidung durch den Harn auf.

Der Einfluß der Hormone der Geschlechtsdrüsen (Hoden und Eierstock) ist neuerdings viel studiert worden (Steinach). Bekannt sind die Veränderungen, die z. B. nach Entfernung der Hoden (Kastration) auftreten: die Stimme bleibt auch nach der Reifezeit eine kindliche — Kastraten sangen früher z. B. in Rom bei kirchlichen Gesängen die Sopran- und Altstimme —; die Muskeln bleiben schlaff; der Körper wird fettreich und schwammig. Man kennt diese Erscheinungen von den Verschnittenen des Orients (Eunuchen). — Ein kastrierter Stier verliert seine ungestüme Kraft, wird sanft und ruhig.

Hormone.

Schilddrüse.

Hirnanhang.

Thymusdrüse.

Bauchspeicheldrüse.

Geschlechtsdrüsen.

Es ist hier nicht der Ort, auf alle diese Fragen weiter einzugehen — am wenigsten auf die vielbesprochenen Versuche, z. B. durch Unterbindung des Samenstranges die Hormone des Hodens möglichst dem Blute zuzuführen und dadurch eine gewisse Verjüngung des Körpers im Alter herbeizuführen.

Wachstum in  
der ersten  
Kindes- und  
der Reifezeit.

Jedenfalls haben alle diese Hormone eine unverkennbare erregende Einwirkung auf die Gesamtentwicklung des Körpers, sein Wachstum und die Zunahme seiner Lebensfülle. Wir hatten oben (§ 7) gesehen, daß in der Entwicklung des Körpers sich zwei Perioden stark gesteigerten Wachstums hervorheben: zuerst in der Entwicklung des Kindes im Mutterleibe, die vor allem im ersten Lebensjahr und weiter noch fortwirkt, sodann in der Reifezeit. Man stellt sich vor (Kaup u. a.), daß für diese erste starke Wachstumsperiode die dem Kinde von der Mutter mitgeteilten Hormone wirksam seien, während der Reifezeit aber die Hormone der eigenen, sich nun entwickelnden Keimdrüsen.

# VIII. Das Nervensystem.

## A. Allgemeine Nervenlehre. Hirn und Rückenmark.

### § 211. 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 Fäden 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. Empfindungsnerven und 2. Bewegungsnerven. Laufen Empfindungsnerven und Bewegungsnerven vereint in größeren Nervenbündeln oder Nervenstämmen — ähnlich zahlreichen in einem Kabel vereinten Telegraphendrähten —, so heißen solche: gemischte Nerven.

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, Ather, Chloroform, Morphinium usw.). Für unsere Erfahrung besteht keine Seelentätigkeit ohne das Vorhandensein lebender Nervensubstanz. Dagegen ist uns jede

Aufgabe  
des Nerven-  
systems.  
Ganglien-  
zellen.

Nerven-  
fasern.

Tätigkeit  
des Nerven-  
systems.

Empfin-  
dungs- und  
Bewegungs-  
nerven.

Vorgänge  
im Zentral-  
nerven-  
system.

Darstellung darüber, wie die geistigen Vorgänge mit den stofflichen Erscheinungen in den Zellen der grauen Hirnsubstanz verknüpft sind, versagt.

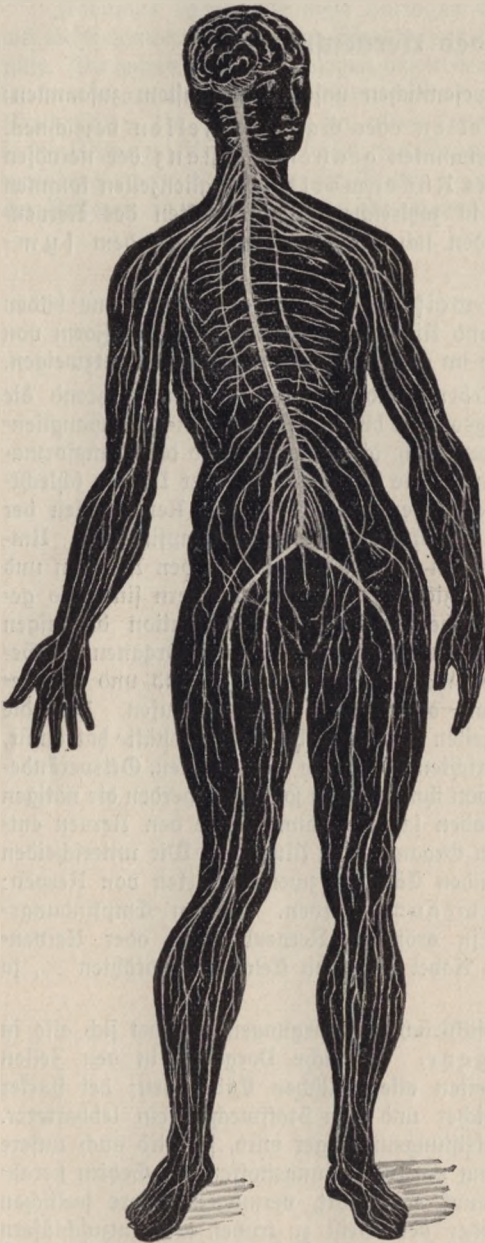
Unwillkür-  
liche  
Bewegungs-  
vorgänge.

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 Nervenvorgänge die mannigfaltigen Muskeltätigkeiten, welche in den Wänden der Blutgefäße, des Verdauungsschlauches, der Harn- und Geschlechtsorgane, der Ausführungsgänge der Drüsen usw. sich abspielen. Auch die Absonderungen der Drüsen vollziehen sich unter dem Einfluß unwillkürlicher Nervenanzugung. Inwieweit endlich die Vorgänge der Ernährung, d. h. des Stoffansatzes, der Nerventätigkeit 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 Kopfmark oder 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 oder Reflexbewegungen bilden endlich die halbautomatischen Bewegungen.



Reflex-  
bewegung.

halb-  
automatische  
Bewegung.

Fig. 344. Übersicht des Nervensystems des Menschen. — In der Schädelhöhle das Gehirn, in der Achse des Rumpfes das Rückenmark. Davon ausgehend die peripheren Rückenmarksnerven.

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 Absonderung, 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.

### § 212. Bau der Nervenfasern.

Eine jede Nervenfaser setzt sich zunächst zusammen aus außerordentlich feinen, erst bei 500—800facher Vergrößerung erkennbaren Fäserchen, 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. 345). 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, halbflüssigen, stark lichtbrechenden Substanz. Nur mit einer Markscheide umhüllte Achsenzylinder kommen namentlich in der weißen Substanz der Zentralorgane

vor. Bei denjenigen Nerven, welche von Hirn und Rückenmark ausgehen und im Körper sich verzweigen, ist die Markscheide noch von einer weiteren Hülle umgeben: der zarten, kernhaltigen sogenannten Schwannschen Scheide (Fig. 346). 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.

Animales Nervensystem.

Vegetatives Nervensystem.

Bau der Nervenfasern. Primitivfibrillen.



Fig. 345. Auflösung eines Achsenzylinders (Riechnerv) in Primitivfibrillen. Starke Vergrößerung.

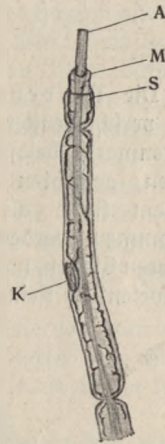


Fig. 346. Markhaltiger Nerv. A Achsenzylinder; M Markscheide; S Schwannsche Scheide; K ihr Kern. An zwei Stellen ist die Scheide eingeschnürt. — Starke Vergrößerung.

Achsenzylinder.

Markscheide.

Schwannsche Scheide.

Nerven-  
bündel.

Die Mehrzahl der Nerven besteht aus Achsenzylinder, Markscheide 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. 347).

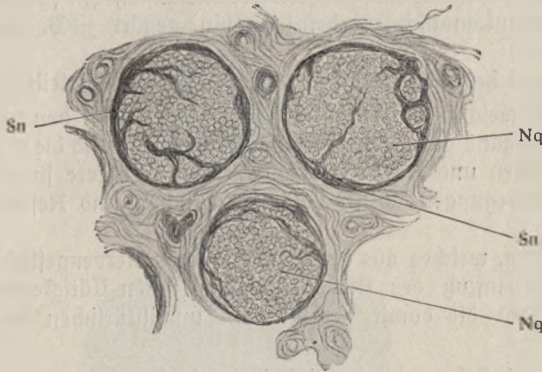


Fig. 347. Querschnitt durch mehrere Nervenbündel — Sn Nervenscheide; Nq die zu Bündeln vereinten Nervenfasern im Querschnitt.

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 Tastnerven in der Haut; die Sehnerven in der Netzhaut des Auges; die Gehörnerven im Labyrinth des Ohres; die Riechnerven in der Nasenschleimhaut; die Geschmacksnerven in den Geschmackswärzchen der Zunge.

Nerven-  
endigung.

Sinnesnerven enden auf verschiedenste Weise: die bloßen Empfindungsnerve fast allüberall im Körper; die Tastnerven in der Haut; die Sehnerven in der Netzhaut des Auges; die Gehörnerven im Labyrinth des Ohres; die Riechnerven in der Nasenschleimhaut; die Geschmacksnerven in den Geschmackswärzchen der Zunge.

Nerven-  
zellen.

### § 213. 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. 348 u. 349). An anderen Stellen, namentlich im Gehirn, werden sie wesentlich kleiner. Durch bestimmte Färbemittel

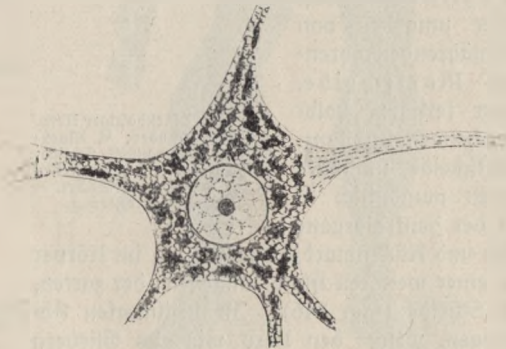


Fig. 348. Ganglienzelle aus dem Rückenmark mit gefärbten sogenannten Tigroldschollen. Rechts ein abgehender Achsenzylinder (nach Verworn).

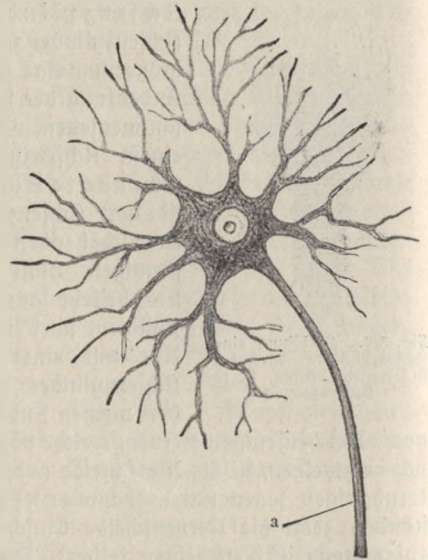


Fig. 349. Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarks. a Achsenzylinderfortsatz. — Vergrößerung 300.



mittel (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 vielleicht um die Ansammlung von Stoffen in der Nervenzelle, die bei deren Tätigkeit jedesmal aufgebraucht werden (s. Fig. 345).

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 Fibrillen verzweigenden Fortsätzen findet sich bei den Nervenzellen des Rückenmarks stets ein unverästelter Fortsatz, welcher Achsenzylinderfortsatz heißt, im weiteren Verlauf eine Markhülle 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 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 vermutlich Verbindungen mit benachbarten Ganglienzellen her.

## § 214. Das Gehirn.

Das Gehirn füllt die gesamte Schädelhöhle aus und hat in seiner Hauptmasse eine halbfugelförmige Gestalt. Am Schädelgrund geht es durch das Kopfmarsk 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 halbfugeligen 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. 350). 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 Halbfugeln oder Hemisphären. Sie sind in der Mitte durch den Balken (s. oben Fig. 317), sowie an der Hirnbasis durch die Varolsbrücke miteinander verbunden.

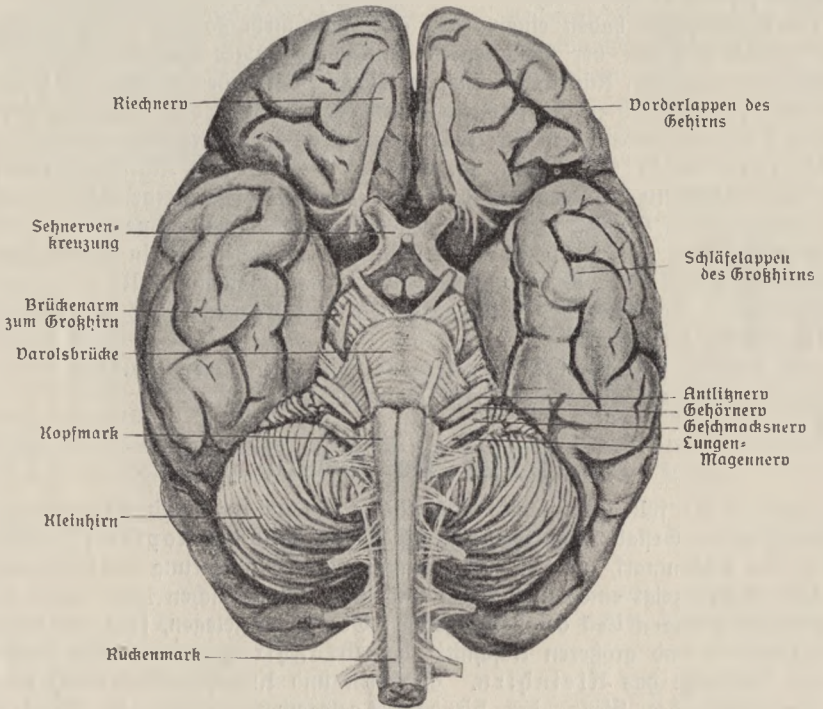
Unvollkommener ist die Trennung des Kleinhirns, indem die Furche hier flacher ist. In der Längsfurche an der Unterfläche des Kleinhirns liegt das Kopf- oder verlängerte Marsk.

An den Halbfugeln 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 Halbfugeln zeigt eine große Zahl von wulstförmigen verschlungenen Erhabenheiten, 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 quersstreifiges Ansehen (Fig. 350).

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 Unterflache des Kleinhirns und oberer Fläche des Kopfmarkes befindet.

Hirnlappen. Die Oberfläche der Halbkugeln des Großhirns zerfällt in je fünf Lappen: 1. den Vorderlappen, hinter dem Stirnbein gelegen und dem Dach der Augenhöhlen aufliegend;



350. Ansicht des Gehirns von unten mit den Ursprüngen der Gehirnnerven.

2. den Schläfelappen, 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.

Verteilung der grauen und weißen Substanz.

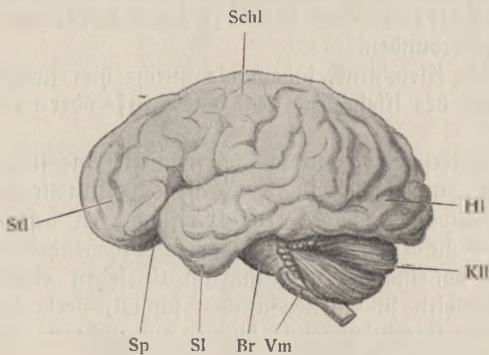


Fig. 351. Seitenansicht des Gehirns. Stl Stirnlappen; Schl Schläfelappen; SI Schläfelappen; Sp Sylvische Spalte; Hl Hinterlappen; Klh Kleinhirn; Br Brücke; Vm Verlängertes Mark oder Kopfmark.

Wie oben dargelegt, besteht das Hirn aus einer weißen Substanz, die lediglich Züge von Nervenfaseren 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 klein-

fingerdicke 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 Durchschnitte, daß die weiße Substanz baumförmig verzweigt in die graue hineinragt, eine zierliche Figur bildend, welche als Lebensbaum bezeichnet wird (Fig. 317). Sie erinnert nämlich in ihrer Form an die rundlich zackigen Blätter der immergrünen Thuja occidentalis oder des Lebensbaums.

Als Kopfmark bezeichnen wir das noch in der Schädelhöhle befindliche, durch Kopfmark. das große Hinterhauptloch in das Rückenmark sich fortsetzende Übergangsstück. Es zeigt

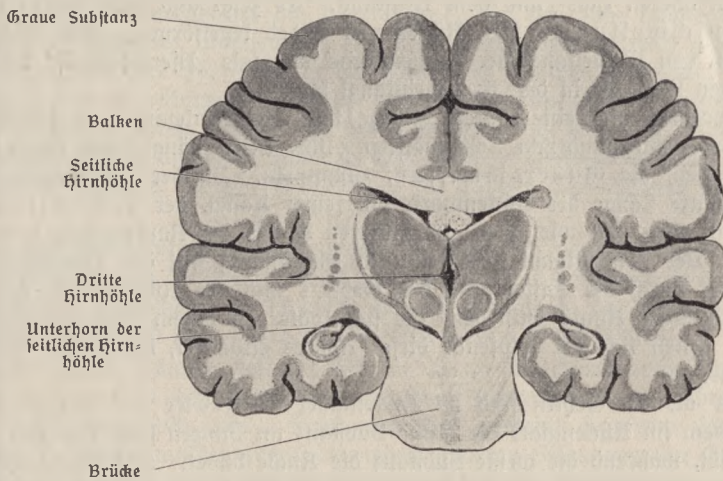


Fig. 352. Querschnitt des Gehirns in der Richtung von links nach rechts. Die graue Substanz der Rinde und der Herde im Innern dunkler getönt.

eine vordere und hintere Längsfurche. Die Faserzüge des Kopfmarks kreuzen sich zum Teil, und zwar sind es die beiderseits der vorderen Längsfurche zunächstliegenden sogenannten Pyramidenstränge, welche ihre Fasern nach der anderen Seite hinüberschicken. 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 also Lähmung des rechten Arms und des rechten Beins nach sich ziehen.

Zwischen dem Kleinhirn und der oberen Fläche des Kopfmarks 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

Rautengrube.

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 im Kopfmak beiderseits das koordinierende Zentrum für die unwillkürliche Atemtätigkeit. Diese Stelle heißt auch der Lebensknotten. Zerstörung dieser Stelle des Kopfmaks hat sofortiges Aufhören der Atembewegungen und damit den Tod zur Folge.

Atemungs-  
zentrum.

## § 215. Das Rückenmark.

Das Rücken-  
mark.

Das mit seinen Häuten den Wirbelkanal 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 Bündel von Nerven füllt den Wirbelkanal der Lendenwirbel aus (als „Pferdeschweif“ bezeichnet); ein Endfaden läuft bis in den Kreuzbein Kanal hinab.

Eine vordere und eine hintere Furche teilt das Rückenmark in seiner ganzen Länge in zwei halbzyklindrische 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.

Graue und  
weiße Sub-  
stanz.

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

Vordere und  
hintere  
Hörner.

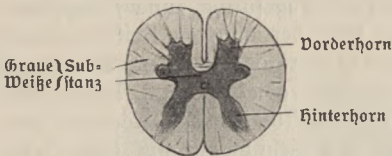


Fig. 353. Querschnitt des Rückenmarks.

Vordere  
und hintere  
Nerven-  
wurzeln des  
Rücken-  
marks.

verastelt. 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. 350).

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 erleicht die Empfindung auf der betreffenden Körperseite. Es war der englische Physiologe Bell, welcher 1814 dieses bedeutsame Geseß entdeckte.

Bellisches  
Geseß.

### § 216. 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.

Häutige  
Hüllen des  
Gehirns und  
des Rücken-  
marks.

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.

Harte  
Hirnhaut.

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, die sich vom Hahnenkamm des Siebbeins zur Mitte des Hinterrandes des Hinterhauptloches erstreckt, während, die Hirnsichel kreuzend, das Hirnzelt in die Quersfurche zwischen Groß- und Kleinhirn sich einschleibt 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 für größere Venenbahnen des Gehirns dienen.

Unter der harten Hirnhaut folgt zunächst die zarte Spinnwebenhaut (arachnoidea) und unter dieser die Gefäßhaut (pia mater). Die Gefäßhaut ist die Trägerin der ernährenden Blutgefäße; sie schmieg sich der Oberfläche des Gehirns und des Rückenmarks fest an und folgt dieser in alle Furchen und Einsenkungen.

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.

Hirn-  
Rücken-  
marks-  
flüssigkeit.

### § 217. Gewicht und Größe des Gehirns.

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 Minderwertigkeit. Bei Mikrozephalen (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.

Gewicht und  
Größe des  
Gehirns.  
Absolutes  
Hirngewicht.

Mikro-  
cephalie.

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  $\frac{1}{50}$  des Körpergewichts beim Erwachsenen — gibt gleichfalls keinen ziffermäßigen Maßstab für die Größe der Verstandeskraft.

Gehirnoberfläche.

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 wird. Die Dicke der grauen Hirnrinde ist dabei allerdings nicht berücksichtigt.

Verhältnis der einzelnen Hirnteile zueinander.

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 Kopfmark 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 wirkenden Hirnteilen, beim Tierhirn ist die Entwicklung der letzteren im Verhältnis weit mächtiger.

## § 218. Die Großhirnrinde.

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 Schlaf 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 abgeondert 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 Nachtwandelns 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 Kopfmarks, des Rückenmarks.

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 Sehspähre 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.

Ähnlich liegt die Sache bezüglich des Gehörorgans. Auch hier besteht neben der Hörsphäre, wo Gehöreindrücke als solche bewußt aufgenommen werden, ein besonderes Erinnerungsfeld, das „psychoaakustisches“ Zentrum, zu deren Deutung. Der Sitz der Hörsphäre ist wahrscheinlich im Schläfelappen 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 Fühlspähre ein. Von diesem großen Rindenfeld gehen einerseits die Bewegungsanreize für die willkürlichen Muskeln des Körpers aus: zuunterst, von der Sylvischen Spalte beginnend (s. Fig. 354), 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 Körperbewegungspähre ist aber zugleich auch Körperfühlspähre, d. h. hier enden all die vielen Empfindungseindrücke der Körperoberfläche, der Muskeln, der Gelenke usw. und erhalten als Taft-, Druck-, Temperatur-, Bewegungs-, Muskel- und Lagefönn durch ein Netz von Zellen, die miteinander verknüpft sind und Erinnerungsbilder aufbewahren, jedesmal die richtige Deutung.

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 psychoaakustischen 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 Fühlspähre, an das Wortbild in dem Lese-, an das Schreiben des Worts im Schreibzentrum usw.

Nun liegen vorne 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 Fleischig die Tätigkeit dieser großen Hirnrindenbezirke darin, die Erregungszustände verschieden-

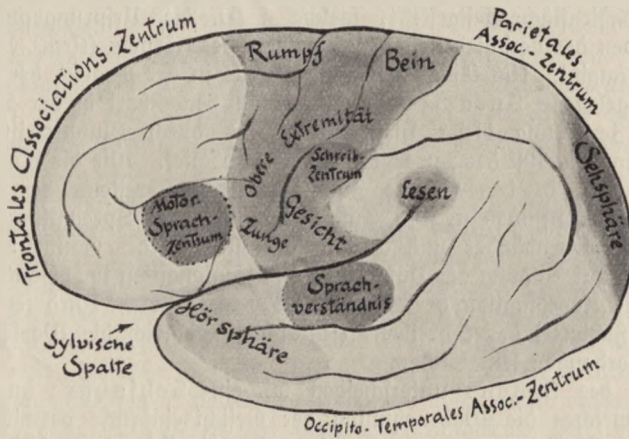


Fig. 354. Zentren der Hirnrinde (linke Hemisphäre, Außenseite).

artiger Sinnesphären zu assoziieren. Das gilt, abgesehen von dem Rindengebiet der Stirnlappen, namentlich für das große Gebiet, welches sich zwischen Tast- (oder Ge-fühls-), Seh- und Hör-sphäre ausbreitet, das sogenannte „okzipitotemporale“, also in der Hinterhaupts- und Schläfengegend gelegene Gebiet. Hier soll nach Fleischig die Bildung

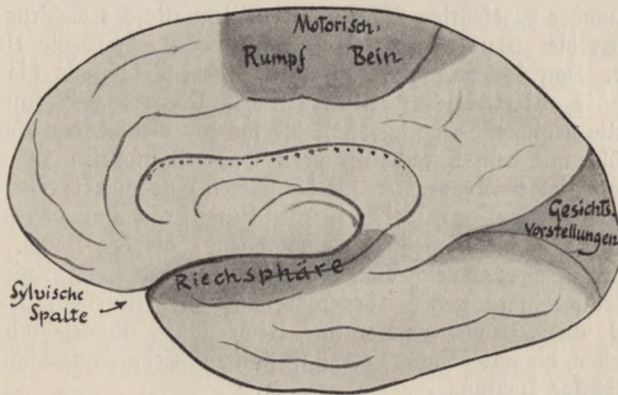


Fig. 355. Zentren der Hirnrinde (Innenseite der rechten Hemisphäre).

und das Sammeln von Vorstellungen und von Wortklangbildern, deren Verknüpfung untereinander mithin das eigentliche positive Wissen und weiterhin die phantastische Vorstellungstätigkeit vermittelt, kurz im wesentlichen alles das, was die Sprache speziell als „Geist“ bezeichnet, seinen Sitz haben. — Es ist hier nicht der Ort, um über alle diese überaus schwierigen Fragen mehr als nur andeutungsweise hinwegzugehen.



## § 219. 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 E. 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.

Rechts- und Linkshändigkeit. Bevorzugung der rechten Körperseite.

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 Säge 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.

Größere Gebrauchsfähigkeit des rechten Arms.

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-händigkeit 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 von der linken Hirnhemisphäre und umgekehrt. Demgemäß muß auch, entsprechend der größeren Gebrauchsfähigkeit der rechten Körperseite, eine Überlegenheit der linken Hirnhälfte vorhanden sein.

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 Vervollkommnung aller Lebewesen beruht auf dem Prinzip 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 Zweihüfer. 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 Reißen benutzt 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

Ungleichheit von rechter und linker Körperseite.

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. 142 u. 143). 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 Malstock 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 gelernt werden. Die Arbeitsteilung zwischen rechts und links ist ein mächtiges Mittel zur Steigerung menschlicher Geschicklichkeit gewesen — und in dieser Hinsicht ein Vorzug.

Einseitig  
ausgeführte  
Übungen.

Auf unseren Übungsplätzen werden manche Fertigkeiten ebenfalls nur rechts — eine Ausnahme machen die wenigen linkshändigen Turner und Spieler — ausgeführt. Den Ball, den Ger, den Distus, die Kugel, den Stein schleudern, werfen oder schlagen wir mit der Rechten; Säbel und Stoßfödel führen wir mit der Rechten; den Pfeil senden wir mit der Rechten vom Bogen, drücken den Hahn an Armbrust und Slinte 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.

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. Allerdings hat man bei sportlichen Wettkämpfen in den letzten Jahren vielfach den Wurf wenigstens sowohl rechts wie links ausführen lassen und die Hälfte der beiden erzielten Wurfweiten als Leistung gewertet.

Für Übungen dagegen, bei welchen nicht ein bestimmtes Ergebnis das wichtigere ist, sondern das Übungsziel in der Kräftigung bestimmter Muskelgruppen, in der Er-

höhung 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. Fraenkel = 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.

Doppelhändige Ausbildung.

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 Tadd von den Schülkindern 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 rechtseitig 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 angeblich selbst die verlorengegangene Sprachfertigkeit wieder. Die Befürworter der doppelhändigen Ausbildung unserer Jugend erhoffen dadurch 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, größere Handgeschicklichkeit zu erreichen. Sie stellen sogar Verhütung des Sprachverlustes bei linksseitigem Schlaganfall usw. in Aussicht.

## § 220. 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.

Faserverlauf im Hirn und Rückenmark.

Die von der Hirnrinde ausgehenden Bewegungsfasern gehen durch die Hirnstiele in die Pyramiden des Kopfmarks. Hier geht die Mehrzahl dieser Nervenfasern zur entgegengesetzten Seite und läuft abwärts zu derjenigen Gegend des Rückenmarks, von wo die betreffenden Fasern seitwärts austreten, um als Bewegungsnerve zu bestimmten Muskelgruppen zu gelangen.

Einen Teil einer solchen Bewegungsnervenbahn, eine Nerveneinheit oder Neuron, bestehend aus Rückenmarksganglienzelle, Nervenbahn (Achsenzylinder) und Endverzweigung dieser Nervenbahn im Muskel, hatten wir oben bereits kennen gelernt. Wir nennen diesen Abschnitt einer Nervenbahn: peripheres Neuron (Fig. 356).

Peripheres Neuron.

Nun steht die Rückenmarksganglienzelle durch ihre Fortsätze in irgendeiner Verbindung mit der baumwurzelförmig gestalteten Endverzweigung einer weiteren Nervenfasern, welche im Rückenmark nach aufwärts verläuft, in den Pyramidensträngen nach

Centrales Neuron.

der entgegengesetzten Körperseite geht und in einer Ganglienzelle der Hirnrinde endet, deren Achsenzylinderfortsatz sie darstellt. Dieses Neuron, bestehend also aus Hirnzelle, Nervenfortsatz und Endverzweigung des letzteren im Rückenmark, bildet den weiteren Abschnitt der Bewegungsnervenbahn. Wir nennen ein solches: zentrales Neuron (s. Fig. 357).

Es liegt also bei der Bahn eines Bewegungsnerven die Ganglienzelle eines peripheren Neurons auf derselben Körperseite wie das Endorgan, der Muskel, die Ganglienzelle des zentralen Neurons aber auf der entgegengesetzten Körperseite.

Kreuzung  
der  
Bewegungs-  
fasern.

Vermöge dieser Kreuzung der Bewegungsfasern steht also die linke Hirnhälfte den Bewegungen der rechten Körperseite, die rechte Hirnhälfte den Bewegungen der linken Körperseite vor.

Indes kreuzen sich nicht alle Bewegungsfasern. Ein Teil verbleibt auf derselben Seite, und zwar wahrscheinlich die Leitungen

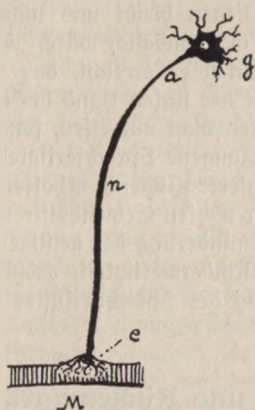


Fig. 356. Peripheres Neuron.  
(Schematisch.)  
g = Ganglienzelle im Vorderhorn des Rückenmarks; a = Achsenzylinderfortsatz; n = Nerv; e dessen Endigung im quergefleckten Muskel M.

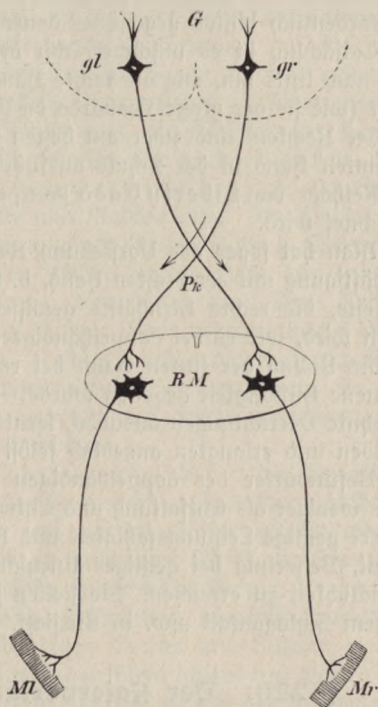


Fig. 357. Bewegungsnervenbahn. G Gehirn gl Ganglienzelle der linken, gr der rechten Hirnseite mit ihren Nervenfortsätzen; Pk ihre Pyramidenkreuzung und Endverzweigung im Rückenmark (R.M.). Hier enden die beiden zentralen Neuronen und treten in Beziehung zu den peripheren Neuronen, deren Endorgane die Muskeln der rechten (Mr) und linken Körperseite (Ml) sind.

zu denjenigen Muskeln, welche, wie die Atemmuskeln, die Bauchmuskeln und die Muskeln um After und Harnröhre, stets beiderseitig in Tätigkeit gesetzt werden.

Die Bahnen der Empfindungsnerven sind ähnlich wie die Bahnen der Bewegungsnerven gestaltet, nur etwas verwickelter, aus drei oder mehr Neuronen bestehend. Die Fasern, welche von den Nervenendigungen in der Haut, den tieferen Geweben und den Muskeln entstammen und unserem Bewußtsein Schmerzgefühle, Druckgefühle, das Gefühl für Wärme und Kälte sowie das Muskelgefühl übermitteln, treten als Empfindungsfasern in die Hinterhörner des Rückenmarks ein. Ihre Bahnen (die Verbindungen der verschiedenen Neurone lassen wir dabei außer acht) gehen im Rückenmark aufwärts, kreuzen sich, zum Teil schon im Rückenmark, mit den Empfindungsbahnen der entgegengesetzten Seite und enden nach Durchtritt durch das Kopfmark

und die Hirnstiele in bestimmten Gebieten der Hirnrinde. Mit den Zentren für die willkürliche Bewegung der verschiedenen Muskelgebiete sind auch solche für die bewußte sinnliche Wahrnehmung von Empfindungs- und Sinneseindrücken (psychosensorielle Zentren) über die graue Hirnrinde verteilt. Zerstörung eines solchen Zentrums hebt die bewußte Empfindung der hier mündenden Sinneserregungen auf.

Diese Bahnen der Empfindungs- und Bewegungsnerve gehen aber außer der beschriebenen Verbindung mit den Nervenzellen der grauen Hirnrinde auch noch andere Verbindungen und Verknüpfungen ein, zumal die Nerven im Rückenmark sich auch noch teilen, auf- und absteigende Äste entsenden. So bestehen auch im Rückenmark quere Verbindungen zwischen den Empfindungs- und den Bewegungsbahnen (Reflexbogen). Sie sind weiterhin durch Faserzüge verbunden mit dem Kleinhirn und den Herden grauer Substanz (Gehirnganglien) im Innern des Großhirns. — All diese Verbindungen sind von großer Wichtigkeit für das Zustandekommen der unten noch zu besprechenden Reflex- und halbautomatischen Bewegungen.

Weitere Verbindungen der Empfindungs- und Bewegungsbahnen.

Vor allem gibt es aber auch in der Großhirnrinde, und zwar besonders in den Assoziationszentren (s. o. § 218) noch zahlreiche Fasern, welche keine Beziehung zum Rückenmark und damit zu den Bewegungs- oder den Sinneszellen des Körpers besitzen, sondern in mehr tangentialer Richtung zu der halbtügelig gekrümmten grauen Hirnrinde lediglich in dieser Rinde gelegene Punkte miteinander verknüpfen. Wir nennen diese Fasern „Assoziationsfasern“. In den Ganglienzellen, welche durch diese Fasern verbunden werden, haben wir den Sitz des höheren geistigen Lebens zu vermuten.

Assoziationsfasern.

Es ist bemerkenswert, daß die radiär zum grauen Hirnmantel hinziehenden Bewegungs- und Empfindungsfasern, namentlich soweit es sich um ererbte Bahnen, Reflexe und Instinkte handelt, schon in der allerersten Kindheit, beim Säugling, fertig entwickelt sind, weiter gewachsen als Fortsätze der Ganglienzellen selbst. Die verknüpfenden Assoziationsfasern reifen jedoch erst im Laufe vieler Monate, mit dem Erwachen der Bildung von Gedächtnis, Vorstellungen und Gedanken. Daher die starke Zunahme des Gehirns von 360 g auf 1100 g in den beiden ersten Lebensjahren. „Die Sinneszentren und die geistigen Zentren sind untereinander durch Millionen wohlisolierter, insgesamt Tausende von Kilometern messender Leitungen verbunden . . . und aus dieser Mechanik resultiert die Einheitlichkeit der Großhirnleistungen“ (Stechig).

## § 221. Die Reaktionszeit.

Soll auf eine von außen gegebene, durch ein Sinnesorgan übermittelte Anregung — z. B. auf einen hörbaren Befehl oder ein sichtbares Zeichen hin — eine willkürliche Bewegung gemacht werden, so verläuft zwischen der ersten Einwirkung der Gefühlserregung in dem betreffenden Sinnesnerven (durch Schall- oder Lichtwelle, Tasteindruck 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.

Die Reaktionszeit.

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 Ver-

suchen (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 erfaßt werden. Es folgt 4. mit gewisser Dauer die Willensanregung, welche die zeichengebende Bewegung auslöst; sie muß 5. dem Bewegungsnerven entlang zum zeichengebenden Muskel laufen.

Zeitmessung  
mit der  
Rennduhr.

Infolge des Vorhandenseins dieser Reaktionszeit wird z. B. beim Zeit messen mit der Rennuhr, 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 Loschießen 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 Fahrgeschwindigkeiten nach Zehntelsekunden nur mit selbsttätigen elektrischen Vorrichtungen erfolgen, deren Verwendung übrigens auch wiederholt und mit Erfolg versucht worden ist.

## § 222. Verlängerung und Verkürzung der Reaktionszeit.

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.

Verlängerung  
der Reaktionszeit.

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:

Ermüdungs-  
zustände.

1. **Ermüdungszustände**, mögen sie nun mehr örtlicher Art (Muskelermüdung, Hirnermüdung) sein oder auf allgemeiner Erschöpfung beruhen.

Einwirkung  
von Alkohol  
usw.

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. Vorheriger Alkoholgenuß 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 berausenden Mengen noch gar nicht gedacht zu werden. Umgekehrt bewirken Tee und Kaffee — in gewohnter kleiner Menge natürlich — eine Verkürzung der Reaktionszeit. Ähnlich wirkt die Fleischbrühe (s. o.).

Tee und  
Kaffee.

Unlust-  
gefühle.

3. **Unlustgefühle**. Alle Unlustgefühle, 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 Lustgefühlen besonders stark beeinflusst wird. Beim Erwachsenen vermögen Pflichtgefühl, Zucht und Willenskraft schon eher den hemmenden Einfluß solcher Unlustgefühle niederzukämpfen.

4. *Verwickelte Bewegungen.* Verlängert wird die Reaktionszeit ferner, wenn es sich um eine verwickeltere, wohlkoordinierte Bewegung handelt, die erst zurechtgelegt werden muß.

Verwickelte Bewegungen.

B. *Verkürzung der Reaktionszeit*, d. h. ein schnellerer Ablauf der auf einen Sinneseindruck hin erfolgenden Bewegung, tritt ein:

Verkürzung der Reaktionszeit.

1. *Beim Vorhandensein von Lustgefühlen.* In hohem Grade machen Lustgefühle, 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 Lustgefühle.

Wert der Freude beim Turnen.

Noch mehr ist die Freude, sind die Lustgefühle 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 erheiternden Wechselfälle der von ihm betriebenen Scherzspiele gewähren, der Wetteifer, welcher den Knaben und Jüngling bei den besseren Kampfspielen beseelt, lassen alle die mannigfachen Bewegungen leichter vollziehen, erhöhen den Bewegungstrieb und die Bewegungsfähigkeit ungemein. 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.

Lustgefühle 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 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 loszuschießen und ohne weiteres in voller Bewegung zu sein.

Übung.

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 Anfündigungsbefehl „Abteilung!“ oder „Bataillon!“ auf den Ausführungsbefehl

Aufmerksamkeit.

„*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. Übungen, welche solche stete und angreifende Aufmerksamkeit verlangen, sind das Fechten, das Ringen und das Boxen.

Abkürzung  
durch starke  
Reizung.  
Reizungs-  
und Befehl-  
bewegung.

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 Pistolentknall, allenfalls ein kurzer gestoßener Ruf ist das beste und wirksamste Zeichen zum schnellsten Ablauf.

## § 223. Die Koordination der Bewegungen.

Koor-  
dination der  
Be-  
wegungen.

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.

Die eigent-  
liche kraft-  
gebende  
Bewegung.

Nehmen wir als Beispiel das einfache Seithochheben eines Armes, der durch eine mit der Hand gefaßte Hantel noch belastet sein mag! Zu dieser Bewegung 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.

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 Streckter, die der Streckter 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.

Diese Art Tätigkeit der gegensinnigen Muskeln nennen wir die mäßigende Bewegung („Moderatorische Muskelassoziation“: Duchenne). Mäßigende Bewegung.

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 geheftet. Die Zusammenziehung des Deltamuskels würde daher nicht sowohl den herabhängenden, noch dazu mit einer Hantel 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.

Die ganze Summe von Tätigkeit, welche in den zahlreichen zuletzt betrachteten Muskelgruppen statthät, 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. Statische oder haltende Tätigkeit.

Wir finden demgemäß bei der Koordination einer Bewegung dreierlei Arten von Muskeltätigkeiten vor:

1. die eigentlich bewegende,
2. die richtunggebende und die mäßigende und
3. die haltende Muskeltätigkeit.

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.

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. Tätigkeit der Zentralorgane.

## § 224. Verschiedenheiten der Koordination.

Verschieden-  
heiten der  
Koordina-  
tion.

In den meisten Fällen ist von den drei Arten von Muskeltätigkeiten, welche zu einer wohlkoordinierten Bewegung zusammenwirken, die eigentliche bewegende oder kraftgebende die Haupttätigkeit, während die mäßigende oder haltende mehr die Rolle unterstützender Begleitbewegungen spielen und daher als eigentliche Muskelübung weniger in Betracht kommen.

Dor-  
wiegende Be-  
deutbarkeit  
der  
haltenden  
Tätigkeit.

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 bedeutsamer 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 Schwebebaum, 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. Dem 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:

Koordina-  
tion nahe zu-  
sammen-  
gelegener  
Muskel-  
gruppen.

1. Koordination bestimmter nahe zusammengelegener und zusammengehöriger Muskelgruppen. Gerade diese ist der denkbar höchsten und feinsten Ausbildung fähig, und hier tritt die mäßigende, abstufoende 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.

Koordina-  
tion großer  
weitentlegener  
Muskel-  
bezirke.

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 nicht zu ersetzen. Man mag finden, daß die Schulung der Koordination im deutschen Turnen gegenüber anderen wichtigen Übungsformen allzu sehr 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.

3. Bei vielen Bewegungen kommen außer dem freien Spiel der bewegenden, mäßigenden und haltenden Muskeln auch noch andere mechanische Kräfte in Betracht. Von diesen sind vornehmlich die Schwere — z. B. Rückschwingung eines erhobenen Gliedes durch die Eigenschwere, Schwerwirkung des Körpers bei den Übungen in Stütz und Hang an den Geräten, Zentrifugalkraft kreisender Gliedmaßen usw. — zu nennen. Ferner die Elastizität, welche z. B. bei der Ausatmung wirksam ist.

Schwere und Elastizität.

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.

### § 225. 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 zahlreicher 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.

Die Schulung der Geschicklichkeit.

Diese Eigenschaft unseres Willensorgans macht es möglich, daß die sichere Beherrschung der koordinierenden Tätigkeit erlernbar ist, und daß die zusammengehenden Grundformen aller möglichen Bewegungen zum sicheren Besitz werden können. Je gefannter eine Bewegung ist, um so weniger ist eine bewußte koordinierende Tätigkeit nötig.

Mechanismen erlernter Bewegungen.

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.

Erlernen ungekannter Bewegungsformen.

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

Unnötiger Kraftaufwand.

Steifheit.

wie Beuger ziehen sich krampfhaft zusammen, legen ihre Wirkung zwar gegenseitig tot, machen die Gliedmaßen aber steif und ungelent. Diesen seit Jahren bekannten Zustand hat man in den letzten Jahren so hervorgezogen, als ob es sich um eine neue Entdeckung handle. Man spricht von innerer „Verkrampfung“ usw. und hat dagegen eigene „Entkrampfungs-“, „Entspannungs-“ oder „Lockerungsübungen“ erfunden. Die Wichtigkeitserei, mit der diese Dinge vorgetragen werden, steht im umgekehrten Verhältnis zu ihrer wirklichen Bedeutung.

Desgleichen verursacht diese Unsicherheit in der Koordination die unnütze Heranziehung von Muskeln, welche zur Bezwingung der gewollten Bewegung gar nicht in Frage kommen. Daraus ergeben sich **Mitbewegungen**, die durch besonderen Willenseinfluß unterdrückt werden müssen.

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 Radfahren lernt und steif sitzend mit steifem Arm krampfhaft 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 mindestmöglichen 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.

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 Willensfähigkeit schon geläufig sind, fertig zur Schule mit. Auf dieser Grundlage nun baut sich die Turnschule weiter auf.

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 steigernde Abänderung der vorhergehenden Übung ist. So entstanden für jede Übungsstunde und für jedes Gerät be-

Mitbewegungen.

Geläufigkeit einer Bewegung.

Erstes Lernen von koordinierten Bewegungen beim Kinde.

Übungsfolgen des deutschen Turnens.

sondere zusammenhängende Übungsfolgen als Übungsstoff. 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. — Hier sei übrigens bemerkt, daß es nicht nötig ist, wie dies im deutschen Turnen geschieht, die Steigerungen einer Übung dieser gleych hinterher folgen zu lassen. Denn das heißt immer die gleichen Muskeln anstrengen. Vielmehr kann man auch — wie es z. B. mit der Spannbeuge im schwedischen Turnen geschieht — die gleiche Übung in jeder Übungsstunde einmal wiederholen, dann aber jedesmal mit leichter, sich allmählich steigernder Abänderung.

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 Muskel-tätigkeit fallen eben nicht in den Bereich der Leibesübungen im landläufigen Sinne.

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 ungefante 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, wie weit selbst bei ungünstigen Anlagen, bei plumpem und linksischem 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.

Ausfall der feineren Bewegungsmöglichkeiten im Turnen.

Schulung der Geschicklichkeit überhaupt.

## § 226. Vorheriges Koordinieren.

**Dorheriges Koordinieren 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.

**Ankündigungs- und Ausführungs-befehl.** Auf dem Übungsplatze tragen wir dieser Notwendigkeit dadurch Rechnung, daß wir den Befehl zu einer wohlgeordneten Bewegung zerlegen in einen Ankündigungs-befehl — damit jeder Übende die verlangte Bewegung sich schnell erst zurechtlegen kann — und einen nach kurzer Pause folgenden Ausführungs-befehl. Der Ankündigungs-befehl 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.

**Aufmerksamkeitsübungen.** Das eben beschriebene vorherige Koordinieren wird vor allem geübt in den sogenannten Aufmerksamkeitsübungen, zu denen wir die Ordnungsübungen und den Reigen zählen.

**Ordnungsübungen.** 1. Ordnungsübungen im Gemein Körper 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.

**Reigen.** 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 Reigen 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 in dieser oder jener Form verübt wird.

**Übungswert der Aufmerksamkeitsübungen.**

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.

**Zurechtlegen der Bewegungen beim Geräte-turnen.**

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, 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 einzeln 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.

## § 227. 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 fassen, 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.

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 Schlagfertigkeitübungen, welche diese Lücke ausfüllen und somit zu einem wesentlichen Bestandteil rechter erzieherischer Leibesübung werden.

## § 228. Die Schlagfertigkeitübungen.

Zu den Übungen der Schlagfertigkeit zählen wir das Sechsen, das Ringen und vor allem die verwickelteren und feineren Lauf- und Ballspiele. Von diesen Übungen rechnen wir nach ihrem sonstigen Übungswert, nach ihrer sonstigen förper-

Plötzliche Koordination.

Geistesgegenwart und Schlagfertigkeit.

Schlagfertigkeitübungen.

lichen Einwirkung das Sechten zu den Geschicklichkeits- und lokalisierten Kraftübungen, das Ringen mehr zu den allgemeinen Kraftübungen, das Spiel zu den Schnelligkeits- und Geschicklichkeitsübungen.

Spiele,  
Sechten und  
Ringen.

Was aber den Spielen, dem Sechten und dem Ringen nach der Seite der koordinierenden Willenstätigkeit eigen und gemeinsam ist, ist folgendes:

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 Sechtganges, 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 darbietenden 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, den 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.

Die sonst nötige Abführung der Reaktionszeit auf das denkbar geringste Zeitmaß geschieht, wie oben ausgeführt ward, durch einen Vorgang innerer Anspannung, welche das gesamte Nerven- und Muskelsystem in erhöhte Erregbarkeit versetzt. Solche Anspannung und erhöhte Erregbarkeit ist z. B. nur für eine kurze Weile vorhanden bei dem Wettkämpfer, der gespannt dasteht, um beim Ablaufzeichen unverzüglich, „wie aus der Pistole geschossen“, in voller Bewegung zu sein.

Beim Sechten 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.

Besonderer  
Wert der  
Spiele.

Anders bei den Spielen. Hier ist solche Spannung und „Sprungbereitschaft“ nur für besondere Augenblicke des Spiels erforderlich. Hier wechselt Anspannung fortwährend 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.

Der-  
schiedener  
Übungswert  
der einzelnen  
Spiele.

Allerdings walteten 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 übler ist solch Spiel zur Entwicklung der Schlagfertigkeit.

Gegenüber den Kinder- und den Scherzspielen geben erst die ausgebildeteren Kampfspiele zweier Parteien von Spielern gegeneinander Gelegenheit, um Gedächtnis, 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 seine Ausbildung haben ferner das uralte Fußballspiel und in England der Torball (Kridet) 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.

### § 229. 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 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 Willensstätigkeiten möglichst durch gleichzeitige Erwedung 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. Auch die ersten gemeinsamen turnerischen Übungen werden beim Kinde von 6—9 Jahren am besten in Spielformen gebracht. Beim reiferen Knaben, beim Jüngling und schließlich beim Manne soll aber 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 niederzurängen.

Abhärtung  
und Mut

Solche Unlustgefühle können physischer Art sein und in unangenehmen schmerzhaften Erregungen der Empfindungsnerven ihren Urgrund 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 erziehen und damit die Charakterbildung in einem wesentlichen Punkte zu beeinflussen.

**Abhärtung.** 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, unanftes Anprallen, Stoßen usw. gegen die harten aus Holz und Eisen auferbauten Geräte; 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, 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 gilt und der Verachtung anheimfällt.

**Mut.** 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, 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 gesellen 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.

## § 230. 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 Kleinfingerrande der flachen Hand einen leichten Schlag auf die Sehne des vierköpfigen Schenkelstreckers dicht unter der Kniescheibe aus, so macht 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 emporschnellen. Das ist dann aber eine willkürliche Bewegung.

Was geht nun im ersteren Falle vor? In Fig. 358 sei H ein Stückchen der Haut unterhalb der Kniescheibe etwa und T ein dort gelegenes Tastkörperchen, von dem aus die Schmerzempfindung den Empfindungsnerven e entlang — welcher vorher den Ganglienknoten Zw im Zwischenwirbelloch durchsetzt — zum Rückenmark geht.

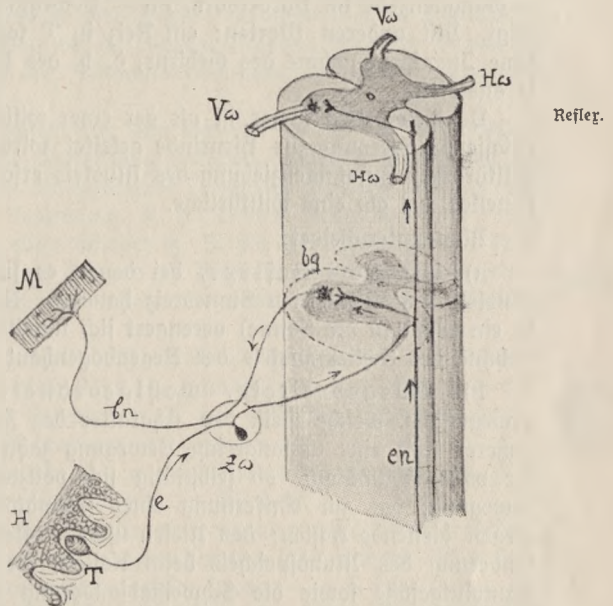


Fig. 358. Schema eines Reflexbogens (nach Goldt). H Haut. T Tastkörperchen. e Empfindungsnerve. Zw Ganglienknoten im Zwischenwirbelloch. en im Rückenmark aufwärts zum Gehirn leitende Empfindungsfaser. Ihre Abzweigung (Reflexbogen) tritt mit einem Endbaumchen in Beziehung zu bg, Bewegungsnervenzelle im Vorderhorn des Rückenmarks, die ihrerseits durch den Achsenzylindersfortsatz und Nerven bn zum Muskel M leitet. — Am oberen Durchschnitt des Rückenmarks sind die Vorderhörner Vw mit den Wurzeln der Bewegungsnerven, sowie die Hinterhörner Hw mit den Wurzeln der Empfindungsnerven Hw und ebenfalls ein Reflexbogen dargestellt.

Reflexbewegungen

Reflex.

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 Seitenfaser *ab*, welche nach dem Vorderhorn des Rückenmarkes in dem betreffenden Querschnitt des Marks 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 emporstreckenden Schenkelstreckers. Diese ganze Leitung nennen wir Reflexbogen. Er ermöglicht also, daß eine Erregung in der Haut (Tastkörperchen *T*) den Empfindungsnerve *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:

Einfacher  
Reflex.

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.

Aus-  
gebreitete  
wohl-  
geordnete  
Reflexe.

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 Luftwegen 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 Krämpfen 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.

### § 231. Automatische Erregungen: Tonus und Spannung der Muskeln.

Auto-  
matische Er-  
regungen.

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.

Tonische  
Automatie.

1. Tonische Automatie nennen wir die stets vorhandene leichte Spannung oder Zusammenziehung, die sich unter Nerveneinfluß bei allen quergestreiften Skelettmuskeln (daß in den gefäßverengenden Ringmuskeln der Schlagadern stets ein Zustand tonischer Spannung vorhanden ist, also in unwillkürlich tätigen Muskeln, wurde bereits oben § 87 ausgeführt) findet. Diese stete Zusammenziehung oder Spannung der willkürlichen elastischen Muskeln ist für den glatten Vollzug aller Bewegungen von größter Bedeutung. Der Steuermann eines schnell dahinschießenden Ruderbootes hat die beiden

Schnüre, mit denen er das Steuer zu bewegen hat, stets in leichter Spannung in den Händen. Er vermag nur dadurch das Boot so genau zu lenken, daß er, je nachdem die Fahrtrichtung geändert werden soll, bald rechts, bald links den Zug der rechten oder der linken Schnur verstärkt und haarscharf so dem Steuer die gewollte Richtung gibt. Genau so hat unser Wille durch den Tonus der Muskeln letztere stets in seiner Herrschaft, reißt nicht etwa plötzlich an dem oder jenem Muskel, sondern gibt auf das leichteste dem zu bewegenden Muskel eine Reizung derart, daß der Umfang der gewollten Bewegung glatt bis zu dem Punkte bei der Zusammenziehung erfolgt, wie er beabsichtigt war. Die Stärke des Tonus der Muskeln ist bei den einzelnen Menschen etwas verschieden, allein sie fehlt nie: ein gewisser Grad von Zusammenziehung oder Spannung ist stets in den willkürlichen Muskeln vorhanden und erleichtert dem willengebenden Nerven die Aufgabe, den oder jenen Muskel arbeiten oder „spielen“ zu lassen. Bei der Schilderung der Koordination der Bewegungen sahen wir ja, wieviele Muskeln bei einer Bewegung beteiligt sind und wie fein abgestuft die Zusammenziehungen der vielen zusammenwirkenden Muskeln sein müssen.

Nun ist der Tonus nicht zu verwechseln mit dem, was wir Spannung des Muskels nennen. Durch den Umstand, daß die Entfernung zwischen Ursprung und Ansatz der Skelettmuskeln stets etwas größer ist als die eigentliche Länge des Muskels, sind alle diese Muskeln stets im Zustande leichter Spannung, d. h. leichter Dehnung. Führt man z. B. einen Schnitt durch das Fleisch eines Gliedes (z. B. bei einer Amputation), so ist die Schnittfläche keine gerade oder ebene, sondern die Muskeln verkürzen sich ringsum, so daß der Schaftknochen nicht unbeträchtlich vorsteht. Sie waren also vorher im Zustand der Dehnung oder Spannung.

Wir haben endlich früher (§ 95) gesehen, daß ein Muskel seine größte Kraftentwicklung aus dem Zustand der Spannung oder Dehnung entwickelt. Weshalb wir durch eine ausholende Bewegung bei kräftiger Arbeit — z. B. beim Werfen, Schlagen usw. — den arbeitenden Muskel erst möglichst spannen oder dehnen.

Der automatische Tonus der Muskeln ist nur bei Schwund des Bewußtseins, d. h. im Schlafe nicht vorhanden, denn der Schlaf „löst die Glieder“.

Der Arzt, der bei einer Operation einen Kranken betäuben will, prüft den Grad der nötigen Betäubung dadurch, daß er den Arm des Kranken leicht anhebt. Ist er vollständig eingeschlafert, so fällt der Arm einfach kraftlos herab — d. h. sein Tonus, der sich bis dahin noch bemerkbar machte, ist nun verschwunden. Der Kranke ist nun wirklich „entspannt“.

Andere „Zustände“ als die angeführten gibt es im Muskel nicht. Mit irgendwelchen „Entspannungsübungen“ hat das alles nichts zu tun. — Soviel über „tonische Automatie“.

2. Die Erregungen sind unterbrochene und veranlassen in stetem rhythmischen Wechsel Bewegung und Erschlaffung: *rhythmische Automatie*. 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 ausgeföhrt ist.

Rhythmische  
Automatie.

## § 232. Halbautomatische Bewegungen.

Eine einzelne Bewegung, selbst verwickelter Art, wird, wenn oft in derselben Weise ausgeföhrt, der koordinierenden Willenstätigkeit immer mehr gelaufig. Ihr Erinnerungsbild ist in den Zentralorganen aufbewahrt, und so bedarf es bei Wiederholung einer solchen Bewegung keiner mühsamen Koordinationstätigkeit mehr, sondern

Halb-  
automatische  
Be-  
wegungen.

sie erfolgt bei leichtem Willensstoß 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.

Gleichgewichts-  
erhaltung.

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.

Halb-  
automatische  
Änderung  
der Gleich-  
gewichtslage.

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-eilte 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-, Schlängel- 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 Willensakt seine Haltung für jeden Moment entsprechend einrichtet.

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.

Rhythmische  
halb-  
automatische  
Bewegungen.

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 gleich einem Reflex aus ohne Inanspruchnahme der koordinierenden Willens-tätigkeit. 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 haltend, beim anderen lässig bequem, bald in selbstbewußter, straffer, herausfordernder Haltung, bald mit schlaffen, schwächlichen, schiebenden Bewegungen, mit Hin- und Herwiegen des Rumpfes usw.

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 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 ungetannten 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.

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.

Fragen 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

Eingewöhnung halbautomatischer Bewegungsformen.

Umbildung der gewohnten Gangart.

Ersparung von Nervenarbeit bei halbautomatischen Bewegungen.

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 Ermüdungstoffe 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.

Notwendigkeit besonderer Willens-tätigkeit auch bei halbautomatischen Bewegungen.

Allerdings kann unter Umständen bei den halbautomatischen Schnelligkeits- und Dauerbewegungen auch das Eintreten besonderer Willens-tätigkeit sich notwendig machen und die erholende Einwirkung auf das Gehirn mehr oder weniger einträchtigen. 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 Wasserlachen 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.

Ebenso beanspruchen Schnelligkeits- und Dauerbewegungen dann kraftgebende Willens-tätigkeit, 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.

### § 233. 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 Marschtritte reizen 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.

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 Flachs gerastt 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 Fleischerburschen auf dem Hackbrett, die Küfer beim Hämmern der Faßreifen; zu fast melodischer Taktfolge vereint sich der Klang der Dreschflügel beim Dreschen.

So lag es mehr als nahe, die Erleichterung, welche Rhythmus und Takt der willensgebenden 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 Krumpfbewegungen — 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.

Rhythmische  
Gestaltung  
körperlicher  
Arbeit.

Rhythmus  
bei Leibes-  
übungen.

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 Tanzen nicht mehr als ein hübsches Schmuckstück — nie aber ein tragender Pfeiler.

### § 234. Ermüdung des Gehirns nach geistiger Arbeit.

Blut-  
verschiebung  
bei 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 Stoffwechselfvorgängen im Gehirn, deren Bestehen sogar unter dem Mikroskop sichtbar gemacht werden kann (s. Fig. 348, § 213), sondern hat vor allem den Erfolg, Ermüdungstoffe aus dem Gehirn schnellstens hinwegzuschwemmen. 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 Faden verlieren“. Nur mit Anstrengung vermögen wir unsere Aufmerksamkeit weiter auf den uns beschäftigenden Gegenstand zu richten: das Gehirn ist ermüdet und bedarf einer Erholung.

Geistige Er-  
schöpfung.

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 zweifelloste 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 Allgemeiner Ermüdung und macht auch unfähig, bei Ablenkung der geistigen Arbeit auf ein anderes Gebiet noch mit Erfolg tätig zu sein. Solche geistige Allgemeiner Ermüdung äußert sich vielfach in Unlust zu jeglicher Beschäftigung, reizbarer Schwäche, Launenhaftigkeit, selbst Kopfweh und Schwindelgefühl.

Verschiedene  
Leistungs-  
fähigkeit.

Indes bestehen in bezug auf die Ermüdbarkeit des Gehirns ganz außerordentliche Verschiedenheiten. Wie in den Weber'schen Versuchen die bei kräftigen Arbeitern festgestellte Umkehr der Blutverschiebung infolge Ermüdung durch einen Dauerlauf bei trainierten 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.

Geistige  
Arbeit bei  
Schul-  
hindern.

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.

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.

### § 235. Wechselwirkung 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 Sinnesempfindung 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 durch geistige Ermüdung abgeschwächt.

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. 359), mit einer

Lektionsdauer.

Wechselwirkung zwischen geistiger und körperlicher Ermüdung.

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 Zungen-

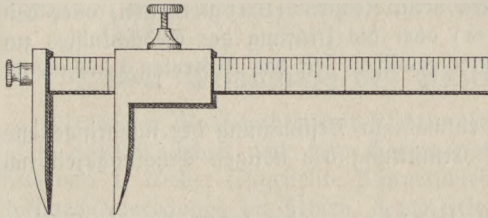


Fig. 359.

spitze 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 Spitzen-

abstand 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.

Immerhin ist als feststehend zu erachten, daß geistige Ermüdung auch die Empfindungsnerve in Mitleidenschaft zieht und in merklicher Weise die Feinheit der Tastempfindung abschwächt.

Einfluß der Muskelermüdung auf die geistige Tätigkeit.

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 umkreisenden Ermüdungsstoffe wirken zweifellos ungünstig auf die Hirntätigkeit ein. Andererseits wissen manche geistig stärker beschäftigte Leute, daß eine Frühwanderung, eine Ruderfahrt 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.

Einfluß geistiger Ermüdung auf die Muskelarbeit.

Mosso Ergograph.

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 Beugemuskeln des Mittelfingers. Seinen Apparat nannte Mosso „Ergograph“,

d. h. Arbeitsaufzeichner. Die Versuchsanordnung ist dabei so (Fig. 360), 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. 360), 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. 360), welcher die einzelnen Hebungen und Senkungen, also die Arbeit der betreffenden Muskeln, auf einer rundgehenden Schreibtrommel oder einer beweglichen Schreibfläche aufzeichnet. Die so gewonnenen Kurvenbilder lassen

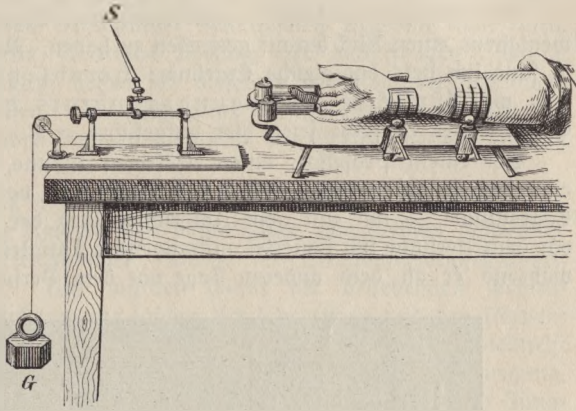


Fig. 360. Der Ergograph von A. Mosso.

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. 361 u. 362

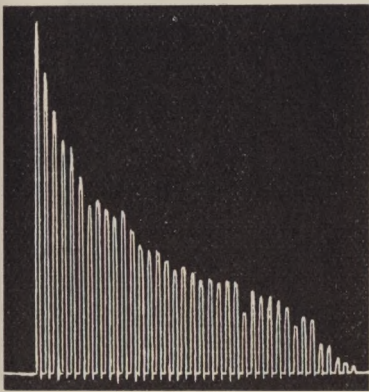


Fig. 361

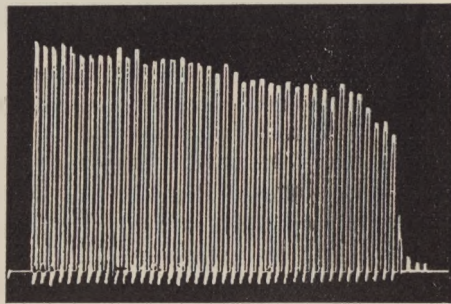


Fig. 362.

wiedergegeben. Sie zeigen, von verschiedenen Versuchspersonen aufgenommen, einen besonderen Unterschied. Nämlich in der Kurve Fig. 361 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. 362 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

Charakteristische Gehalt der Ermüdungskurve bei den einzelnen Menschen.

Anderung  
der  
Ermüdungs-  
kurve des  
Ergographen  
nach geistiger  
An-  
strengung.

heißt also: Die Art, wie wir müde werden, ist für jeden einzelnen Menschen etwas verschieden, ja vielleicht charakteristisch und typisch. Denn wenn der gemachte Versuch am Ergographen bei denselben Personen unter genau denselben Umständen wiederholt wurde, so ergab 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.

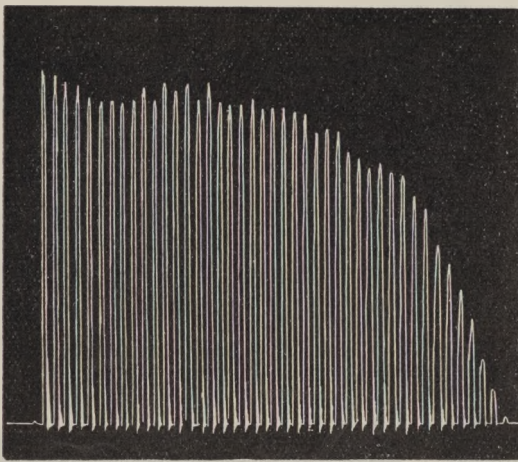


Fig. 363.

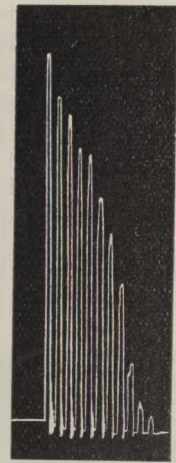


Fig. 364.

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.

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. 363):

Zahl der Zusammenziehungen . . . . . = 43

Arbeit in Kilogrammetern . . . . . = 5,694.

## 2. Nach Erledigung von 19 Prüfungen (Sig. 364):

Zahl der Zusammenziehungen . . . . . = 11

Arbeit in Kilogrammetern . . . . . = 1,086

also das vollkommene Bild von Muskelererschöpfung!

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.

Direkte  
Reizung der  
Muskeln.

Bei bestehender Hirnermüdung anstrengende Muskelübungen vornehmen zu lassen, namentlich solche, die große Nervenarbeit verbrauchen, wie Sechten, 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.

Folgerung  
für die Dor-  
nahme von  
Leibes-  
übungen.

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.

Folgerungen  
für das  
Schulturnen.

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 Sechten.

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. 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 Vor-  
mittag dem  
Geist — der  
Nachmittag  
dem Körper.

## B. Die peripheren Nerven und Sinnesorgane.

### § 236. Die peripheren Nerven.

Die peripheren Nerven.  
Hirn- und Rückenmarksnerven.

Vom Gehirn und Rückenmark gehen zur rechten und linken Körperhälfte 43 Nervenpaare ab. Davon zählen 12 Paare zu den Gehirns-, 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, 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 Muskelnerven leiten lediglich Bewegungsreize von den Zentralorganen zu den Muskeln.

Nur eine Anzahl von Gehirnnervenpaaren besteht ausschließlich entweder aus Sinnes- oder aus Bewegungsnerven. 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).

Die zwölf Hirnnervenpaare.

### § 237. Die zwölf Hirnnervenpaare.

Die vom Gehirn entspringenden Nerven treten sämtlich an der Hirnbasis aus der Hirnmasse (s. o. Fig. 350) und gehen durch die Öffnungen der Schädelhöhle zum Gesichtsteil des Kopfes, ferner zum Kehlkopf und zu den dem Kehlkopf benachbarten Organen. Das elfte Hirnnervenpaar geht zu der Muskulatur des Nackens, das zehnte hinab zu den Brust- und Baueingeweiden.

Die zwölf Hirnnervenpaare sind folgende:

Geruchs-  
nerv.

1. Der Geruchsnerv (nervus olfactorius). Er liegt platt an der Unterseite der Stirnlappen des Gehirns. Sein verdicktes, kolbiges 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.

Sehnerv.

2. Der Sehnerv (n. opticus). Der Sehnerv tritt vor den zum Großhirn gehenden Rückenarmen 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 Sehnervenfasern 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 Bewegungsnerven 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 Nervenknotten, 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 Empfindungsnerven und versorgen die Stirngegend, die Augengegend, die Haut der Nase, der Wangen, sowie die Zähne des Oberkiefers mit Empfindungsnerven, während der dritte Ast ein gemischter Nerv ist, der Bewegungsfasern zu allen Kaumuskeln, Empfindungsnerven namentlich zu den Zähnen des Unterkiefers, zur Zunge, zur Wangenschleimhaut, zur Schläfengegend, zur Haut der Unterlippe und des Kinns sendet.

Stirner 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- (n. facialis). Seine Verzweigungen gehen nämlich zu allen denjenigen Muskeln des Gesichts, welche das Mienenpiel verursachen und den Gemütsbewegungen ihren bezeichnenden Ausdruck verleihen. Der Gesichtsnerv wird daher auch der „mimische“ Nerv genannt.

Gesichtsnerv.

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 Gehörempfindungen vermittelnden Teilen des Gehörorgans. Durch seine zu den Bogengängen des Labyrinth gehenden Fasern vermittelt der Hörnerv auch die Wahrnehmung der Lage unseres Körpers.

Gehörnerv.

Das neunte Paar, der Zungenschlundkopfnerv oder Geschmacksnerv (n. glossopharyngeus), ist ein gemischter Nerv. Er sendet sowohl Bewegungs- nerven zu den Muskeln des Schlundkopfs als auch Empfindungsfasern zum Rachen, zur Zungenwurzel und zum Kehldedeel. Vor allem aber vermitteln seine am Zungen- grund endenden Fasern die Geschmacksempfindung.

Zungen-  
schlundkopf-  
oder Ge-  
schmacks-  
nerv.

Das zehnte Hirnnervenpaar, der herumsehweifende oder Lungen- Magen- (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 Bewegungs- nerven zu den Muskeln des Kehlkopfs und weiterhin Fasern zu den Luftröhren, zum Herzen, sowie zum Magen. Die Empfindungsfasern des herumsehweifenden Nerven vermitteln das Gefühl von Hunger, Durst und Sättigung, das Atembedürfnis, das Gefühl der Beklemmung, den Hustenreiz usw. Auf den Herzschlag wirkt der Lungen- Magen- nerv regulierend ein.

Lungen-  
Magen-  
nerv.

Durchtrennung des zehnten Hirnnerven beiderseits wirkt unbedingt tödlich.

Das elfte sowie das zwölfte Hirnnervenpaar, letzteres der Zungenbewegungs-  
nerv, sind reine Bewegungsnerven.

### § 238. Die Rückenmarksnerven.

Rücken-  
marks-  
nerven.

Dem Rückenmark gehen 31 Paar Rückenmarksnerven, nach Verlauf und Ver-  
teilung 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.

Wurzeln der  
Rücken-  
marks-  
nerven.

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 Emp-  
findungsfasern bestehend (aus dem Hinterhorn des Rückenmarks). Beide Wurzeln,  
von denen die hintere die stärkere ist, bestehen aus platten Faserbündeln, welche sich  
bereits im Zwischenwirbelloch, nachdem die hintere Wurzel einen Nervenknoten ge-  
bildet 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. 358).

Jeder Rückenmarksnerv zerfällt nach seinem Durchtritt durch das Zwischenwirbel-  
loch 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.

Geflechte der  
Rücken-  
marks-  
nerven.

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 Sitz-  
beinnerv (nervus ischiadicus), welcher, aus der Tiefe des Gefäßes 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.

### § 239. Das vegetative Nervensystem.

Das vege-  
tative  
Nerven-  
system.

Das vegetative Nervensystem, zu welchem auch das sympathische Nervengeflecht  
gehört, 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 vegetative Nervensystem 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 Gefäßverengerung u. dgl.

Der Hauptstrang des sympathischen Geschlechtes, 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 geschlechtartig umspinnend, zu allen Organen des Körpers hinführen.

### § 240. Der Geruchssinn.

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 die obere und mittlere Nasenmuschel, sowie den entsprechenden Abschnitt der Nasenscheidewand überzieht. Seine letzten Ausläufer enden hier in den langgestreckten sogenannten Riehzellen, 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. 365).

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 Wohltat. 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 Stinkluft sich Menschen anscheinend ganz wohl befinden können.

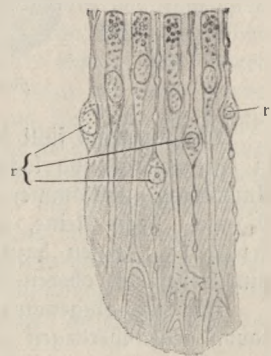


Fig. 365. Endigung von Riechnerven in der Nasenschleimhaut. r r Riehzellen, dazwischen Stütz- zellen, zwischen deren zylindrischen Enden die Fortsätze der Riehzellen an der Oberfläche der Schleimhaut münden. — Vergrößerung 500.

Der Geruchssinn.

Riechstoffe.

Abstumpfung des Geruchs.

### § 241. Das Auge. (Fig. 366.)

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.

Augapfel  
und  
Netzhaut.

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.

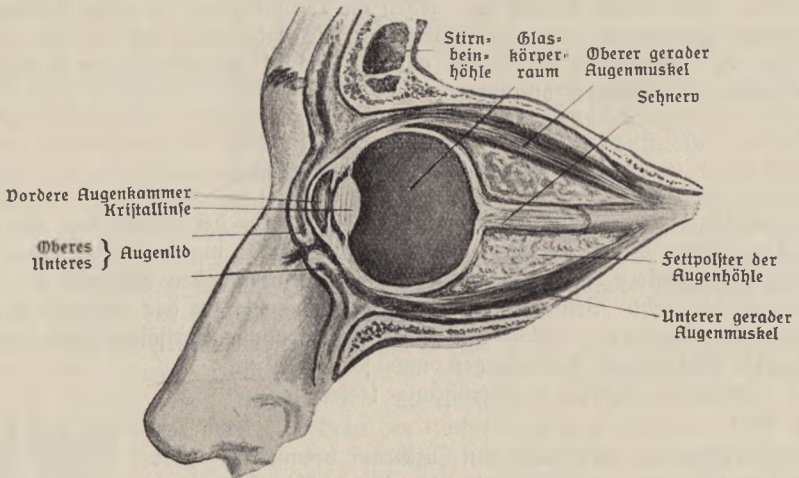


Fig. 366. Durchschnitt des Auges und der Augenhöhle.

Settgewebe  
der Augen-  
höhle.

Augen-  
muskeln.

Der Augapfel füllt die Augenhöhle nur zum kleinen Teile aus. Er ist vielmehr in ein weiches und lockeres Polster von Settgewebe 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.

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 auswärts; das dritte dreht ihn kreisförmig 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.

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.

### § 242. Augenlider und Augenbrauen.

Augenlider  
und Augen-  
brauen.

Die Augenlider sind zwei bewegliche Deckel, welche wie Klappen bis zum vollkommenen Schluß der Lidpalte vor das Auge gezogen werden können. Die Lider

erhalten ihre Festigkeit durch zwei eingelagerte halbmondförmige Knorpelstücken, 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.

Lidknorpel.

Die Haut über den Augenlidern ist sehr dünn und entbehrt jeglichen Fettpolsters. Daher stellt sich bei Entzündungen in der Augengegend oder deren Nachbarschaft, bei der Gesichtrose 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.

Haut der Augenlider.

Die Zartheit der Haut um die Augenlidspalte macht, daß gerade hier, als eine der ersten Alterserscheinungen im Gesicht, sich leicht zahlreiche Furchen und Fältchen eingraben.

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 sehen nach vorn. Die Wimpern schützen das Auge vor dem Eindringen kleiner Fremdkörper und Insekten.

Augenwimpern.

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.

Meibom'sche Drüsen.

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. Halbkreisförmig 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 erbebten, und solche olympische Brauen trugen wesentlich dazu bei, dem machtvollen Kopf Bismarck's sein Gepräge zu geben. —

Augenbrauen.

### § 243. 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 Aderchen erstrecken sich von den Augenwinkeln zur Hornhaut hin.

Bindehaut des Auges.

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, entwicklungsgeschichtlich 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“.

### § 244. Die Tränenorgane.

Die Tränenorgane.  
Tränen-drüse.

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 Tränenkanälchen leiten die Tränenflüssigkeit weiter zum Tränen sack und von da durch den Tränen nasengang zur Nasenhöhle.

Tränenkanälchen.

Tränenflüssigkeit.

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 lebhaftete Rötung der Haut. Sehr schön hat dies Rubens bei mehreren seiner Frauenköpfe (z. B. der heiligen Cäcilie des Berliner Museums) dargestellt.

### § 245. Der Augapfel und seine Häute. (Fig. 367.)

Der Augapfel und seine Häute.

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:

Weißer oder harte Augenhaut.

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 kreisrunde 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.

2. Die Hornhaut. Die Hornhaut ist blutgefalos, 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 wachsernen Glanz. Im Binnenraum mit einfallendem Licht spiegelt die Hornhaut genau die Gestalt der Lichtquelle wieder. Berühmt ist das Dürer'sche Bildnis des Hieronymus Holzschuher im Museum zu Berlin, auf dessen Hornhaut sich deutlich das viereckige Fenster mit seinem Fensterkreuz abspiegelt.

Im Alter beginnt sich die Hornhaut an ihrer Peripherie zu trüben, so daß rundum am Hornhautrande ein getrübter weißlicher Ring entsteht, der Greisenbogen.

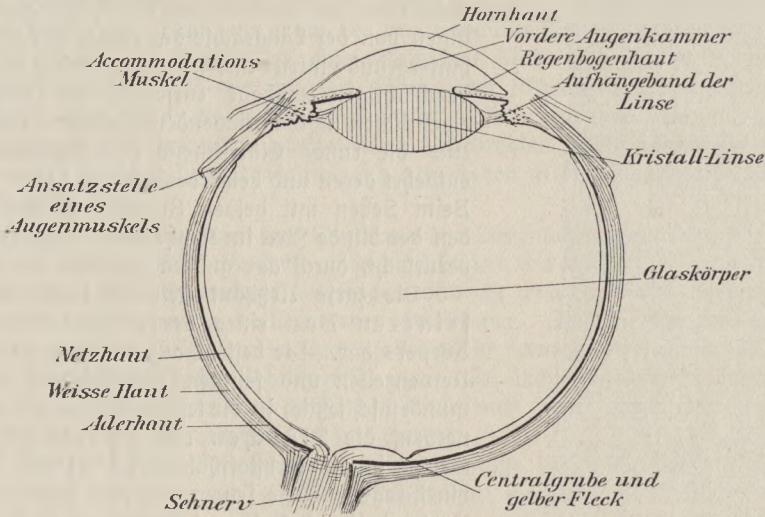


Fig. 367. Horizontaldurchschnitt durch den Augapfel.

3. Die Aderhaut überzieht die Innenfläche der weißen Augenhaut. Sie ist ungemein blutgefareich und außerdem durch eine Schicht von farbstoffhaltigen (Pigment-) Zellen ausgezeichnet, welche dichtgedrängte schwarze Farbstoffkornchen 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.

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 einfallendem 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. § 97). Durch Eintraufung eines Tropfens einer Atropinlösung, 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 lichthem Grau bis zu dunklerem Blau und von Graugrünlich 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 oder rötliche Haare und blaue Augen zum blonden Typus, getönte Haut, dunkle Haare und braune bis schwarze Augen zum brünetten Typus gehören. Blaue Augen bei schwarzem Haar oder dunkelbraune Augen bei hellblondem Haar sind seltenere Abweichungen.

Ciliar- oder Akkommodations-muskel.

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 Markhügel etwas nach innen von der Längsachse 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.

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 Nervenfasern. Letztere münden schließlich in die letzten Endigungen der Sehnerven, die Stäbchen und Zapfen (Fig. 368), 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

Fig. 368. Durchschnitt durch die menschliche Netzhaut. sn Schicht der Sehnervensfasern, welche zunächst zu größeren, dann zu kleineren Nervenzellen gehen. stz Schicht der Stäbchen und Zapfen. ps Pigmentschicht. — Vergrößerung 500.

7 Millionen berechnet. Den Zapfen schreibt man eine feinere Lichtempfindlichkeit als den Stäbchen zu, insbesondere auch die Farbenwahrnehmung. Stäbchen und Zapfen stehen dichtgedrängt nebeneinander, mit ihrer Achse gegen die Kugeloberfläche 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 fixieren 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

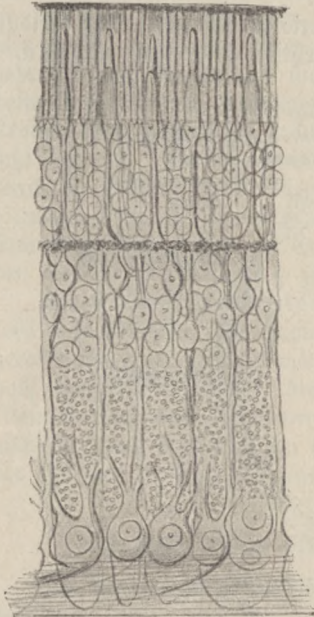
Regenhaut.

Bau der Netzhaut.

Stäbchen und Zapfen der Netzhaut.

Gelber Fleck der Netzhaut.

Fixieren eines Gegenstandes.





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 Sehempfindlichkeit eine geringere. —

### § 246. 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.

Der Kern  
oder die  
lichtbrechen-  
den Mittel  
des  
Augapfels.  
Wässerige  
Augen-  
flüssigkeit.

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 konvergen 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 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.

Kristalllinse.

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 derranken 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 konvergen Glas, die Starbrille, ersetzt werden. —

Grauer Star.

Der Glaskörper füllt die ganze Höhlung hinter der Linse bis zur Netzhaut aus und besteht aus einer wasserhellen durchsichtigen gallertähnlichen Masse.

Glaskörper.

### § 247. Akkommodation des Auges.

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 Augennern 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.

Akkommo-  
dation oder  
Anpassungs-  
vermögen.

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.

Ein-  
stellung  
des  
Auges  
auf  
nahe  
oder  
ferne  
Gegenstände.

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 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.

Akkommo-  
dations-  
muskel.

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. 369). Soll da-

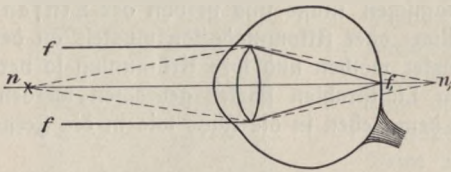


Fig. 369. Normalsichtiges Auge in Ruhe. Die parallelen Strahlen  $f$  vereinigen sich auf der Netzhaut in  $f_1$ , die von dem Nahpunkt  $n$  ausgehenden Strahlen aber erst in  $n_1$  hinter der Netzhaut, während sie auf der Netzhaut einen „Sertreuungskreis“ bilden, d. h. kein deutliches Bild erzeugen.

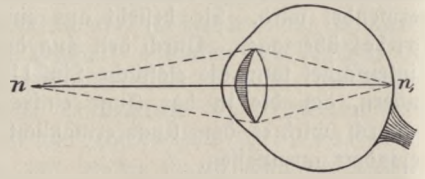


Fig. 370. Normalsichtiges Auge, durch stärkere Wölbung der Linse (mittels Schraffierung kenntlich gemacht) auf Naharbeit eingestellt. Die von dem Nahpunkt  $n$  ausgehenden Strahlen vereinigen sich nunmehr auf der Netzhaut in  $n_1$ .

gegen 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. 370). 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. —

Sern- und  
Nahpunkt.

Akkommo-  
dations-  
breite.

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.

## § 248. Normalsichtige und kurzsichtige Augen.

Normal-  
sichtige 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.

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 Nahepunkt ist also bei 13,5 cm. Die gesamte Akkommodationsbreite ist mithin eine unendlich große.

Das kurzsichtige (myopische oder tiefgebaute) Auge kann in Ruhe dagegen parallele Strahlen nicht auf der Netzhaut vereinen (Fig. 371). 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 kurzsichtigen Auge abnorm nahe.

Was den Nahepunkt betrifft, so können bei sehr starker Akkommodationstätigkeit noch Gegenstände aus einem Abstände von 4—2 Zoll (10,8—5,4 cm), ja bei hochgradiger Kurzsichtigkeit aus noch geringerem Abstände deutlich gesehen werden. Der Nahepunkt liegt also ebenfalls abnorm nahe. Die gesamte Akkommodationsbreite ist gering.

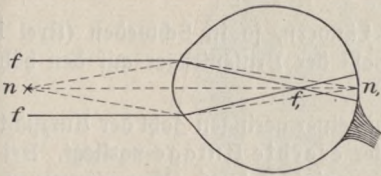


Fig. 371. Kurzsichtiges Auge in Ruhe. Aus  $f$  kommende parallele Strahlen schneiden sich bereits vor der Netzhaut in  $f'$ , und geben auf der Netzhaut einen Zerstreuungskreis. Von ganz nahen Gegenständen in  $n$  ausgehende Strahlen vereinen sich dagegen auf der Netzhaut in  $n_1$ , und werden deutlich gesehen.

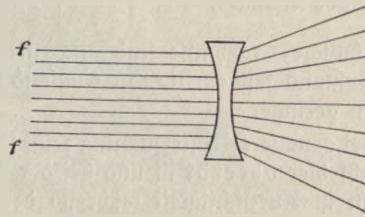


Fig. 372. Wirkung eines Konkavglases (Zerstreuungsbille). Aus  $f$  kommende Strahlen werden so gebrochen, daß sie aus der Nähe zu kommen scheinen.

Um dem kurzsichtigen 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. 372). Je nach dem Grade der Kurzsichtigkeit muß die Konkavbrille entsprechend höher geschliffen sein.

Dorübergehend erwähnt sei hier noch die Presbyopie oder Alterssichtigkeit 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 kurzsichtige Auge unterliegt, rückt der Nahepunkt vom Auge ab. Sobald 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 Altersweitsichtigkeit störend in die Erscheinung. Ein Konverglase rückt den Nahepunkt 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 normalsichtig wäre. —

Auf die Überweitsichtigkeit (Hypermetropie), die auf einem anatomischen Fehler des Auges beruht, ist hier nicht weiter einzugehen. —

Alterssichtigkeit.

### § 249. Die Kurzsichtigkeit in der Schule.

Kurzsichtig-  
heit in der  
Schule.

Die Zahl derer, welche während der Schulzeit kurzsichtig werden, ist eine unverhältnismäßig große, namentlich in den höheren Schulen. Sie nimmt mit den Anforderungen, welche die Schule stellt, und mit den Klassen zu. Nach der Zusammenstellung von H. Cohn wurden in Deutschland durchschnittlich gezählt:

Am Gymnasium . . . . .	42,5%	Kurzsichtige,
an der Realschule . . . . .	30,0%	"
an der höheren Töchterchule (Lyzeum). . .	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	45	52
Höhere Töchterchule . . .	—	5,7	7,5	13,2	28	22,2	25	32,8	33,4

Ähnliche Ergebnisse sind auch in anderen Ländern, so in Schweden (Axel Key) und Rußland festgestellt. In England ist die Zahl der Brillenträger auf den höheren Schulen geringer. —

Bei genauerer Untersuchung zeigt sich, daß bei einer geringen Zahl der Kurzsichtigen der Sehfehler vererbt ist und bei der Hälfte aller ererbte Anlage vorliegt. Bei den übrigen 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 den Reifejahren wird das Auge weit widerstandsfähiger. Dies zeigt sich u. a. darin, daß Handwerker, welche für die Augen sehr anstrengende Naharbeit auszuführen haben, wie Uhrmacher und Goldschmiede, in ihrem Beruf kaum noch kurzsichtig werden.

Einfluß der  
Schularbeit.

Auch bei den Schülern ist es weniger die Naharbeit 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 oder statt einfacher

Kurzsichtigkeit zuweilen noch fehlerhafte Krümmung der Hornhaut oder der Linse (Astigmatismus) oder auch andere Erkrankungen des Auges bestehen können, welche besondere Brillen oder anderswie geeignete Behandlung erfordern.

Was die Frage betrifft, ob Kurzsichtigkeit ein Hinderungsgrund zur Teilnahme am Turnen sei, so hat man mehrfach 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.

Kurzsichtig-  
heit und  
Turnen.

### § 250. Das Gehörorgan. (Fig. 373.)

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 Gehör-  
organ.

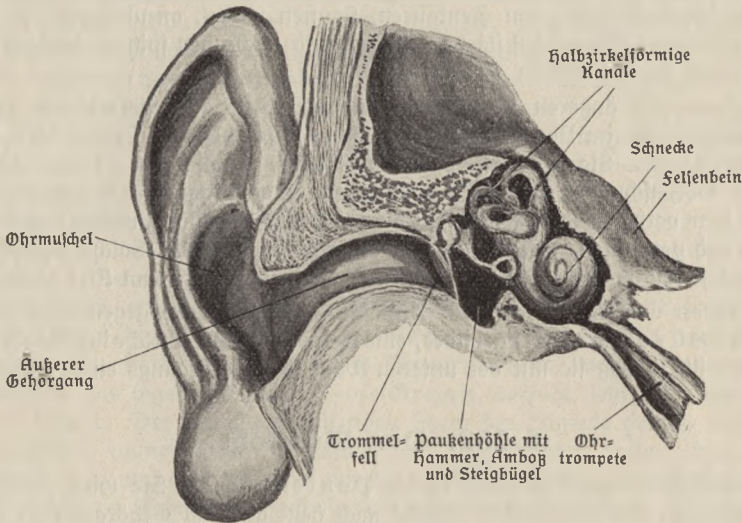


Fig. 373. Querschnitt durch das Gehörorgan des Menschen.

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 Ohrtrompete, und drittens das innere 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.

### § 251. Das äußere Ohr.

Die Ohrmuschel ist bei den Tieren meist sehr beweglich. Durch Aufrichten des Ohres (die „Ohrenspitzen“) 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

Äußeres  
Ohr.  
Ohrmuschel.

schwache Bewegungsmuskeln des Ohres vorhanden, sie sind aber nur in Ausnahmefällen stark genug, um das Ohr wirklich zu bewegen. Die Ohrmuskulatur ist mehr eine Zier des menschlichen Kopfes als ein zur Schallempfindung beitragendes Werkzeug.

**Ohrknorpel.** Stütze der Ohrmuskulatur 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 Ohrmuskulatur ermangelt des Knorpels und stellt ein Hautlappchen dar, welches sich leicht durchbohren läßt, um Schmuckgegenstände — Ohrringe — daran zu befestigen. Das Ohrlappchen ist übrigens allein dem Menschen eigen und fehlt selbst bei den menschenähnlichen Affen, deren Ohrmuskulatur sonst der des Menschen stark ähnelt.

**Äußerer Gehörgang.** 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 (Bockshaare) aus dem Ohrtrichter hervorragen. In der Kunst liebt man starke Bockshaare in den Ohren bei der Darstellung von Zentauren, Faunen u. dgl. anzubringen; bei letzteren wird außerdem die Ohrmuskulatur stark verlängert und nach oben spitz auslaufend gebildet, was ihr einen mehr tierischen Charakter verleiht.

**Ohrenschmalzdrüsen.** Die Haut des äußeren Gehörganges ist außerdem ausgestattet mit zahlreichen knäuelartigen (also im Bau den Schweißdrüsen entsprechenden) Drüsen, den Ohrenschmalzdrüsen. Sie sondern einen gelblichen, schmierigen, leicht erhärtenden Stoff, das Ohrenschmalz, ab. Mit von außen eingedrungenem Staub und Härchen vermischt, kann verhärtetes Ohrenschmalz dicke fette Pfropfe bilden, welche den Gehörgang ausfüllen und verstopfen, so daß sich Schwerhörigkeit einstellt. Solche Pfropfe 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 freisrunde Haut, welche in schräger Richtung ausgespannt ist, so daß sie mit der unteren Wand des Gehörganges einen spitzen Winkel bildet.

## § 252. Das Mittelohr.

**Das Mittelohr.** 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

**Ohrtrompete.**

durchbohrt, so vermag man bei zugehaltener Nase und fest geschlossenem Munde durch kräftige Ausatmungsbewegung in hörbarer Weise Luft durch die Ohrtrumpete in die Paukenhöhle und weiter durch die Öffnung im Trommelfell am Ohr hinaus zu blasen.

### § 253. Das innere Ohr.

Das innere Ohr oder das Labyrinth besteht aus einer Anzahl von Höhl-  
räumen 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 Knochenschicht umschlossen und kann als Ganzes aus dem  
Felsenbein herausgemeißelt werden.

Das innere  
Ohr.

Das Labyrinth zerfällt in folgende Teile: den Vorhof, die Schnecke und die  
drei halbzirkelförmigen Gänge.

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.

Vorhof.

Die halbzirkelförmigen Kanäle bestehen aus drei halbkreisförmig ge-  
bogenen Röhren. Sie haben eine eigentümliche Beziehung zur Erhaltung des Gleich-  
gewichts, indem die hier mündenden Fasern des Hörnerven keine Gehörswahrnehmungen  
vermitteln, sondern das Gefühl für vorhandenes Gleichgewicht des Körpers. Zerstörung  
der halbzirkelförmigen Kanäle hebt die Fähigkeit sicherer Gleichgewichtserhaltung auf.

Halbzirkel-  
förmige  
Kanäle.

Die Schnecke stellt einen schraubensförmig  $2\frac{1}{2}$  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, aufruht, setzt sich zusammen aus  
genannten Fasern. Der spiralförmig verlaufenden 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 Wellen-  
längen aller dieser entsprechenden Fasern der Grundmembran mitschwingen läßt,  
und daß diese Schwingungen sich den hier befindlichen Endigungen des Hörnerven  
übertragen.

Häutiges  
Labyrinth.

Cortisches  
Organ.

### 254. 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 Zusammen-  
setzung, welche der chemischen Scheidekunst nicht mehr zugänglich sind. Die Unter-  
scheidungsgabe 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 vervollkommnet werden. Es sei hier nur an die feine  
Zunge eines guten Kochs oder gar eines berufsmäßigen Weinschmeckers erinnert, der  
nach einer kleinen Kostprobe den Jahrgang und die Lage eines Weins aus seiner Gegend  
genau zu bestimmen vermag.

Das  
Geschmacks-  
organ.

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

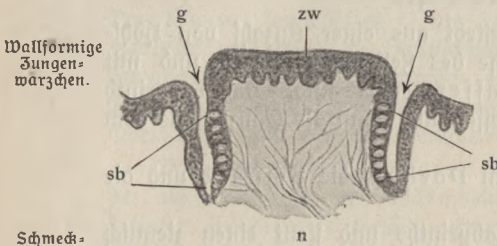


Fig. 374. Schnitt durch ein wallförmiges Zungenwärtzchen. zw das breite Wärtzchen. g g der umgebende Wallgraben. sb Schmeckbecher. n Geschmacksnerven. — Vergrößert.

findet aber auf der Zungenwurzel statt, wo sich in einem U-förmigen Bogen angeordnet eine Reihe (10—15) von breiten, runden wallförmigen Zungenwärtzchen 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

Wärtzchen (Fig. 374). Der Umstand, daß die zu schmeckenden Flüssigkeiten in die engen ringförmigen Gräben eintreten, welche die wallförmigen Warzen 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 Geschmackswärtzchen 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 Weinstofter, indem sie zwischen den Kostproben stets etwas trockenes Brot essen.

## § 255. Tastsinn und Empfindungen der inneren Organe.

Tastsinn  
und Empfin-  
dungen der  
inneren Or-  
gane.  
Tastempfin-  
dungen.

Neben dem Geruchs-, Gesicht-, Gehör- und Geschmackssinn rechnen wir als fünften Sinn den Tastsinn. Bei näherer Betrachtung zeigt sich indes, daß es eine Reihe von ganz verschiedenartigen 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).

Wärme-  
empfindung.

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 (Wärmeregulierung, § 175). Auch elektrische Reizungen sowie chemische Reize (z. B. durch ätzende Stoffe, welche Brennen, oder durch Stoffe, welche starkes Jucken erzeugen) werden durch die Hautnerven vermittelt.

Muskel- und  
Gelenksinn.

Kraftsinn.

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



Empfindungsnerve 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 Empfindungsnerve, die sich als Schmerzgefühl äußern. Endlich vermitteln bestimmte Nerven das Gefühl des vorhandenen Gleichgewichts bei Körperbewegungen. Es ist schon erwähnt, daß die halbirkelförmigen Kanäle des inneren Ohres der Sitz dieses Gleichgewichtsinnes zu sein scheinen.

Schmerz-  
empfindun-  
gen innerer  
Organe.

Gleich-  
gewichtsinn.

Die Empfindungsnerve 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.

Allgemein-  
gefühl.



## Dritter Teil

Bewegungslehre der Leibesübungen.



## IX. Ruhehaltungen.

### § 256. 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: Ruhehaltungen.

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. Gleichgewicht.

Solche fortwährende Verlegung von Schwerpunkt und Unterstützungspunkt macht das Wesen der Ortsbewegungen des Körpers aus. —

### § 257. 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 Ferse zusammenstoßen und die Fußachsen einen nach vorn offenen Winkel bilden, die Schwerlinie in einen Punkt der Halbierungslinie 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 und, zur Vorbringung der Brust, der Trapezmuskel. 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. 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. Aufrechtes Stehen auf beiden Füßen.  
Militärische Haltung.

Bei der als Normalhaltung oder aufrechte Geradhaltung (s. o. Fig. 83) beschriebenen Art des aufrechten Stehens fanden wir als anatomisches Kennzeichen Normalhaltung.

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 Fersen geschlossen, die Fußspitzen nach auswärts gerichtet, 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 muskelfstarken 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.

### § 258. Aufrechtes Stehen mit Belastung vorzugsweise eines Beins.

Aufrechtes  
Stehen mit  
Belastung  
vorzugs-  
weise eines  
Beins.  
Spielbein.

Ruht der Körper vorzugsweise auf einem Bein, so nennt man dieses das „Standbein“, das andere, das standfreie Bein, „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 gesenkt. 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 Muskelaktivität ein. Die Spannung der großen Schenkelbinde vom Beckenrand außen bis hinab zur Kniegelenkgegend, sowie die Spannung des großen und mittleren Gesäßmuskels wie namentlich des Spanners der Schenkelbinde sowie der früher (§ 118) beschriebenen Darmbein-Schienbein-Binde halten dem schräg einwirkenden Druck der Rumpfschwere das Gegengewicht. Die Schiefstellung des Beckens bewirkt endlich eine vorübergehende seitliche Wirbelsäulenkrümmung (s. o. § 44 Fig. 95).

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. 375).

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.

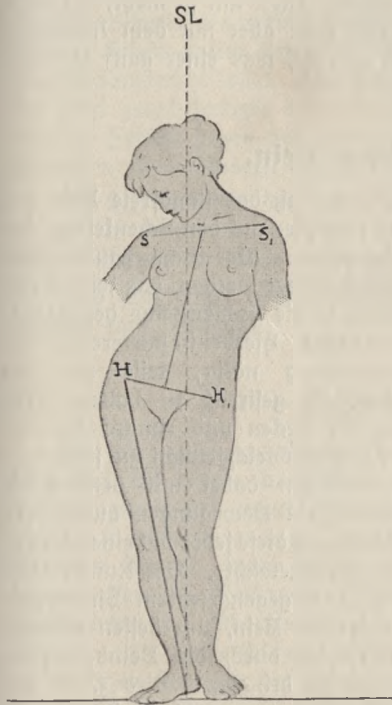


Fig. 375. Stellung vorzugsweise auf einem Bein nach Richter. — SL Schwerlinie; SS, Verbindungslinie der Schulter-, H H, der Hüftgelenke. Angegeben ist ferner die Achse des Rumpfes und die des Standbeins.

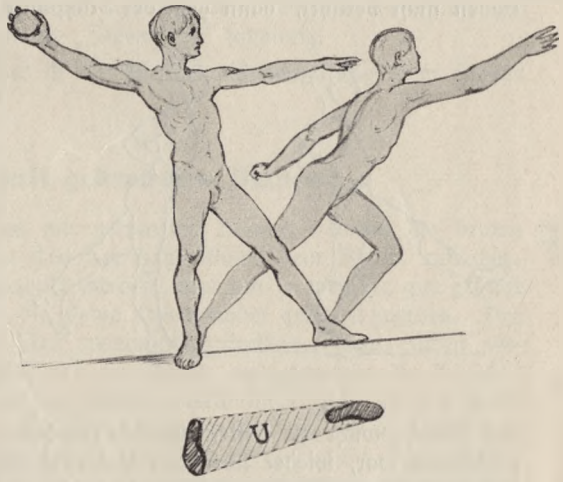


Fig. 376. Umfang einer Bewegung aus der Auslagestellung. U = Unterstühtungsfläche.

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 Fechten oder Werfen (Fig. 376) 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 Unterstühtungsfläche, in welche die Schwerlinie fallen muß. Diese Fläche gewährt hierzu einen großen Spielraum in 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.

Bevorzugung des rechten Beines.

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 Unterstützungsfläche 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 Unterstützungsfläche entspricht.

### § 259. Stehen auf einem Bein.

Stehen auf einem Bein.

Steht der Körper ausschließlich auf einem Bein, so daß das standfreie Bein den Boden nicht berührt, dann geht der Stützpunkt des Rumpfes auf den Schenkelkopf des Standbeins. Der Schwerpunkt muß

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

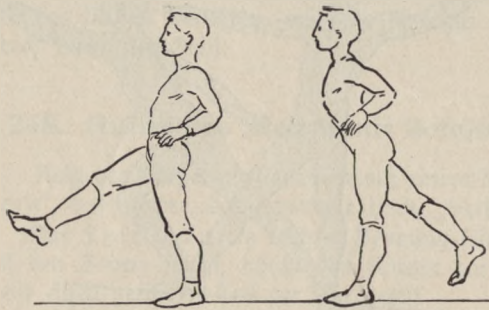


Fig. 377.

das Gleichgewicht zu halten und den Schwerpunkt, der durch die Beinbewegung verschoben war, wieder über den Unterstützungspunkt zu bringen. Wird z. B. das standfreie Bein nach vorn geführt, so muß der Rumpf sich etwas nach hinten biegen, und umgekehrt (Fig. 377). 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.

### § 260. Stehen auf den Fußspitzen.

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 Fersenhöcker) die Kraft (der Wadenmuskel) wirkt, während die Last des Körpergewichts zwischen dem Angriffspunkt der Last und dem Unterstützungspunkt aufruht. Jedoch vermag der Zug des Wadenmuskels allein das Heben des Körpers in den Zehenstand nicht zu bewirken. Es wird insbesondere auch der vierköpfige Schenkelstrecke mit tätig.



Die Unterstützungsflächen des Körpers beim Zehenstand sind nur klein. Sie stellen zwei 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 Unterstützungsfläche gestalten ein längeres Verweilen im „Zehenstand“ schwierig.

Noch schwieriger und anstrengender ist die Gleichgewichtserhaltung beim Stehen auf nur einer Fußspitze.

### § 261. 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 aufruhen, 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.

Stehen mit  
gekreuzten  
Beinen.

### § 262. Das Sitzen.

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 Niederfallen zu verhüten.

Das Sitzen.  
Niedersetzen.

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.

Die Sitznорren haben eine gekrümmte Gestalt und stehen ähnlich nebeneinander wie die Kufen eines Schlittens oder eines Schaufelpferdes. 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 Sitzknorren ihren Ursprung nehmen, gespannt und gestatten dem Sitzknorren nicht, nach hinten zu gleiten.

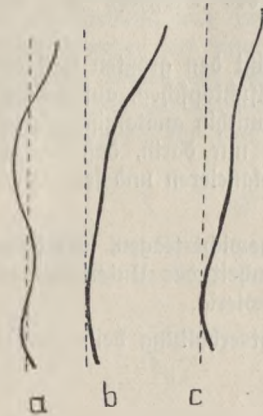
Außer dieser vorderen Sitzhaltung unterscheiden wir noch eine hintere Sitzhaltung, bei welcher der Rumpf auf drei Knochenpunkten: den beiden Sitzknorren und der Steißbeinspitze ruht. Hierbei muß das Becken, damit die Steißbeinspitze auf dem Sitz ausruhen kann,

stark nach hinten geneigt werden. Dementsprechend neigt sich auch der Rumpf nach rückwärts und droht nach hinten umzufallen — um so mehr, als die Sitzknorren 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 Schwere Wirkung 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 Ausrusitz 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 Sitzknorren genügende Unterstützung findet.

Bei weichem Sitz (Polster) sind es die gesamten Weichteile des Gefäßes, 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 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.



Hintere Sitzhaltung. Sig. 378. Linie der Wirbelsäule. a beim Stehen, b bei nachlässigem, c bei gutem, aufrechtem Sitze. (Nach Lünig und Schulthess.)

Hintere Sitzhaltung ohne Rückenlehne.

Hintere Sitzhaltung mit Rückenlehne.

Polstersitz.

Breite des Sitzes.

### § 263. 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.

Einseitiger  
linker Sitz.

Die Schwerlast des Rumpfes wird fast ganz auf den stützenden, dem Tisch aufgelegten linken Arm, sowie namentlich auf den linken Sitznorren 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 Sitznorren 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. 96) — die also ähnlich wirkt wie der schiefe Sitz, der bei Mädchen durch Unterschieben der Röcke nur unter eine Hinterbaue entsteht — muß durch sorgfältige Beaufsichtigung der Schüler beim Schreiben vermieden werden.

### § 264. Das 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.

Liegen.

Das Liegen auf dem Rücken ist eine Ausruhlage, 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 Ferse 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 von Kindern im 1. oder 2. Lebensjahre sowie 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.

### § 265. 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 Hoche nicht so tief ausgeführt werden kann wie bei Mageren und weit mühsamer ist. Die Füße stehen

Hochende  
Stellung.

auf den Fußspitzen, so daß die Unterstützungsfläche — 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 Hocke 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 Knickung der Blutgefäße durch die starken Gelenkbeugungen ein längeres Verweilen in Hockstellung unbequem und ermüdend. Gleichwohl wird bei manchen Völkern, so bei den Arabern und Negern, die Hockstellung an Stelle des Sitzens bevorzugt.

Tiefste Kniebeuge.



Fig. 379.

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 Ausführung einer Reihe von tiefsten Kniebeugen hintereinander um das Knie herum ein Ermüdungsgefühl 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 nutzbringende Summe von Muskelarbeit erreicht war.

Aufrichten aus der Hockstellung.

Der Umstand, daß in der Hockstellung 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 Unterstützungsfläche 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 Hockstellung eingenommen; desgleichen geht zum Aufrichten aus dem Liegen der Körper erst in Hockstellung über, aus welcher dann das Aufrichten sich vollzieht.

## § 266. Knien.

Knien.  
Niederknien.

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 (Fig. 380). 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 Schienbeinfortsätzen 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 Gesäß bis auf die Ferse hinabgeht, dann verteilt sich

die Schwerlast auf Knie und Fußspitzen. Die Schwerlinie fällt in die Mitte der von den Verbindungslinien der Schienbeinknollen und der Fußspitzen umgrenzten Stützfläche (Fig. 381).

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.

Erheben aus der knienden Stellung.

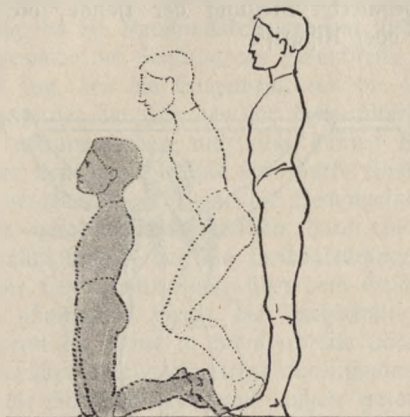


Fig. 380. Niederknien aus dem Stand.



Fig. 381.

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. 382). Während dieser aufrichtenden Bewegung wird der andere Fuß neben diesen gezogen und niedergestellt.

### § 267. 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.

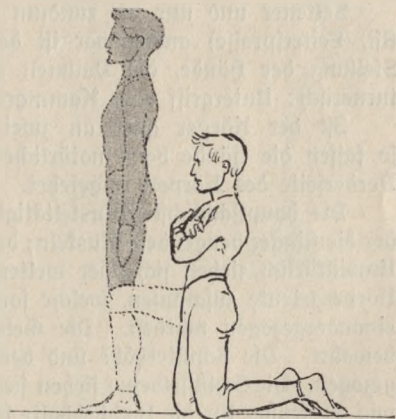


Fig. 382. Aufrichten aus der knienden Stellung.

Der Hang.

### § 268. Streckhang an den Händen.

**Streckhang.** 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, Leitersprosse, 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.

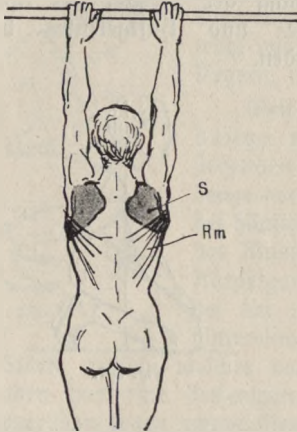


Fig. 383. Stellung der Schulterblätter (S) beim Hang. Rm breitetester Rückenmuskel.

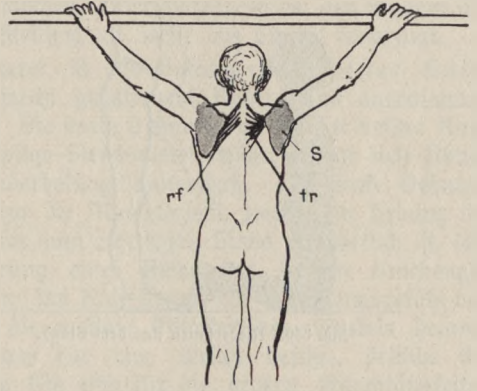


Fig. 384. Spannhang. S rechtes Schulterblatt. rf rautenförmige Muskeln. tr mittlerer Teil des rechten Trapezmuskels.

Seltener und nur bei rundum leicht umgreifbarem festen Gegenstand (Stange, Ast, Leitersprosse) 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 Hochhebbalte beschrieben ward (§ 54), um seinen oberen 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 außen. Der vom unteren Rand der Gelenkpfanne des Schulterblatts entspringende, in der Hochhebbalte 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 angehängt

Einfluß auf  
die Schulter-  
gegend.

(Fig. 383). Die durch das Emporheben der Arme und damit ihrer Ansatzstelle 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 Lenden-  
wirbelsäule  
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,

Spannhang.

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. 384); denn sie bilden die Mittelstücke eines an zwei Endpunkten festgehaltenen Bogens, in dessen Mitte die Körperlast aufgehängt ist. Die starke Inanspruchnahme dieser Schulterblattmuskeln macht den Spannhang ungleich ermüdender und anstrengender als den Streckhang.

## § 269. 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. 385). Als Rußhaltung 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 zweiföpfige Armbeuger beim Beugehang mit Kamm- oder Untergriff, der innere Armbeuger beim Beugehang mit Riß- 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 rundlichen Muskels, des großen Brustmuskels.

Beugehang.

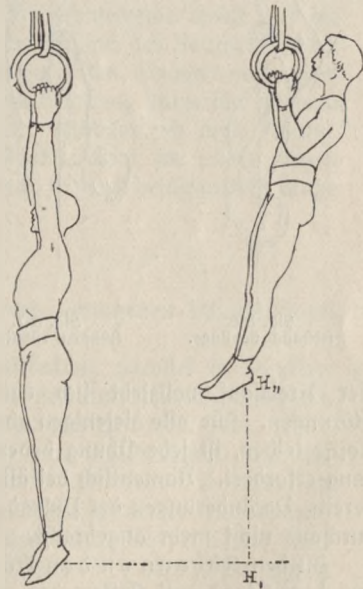


Fig. 385. Streckhang und Beugehang.  $H$ ,  $H_1$ , die Höhe der Hebung des Körpergewichts durch die Beugemuskeln der Arme.

Tätige Mus-  
keln beim  
Beugehang.

Schwerpunkt  
beim Beuge-  
hang.

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. —

### § 270. Abhang oder Sturzhang.

Abhang oder  
Sturzhang.

Der Abhang oder Sturzhang ist ein Hang mit Umkehrung des Körpers, so daß der Kopf nach unten steht, 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 Baucheingeweide lasten auf dem Zwerchfell, drängen es abwärts in die Ausatemstellung 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 stockt 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 getragen im Kindes- und Knabenalter vor der Entwicklung. Man sieht hier kaum den Kopf selbst bei längerem Abhang sich röten.

Unzuträg-  
lichkeiten des  
Sturzhangs.

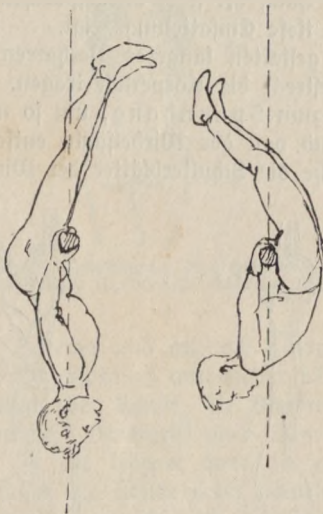


Fig. 386.  
Abhang vorlings.

Fig. 387.  
Abhang rücklings.

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 reichshohen 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 Schlüsselbein und den Schulterblättern; die Lücke zwischen letzteren wird durch die Spannung der die Schulterblätter nach der Wirbelsäule zu festlegenden Muskeln ausgefüllt.

Abhang an  
den Händen  
am Barren  
oder an den  
Ringen.

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. 386) gemacht wird, so daß der Bauch der Reckstange anliegt, oder rücklings (Fig. 387), 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.

Abhang an den Händen am Reck.

Der Abhang an den Füßen verlangt starke Beuge-tätigkeit der Fußbeuger oder Fußheber, also des vorderen Schienbeinmuskels, des langen Zehen- und des langen Großzehnstreckers, damit der Körper wie an einem Haken aufgehängt sein könne. Der Abhang an den Knien verlangt rechtwinklige Beugung im Kniegelenk.

Abhang an den Füßen.

### § 271. Schwimmhang.

Schwimmhang nennt man den Hang des nach unten gefehrten Körpers in wagenrechter 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 Bauchgeweide 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 vorhanden gewesener Nabelbruch weniger fest verheilt, so vermag diese Belastung immerhin dehrend auf die schwachen Stellen zu wirken. In solchen Fällen verbietet sich diese Übung, die zudem wegen der starken Lordo-sierung der Wirbelsäule, sowie vor allem wegen der Überdehnung der Bauchmuskeln bedenklich ist und nur in stark beschränktem Maße Anwendung finden darf.

Schwimmhang.

### § 272. Der Stütz.

Da beim Stütz der Körper an dem von den Armen getragenen Schultergürtel hängt, so zählt auch der Stütz zu den Hangarten.

Der Stütz.

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 aufruht, 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 Schulterstumpf nach vorn gedrängt unter Eindringen der Brust (Fig. 389). 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

Streckstütz.

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 Wirbelsäule stehen, der Kopf frei hoch getragen wird und die Brust nicht eingengt 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.

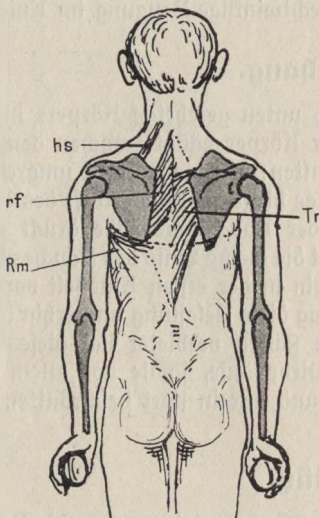


Fig. 388. Streckstütz in guter Haltung. Tr rechter Trapezmuskel. rf rautenförmiger Muskel. hs Heber des Schulterblatts. Rm breiter Rückenmuskel.

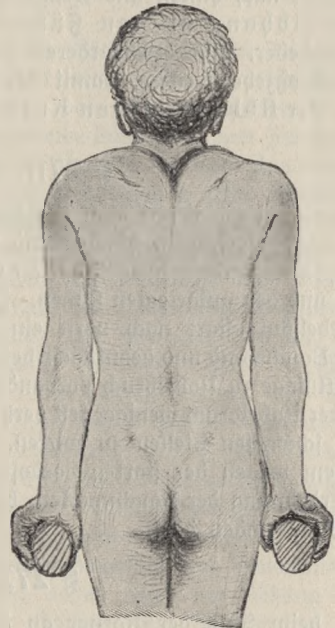


Fig. 389. Einsinken beim Streckstütz.

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.

Stützeln und Stützhüpfen.

Diese Arbeit wird zu einer starken Belastung, so daß die Armmuskeln leicht versagen 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 (Stützeln) 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 Entwidlung 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. 389 abgebildeten schlechten Haltung auszuführen — und in diesem Falle ist die Übung mehr schädlich als nutzbringend. Noch mehr gilt dies vom

b) Knickstütz oder Beugestütz. In den Knickstütz 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 Streckstreckere stark belastet. Erst wenn der Winkel des Oberarms zum Unterarm im Ellbogengelenk ein sehr spitzer wird unter entsprechender Senkung des Körpers (tiefer Knickstütz), 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 Knickstütz 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 schmerzhafteste Dehnung. Der Zug seiner Fasern — wenigstens der des unteren Teils des Muskels — umschürt 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 Knickstütz 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.

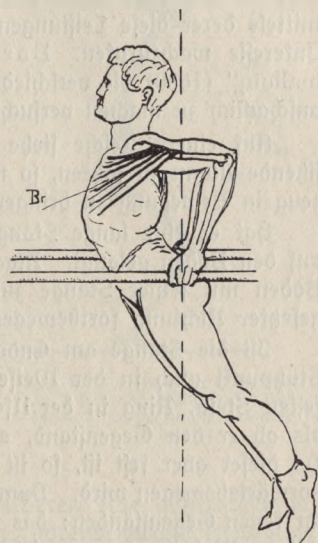


Fig. 390. Knickstütz. Br der gedehnte große Brustmuskel.

## X. Ortsbewegungen.

### § 273. Allgemeines über die Ortsbewegungen des Körpers.

Orts-  
bewegungen.

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 Bootshafen 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 festgehakt 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 zurückzustößen, 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:

Fortbewe-  
gung auf  
dem Boden  
mit Abstoßen  
vom Boden.

1. Fortbewegung auf dem Boden mit Zurückstoßen des Bodens im entgegengesetzten Sinn oder Abstoßen vom Boden: Gehen, Laufen, Springen.

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. 391). 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 nur unvollkommen und unter besonderen Verhältnissen — Segelflug von einer Anhöhe herab — gelungen. Die Arbeit der Maschine, des Motors, kann zum Aufwärtsfliegen 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.

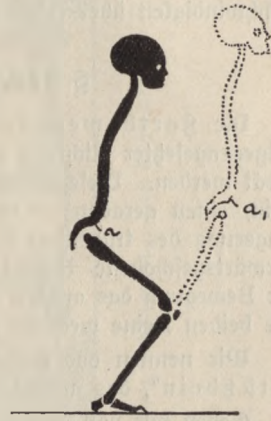


Fig. 391. Schema der Streckung im Knie- und Hüftgelenk. Der Punkt a (Schwerpunkt) wird nach a<sub>1</sub> fortbewegt.

Fortbewegung in Wasser und Luft.

Fortbewegung mit mechanischen Hilfsmitteln.

## Das Gehen.

### § 274. 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.

Das Gehen.

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.

### § 275. Die Bewegung beim Gehen.

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“.

Stützbein  
und Hang-  
bein.

Gehen wir von dem nebenstehenden Schema (Fig. 392) 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 Beinsteletts 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.

Pendel-  
schwingung  
des  
Hangbeins.

Zu Beginn des dargestellten Doppelschrittes in 1 hat das linke Bein mit der Ferse den Boden erreicht und schiebt sich an, die Körperlast zu übernehmen; das rechte Bein befindet sich auch auf dem Boden (Doppelsütz), 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.

Tätigkeit  
des  
Stützbeins.

Währenddem hat das linke, das Stützbein, um den Rumpf vorwärts zu bewegen, eine Streckung im Kniegelenk ausgeführt (1–9).

Niederlegen  
und Wieder-  
abwickeln  
der  
Fußsohle.

Diese Streckbewegung trägt nicht nur den Schwerpunkt des Rumpfes — wie die Bewegung der Oberschenkelfüße in der Sigur 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 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 auf-

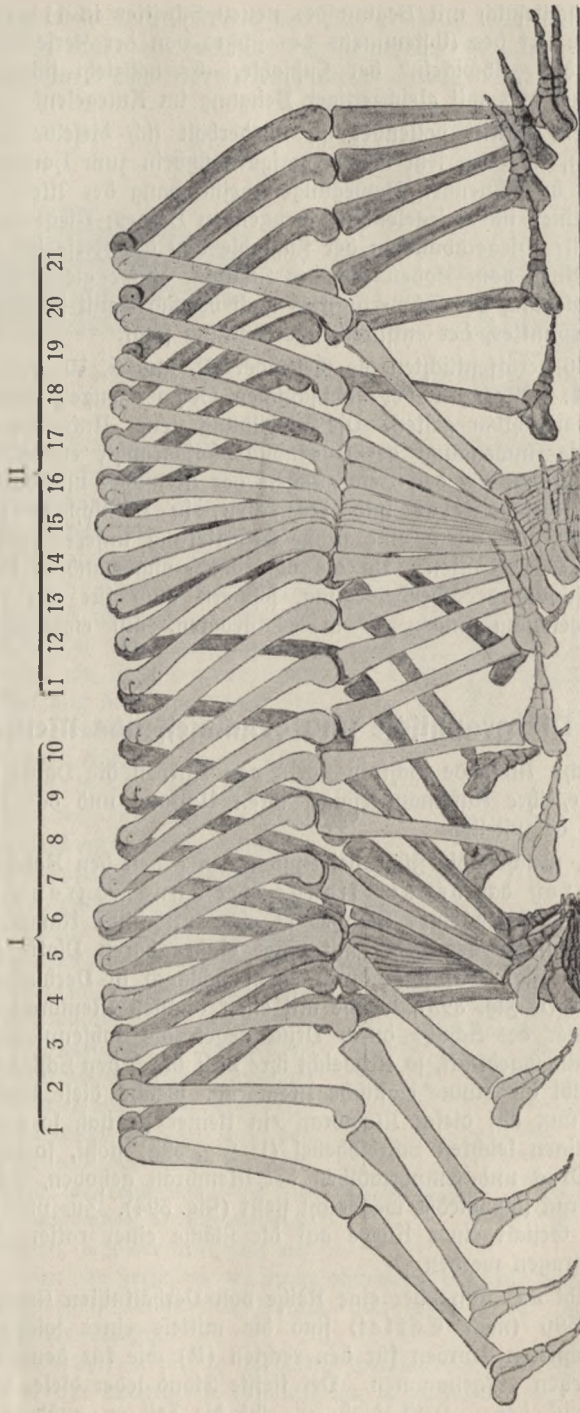


Fig. 392. Bewegungen der Beine bei einem Doppelschritt. Die Glieder des linken Beines dunkler getönt. — Nach O. Sifcher.

stemmt, um dann schließlich mit Beginn des neuen Schrittes in 11 den Boden ganz zu verlassen. Diese Art des Abstimmens 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; Niedersetzen des Fußes mit der Ferse zuerst; Wiederabwickeln der Fußsohle von der Ferse hin zur Zehenspitze; Abstimmen 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.

### § 276. Die graphische und druckmessende Methode.

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 aufgewendeten Kräfte darzustellen.

Das druckmessende Schuhwerk.

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. 393) steht durch einen Schlauch in Verbindung mit einer zweiten Luftkammer (L Fig. 395), 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. 395) stößt, so wird dieser bei Anwesenheit von Druck und Emporwölben der Membran gehoben, während er bei Abwesenheit von Druck sich wieder wagerecht stellt (Fig. 394). Zu- und Abnahme des Drucks kann so in Gestalt einer Kurve auf die Fläche einer rotierenden Trommel (Sr Fig. 395) übertragen werden.

Schreibvorrichtung des Apparates.

Deutung der Kurve.

Diese Kurve gibt uns nun über eine Reihe von Verhältnissen Auskunft. In der umstehenden Fig. 396 (nach Carlet) sind die mittels eines solchen Mareyschen 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



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 zu-

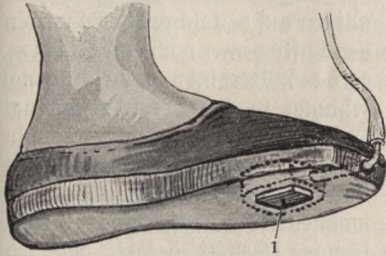


Fig. 393. Mareys dynamographischer Schuh.

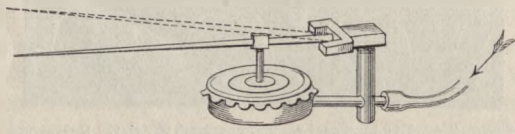
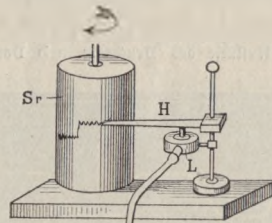


Fig. 394. Luftkammer des Mareyschen Apparates mit zuführendem Schlauch und Schreibhebel.

sammen 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. 396, 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 Muskeldrucks auf den Boden.

Ausdruck der gleichzeitigen Gangbewegungen des rechten und linken Fußes in der Kurve.

Fig. 395. Druckmessendes Schuhwerk nach Mareys 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, ihn zu verlassen, was bei 3 geschehen ist, nennen wir die Zeit des Doppelstützes, also diejenige Zeit beim Gehen, während

Doppelstütz.

die FüÙe den Boden berühren. Diese Zeit des DoppelstüÙes 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.

Zeitmessung.

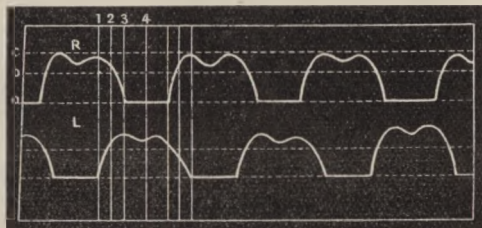


Fig. 396. Druckkurve des Ganges nach Carlet. R Kurve des rechten, L des linken Fußes.

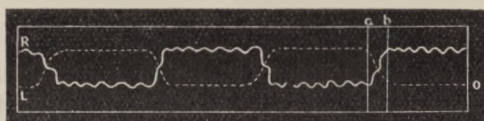


Fig. 397. Druckkurve des Ganges nach Marey mit zeitmessenden Wellenschwingungen. R Kurve des rechten, L des linken Fußes. O Nulllinie des Druckes. a b DoppelstüÙ.

Darstellung der Bewegungen des Kopfes und des Beckens.

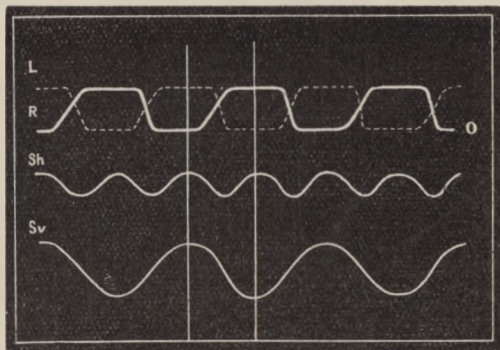


Fig. 398. Druckkurve des Ganges nach Marey mit gleichzeitiger Angabe der senkrechten und der horizontalen (von rechts nach links) Schwankungen des Beckens. R Kurve des rechten, L des linken Fußes. Sh die senkrechten Hebungen oder Schwankungen des Beckens beim Gehen. Sv die Bewegungen des Beckens in wagerechter Richtung.

Die photographische Methode.

bei den Fortbewegungen des Körpers bildet die Anwendung der Photographie. Die Möglichkeit, mittels der Augenblicksphotographie 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 zuerst auf diesem Gebiete das Hervorragendste geleistet der Photograph O. Anschütz in Lissa und Berlin, sowie Prof. Dr. Kohlrausch in Hannover, beide leider verstorben. Einer Anzahl von Reihenaufnahmen nach Kohlrausch und Anschütz werden wir weiter unten noch begegnen.

Zur Zeitmessung brachte Marey mit der auf den Schreibhebel wirkenden Luftkammer noch eine Stimmgabel in Verbindung, welche genau zehnmal in der Sekunde 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. 397). Aus solchen Kurven ist mithin auch die Zeitdauer eines jeden Teils der Bewegung ersichtlich. —

In ähnlicher Weise wie die Druckwirkungen der FüÙe 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 FüÙe zusammenstellt, erhält man mit einem Blick für jeden Augenblick einer Gang- oder Laufbewegung Rechenhaft über die gleichzeitige Lage dieser Körperteile (s. Fig. 398).

## § 277. Die photographische Methode.

Eine wesentliche Ergänzung zu der aufzeichnenden Methode für die Bewegungs- und Druckverhältnisse

In Frankreich war es der Prof. M. Marey († 1906), welcher in seinem Institut zu Boulogne-sur-Seine die Augenblidsphotographie 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.

Mareys Aufnahmen.

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. 431 gegebene.

Braune und Fischer nahmen bei ihren Versuchen an Stelle solcher Metallstreifen mit verdünntem Stickstoffgas gefüllte Geißlersche 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.

## § 278. Der Druck des Fußes auf den Boden.

Die bewegende Kraft beim Gehen besteht in der Tätigkeit der Streckmuskeln des Schenkels, des Unterschenkels 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.

Druck des Fußes auf den Boden beim Gehen.

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.

Dauer des Aufstehens der Füße. Hingang.

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 Doppelstütz vorhanden ist, beträgt gewöhnlich ein Sechstel der gesamten Stützzeit. Sie nimmt zu beim Gehen mit stärkerer Belastung sowie bei Ermüdung.

Doppelstütz.

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.

Größe des Druckes.

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

Einfluß der Bodenbeschaffenheit.

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.

a) Die senkrechte Erhebung bei jedem Schritt gewahrt man schon leicht, wenn man eine geschlossene Schar, z. B. eine Kompagnie 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.

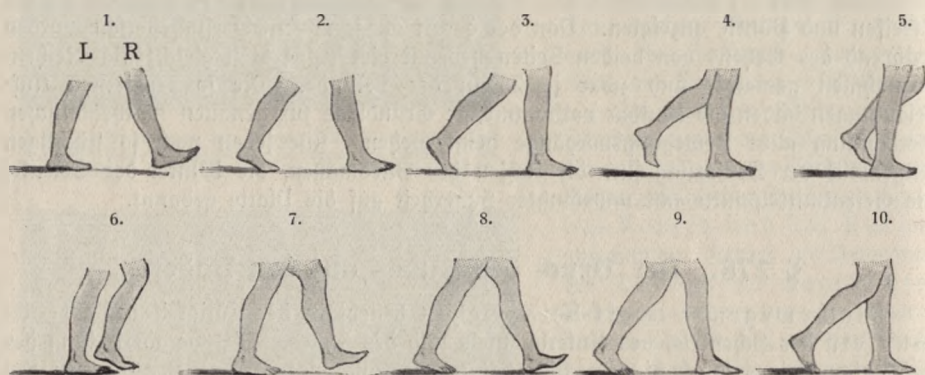


Fig. 399. Beinbewegungen eines gehenden Mädchens während eines Schrittes (2–8) nach einer Reihenaufnahme von Münzbrüde.

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 Doppelstützes. 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.

Wagerechte Schwankungen.

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 Stembewegung des linken Fußes vorhanden ist (Fig. 401).

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. 402) folgend, auch eine Rumpfdrehung verbunden, welche ebenfalls bei verschiedenen

Rumpfdrehen.

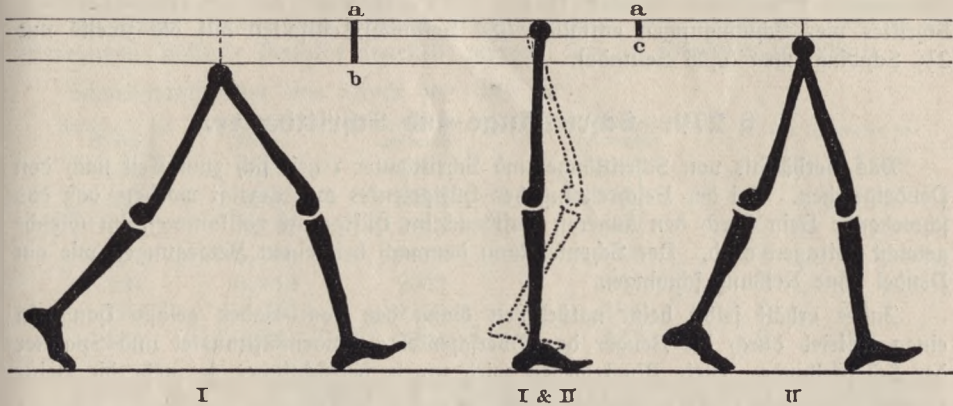


Fig. 400. Tiefere Senkung des Schwerpunktes bei zunehmender Schrittgröße. I & II höchste Erhebung bei Streckung des Stützbeins. I tiefste Senkung bei großem, II bei kleinem Schritt; a b Höhe der senkrechten Schwankung bei großem, a c bei kleinem Schritt.

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.

c) Anzufügen sind hier noch die Schwingungen der oberen Gliedmaßen beim Gehen. Die Arme machen im entgegengesetzten Sinne zu den Bewegungen

Schwingungen der oberen Gliedmaßen

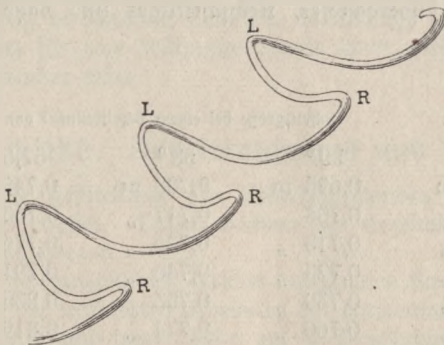


Fig. 401. Die Linie, welche das Becken durch seine magerichten Schwankungen beschreibt. R rechts; L links. Nach Marey.

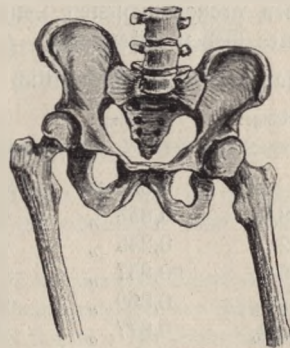


Fig. 402. Becken in Bewegung beim Gehen. Das rechte Bein in Stütz, das linke nach vorwärts pendelnd. Nach Tissie.

der Beine beim Gehen Pendelschwingungen in der Richtung von vorn nach hinten. Diese Schwingungen helfen den Schwerpunkt des Körpers vom Stützbein auf das Hangbein verlegen, korrigieren also durch ihre Pendelbewegungen die seitlichen Schwankungen beim Gehen.

Die Vorwärtsbewegung des Körpers endlich ist beim Gehen zwar eine andauernde, aber keine gleichmäßige. Sie ist in der ersten Hälfte eines Schrittes —

Vorwärtsbewegung des Körpers.

also nachdem ein Fuß angefangen hat, aufzustemmen — kleiner als in der zweiten Hälfte des Schrittes. Entsprechend dem Anwachsen des Druckes auf den Boden, der kurz vor dem Abstoßen am Ende des Stüßes 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. 397). Während auf die erste Hälfte des Schrittes vier Schwingungen entfallen (0,4 Sekunde), entfallen auf die zweite nur 2½ Schwingungen (0,25 Sekunde).

§ 279. **Schrittlänge und Schrittdauer.**

Schrittlänge und -dauer. Pendelschwingung der Hüftgelenke.

Das Verhältnis von Schrittlänge und Schrittdauer 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.

Muskelarbeit beim Schwingen des Hangbeins nach vorn.

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.

Verhältnisse bei verschiedener Körpergröße.

Nach dem Pendelgesetz 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 Schrittdauer Mittelwerte gesucht werden, welche weder die kleineren Leute zu übermäßig großen und ermüdenden Schritten zwingen, noch den großgewachsenen Leuten ein überhastetes, kleinschrittiges und daher unbehagliches Gehen auferlegen.

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 der Minute:	d. i. Schrittdauer:	1 Kilometer in:
1. Gewöhnlicher Marsch . . . . .	0,80 m	114	0,526 Sek.	10 Min. 58 Sek.
2. Sturmarsch . . . . .	0,80 "	120	0,500 "	10 " 25 "
3. Laufschritt . . . . .	1,00 "	175	0,342 "	5 " 42 "

Die Schrittlänge von 0,80 m stellten Braune 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 Mareyschen 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	0,760	2035	878	9 " 29 "
160	0,750	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 Gangan 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 Gangan bei einer Marschschnelligkeit von 150—160 Schritt in der Minute die größte Schrittlänge 0,75—0,76 m erreichen lassen und dieses Zeitmaß 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.

### § 280. 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.

Arbeitsaufwand der Muskulatur beim Gehen.

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

1316 mkg Gesamtarbeit in der Minute.

Demeny gab ferner für einen langsamen Gang von 80 Schritten eine Minutenarbeit von 720 mkg an, für einen Geschwindschritt von 180 Schritt 3150 mkg.

N. Zuntz 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.

Zuntz und Durig berechneten den Kraftaufwand beim Gehen nach der Größe des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlendensäureausscheidung.

Berechnung  
von  
Weisbach.

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

$$\text{über 1 km} \quad 83,3 \cdot 75 = 6247,5 \text{ mkg.}$$

Die verschiedenen möglichen Marschgeschwindigkeiten sind dabei nicht in Betracht gezogen. Die Formel stimmt aber nach Junk 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 Boden die Arbeitssumme stark steigen macht, und daß ebenso, wie Junk zeigte, kleine Sehnenzerrungen, Fußleiden usw., die den halbautomatischen Gang beeinträchtigen, einen größeren Kraftverbrauch bedingen, ist früher schon erwähnt.

## § 281. Die Befähigung des Körpers zu Dauerleistungen in den verschiedenen Fortbewegungsarten.

Befähigung  
des Körpers  
zu Dauer-  
leistungen in  
den verschie-  
denen Fort-  
bewegungs-  
arten.

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 Fortbewegungsarten 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:

Verteilung  
der Arbeit  
auf zahl-  
reiche große  
Muskeln.

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.

Rhythmischer  
Wechsel von  
Arbeit und  
Erstchlaffung.

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 Erstchlaffung vor sich geht.

Lage der  
Beuge- und  
der Streck-  
muskeln der  
Beine.

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.

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 Fortbewegungs-



mechanismus der Beine von außerordentlicher Bedeutung. Bei allen solchen natürlichen Fortbewegungsarten des Körpers werden von selbst die arbeitenden Muskeln gedehnt oder entspannt. Es hat also gar keinen Sinn, hier besondere künstliche „Entspannungs“- oder „Lockerungsübungen“ anzustellen!

4. Die Fortbewegung 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 Trainiertseins befindet und für Dauerarbeit durc geübt 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.

5. In dem Abschnitt über den Kraftstoffwechsel (§ 85) war gezeigt, daß bei solchen Dauerbewegungen, wenn sie nur geringen zentralen Reiz während der Leistung ver-langen, d. h. nicht mit Anstrengung (wie bei Wettkampf) verbunden sind, noch während der Dauerleistung keine sehr wesentlichen Milchsäureanhäufungen im Blute vorkommen, und daß der Betriebsstoff des Muskels, das Lactacidogen, während der Bewegung andauernd nicht nur zum Teil ab-, sondern auch immer wieder neu aufgebaut wird. Die kraftgebenden Vorgänge im Muskel erschöpfen sich also nicht.

Die r h y t h m i s c h erfolgenden Muskelzusammenziehungen bei den Fortbewegungsarten des Körpers erfordern ein äußerst geringes Maß von Nervenarbeit, denn sie erfolgen halb-automatisch.

## § 282. 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 ent-

Geübtheit  
der Bein-  
muskeln.

Automatie  
bei der Fort-  
bewegung.

Auftreten  
beim natür-  
lichen Gang.

Auswärts-  
richtung der  
Fuße.



Fig. 403. Trittpur beim natür-lichen Streckgang.

Abwicklung  
des Fußes.

spricht es, daß bei den meisten Menschen die Abfäße 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 Mittelfußköpfchens stattfindet.



Fig. 404—406. Aufsehen mit der Ferse beim natürlichen Gang. Nach Augenblicksphotographien.

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 Muskelthätigkeit bedarf.

Geradeaus-  
sehen der  
Füße beim  
Beugegang.

Anders liegt die Sache beim Beugegang. Ob diese unten noch näher zu beschreibende Gangaart 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 Gangaart nicht aus dem natürlichen Streckstand des Menschen, sondern verlangt ein 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 geradeaus 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 Gangaarten, 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.



Fig. 407. Trittspur beim Beugegang mit Geradeaussehen der Füße.

### § 283. Natürlicher Schritt und Kunstschritt.

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 Rich-

tungen 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

Kunstschritt  
und Geh-  
übung.

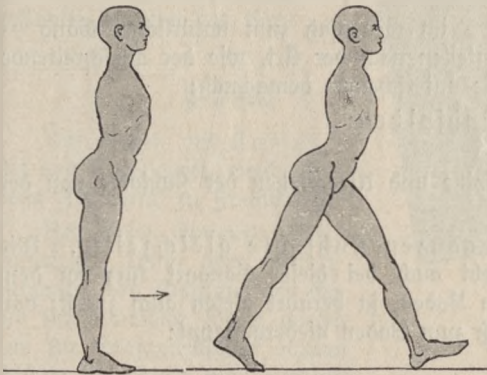


Fig. 408. Ausschreitender Gang aus der straffen Haltung heraus.

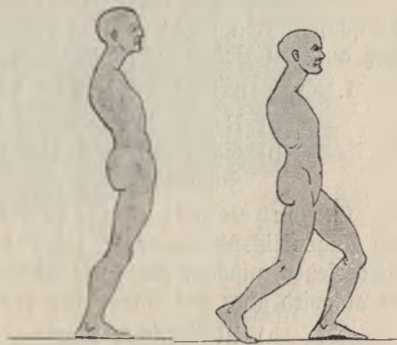


Fig. 409. Gang aus bequemer lässiger Haltung heraus.

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, eifüßig 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 schnellen 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 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 Vorwärtskommen 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.

Erziehung  
zu schönem  
Gang.

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 Mittelfußköpfechen, so daß die Sehnen

Entwicklung  
schönen  
Ganges aus  
guter Hal-  
tung im  
Stehen.

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 (Sig. 408).

Gehen aus  
der bequemeren  
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 langsamerem Zeitmaß. Zwar mit einem geringen Aufwand von Muskelarbeit, dafür aber auch mit schlechtem Vorwärtskommen. 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.

## § 284. Übersicht der wichtigsten Kunstschrittarten.

Übersicht der  
wichtigsten  
Kunstschritt-  
arten.

Die verschiedenen Gangarten oder — im Gegensatz zum natürlichen Gang — Kunstschrittarten lassen sich am besten einteilen nach der Art, wie der ausstretende 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 Augenblicksphotographie zeigt, schwebt auch bei dieser Gangart 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) Eilgang nach Art des natürlichen Schrittes;
- b) Eilgang 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

Andere  
Schrittarten.

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 Schrittzwirbeln, das Kreuzwirbeln 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.

### § 285. Der Zehengang.

Beim Gehen mit Aufsetzen der Fußspitze statt der Ferse bleiben die Knie möglichst gestreckt. Beim Niedersetzen des ausstretenden 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.

Zehengang.

### § 286. 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.

Gang mit gestreckter Fußspitze.

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 niedergesetzt, 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. 410).

Niederlegen und Abstemmen des Fußes.

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. 411).



Fig. 410. Aufsetzen auf die Fußspitze (I); Niedersetzen auf die Ferse (II); Abstemmen zur Großzehenspitze (III).



Fig. 411.

Der sogenannte Schönheitsbegriff, welcher diesen kleinschrittigen, gezierten Gang namentlich im Mädchenturnen zum herrschenden gemacht hatte, entstammt der gleichen verdorbenen Geschmacksrichtung, welche uns auch Stöckelschuh und Schnürleib gezeitigt hat.

Anwendung im Mädchenturnen.

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.

## § 287. Eilgang nach Art des natürlichen Ganges.

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 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.

Gehübungen  
bei früher  
Altersstufe.

Die Gehübungen sind gleich in den ersten Schuljahren mit Beginn des Turnunterrichts 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 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.

Haltung.

Schrittweite

Bezüglich der Haltung ist daran festzuhalten, daß im Augenblicke vor Beginn des ersten Schrittes auf den erfolgten Ankündigungsbefehl hin die militärisch-straffe Haltung eingenommen werden soll, unter Verlegung der Schwerlinie auf die Fußballen. Erfolgt sodann der Ausführungsbefehl: „*March!*“, 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.

Schritt-  
geschwindigkeit.

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 Takte 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 Sturmarsch 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 Laufbewegung verfallen und muß alle Kraft und Selbstzucht zusammennehmen, um im reinen Gehen zu bleiben. Schließlich soll bei dieser Übung dem angestrengten Sturmarsch der befreiende Sturmloaf (auf ein bestimmtes Ziel hin) folgen.

## § 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:

Eilgang im  
Dreitakt.

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:  $\cup \cup \cup \cup \cup \cup \cup \cup$   
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 zog diesen Schluß der Befürworter dieser Schrittart, Prof. W. S c h m o e l e, in seinem Buch: „Eubank oder Neue Kunst, schnell und lange zu gehen, ohne zu ermüden“ (Bonn 1879). Zur Einübung des Ganges im Dreitakt verfaßte S c h m o e l e zum Ersatz der Musik im  $\frac{3}{4}$ -Takt rhythmische Verse.

So lauten z. B. die ersten Strophen von „Der Turner Pilgerlied“ folgendermaßen:

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| 1. Ein zwei drei | 2. Überall      |
| Ein zwei drei    | Bringen sie     |
| Glückliche       | Großsinn und    |
| Pilgerei!        | Liebe mit,      |
| Heute hier,      | Überall         |
| Morgen dort      | Singen sie      |
| Geht es von      | Lustig den      |
| Ort zu Ort;      | Zaubersschritt. |
| Überall          | Ein zwei drei   |
| Nah und fern     | Ein zwei drei:  |
| Sieht man die    | Das ist die     |
| Turner gern.     | Zauberei!       |

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.

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 auf-

Der Beuge-  
gang.

gesetzt, der Rumpf wird stark nach vorn geneigt getragen. Die Schritte bei dieser Gangart sind groß und können stark beschleunigt werden.

Vorkommen  
des Beuge-  
gangs.

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 exakte Untersuchungen über die physiologischen Eigenschaften und den Wert dieser Marschart angestellt.

Die Vorschriften für die Ausführung sind etwa folgende:

Ausführung  
des Beuge-  
marsches.

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 Rauigkeiten 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.

Vorteile des  
Beuge-  
marsches.

Der Beugemarsch unterscheidet sich vom gewöhnlichen Eilmarsch oder Strettmarsch äußerlich zunächst dadurch, daß der Rumpf mehr nach vorn geneigt ist, und

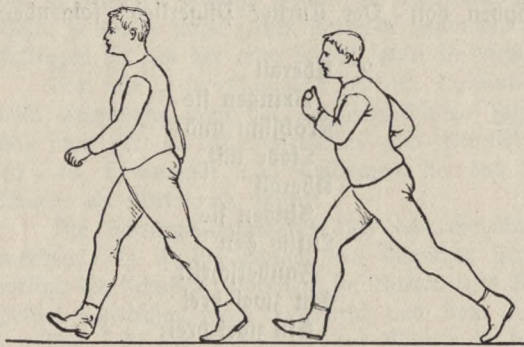


Fig. 412. Ein Moment des Strettmarsches nach Augenblicksphotographie von Marey.

Fig. 413. Derselbe Moment wie Fig. 412 im Beugemarsch.

(Aus Regnault und Raouff, Comment on marche.)

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 Strettmarsch (Fig. 412 und 413) gebeugt.

Als wesentliche, hieraus entspringende Vorteile sind angegeben:

1. Da das aufsetzende 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.

Geringere  
senkrecht  
Hebung.

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 Strettmarsch. 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.



3. Eine weitere Kräftersparnis, oder sagen wir, bessere Ausnutzung der Kraft erweist die photographische Reihenaufnahme des Beugemarsches für das Verhältnis zwischen der Arbeit des Stüßes und der Lage des Schwerpunktes. Für den Streckmarsch ist der höchste Punkt der senkrechten Erhebung, welcher zugleich dem Gipfelpunkt der Arbeit des Stüßes oder des Abstemmens vom Boden entspricht, dann vorhanden, wenn der Schwerpunkt die Unterstüßungsfläche des stemmenden Fußes passiert, d. h. sich noch senkrecht über letzterer befindet: in diesem Augenblick findet die volle Streckung des Stüßbeins statt. Beim Beugemarsch hat dagegen der Schwerpunkt in diesem Augenblick die Unterstüßungsfläche bereits passiert und befindet sich schon mehr nach vorwärts von der Unterstüßungsfläche. Die Arbeit des Stemmens, d. h. des Streckens des Stüßbeins, die sowohl in der Richtung von unten nach oben wie von hinten nach vorn erfolgt, wird mithin weit mehr der Fortbewegung des Schwerpunkts nach vorn in horizontaler Richtung zugute kommen, d. h. die Muskelkraft wird zweckmäßiger und besser im Sinne der Vorwärtsbewegung ausgenutzt (s. Fig. 414 u. 415).

Bessere Ausnutzung des Stüßes für die Vorwärtsbewegung.

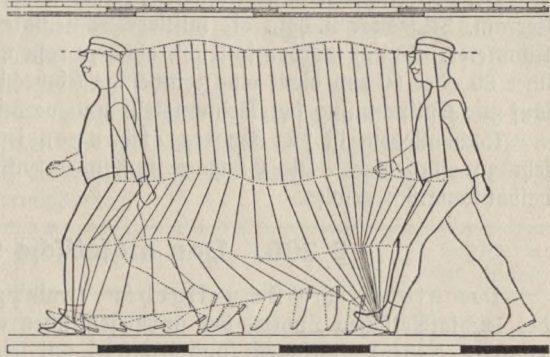


Fig. 414. Der gewöhnliche oder Streckmarsch nach einer chronophotographischen Aufnahme von Mareq.  
(Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

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.

Geringerer Druck auf den Boden.

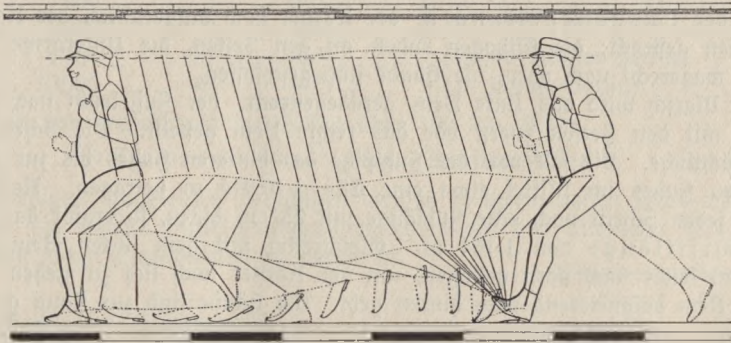


Fig. 415. Der Beugemarsch nach der chronophotographischen Aufnahme von Mareq.  
(Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

Der Beugemarsch erlaubt also nicht nur große Schnelligkeit des Fortkommens, sondern dies wird auch mit möglichst geringem Kraftaufwand bewirkt. Allerdings gehört eine gewisse Schulung dazu, um diese Gangart richtig auszuführen und ihre Vorteile auszunutzen. Man soll mit kleinen Schritten anfangen, die dann durch stärkeres Dorneigen 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 Schritten, Unser Körper. 7. Auflage.

Schulung des Beugemarsches.

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 eingeübten 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 Marschen über 50 oder 60 km dient eine zeitweilige Abwechslung von Beugemarsch und Beugelauf zur Entspannung der Beinmuskeln und vermindert die Ermüdung.

Nach alledem ist für Dauerleistungen im Schnellmarsch der Beugegang sehr zu empfehlen. Die Gangart muß aber entsprechend vorgeübt sein, so daß sie halbautomatisch erfolgt.

### § 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 Worfens mit leichtem Gewicht besteht.

Kennzeichen  
des athleti-  
schen Ganges.

Die Kennzeichen des athletischen Schnellgehens in seiner klassischen, für die englischen Übungsplätze festgesetzten Form sind folgende:

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. Hacke und Zeh 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.

Ausführung  
des athleti-  
schen Ganges.

Die Ausführung dieser Gangart ist folgende:

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 vorgeetzten 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 Eilgang. Der Doppelstütz 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 ungünstigen.

Beim Anüben des athletischen Schnellgehens soll mit ganz besonderer Sorgfalt die Arbeit der Arme, welche wie Hebel wirken, um den Körper vorwärtszuziehen, 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 Übenenden vollkommen eingeprägt und halbautomatisch geworden ist, wird über ganz kurze Strecken auch mit größtmöglicher Schnelligkeit geübt.

Anübung des athletischen Gehens.

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:

Einige Höchstleistungen im athletischen Schnellgehen.

Länge der Strecken	Zeit	Schritte in der Minute
$\frac{1}{6}$ englische Meile = 268 m	57 $\frac{1}{2}$ 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

Es sei noch angefügt die Leistung von 2 englischen Meilen = 3218 m in 14 Min. 32.6 Sek. (von Cowley, London, 1926).

Fügen wir diesen auf englischen und amerikanischen Übungsplätzen errungenen Leistungen noch einige — mindestens gleichwertige — deutsche Höchstleistungen aus jüngster Zeit hinzu. Nach den Listen der deutschen Sportbehörde für Athletik bis zum Jahre 1923 waren dies u. a.

Länge der Strecke:	Zeit:	
500 m	1 Min. 45 Sek.	(J. Böge-Berlin)
1000 "	3 " 56 $\frac{4}{5}$ "	} (P. Gunia-Berlin)
2000 "	8 " 28 $\frac{1}{5}$ "	
5000 "	21 " 05 $\frac{4}{5}$ "	(Herm. Müller-Berlin)
10000 "	45 " 43 $\frac{5}{10}$ "	(P. Gunia-Berlin).

Meisterschaft von Deutschland im Gehen über 100 km 1912:

10 Stunden 24 Min.  $\frac{2}{5}$  Sek.: Brodmann-Berlin.

Die wenigen mitgeteilten Leistungen werden in ihrem vollen Wert erst erkannt, wenn man die erzielte Durchschnittsgeschwindigkeit auf den Kilometer berechnet und mit anderen guten Marschleistungen vergleicht.

Vergleichung mit anderen Marschleistungen.

	1 Kilometer zurückgelegt in	
	Minuten	Sekunden
Deutsche Armee: Sturmmarsch . . . . .	10	25
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 $\frac{4}{5}$
3. " " 5 000 " . . . . .	4	13
4. " " 10 000 " . . . . .	4	34.

Anstrengung  
beim  
athletischen  
Gehen.

Mit viel heroischer Ausdauer wird solche Leistungsfähigkeit erkauft. 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.

### § 291. Wanderungen und Turnfahrten.

Wanderungen und  
Turnfahrten.

Bei Wanderungen und Turnfahrten wird der Marsch als Dauerübung betrieben. Für solche Übungsmärsche und Wanderungen mögen folgende Gesichtspunkte gelten:

Marsch-  
strecke.

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 Erschöpfungserrscheinungen führen, wie sie als „allgemeine Muskelermüdung“ früher beschrieben sind.

Beschaffen-  
heit  
des Weges.

2. Die zu bewältigende Strecke ist nicht einseitig nach Zahl der Kilometer abzuschätzen, 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.

Marschzeit.

Nachtmarsch.

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 Muskelaktivität gesetzt wird, erzeugt leicht Blutandrang zum Gehirn.

Marsch-  
pausen.

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.

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.

Zunehmende  
Schnellig-  
keit.

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.

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 feiner 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.

Kleidung.

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.

Speise und  
Trank.  
Trinkwasser.

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.

Kaffee und  
Tee.

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 dargestellt 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.

Alkoholische  
Getränke.

Schnaps ist ganz und gar zu verwerfen, namentlich auch die beliebte Art, in den „überhitzten“ Magen erst ein Gläschen Schnaps zu gießen, um dann ein Quantum Bier folgen zu lassen.

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 gesottene Eier, Käse, kaltes Fleisch, Schinken oder gute Fleischwurst mit Brot.

Nahrung.

e) Bei mehrtägigen Wanderungen ist auf die Fußpflege besonderes Gewicht zu legen: abends Abreiben der Füße mit kaltem Wasser; bei Fußschweiß: Einpudern der Fußsohle mit Salizyl-Streupulver, Vasenolform oder mit einer Salbe von Salizylsäure und Hammeltaug. 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.

Fußpflege.

Wundreiben. f) Das lästige Wundwerden (sogenannter Wolf) zwischen den Oberschenkeln am Damme und am Hodensack ist am besten zu beseitigen durch Abwaschen mit „überfetteter“ Seife, dann Abreiben mit Spiritus zum Trockenlegen und Überstreichen mit einer Salbe aus Talg, dem etwas Perubalsam oder Benzoeharz zugesetzt ist (Unna).

Verstopfung und Durchfall. 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 Oblatenkapsel) 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.

## 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: Treppe; Treppenleiter.

3. Auf in gleicher Weise angeordneten Stäben (Leiter), Stricken oder Drähten (Strick- und Drahtleiter).

Klettern. 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 Leiterprossen 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.

### § 293. Der Bewegungsmechanismus beim Aufwärtssteigen auf schiefer Ebene.

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 ( $2,5-3^\circ$ ) 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.

Der Bewegungsmechanismus beim Steigen.

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.

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 langsamerem Gang  $\frac{1}{6}$  der Schrittdauer beträgt, um bei schnellstem Gange nahezu 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 (a b in Fig. 417).

2. Am Ende des Stützes des hinteren — oder bei Anfang des Stützes des vorn aufgesetzten Beins prägt sich die Arbeit der Hebung des Körpers durch besonders starke Druckerhebung in der Kurve aus (bei a in Fig. 417).

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 Hebung 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 Schenkelstrecker 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 Muskel-tätigkeit 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



Fig. 416. Steigen auf ganz sanft ansteigender Ebene.

Bewegung bei stärker ansteigendem Boden.

Längerer Doppelstütz.

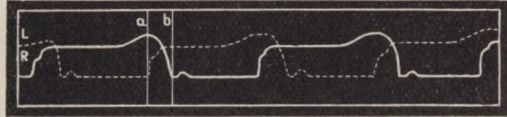


Fig. 417. Druckkurve des Treppensteigens nach Marey. — R Kurve des rechten, L des linken Fußes; a b Zeit des Doppelstützes.

Übertragung der Hebung des Körpers mehr auf das vorn aufgesetzte Bein.

Aufheben des vorderen Beins.

Horizontale Schwankung des Körpers.

bei langsamem Steigen besonders ausgesprochen und stets stärker als bei entsprechendem Gang auf ebenem Boden.

Aussehen des Fußes.

Der vorn aufgesetzte Fuß trifft — wenn die Steigung des Bodens nicht 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 abhüssigen Ebene sehr erschwert; es kommt schließlich ein Grad 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.

Sehr starker Grad von Steile des Bodens.

Ungleich oder loser Boden.

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.



Fig. 418.

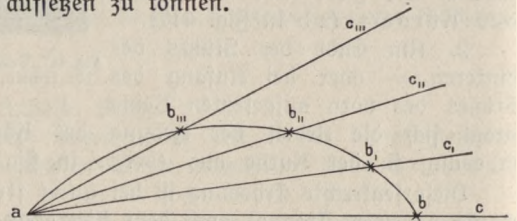


Fig. 419.  $a b$  ein Lauffschrift auf der Horizontalen  $a c$ . Auf der schiefen Ebene  $a c_1$  trägt dieser Schritt nur bis  $b_1$ , auf  $a c_{11}$  nur bis  $b_{11}$  und auf  $a c_{111}$  nur bis  $b_{111}$ .

Vorneigung des Körpers.

Der ganze Körper wird bei etwas steilerem Anstieg vorwärts geneigt unter 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 Aufwärtsklettern.

Gebrauch eines Wanderstabs.

Erleichterung beim Steigen bietet die Hilfsnahme der Stütztätigkeit eines Armes mittels eines Wanderstabs oder Bergstods. 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.

Aufwärtslaufen.

Aufwärtslaufen ist nur bei wenig ansteigendem Boden vorteilhaft. Da beim Lauf die Beine, während des Freisiegens gewissermaßen unter dem Körper weggezogen, für jeden Lauffschrift 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 Lauffschrifts immer kürzer werden. Schließlich



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 Schreitbewegungen 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 Steigsschritte, 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.

Hinan-  
stürmen  
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 Unterstützungsfläche 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.

Aufwärts-  
steigen  
auf einer  
Treppe.

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 Unterstützungsfläche nur die quere Sprosse der Leiter. Das Aufwärtssteigen ohne Unterstützung 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.

Steigen,  
Klettern und  
Klimmen.

Gewöhnlich werden beim Leitersteigen unter Vorwärtsneigen des Körpers die Holme oder Leiter sprossen mit den Händen gefaßt und die Hände im Gegensinne 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

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 (Fig. 420).

Klimmen.



Fig. 420.

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.

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 vor-schwingende, 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.

Bewegung beim Abstieg.

Tätigkeit des Schenkelstreckers beim Abstieg.

Bei dieser Lastübertragung und Fallhemmung fällt fast ausschließlich dem vierköpfigen Schenkelstreckers 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 Streckers des Rumpfes in steter Spannung, um den Rumpf rückwärts gestreckt zu halten, während umgekehrt beim Aufstieg die Bauchmuskeln unausgeseht mit in Tätigkeit sind.

Abstieg auf stark geneigter Ebene.

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.



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 Arbeitsummen, deren der menschliche Körper fähig ist, ohne erschöpfende Ermüdungserscheinungen zu leisten gestatten. Schon allein eine Steigarbeit auf 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  $\frac{S}{12}$ ):  $17708$  „

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 (Akapnie) ein. Der Meinung, daß die Akapnie Ursache der Beschwerden in der Höhenluft sei, kann Zunz nicht beitreten.

Berg-  
krankheit.

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 gefahrdrohendem, schwierigerem Pfad andererseits erzeugen. Diese oft so bewundernswerten Leistungen menschlicher Tatkraft lassen sich nicht in kalten Ziffern ausdrücken.

## § 298. Einwirkung des Steigens auf den Körper.

Einwirkung  
des Steigens  
auf den  
Körper.  
Steigersteigen  
und  
-klettern.

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.

Steigen als  
Schnellig-  
keitsübung.

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-

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.

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.

*Versuche von Mosso über eine Höhe von 100 m.*

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	
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.

*Steigen als Dauerübung.*

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.

Einfluß auf  
die Körper-  
wärme.

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 Versuch (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.

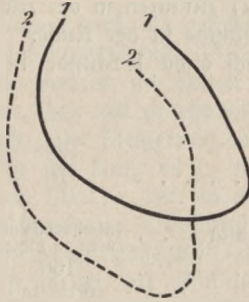


Fig. 422. Korporal C. 1. Form und Lage des Herzens vor dem Bergaufstiege; 2. nach dem Bergaufstiege (600 m). Verschiebung der Herzgrenze nach rechts (links auf der Figur). (Mosso, Der Mensch auf den Hochalpen.)

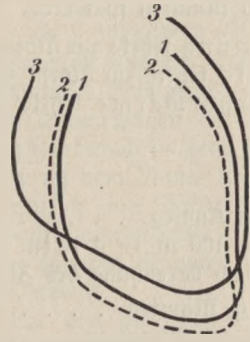


Fig. 425. Soldat S. Lage und Form des Herzens: 1. im Ruhezustande; 2. nach einem kleinen Aufstiege; 3. nach größerem Aufstiege zur Hütte Königin Margherita auf dem Monte Rosa. (Mosso, Der Mensch auf den Hochalpen.)

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 einsinkt, vermehren schnell die Muskelarbeit bei den Steig-schritten. Hier tritt dann auch leicht vorübergehende Atem- und Herzer-schöpfung ein; der Bergsteiger empfindet lästiges Herzklopfen, der Puls wird unregelmäßig, die Schleimhäute verfärben sich bläulich (Cyanose), und gleichzeitig eintretende Atem-not hindert das Weitersteigen. Es bedarf dann oft mehrerer Minuten und länger der Ruhe, um die beklemmenden Ermüdungsercheinungen zu überwinden und die

Vorüber-  
gehende  
Über-  
müdung 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. 422, 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. 423, 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 vorschnelle 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 Träniertheins. 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 tranierte 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 immer wieder hiergegen geübdigt. Leute, die früher einmal sich als gute Bergsteiger erwiesen, aber daheim im Flachlande von jeder körperlichen Dauerarbeit wieder entwöhnt sind, benutzen oft genug wenige Serientage 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-  
schobenen  
Stelle des  
Weges.

Körperver-  
fassung und  
tränierter  
Zustand.

Anstrenge-  
nde Hoch-  
touren bei  
Ungeübten.

Atemrhyth-  
mus beim  
Steigen.

an einem in der Höhe gefaßten Aste, Festbalten an stärkerem Wurzelwerk usw. erflommen werden, so wird auch der Rhythmus des Atmens gestört und der Atemgang mehr verkürrlich. Es ist wesentlich, nach solchen besonderen Unterbrechungen gleichmäßig sich verbindenden Rhythmus der Atem- wie der Steigungsbewegung wiederzugewinnen.

Aus demselben Grunde ist es bei etwas steilerem Aufstieg verfehrt, 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 Atempausatz vorzunehmen: auf den einen Schritt immer ein-, auf den andern immer auszuatmen.

Einfluß auf  
den Blut-  
kreislauf.

Wie das Bergsteigen die Herzarbeit bis zur Übermüdung 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.

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. Zunz hat diese schon früher behauptete, aber auch wieder bestrittene Einwirkung der Höhenluft (über 1500 m hinaus) sichergestellt.

Einfluß auf  
die Blut-  
bildung.

Einwirkung  
auf das  
Nerven-  
system.

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.

Anregende  
und schwä-  
chende Ge-  
fühlsempfin-  
dungen.

Zunächst die erhebende Wirkung, welche die wechselnde Fülle von Natur- eindrücken 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.



## § 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.

Winke für  
größere  
Bergwande-  
rungen.

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 Beinleid, 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. Eine Schnur zur Sicherung des Hutes bei Sturm darf nicht fehlen.

Kleidung.

Ganz besonders ist auf richtige Fußbekleidung zu achten. Der Schuh — am besten derber Schnürschuh — habe breite dicke Sohlen und breite niedrige Absatzke. Der Schuh darf 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 Schuster am Fuße des Gebirges verstehen das richtiger zu machen als die Schuster daheim im Flachlande. Die Schuhe sind nicht zu wischen, sondern mit Fett einzuschmieren.

Schuhwerk.

Zum Mitführen aller nötigen Gegenstände gebraucht man den Rucksack aus grobem wasserdichten Leinenstoff. Man packe ihn derart, daß da, wo er auf dem Rücken anliegt, die weicheren Sachen liegen.

Rucksack und  
sein Inhalt.

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 Mundpäckchen, 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 Lyfopodium). — Wegen der Behandlung des sogenannten „Wolfs“ s. o. § 291.

Als Proviant für eine längere Fußwanderung kann man mitnehmen: Speck, Brot, geräucherte und gepresste Fleischwurst (sogenannter Landjäger), Büchsenfleisch; ferner Schokolade, Zucker. Als Getränk: leichter Landwein.

Proviant.

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 Bergstoßes der Eispickel.

Bergstoß.

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

Dorübung.

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 Marschen und geringeren Höhen an, um sich allmählich zur Bezwingung größerer Leistungen zu tränieren.

Zeit und Art  
des Berg-  
wanderns.

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.

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.

Geistige  
Getränke.

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.

Reinlichkeit.

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.

### § 300. Die körperlichen Wirkungen des Abwärtssteigens.

Wirkungen  
des  
Abwärts-  
steigens.

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 Muskeltätigkeit ist beim Abstieg, wie schon oben ausgeführt wurde, ein geringeres als beim Anstieg. Insbesondere ist sehr viel weniger aktive Muskelverkürzung 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 schwierigerem 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 Anstieg. 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.

Örtliche  
Ermüdung  
am Knie.

Einfluß auf  
Herzschlag  
und Atmung.

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 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 Stemmfähigkeit 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.

Wie also der Doppelstüz im Augenblick der Übertragung des Schwerpunktes von einem auf das andere Bein — wenn auch bei schnellstem Eilgang 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 Untersuchungsmethoden an wie beim Gehen: die graphische und druckmessende sowohl wie die photographische.

Begriff des Laufens.

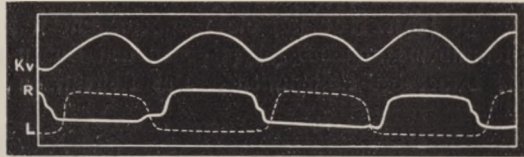


Fig. 424. Kurven vom Lauf des Menschen nach Marey. R Druckkurve des rechten, L des linken Fußes. Kv Linie der senkrechten Erhebungen des Körpers.

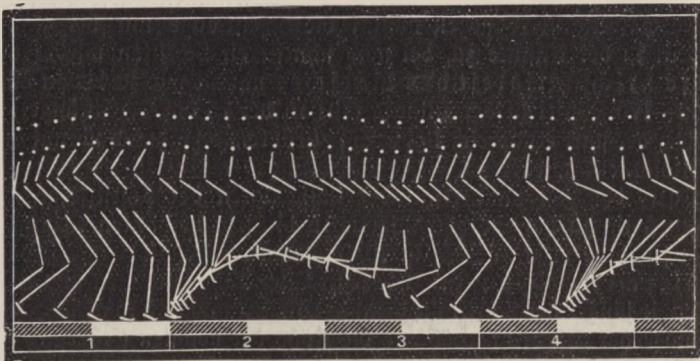


Fig. 425. Bewegung beim Lauf nach chronographischer Aufnahme von Marey.

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. 425). 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

Sog. Chrono-  
photo-  
graphische  
Darstellung  
von Marey.

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.

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 Freifliegens des einen oder anderen Beins verhältnismäßig länger.

Stembewegung der Füße und ihre Zeitdauer.

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 Abstemmen 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.

Schrittlänge und Schrittgeschwindigkeit beim Marsch und Lauf.

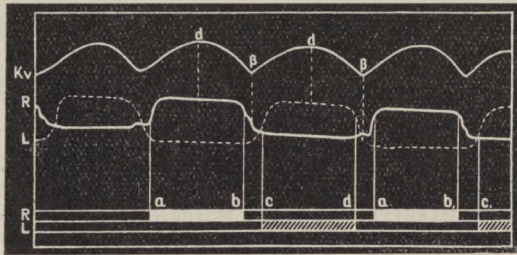


Fig. 426. Lauf des Menschen nach Marey. R rechter, L linker Fuß; Kv senkrechte Erhebung des Kopfes. Die Stützzeiten der Füße sind in ein Einienraster eingetragen (projiziert): Rechter Fuß a b, a<sub>1</sub> b<sub>1</sub>; linker Fuß c d, c<sub>1</sub> d<sub>1</sub> ufm. Zeiten des Freifliegens: b, c, d<sub>1</sub> a<sub>1</sub> b<sub>1</sub> c<sub>1</sub>.

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).

Senkrechte Erhebung.

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 Streckganges stets dieselbe ist.

Beim Lauf dagegen liegt die Sache umgekehrt: hier vermindern sich die senkrechten Schwankungen mit der Länge des Laufschrittes.

Die höchste Erhebung des Kopfes findet beim Marsch also während der Stützzeiten statt; beim Lauf dagegen zwischen zwei Stützzeiten während des Freifliegens.

Verschiedene Ergebnisse von Marey und Demeny über die senkrechte Erhebung beim Lauf.

Die spätere Angabe von Demeny widerspricht direkt den von Marey gegebenen Kurven (s. Fig. 426). Denn nach diesen erreicht der Kopf seine höchste Erhebung mitten während des Stemmens 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 Freifliegens. Nach den von Marey gemachten Angaben sollten die

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. 427). Hätte Demeny recht, so würde die von Marey verworfene ältere Anschauung, wonach der Lauf als eine Folge sprunghafter Bewegungen anzusehen ist, wieder mehr zu Ehren kommen.

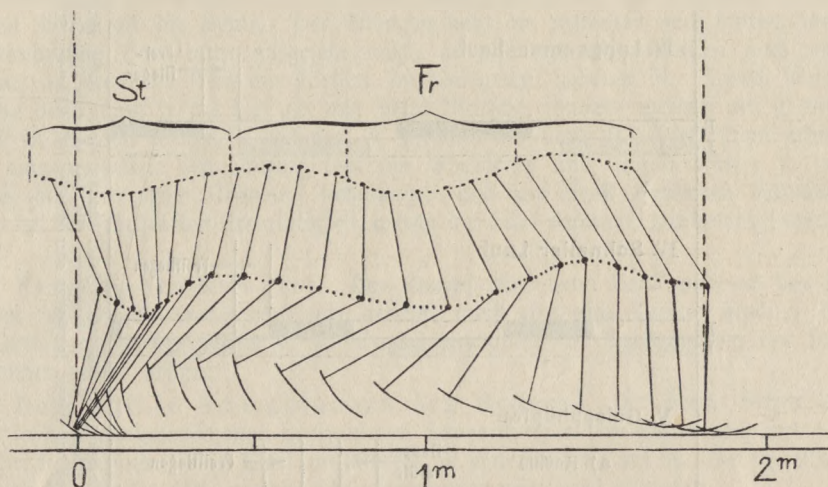


Fig. 427. Chronophotographische Aufnahme des Laufs (langsamere Lauf) nach Demeny. St Zeit des Stützens, Fr des Freifliegens, in deren Mitte die Stützzeit des anderen Beines fällt.

d) Bewegungen der unteren Gliedmaßen. Im Augenblick des Aufstüzens 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. 462), 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. 392), 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 Anfernen des Fußes bei heftigem Lauf.

e) Aufsetzen des Fußes. Beim natürlichen Marsch erreicht der auserschreitende 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 Lauffschritt am längsten, während beim Aufsetzen der Fußspitze zuerst der Lauffschritt entsprechend kleiner wird (s. u. Fig. 440.) Welche Vor- und Nachteile mit der verschiedenen Art des Aufsetzens der Füße beim Lauf verbunden sind, wird unten noch erörtert werden.



Fig. 428. Lauf mit Aufsetzen der Ferse zuerst. — Nach Augenblicksaufnahme von Anshütz.

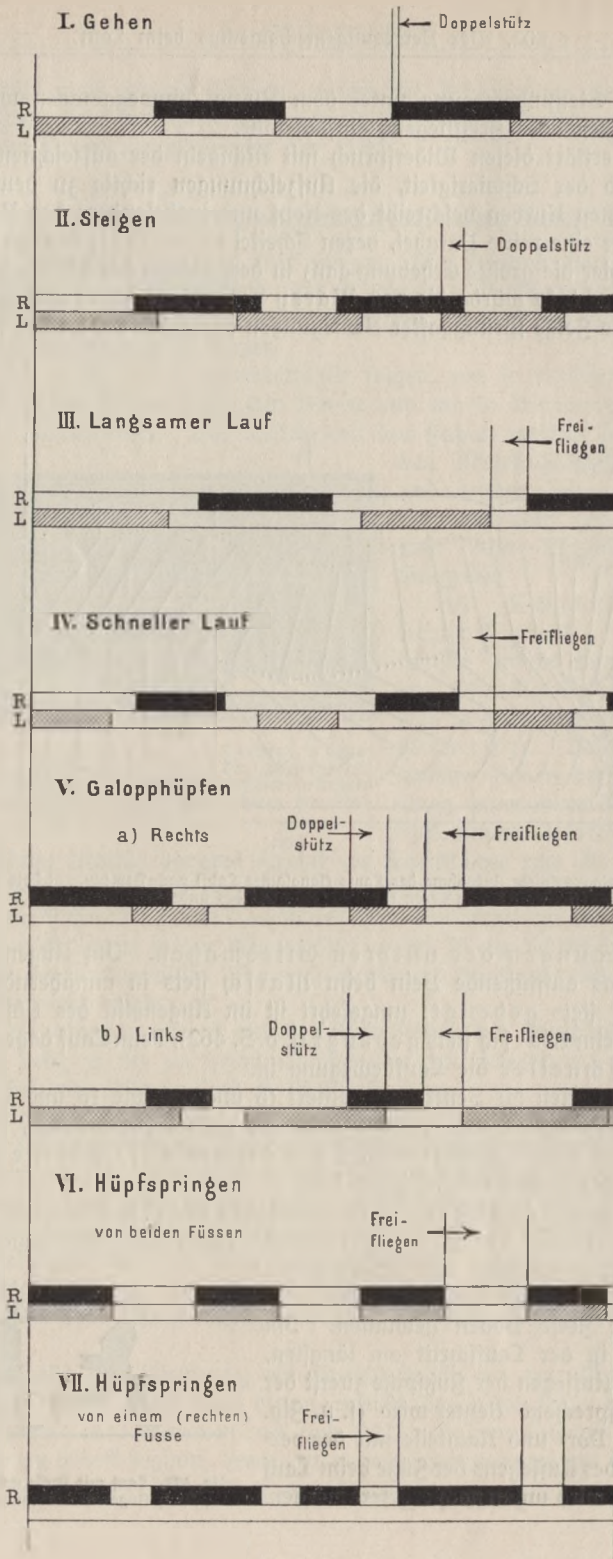


Fig. 429. Der Stütz bei den verschiedenen Fortbewegungsarten nach Marxen. Die Stützzeiten des rechten Fußes schwarz, die des linken schraffiert angegeben. Zu beachten: Beim Steigen (II) ist der Doppelpütz größer als beim Gehen (I). Die Zeiten des Freifliegens sind bei langsamem (III) und schnellem (IV) Lauf gleich groß. Sie bleiben auch gleich groß beim Hüpf-springen von einem Fuß, gleichwohl ob das Hüpfen langsam oder schneller (mit flüchtigen Stütz) erfolgt.

Je schneller die Laufbewegung wird, um so weniger werden die Füße beim Aufsetzen nach auswärts gewendet. Bei schnellstem Lauf werden sie vielmehr geradeaus und parallel gesetzt.

f) Drehung des Rumpfes. Die Drehung des Rumpfes ist beim Lauf viel beträchtlicher als beim Marsch. Sie kann während des Greifliegens bis zu 45° gehen und ist = 0, wenn die Beine (in der Mitte des Aufstüzens) 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 vorgekehrt und umgekehrt, genau so wie dies auch beim Marsch der Fall ist. Drehung des Rumpfes.

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 abgestemmt 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. Beugung der Arme.

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. Neigung des Rumpfes.

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. Horizontale Schwankungen des Beckens.

### § 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. Arbeitsleistung beim Lauf.

Man hat die Arbeitsleistung beim Lauf für 75 kg Körpergewicht bei 300 Laufsritten in der Minute folgendermaßen für den Lauffschritt abzuschätzen versucht: Abhängung nach kgm.

1. Horizontale Vorwärtsbewegung . . . . .	18,4 kgm,
2. Senkrechte Erhebung . . . . .	2,3 „
3. Schwingungen der Gliedmaßen . . . . .	3,4 „
	24,1 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.

Vergleich mit  
der Arbeits-  
leistung beim  
Gehen.

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.

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.  
Verhältnis  
der Lauf-  
schnelligkeit  
zu Schritt-  
dauer und  
Schrittlänge.

Als Ergebnis zahlreicher Versuche konnte Marey folgende Ziffern zusammenstellen, welche das Verhältnis der Lauffschnelligkeit zur Schrittlänge und Schrittdauer dartun.

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 Freifliegens 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.



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.

Begrenzung der Lauf-schnelligkeit durch die Laufdauer.

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.

Die 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.

Höchstleistungen im Lauf.

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. Daß inzwischen (z. B. von Dr. Pelzer) der eine oder andere Weltrekord „verbessert“ wurde um vielleicht  $\frac{1}{10}$  Sekunde, ändert nichts an der gegebenen tatsächlichen Feststellung. Da ergibt sich nun folgende Reihe:

	Höchstlerziele Leistungen			Durchschnitts-
	Minuten:	Sekunden:		geschwindigkeit
				Sekunden:
45,7 m	—	5,50 d. i.	100 m in	12,0
68,5 "	—	7,75 "	100 " "	11,3
<b>91,4</b> "	—	<b>9,25</b> "	100 " "	<b>10,12</b>
<b>100</b> "	—	<b>10,40</b> "	100 " "	<b>10,4</b>
200 "	—	20,80 "	100 " "	10,4
400 "	—	47,60 "	100 " "	11,9
800 "	1	51,90 "	100 " "	13,98
1 500 "	3	52,60 "	100 " "	15,50
2 000 "	5	26,40 "	100 " "	16,32
3 000 "	8	49,30 "	100 " "	17,84
5 000 "	14	15,14 "	100 " "	17,10
7 500 "	22	22 "	100 " "	17,89
10 000 "	32	14,2 "	100 " "	19,34
20 000 "	65	09,1 "	100 " "	19,54
42 200 "	145	00,4 "	100 " "	20,61 (Marathonlauf).

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.

Aus der Reihe fällt allein der einzig dastehende Lauf des Finnen Nurmi über 5000 m in 14 Min. 15,14 Sek.

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 ist, sich „eingelaufen“ hat. Erst dann arbeiten die Nerven und Muskeln mit der höchsterreichbaren Energie der Vorwärtsbewegung.

Ablauf.  
Geschwindigkeit beim Lauf von mehr als einer Stunde Dauer.

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.

### § 305. Körperliche Einwirkung des Laufs.

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.

Einwirkung auf die Atmung.

a) Einwirkung auf die Atmung. Die bei schnellstem Lauf so plötzlich entfaltete Energie bedingt ein entsprechendes plötzliches Auftreten großer Mengen von Kohlenensäure (s. § 85), welche nur durch angestrengte Atmung aus dem Körper entfernt werden kann. Selbst bei ganz kurzen Laufstrecken 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 Ab-

lauffstelle und, nach kürzester Spanne Zeit am Ende der Laufbahn angelangt, sieht man ihn — vorausgesetzt, daß er kein gut trainierter Läufer war — krampfhaft nach Atem ringen, mit den Händen irgendwo nach einem festen Gegenstand greifend, um durch Festlegen der Arme möglichst die Hilfsatemmuskeln der Brust an der Atemarbeit zu 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 haushalten 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. 430. 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 Übermüdung 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

Einwirkung  
auf die Herz-  
arbeit.

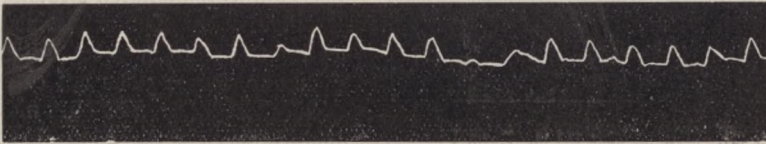


Fig. 431. Wettlauf über 200 m. 1–2 Minuten nach Ankunft am Ziel. Pulszahl in der Minute 140.

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, sehen hier und da aus: erste Anzeichen einer beginnenden Herzerschöpfung.

Letztere äußert sich auch dadurch, daß das so plötzlich überangestrengte und ermüdende Herz keine genügende Blutmenge mehr in das Aderssystem zu treiben vermag: die Lungen sind, wie schon erwähnt, blutüberfüllt, was die Atemnot vermehrt; die Schlagadern der Haut sind dagegen blutleer, so daß ein wenig angeübter Wettläufer meist mit bleichem, erdfahlem Antlitz am Ziel anlangt.

Allein auch diese Erscheinungen verlieren sich schnell in der Ruhe: die Puls- welle wird nach wenigen Minuten stärker, die Pulschläge werden wieder regelmäßig das Antlitz rötet sich, und nur die Häufigkeit des Pulses bleibt noch auf längere Zeit eine größere, als sie vor dem Laufe war.

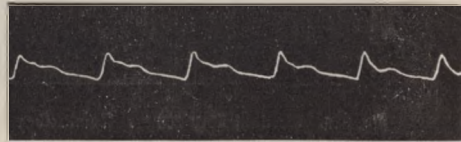


Fig. 432. Wettlauf über 200 m. Normale Pulskurve vorher.

Diese Einwirkungen eines kurzen schnellsten Laufs werden leicht ersichtlich aus den Kurven, die G. Kolb mittels des Pulszeichners oder Sphygmographen gewonnen

Pulskurve  
von Kolb.

hat. In den beistehenden Fig. 430—435 sieht man jedesmal die normale Pulskurve vor dem Lauf und darunter die bezeichnenden Veränderungen dieser Kurve nach einem 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 Herzermüdung, die vermieden werden muß, wenn längere Strecken zu durchlaufen sind, und diese Rücksicht zwingt auch dazu, die Laufgeschwindigkeit dann entsprechend zu mäßigen.

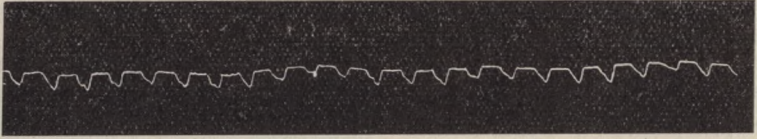


Fig. 433. Wettlauf über 200 m. 30 Sekunden nach Ankunft am Ziel. Pulszahl 180.

Lauf als  
reine  
Schnellig-  
keitsübung.

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  
Dauer-  
übung.

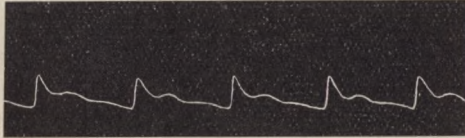


Fig. 434. Wettlauf über 200 m. Normal vorher.

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.

Einwirkung  
auf den  
Stoffwechsel.

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. Trained Läufer laufen mit sparsamerem Stoffverbrauch als ungeübte. Die

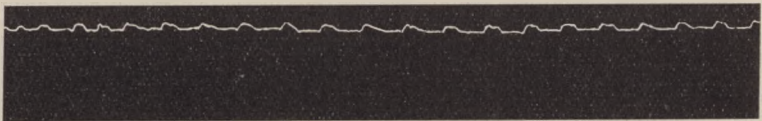


Fig. 435. Wettlauf über 200 m. Unmittelbar nach Ankunft am Ziel. Anfängliche Pulsziffer 250.

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 trainierten 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, machen einen Vergleich der dabei erzielten Leistungen unmöglich. — 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 Dauerlauf ist natürlich auch der Umfang des Stoffwechsels ein entsprechend beträchtlicher. Indes kommt in Betracht, daß es sich in diesen Beispielen um Leute mit trainierter Muskulatur handelt, bei welcher solche Anstrengungen mit sparsamstem Stoffverbrauch vor sich gehen. 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. Einwirkung auf den Kreislauf.

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 Muskeltätigkeit 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 fest und sehnig. Kräftigung der Beinmuskeln.

## § 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 dargetan werden soll, für bestimmte Lebensalter. Die gesundheitlichen Vorzüge des Laufs.

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. Entwicklung der Lungen.

Kräftigung  
der Muskulatur  
des Herzens.

Ebenso bedeutsam ist der Lauf für die Entwicklung der Muskulatur des Herzens. Wenngleich das Herz unaufhörlich arbeitet, solange der Mensch lebt, mithin der besttrännte Muskel des Körpers ist, so bedarf es doch, vor allem aber, wenn es noch im Wachstum begriffen ist, um eine hervorragende Leistungsfähigkeit und Stärke zu gewinnen, zeitweise stärkerer Anregungen, und solche werden durch eine bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit gehende Herzarbeit geboten.

Zu den gesundheitlichen Vorzügen des Laufs zählt weiter die lebhafteste Steigerung des Kreislaufs und der Stoffwechselvorgänge im Körper.

Nicht alle Lebensalter sind gleich befähigt für den Lauf und werden in gleicher Weise seiner wohlthätigen Erfolge teilhaftig.

Wirksamkeit  
des Laufs  
bei der  
Jugend vor  
vollendeter  
Reife.

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 Laufe 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 Laufthätigkeit, 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. 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.

Lauf  
bei den Er-  
wachsenen.

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 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.

Lauf im  
überreifen  
Alter  
über 40.

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. 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 Vorsicht 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.

Verhältnisse, welche den Lauf verbieten.

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.

Herzranke.

Ähnlich liegt die Sache bei Lungenranken. Namentlich bei den recht häufigen Erkrankungen der Lungenapexen kann der schnelle Lauf leicht Anlaß zu Lungenblutungen geben, in Folge der starken Blutüberfüllung der Lungen, welche, wie oben erwähnt, bei schnellstem Lauf schließlich eintritt. So starb der bekannte Läufer Kapernick 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 Plätzen eines größeren Gefäßstüchens entstehen könne, muß von der Hand gewiesen werden.

Lungenranke.

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.

Blutarmut.

Endlich können auch äußere Umstände die Vorzüge des Laufs beeinträchtigen.

Äußere Umstände: Staub uim.

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. GutsMuths 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 Aushilfenutzung 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.

Schneller kurzer Lauf.

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 Unter-

Haltung des geschulten Läufers.

arme wagerecht gehalten werden, die Fäuste sind geballt. Es ist schon bemerkt, daß diese Armhaltung dazu dient, die Brustmuskeln an der vermehrten Atemarbeit zu beteiligen. Schulter und Arm werden abwechselnd bei jedem Lauffschritt 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



Fig. 436. Schneller Lauf auf den Fußspitzen.

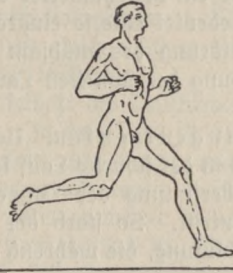


Fig. 437. Griechischer Wettläufer.



Fig. 438. Griechischer Wettläufer. (Fig. 437 u. 438 nach einer panathenäischen Vase i. Britischen Museum zu London.)

das gleichsinnige Bein nach dem Abstemmen am stärksten nach hinten im Kniegelenk gebeugt ist (Fig. 436).

Armbewegungen bei griechischen Läufern.

Augenblidsphotographien, 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



Fig. 439. 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. 441 u. 442).

noch eine andere bestand, nämlich daß die Schultern und Arme gleichsinnig mit dem auschreitenden Bein bei jedem Lauffschritt vorgenommen oder vorgeschleudert wurden (s. Fig. 437—439). Bei der feinen Beobachtungsgabe der griechischen Künstler und der Naturwahrheit, welche wir an griechischen Kunstwerken auch in der Wiedergabe ganz flüchtiger Momente einer Bewegung stets wieder bewundern müssen, ist nicht wohl anzunehmen, daß es sich hier um fehlerhafte Beobachtung und ungeschickte Wiedergabe handelt, obschon die Darstellung auf einem Vasenbild sich befindet. Wurden solche auch handwerksmäßig hergestellt, so wichen sie doch in solchen Dingen kaum von der Naturwahrheit ab. Wir können es vielmehr als möglich wenigstens 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 gewesen.

Neuzzeitliche Versuche mit solcher Bewegung der Schultern und Arme beim Lauf sind nicht bekannt geworden.

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

Bein- und Fußbewegung.

gelenkt. 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. Es sind die Streckmuskeln — vierköpfige Schenkelstreckmuskeln und Wadenmuskeln —, welche durch ihre Spannung der Beugung, d. h. dem Einknicken des Knies infolge 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.



Aufsetzen des Fußes.

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 wohl größeren Verlust an der Gesamtschnelligkeit des Fortkommens, als der Gewinn bei längerem Lauffschritte beträgt. Der schnelle Lauf mit Aufsetzen des vorschwingenden Fußes zuerst auf die Ferse ist unökonomisch, indem er mehr Muskelkraft verbraucht, schwerfällig durch die jedesmalige Erschütterung beim Fallstoß, und beeinträchtigt auch die Laufgeschwindigkeit. Gleichwohl führt das Bestreben, möglichst lange Lauffschritte zu machen, bei dem einen oder anderen Läufer schon dazu — wie die Augenblicksphotographie lehrt —, daß er gewohnheitsmäßig den Lauf mit Aufsetzen auf die Ferse zuerst ausführt (Fig. 428).

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

Schmidt, Unser Körper. 7. Auflage.

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, möglichste 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.

**Dauerlauf.** 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

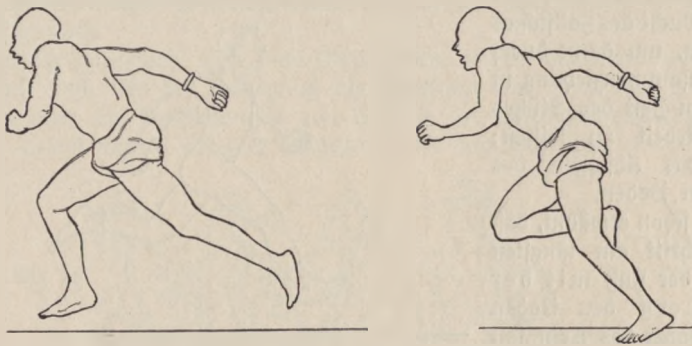


Fig. 441 und 442. Zwei Augenblicksaufnahmen eines laufenden Negers. Natürlicher Beugelauf mit Aufsetzen der Fußsohle. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

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 Strecklauf.

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 und beim schnellen Lauf auf den Fußspitzen oft in ganz bezeichnender Weise wiedergegeben (vgl. Fig. 437 und 438 mit Fig. 439).

Aus der natürlichen Art des Dauerlaufs hat man als Kunstlauf den Lauf in Beugung oder Beugelauf entwickelt, eine Laufart, welche, ähnlich dem Beugemarsch, zu außerordentlichen Dauerleistungen befähigt. 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. Haltung und Bewegung beim Beugelauf.

Die Knie sind gekrümmt. Die Füße streifen kurz über dem Boden hin; sie werden 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 soll der Beugelauf ähnliche Vorteile wie der Beugemarsch gegenüber dem militärischen Marsch bieten: 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.

Die Schrittlänge ist beim Beugelauf nur wenig größer als beim Strecklauf, während sie beim Beugemarsch gegenüber der beim gewöhnlichen Marsch erheblich größer war. Die Zeit des Streifliegens 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.

Um den Beugelauf richtig und mit Vorteil über längere Strecken ausführen zu können, ist eine sorgfältige Übung und Schulung notwendig. Übung des Beugelaufs

### § 309. Pflege des Laufs.

Der Lauf als Übung wird gepflegt:

Turnerische Pflege des Laufs.

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 anzuzüben 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. Laufübungen auf Befehl.

Die Arme sind bei den Laufübungen im Ellbogengelenk gebeugt mit wackerrecht gehaltenen Unterarmen zu tragen wie beim natürlichen Lauf. Armhaltung und Bewegung.

Was die Atmung beim Lauf betrifft, so legt man gemeinhin großen Wert darauf, daß nur durch die Nase mit festgeschlossenem 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 Hundenasen des Negers, sondern unsere Nasen sind schmaler gebaut und die Luftgänge des Nasenlabirynths oft recht enge. Ungemein häufig sind die Nasenwege, namentlich im schulpflichtigen Alter, noch dadurch ganz besonders enge Atmung beim Lauf.

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 eingeengt 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 kohlenstoffsaureüberladenen Reserveluft nicht entledigen. Aus diesem Grunde hat man vorge schlagen, beim Lauf durch die Nase nur einzuatmen, dagegen durch den Mund auszuatmen. 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 unmittelbare 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.

Auftreten.

Das Auftreten beim Lauf soll möglichst leicht erfolgen, ohne dröhnendes Gepolter.

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 Lauffschritten 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 Lauffschwindigkeit, der Schrittgröße und der Laufdauer zu üben, ist die Hauptaufgabe einer rechten Lauffschulung. Besondere künstliche Formen des Laufs, wie Spreizlaufen (Lauf mit Vorpreizen), Schlaglaufen, Wiegelauflauf, Lauf mit Fersenheben oder Anferßen 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. Dabei sei abgesehen von dem neuerdings bei Aufmärschen ganzer Abteilungen beliebt gewordenen „Stilllauf“ (mit Knieheben), der schon zur Vorübung des Laufs zweifellosen großen Wert hat.

### § 310. Bemerkungen über die Pflege des Wettlaufs.

Pflege des  
Wettlaufs.

Der Wettlauf hat als Höchstleistung unter Aufbietung aller verfügbaren Schnellekraft des Körpers neben dem Dauerlauf einen besonderen, anders nicht zu ersetzenden Wert. Es ist eine irri ge Vorstellung, daß der Wettlauf über kürzere Strecken leicht sei,

dagegen der Wettlauf über längere Strecken schwieriger und erschöpfend, ja gefährlich. Im Gegenteil strengt der Wettlauf über kurze Strecken (wie schon früher bemerkt) weit mehr an.

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 ausschlaggebend 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-

Wettlauf  
über kurze  
Strecken.

plötzlicher  
Ablauf.

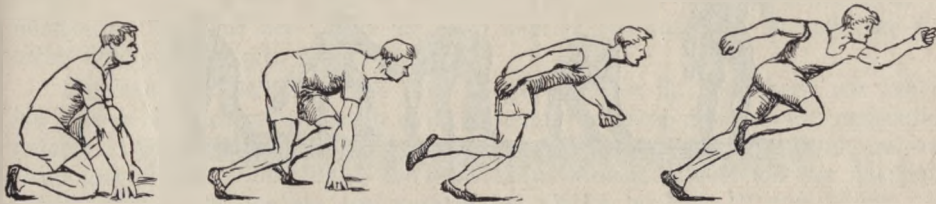


Fig. 443—446. Handstart.

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 Ablaufstelle 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 Laufbewegung überzugehen.

Der Läufer steht zum Ablauf — dies war wenigstens die früher übliche Art — sprungbereit mit dem vorderen, leicht gebeugten Beine dicht vor der Ablauflinie, die Fußspitze in der Richtung der Laufbahn. Das hintere Bein, welches auf das Ablaufzeichen hin urplötzlich nach flüchtigem Abstemmen vom Boden in Beugung vorgebracht werden 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.

Stellung  
zum Ablauf.

Noch mehr ist dies der Fall beim heute fast allein üblichen „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; der Läufer hatte vorher 20—30 cm hinter der Ablauflinie ein Loch in den Boden gegraben mit fast

senkrechter Rückwand. In dies Loch stellt er den linken Fuß hinein und kniet mit dem Knie des rückwärtigen Beins (des rechten Sprungbeins) neben dem aufgesetzten Fuß. Wo dessen Spitze auf dem Boden steht, wird ein zweites Loch, wie das erste, in den Boden gegraben. Die Finger sind auf die Ablauflinie gestützt. Aus dieser Stellung schnell augenblicklich der Läufer sowohl von den Händen wie von den Füßen mit vereiniger Arm- wie Beinraft auf und vorwärts beim Er tönen 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 bedienten sich früher, um sich nicht allzutief mit dem Rumpf vornüber beugen zu müssen, zweier mit den Händen erfaßter Stäbchen, mittels derer sie sich vom Boden abschnellen (Sig. 447). Diese Art ist heute verlassen.

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,

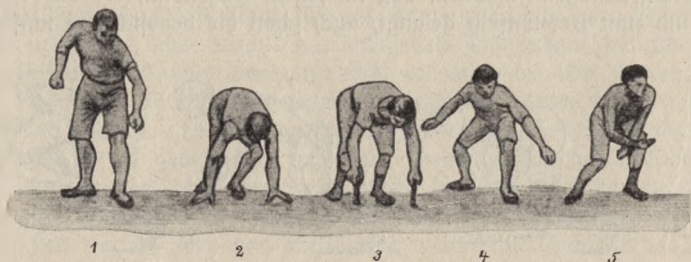


Fig. 447. Fünf Wettläufer, das Ablaufzeichen erwartend. Nach einer Augenblicksphotographie (Athen 1896).

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. Daß bei angestrengtem Wettlauf, namentlich über 200 oder 400 m, bald eine starke Atemnot und Beklemmung (der sogenannte „tote Punkt“) eintritt, die überwunden werden muß, worauf die Atmung wieder freier wird („second wind“), ist schon früher (§ 85) angeführt.

Kleidung  
beim Wett-  
lauf.

Eine unzweckmäßige 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 zur Mitte etwa des Oberschenkels reicht — ähnlich den Beinleidern der Alpenbewohner. Das Kniegelenk muß eben ganz frei sein. — Der Rumpf ist nackt oder höchstens mit Trikothemd bekleidet, die Füße mit leichten Drillichschuhen oder Sandalen.

Dorbe-  
reitung zum  
Wettlauf.

Bei der Vorbereitung zum Wettlauf kommt es nicht nur darauf an, durch unermüdliche 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 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- bis 400-m-Lauf als der anstrengendste, der am meisten „auspumpt“.

Viel 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 Ungeßüm 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 Vorschießen 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.

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 Lodenmantel umzuhängen.

Bei vielen Läufern stellt sich während eines starken Laufs heftiger Schmerz, meist in der Gegend der linken Rippenweichen, 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 fälschlich als „Milzstechen“ bezeichnet. — Häufige Übung im Lauf macht das Auftreten dieses Schmerzes schwinden oder verringert es doch erheblich.

### § 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 Ginsterruten, an leichtem Lattengestell befestigt.

Beim meist geübten sportlichen Hürdenrennen befinden sich auf der 120 Ellen = 109,7 oder 110 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 Anfang der Bahn sowie am Ende derselben hinter der letzten Hürde ist bei der 110 m langen Bahn ein Ablauf vor der ersten Hürde von 14 m, ein Auslauf nach der letzten von 15 m. Diese regelmäßige Einteilung ermöglicht es, daß die Läufer mit genau eingeübten Schritten von bestimmter Länge den Zwischenraum zwischen zwei Hürden in drei Laufschritten zurücklegen, während mit dem vierten Lauffschritt die Hürde mehr überstiegen

Längere Strecken.

Ankunft am Ziel.

Seitenstechen.

Hindernislauf.

Sportlicher Hürdenlauf.

als übersprungen wird (s. Fig. 448). Es ist also jeder Lauffschritt etwa 2,28 m lang. Nur so sind erstaunliche Leistungen bei dieser Art des Hindernislaufes möglich geworden. 1898 wurde diese Lauffstrecke von 109,7 m mit zehn Hürden in  $15\frac{1}{5}$ , 1922 von Troßbach-Stranfurt in  $15\frac{9}{10}$  Sekunden gelaufen.

Turnerischer  
und militäri-  
scher Hinder-  
nislauf.

Da der Hindernislauf wie wenige Wettübungen angewandtes Turnen bedeutet und für zahlreiche Fälle sowohl im praktischen Leben — Lauf querfeldein über Hecken und Gräben — wie namentlich im Kriegsdienst vorbereitet, so verwiſchen 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 Hindernislaufes, als einer Kapital-

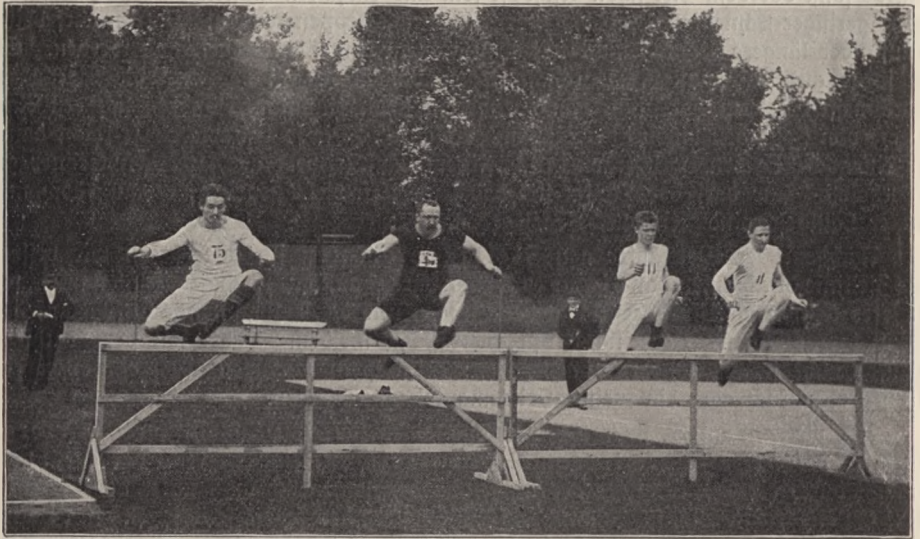


Fig. 448. Überspringen einer Hürde beim sportlichen Hürdenlauf. Nach einer Augenblicksphotographie.

übung 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 oder Waldlauf oder das Querfeldeinrennen beliebt geworden, d. h. ein Wettlauf über kilometerweite Strecken, die durch unebenen Waldboden, Anhöhen und Einschnitte, Strauch und Dorn mannigfachste Hindernisse bieten.

### § 312. Der freie willkürliche Lauf im Spiel.

Der 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 Laufschnelligkeit auf das Höchstmäß 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. Ebenso verlangt der Fußball oft schnellstmögliche Läufe.

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 Lauffchnelligkeit 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.

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. § 222). 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.

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 Stemm-tätigkeit 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,

Maßhalten  
in der An-  
strengung.

Erhöhung  
der Lauf-  
fähigkeit  
durch Lust-  
gefühle.

Begriff  
des Sprungs.

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.

Unter-  
suchung der  
Sprung-  
bewegung.

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.

Druck-  
messendes  
Sprungbrett  
oder Dyna-  
mograph  
von Marey.

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 spiralig aufgewundenen Kautschukröhren

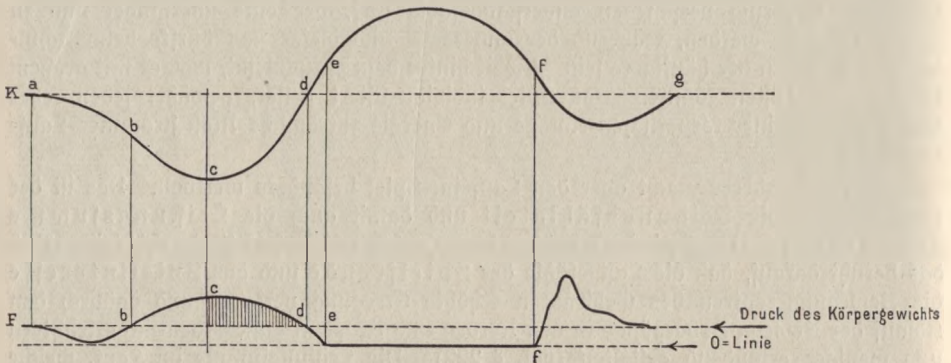


Fig. 449. Kurven des reinen Hochsprungs von beiden Füßen nach Marey. a bis c vorbereitende Kniebeuge, von e ab Absprung. In e hat der Körper den Boden verlassen und fliegt bis f frei. K Kurve des Kopfes; KF Linie der Körperhöhe im Stand; F Druckkurve der Füße; e f = Zeit des Freifliegens, die Druckkurve 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.

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.

Die Stellung des Schreibhebels bei unbelastetem Dynamographen 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 im Augenblick des Niedergehens des Rumpfes eine Druckminderung zur Folge hat, welche sofort wieder verschwindet, wenn die mit der Schwerkraft 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

Erklärung  
der graphi-  
schen Dar-  
stellung.



Fig. 450. Hochsprung von einem Fuß. Nach einer Reihenaufnahme von O. Anichütz.

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 Wurfbahn 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. Wir können demgemäß den Sprung von der Stelle als reinen Sprung bezeichnen.

Wurfbahn  
des Körpers  
in Form  
einer  
Parabel.

Um auf unsere graphische Darstellung zurückzukommen, so gelangen bei f die Füße auf den Boden. Die Stoßwirkung des Niedersprungs schnellt 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.

Demnach können wir beim reinen Sprung mit beiden Füßen in die Höhe und vorwärts die dabei erfolgenden Bewegungen in vier Zeiten einteilen.

Zeit der Vorbereitung.

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 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 herab-

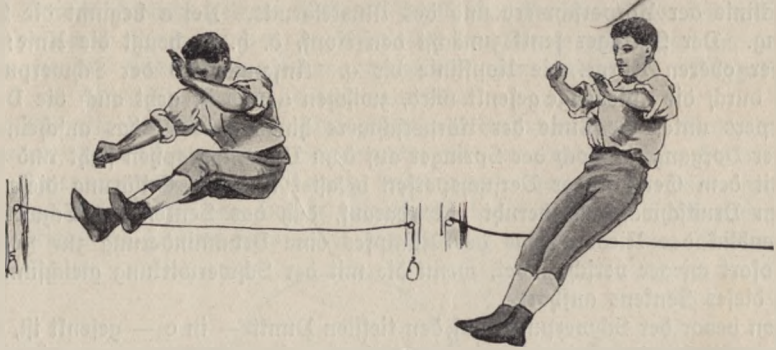


Fig. 451 und 452. Zwei aufeinanderfolgende Momente beim Überspringen der Schnur. Schneller Wechsel von Beugung (Fig. 451) und Streckung des Rumpfes (Fig. 452). — Nach einer Augenblicksaufnahme.

hängende Unterarm leicht gegen den Oberarm, die Ellenbogen werden etwas nach hinten geführt.

Auffchnellen des Körpers.

II. Auffchnellen des Körpers. Sobald der Körper zur tiefsten Stelle der gewollten Beugung gelangt ist, findet auch schon eine plötzliche Zusammenziehung der Streckmuskeln des Fußgelenks, des Knies, des Hüftgelenks bis hinauf zu den Streckern

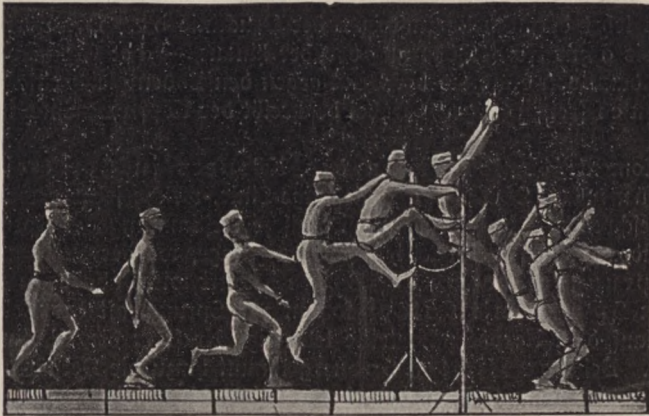


Fig. 453. Hochsprung in neun aufeinanderfolgenden Augenblicken nach Marey.

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.

Sweifliegen des Körpers.

III. Sweifliegen des Körpers. Nach denselben Gesetzen wie für eine leblose 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 ge-

beugt; 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. 451 u. 452).

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 Sprunghbewegung, abzuschätzen und in jedem Falle ohne weiteres anzuwenden.

### § 315. Das Aufspringen.

Vermittelt 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. 454), 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 Stellung EC 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. 455 B (Hüftgelenk), C (Kniegelenk) und D (Sprunggelenk) eine schnellste gleichzeitige Zusammenziehung der Streckmuskeln mit Gewalt diese Gelenke auseinanderstreckt, so müßte diese Bewegung den Schwerpunkt S wegen des Widerstandes des Bodens aufwärtstreiben. Eine solche Bewegung

Nieder-  
sprung.

Vor-  
bereitende  
Beugung.

Mechanis-  
mus des Auf-  
springens.

Erklärung  
Borellis.

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.

Einwendung  
gegen die  
Borellische  
Erklärung.

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 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 höchst-

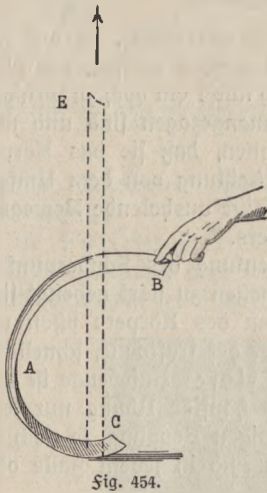


Fig. 454.

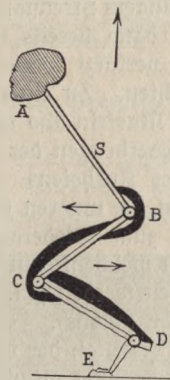


Fig. 455.



Fig. 456.

möglichen 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 star 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 Systems und teilt diesem eine Bewegung mit, welche der erlangten Schnelligkeit entspricht. Der Körper gehorcht dem wie eine träge in gegebener Richtung emporgeschleuderte Masse.

Erklärung  
von Dally.

Eine Stütze für diese Erklärung, wie sie u. a. von Dally entwickelt ist, liefert meines Erachtens die Augenblicksphotographie. In Fig. 457 und 458 sind zwei Augenblicksaufnahmen des Absprungs zum Weit- und zum Hochsprung genau im Augen-

blick des Absprungs wiedergegeben. In beiden Figuren, ganz besonders in der zweiten, Fig. 458, sieht man deutlich, daß nicht nur die Streckmuskeln des abspringenden Beins heftig zusammengezogen sind, sondern auch die Beugemuskeln an der Hinterseite des Oberschenkels (Kniegelenk) wie der vordere Schienbeinmuskel am Unterschenkel (Sprunggelenk).

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 <sup>Selbheit</sup> des Bodens.



Fig. 457.



Fig. 458.

Absprung zum Weit- sowie zum Hochsprung (Schelenz).

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 Augenblicke des Abstemmens. Für die verschiedene Lage des Schwerpunktes kommt in Betracht der Unterschied der verfügbaren oder angewandten Streckkraft bei den in Frage kommenden Gelenken. <sup>Richtung des Sprunges.</sup>

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 Augenblicke des Absprungs der Schwerpunkt über, vor oder hinter dem Stützpunkt lag.

Sprung aufwärts, vorwärts und rückwärts.

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. 459); neigt sich die Verbindungslinie des Schwerpunktes mit dem Stützpunkt nach vorn gegen den Horizont, so geht der Weg der parabolischen Wurf-

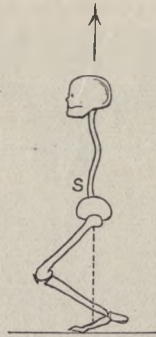


Fig. 459. Sprung aufwärts.  
S = Schwerpunkt.

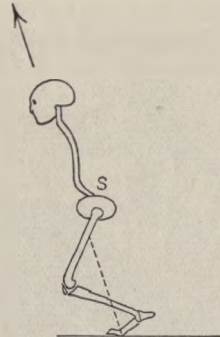


Fig. 460. Sprung vorwärts.  
S = Schwerpunkt.

bahn nach vorn: Sprung vorwärts (Fig. 460); neigt sich die Linie nach hinten, so geht auch der Sprung nach hinten: Sprung rückwärts.

Springen seitwärts.

Beim Sprung seitwärts muß der Schwerpunkt im Augenblicke 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.

Schrägsprung.

Die bezüglichen Verhältnisse bei den Schrägsprüngen ergeben sich nach dem Vorhergesagten von selbst.

Aufsprung und Tiefprung.

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.

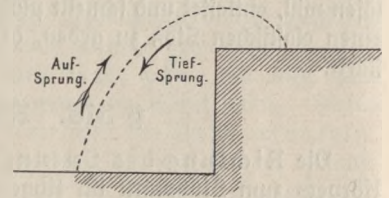


Fig. 461.

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 — Tiefprung — 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. 461).



### § 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.

Indes kommt beim Überspringen eines Gegenstandes — Springschnur oder Latte, 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 Rumpf 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. 462), um mit Seitendrehung des Körpers die Beine nacheinander 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. Besondere Arten der Ausführung des sog. schottischen Sprungs mit schrägem Anlauf sind der amerikanische Schersprung und der Wendesprung (Horinesprung). Beim Schersprung links wird das linke Abprungbein unter dem emporgeschwungenen rechten hindurchgeschoben und nach unten gestreckt, so daß der Springer mit schiefer Linksdrehung des Körpers auf dem linken Abprungbein landet (s. die Reihenaufnahme Fig. 464). — Auf die Beschreibung des schwierigen Wendesprungs kann hier ohne die Veranschaulichung durch eine Reihenaufnahme nicht eingegangen werden. — Vielen 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

Kraftaufwand und Maß des Sprungs.

Berechnung des Arbeitsaufwandes.

Besondere Geschicklichkeit beim Sprung.

Sprung mit schrägem Anlauf.

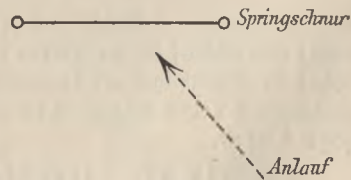


Fig. 462.

Sprung mit schrägem Anlauf.

Schmidt, Unser Körper. 7. Auflage. 34

Hueppe 1,86 m hoch. Die Abbildung (Fig. 463) 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 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

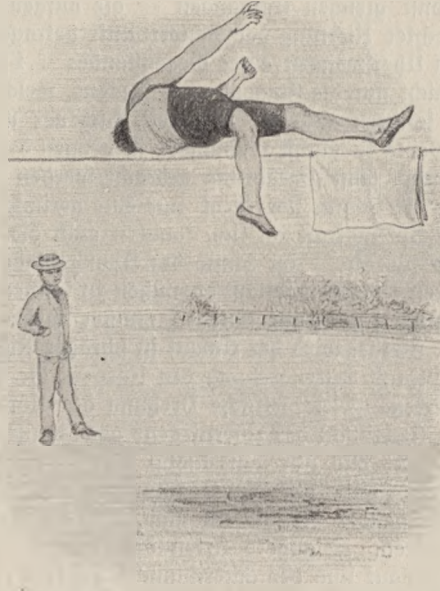


Fig. 463. Der bis 1895 höchste bekannte Sprung von 1,97 m, ausgeführt von Sweeney in Newyork. Nach einer Augenblicksphotographie.

Oberleutnants von Wiese 1900 (Expedition des Herzogs Adolf Friedrich von Mecklenburg) mit Anlauf bis zu 2,50 m (!) Höhe sprangen. Allerdings diente dabei ein 30 cm hoher Termitenhügel als Sprungbrett. Zudem handelt es sich um außergewöhnlich hoch gewachsene Leute von 2—2,25 m Körperhöhe. Immerhin beträgt die reine Sprunghöhe 2,20 m.

Maß der Sprungfertigkeit nach Körpergröße und Körpergewicht.

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 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-

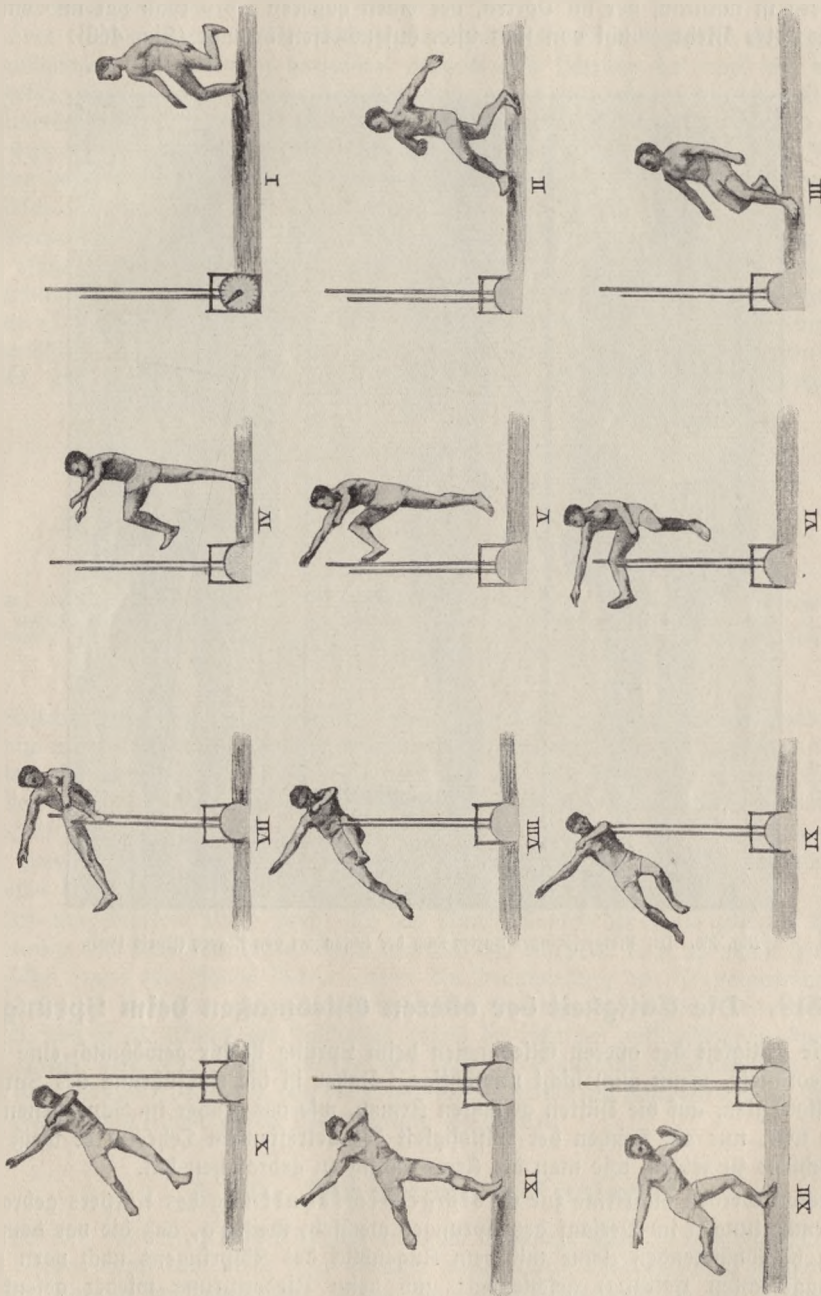


Fig. 464. Reihenaufnahme von Marek: Hochsprung des amerikanischen Hürdenpringers Sweeten. Paris 1900.

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 Fett usw. aufzuwerfen braucht (Fig. 465).

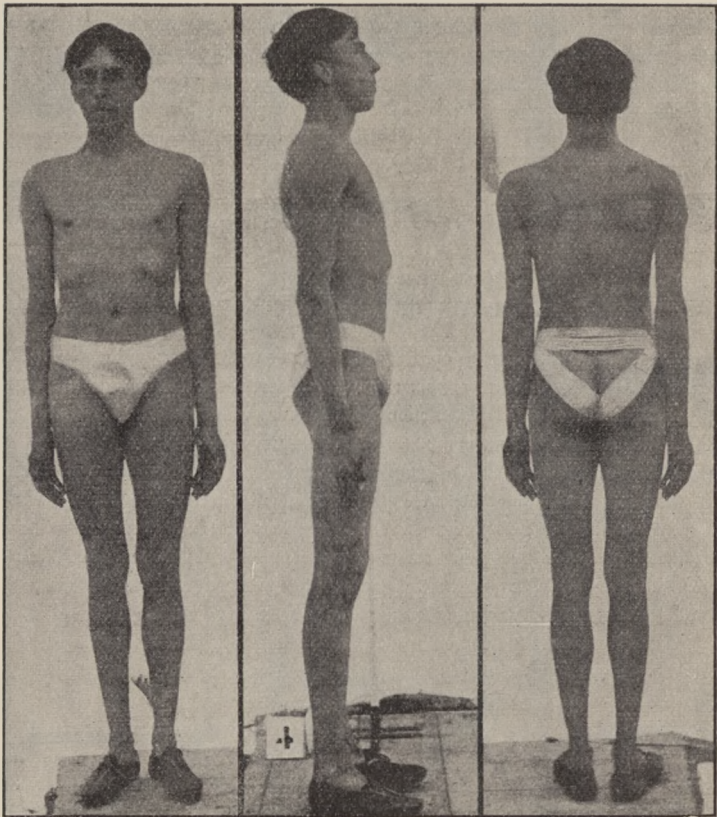


Fig. 465. Der Meisterspringer Baxter nach der Aufnahme von Mareq (Paris 1900).

### § 318. Die Tätigkeit der oberen Gliedmaßen beim Sprung.

Tätigkeit der  
oberen  
Gliedmaßen.

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.

Vorab 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 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 augen-

blicklich 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. 449 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. 466); 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

Bewegung des Schwerpunkts durch Armbeugung.

Druckschwankung auf dem dynamographischen Sprungbrett.

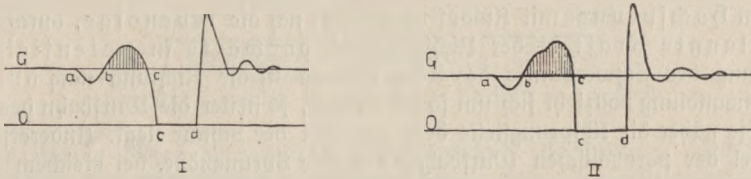


Fig. 466. Zwei Sprungkurven. In Fig. I ohne Hochheben des Arms, in Fig. II mit plötzlichem Hochschwingen der Arme zugleich mit dem Abstemmen der Füße vom Sprungbrett. G Drucklinie des Körpergewichts; 0 Nulllinie; a b Beugung der Beine; b c Drucksteigerung beim Abstemmen, in Fig. II vermehrt durch das plötzliche Hochschwingen der Arme; c d Zeit des Freifliegens (nach Demeny).

des Schwerpunkts mit Steigerung des Druckes der Füße gegen den Boden wird natürlich nur um so stärker sich ausprechen, 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.

Sprung mit Halteren.

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.

### § 319. 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 Stoßung in der Vorwärtsbewegung vermindert sofort die verwendbare lebendige Wurfkraft des Anlaufs oder hebt sie gar auf.

Der Sprung mit Anlauf.

Mit beiden  
Füßen.

Jedenfalls ist beim Anlauffprung mit beiden Füßen die durch den Anlauf erreichte Geschwindigkeit nur zum kleinen Teil für den Sprung noch ausnutzbar; denn die Notwendigkeit, beide Füße nebeneinander auf die Absprungstelle zu bringen, unterbricht die Laufbewegung.

Von einem  
Fuß.

Anders, wenn der Absprung nur von einem Fuß erfolgt. Hier macht nach dem letzten Lauffschritt das vorgebeugene 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 ausgenutzt 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, wenn gleich bei diesem die Sprungkraft beider Beine ins Spiel kommt. Bei einem Sprung von der Stelle liegt die Sache natürlich umgekehrt.

Hochsprung  
mit Anlauf.

Beim Hochsprung mit Anlauf verwandelt sich die lebendige, durch den Anlauf erlangte Kraft in der Richtung nach vorwärts in potentielle Kraft zur Hebung des Schwerpunktes 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 Lotpunkt 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 Hoch-Weitsprung erreicht man also nicht dieselbe Höhe wie beim eigentlichen Hochsprung. Man rechnet aber als Hoch-Weitsprung solche Sprünge, bei welchen die Entfernung der Absprungstelle vom Lotpunkte der Schnur größer ist als die Sprunghöhe.

Zweck-  
mäßigste Art  
des Anlaufes.

Bezüglich der zweckmäßigsten Art des Anlaufes muß man sich zunächst 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 vorwärtschnellende Sprungbewegung haarscharf und blitzschnell 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. — 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.

Zu langer  
Anlauf.

### § 320. Der Dreisprung.

Der Drei-  
sprung.

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

Springen 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 aber 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 Hüpf sprung — 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.

$\text{rechts} \text{ --- } \text{rechts} \text{ --- } \text{links} \text{ --- } \text{rechts}$   
 $\text{Hüpf sprung} \quad \text{Schritt sprung} \quad \text{Sprung}$   
 oder:  $\text{links} \text{ --- } \text{links} \text{ --- } \text{rechts} \text{ --- } \text{links}$

Der Vorzug dieses sogenannten „amerikanischen“ Dreisprungs liegt darin, daß für die beiden hauptsächlich 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: Hearne, England, London 1908: 14,91½ m; in Deutschland: Holz-Charlottenburg 1922: 14,99 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.

### § 321. Sturmspringen.

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 Sturm-springen, 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 Sturmsbrett, 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 (Fig. 467). Bei zu großer Steile (über 30° hinaus) wird die eigentliche Sprungbewegung schwieriger und weniger ausgiebig, da der Sturm-lauf 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.

Sturm-  
springen.

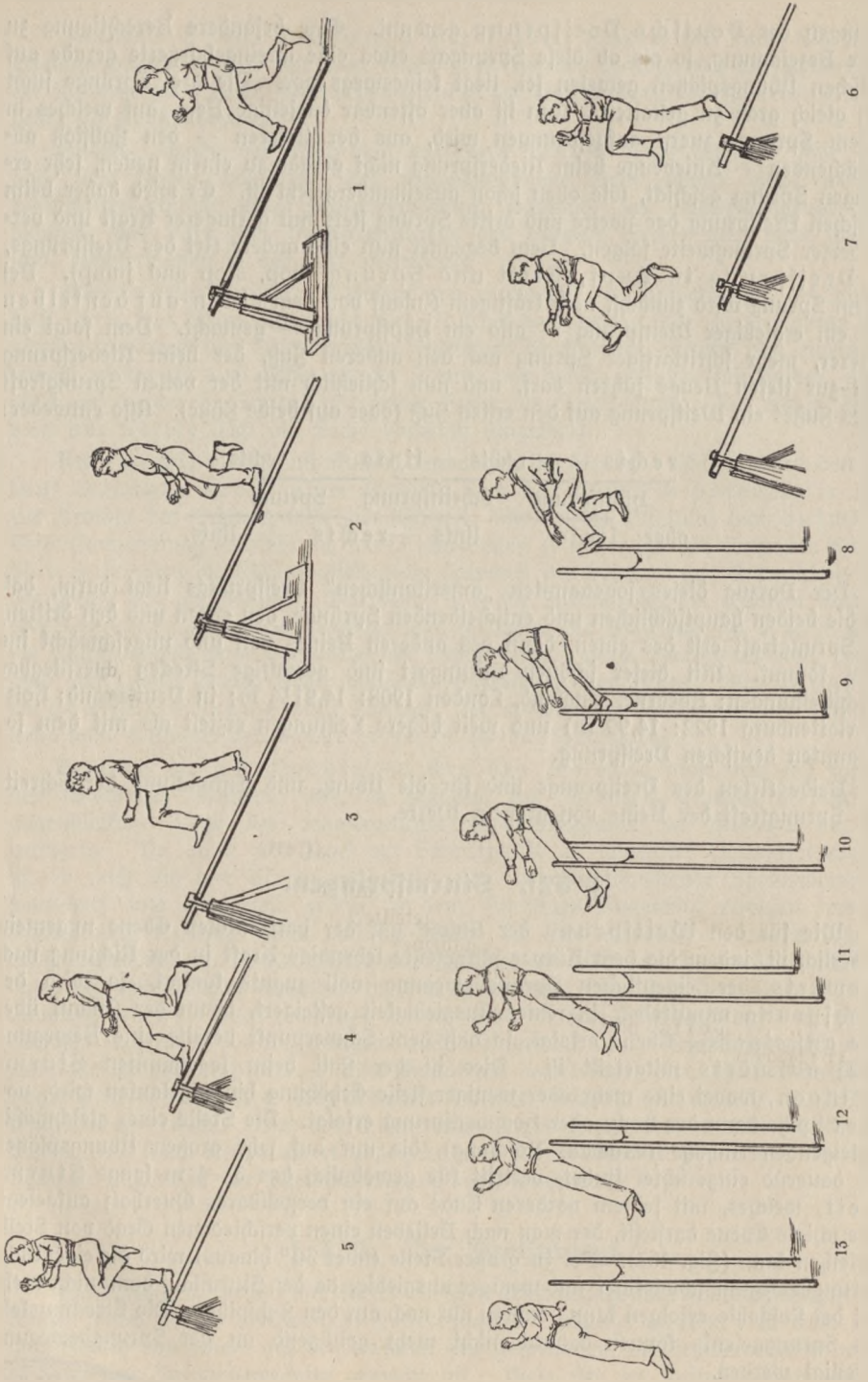


Fig. 467. Sturmsprung. Nach einer Reiheaufnahme von Prof. Dr. Kohlfrauch in Hannover.



Um Sprunghöhe und Sprungweite beim Sturmspringen noch mehr zu steigern, benutzt man auch federnde Sturmbretter. Sie sind ebenso kostspielig wie überflüssig.

### § 322. 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.

Gemischter Sprung.

Demgemäß zerfallen die gemischten Sprünge in zwei verschiedene Arten.

### § 323. 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.

Sprung mit Aufstützen der Hände auf einen festen Gegenstand.

Auf dem Übungsplatze werden zu solchen gemischten Sprüngen zahlreiche Geräte verwendet, wie Bock, Pferd, Sprungtisch, Kasten, Red, Barren, Planke, Sturmbrett.

Je nach dem Grade der Ausführung des Sprungs 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, Redstange, Barrenholm usw.).

Sprung in den Stütz.

2. Übersprung mit seitgrättschenden Beinen. Soll ein Gegenstand in einem übersprungen werden und ist der zu überspringende Gegenstand schmaler als die Entfernung der Füße bei auseinandergespreizten oder gegrättschten 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 geschneit werden, daß auch die Füße über das Gerät hinwegfliegen. Leichter als in Spreizhaltung wird 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 seitgrättschenden Beinen.

Bei diesen Sprüngen wie auch bei den folgenden Arten des gemischten Sprunges finden zwei Sprungbewegungen hintereinander statt: 1. Der Absprung vom Boden

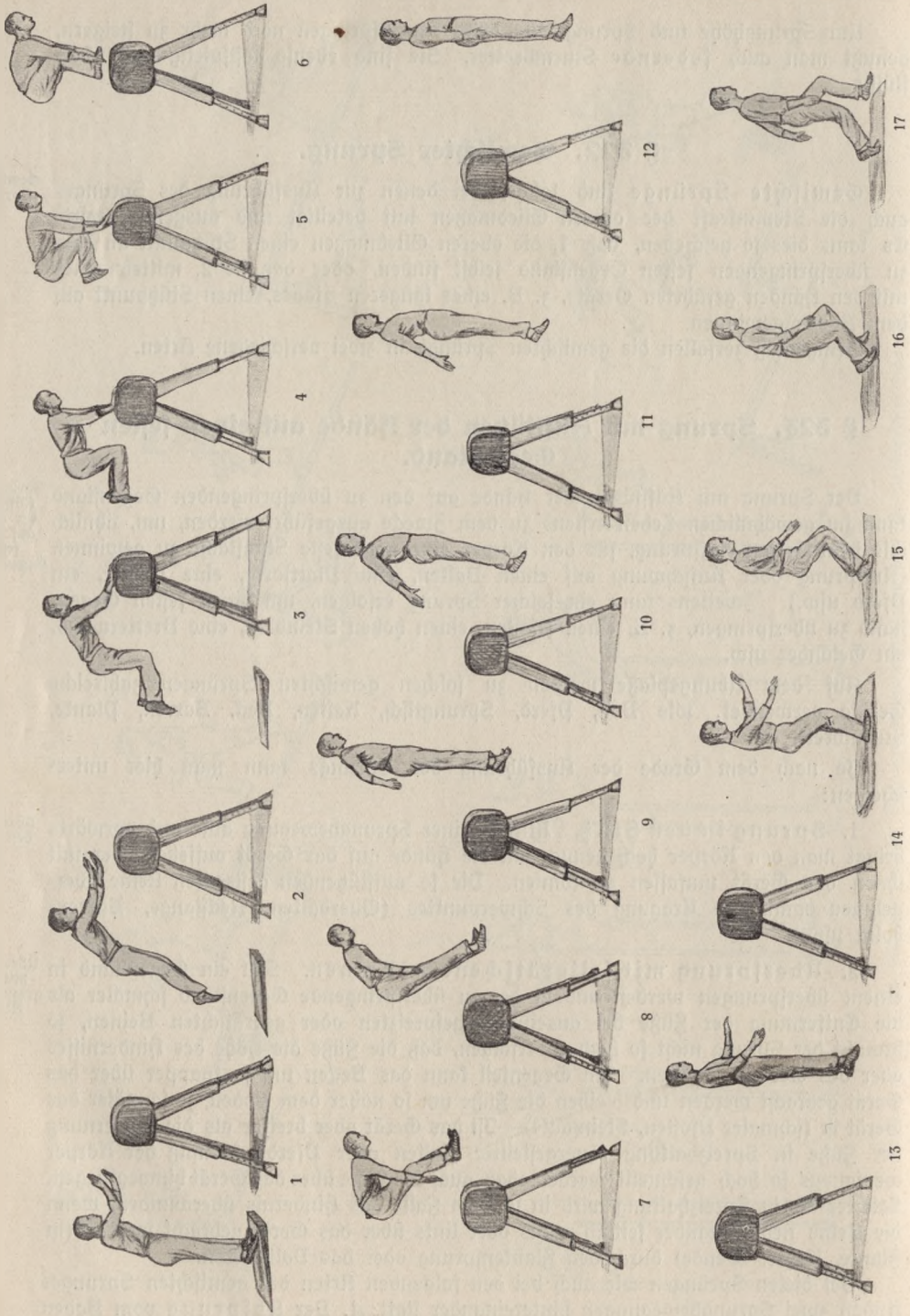


Fig. 168. Hochsprung über den Bock nach Kethenaufnahme von Prof. Dr. Kothtraudl. — 1 und 2 Aufsprung von den Beinen. 3 und 4 Aufstütz auf das Gerät mit leicht gebeugten Armen. 5 beginnt die Arme sich zu strecken und eine schneidende sprunghafte Bewegung auszuführen bis zu den Fingertippen, welche in 6 eben das Gerät verlassen; diese neue, dem Körper mitgetheilte Bewegung wirkt dabei in 7, 8, 9 weiter aufwärts, wobei der Rumpf getreilt wird; von da ab fällt der Körper zum Hinfederprung wie beim einfachen Sprung.

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. 472), dessen Unterstützungs- und Drehpunkt die Fingerspitzen 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 Fingerspitzen 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

Abprung  
oder Ab-  
stützen mit  
den Händen.

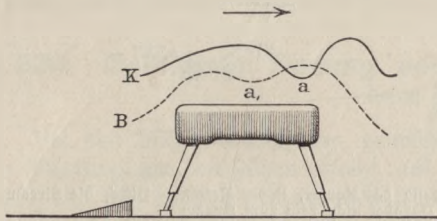


Fig. 469. Längsprung über das Pferd. K Kurve des Kopfes, B die des Beckens. Bei a in der oberen, a<sub>1</sub> in der unteren Kurve zeigt die Sprungbewegung der Arme ein. — Ermittelt aus einer Reihenaufnahme von Prof. Dr. Kohlrausch.

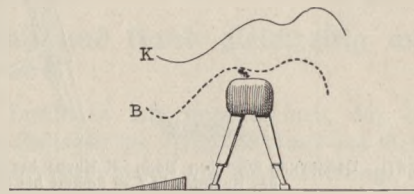


Fig. 470. Einfacher Bodsprung. K Kurve des Kopfes, B des Beckens. Nach einer Reihenaufnahme von Prof. Dr. Kohlrausch ermittelt.

Sprungbewegung der Körper gezogen wird, so sind an der Bewegung auch die Anzieher des Armes, breiter Rücken- und großer Brustmuskel, beteiligt; ebenso muß während des Vor- und Aufwärtswerfens des Körpers durch das Abstützen von den Händen das Schulterblatt flüchtig festgestellt werden, um 3. 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 eigentlichsste 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 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 Ast, auf deren Gipfel, oder erst im absteigenden Ast, 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. 469). Und während die letztere

Wurfbahn  
des Körpers  
beim gemisch-  
ten Sprung.

Kurve beim Grätzsprung über ein schmales Hindernis — z. B. beim einfachen Bodenhochsprung —, weil das Becken ganz knapp über das Hindernis hinwegzufliegen braucht, sich nur wenig höher erhebt als der Gipfel der begonnenen ersten Parabel (Fig. 470), so wird die zweite Parabel ausgesprochen höher und steiler, wenn das

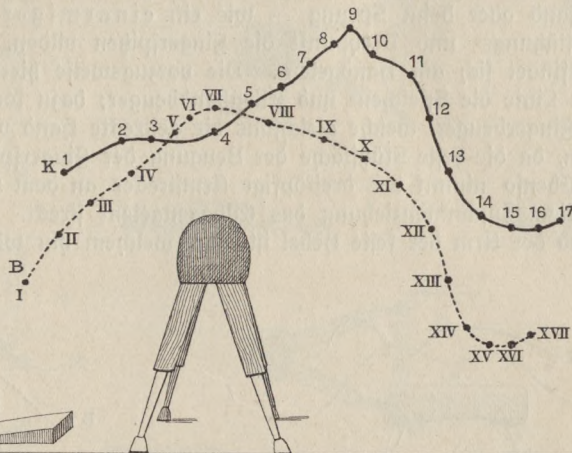


Fig. 471. Hochsprung über den Bock. K Kurve der Bewegung des Kopfes, B des Beckens. Durch die Streckung des Rumpfes in 7—9 kommt die zweite Parabel nicht rein zum Ausdruck.

Becken hoch über das Hindernis gebracht werden muß, so z. B. bei den Hochsprüngen (Fig. 468 u. 471). 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 nur in bescheidenem Maße aus. Zu diesem Behufe muß — z. B. beim Abgrättschen 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 bes-

schriebenen 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 — Vorwärtsschiebung nach den aufgestützten Armen hin — meist recht hölzern aus.

Man führt deshalb den Absprung aus dem Reitsitz oder das Abgrättschen besser so aus, daß unter Aufstützen auf die Hände ein Rückschwung gemacht wird, dem ein

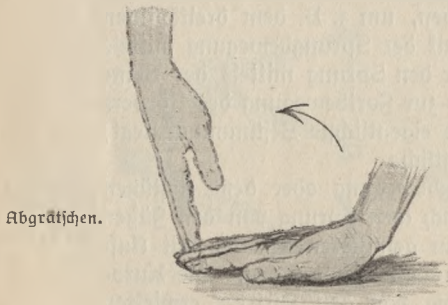


Fig. 472. Abhebeln der Hand beim gemischten Sprung.

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. 468) muß das Becken besonders hoch über das Gerät geschneilt werden. Der Absprung mittels der Hände muß infolgedessen weit ausgiebiger erfolgen als beim einfachen Übergrätschen; es zeigt sich daher die zweite Wurflinie höher und steiler als die durch die Sprungtätigkeit der Beine gegebene Wurflinie, die Armtätigkeit wird kräftiger und ausschlaggebender (Fig. 471). Hochsprung.

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.

### § 324. 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. Gemischter Sprung von Fuß und Hand gleichzeitig aus dem Stande.

Der Sprung kann aber auch aus dem Stande so erfolgen, daß in der Ruhelage 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, Reckstange, hügelartige Pferdpausche u. dgl.). Es kann also dann die Hand nicht platt sich auflegen 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“ Volltugieren. (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).

### § 325. 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. Stabspringen.

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.

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

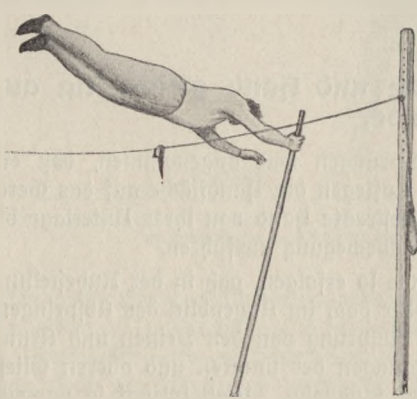


Fig. 473. Stabhochspringen. Nach einer Augenblicksphotographie, aufgenommen in Schönholz bei Berlin 1890.

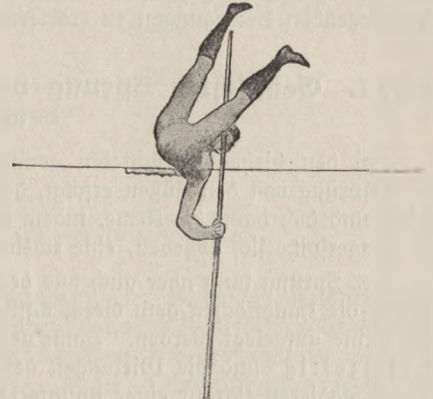


Fig. 474. Stabspringen. Nach einer Augenblicksphotographie, aufgenommen in Frankfurt a. M. 1896 (2,70 m hoch).

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 Weitsprung) 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 Felguntersprung am Reck — ausgeführt werden, oder mit Nachgreifen der unteren Hand, halber Drehung und Emporheben des Körpers fast zum Handstand. Endlich hat man auch ein blitzschnelles Hinaufklettern 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. Weltrekord 4,252 m, in Stockholm 1912 erreichte Höchstleistung 3,95 m, deutsche Höchstleistung 3,8 m Friede-Hannover 1922. — 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 Brauchfunst dienen.

### § 326. 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.

Übungswert  
des  
Sprunges.  
Übung der  
Bein-  
muskeln.

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 Kumpfhaltung 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 (Bock-, 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.

Geschicklich-  
keit beim  
Sprung.

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 Bock, das Pferd, den Kasten hervorragende Mutübungen. Der weithin oder in die Höhe geschleunigte oder gar in die Tiefe hinabfallende 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-stamme, turnerische Erziehung muß aber beim Sprung auf jene Erleichterungen auch verzichten lernen. Ein geschulter Springer soll auch auf harten Boden elastisch und leicht

Moralische  
Einwirkung  
der Spring-  
übungen.

niederspringen können. Das Sprungbrett ist gänzlich zu missen. Vor allem soll der Sprung über feste Hindernisse — Hürde, Planke, Balken, Springkästen u. dgl. — auf den Übungsplätzen stetig betrieben werden.

Übung  
des Ab-  
schätzungs-  
vermögens.

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 Ab- wie des Niedersprungs abzuschätzen und danach Richtung wie Kraftaufwand beim Sprung zu bemessen.

### § 327. Vorsichtsmaßregeln beim Springen.

Vorsichts-  
maßregeln  
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. —

Ungeschickter  
Nieders-  
sprung.

Am meisten gibt ungeschickter Niedersprung 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 Ferseknöchel 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.

Verletzung  
des Ferse-  
knöchels.

Ausgleiten  
beim Nieder-  
sprung.

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, niederkommt, 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. Uble Zufälle treten am ehesten beim Niedersprung aus größerer Höhe auf. Beim Schulturnen ist es angebracht, dabei hinter dem Gerät Schüler zum etwaigen Hilfegeben aufzustellen, um schlecht niederspringende aufzufangen und vor Sturz zu bewahren.

Hilfsstellung.

Staubige  
Matratzen.

Staubhaltige, schlechte Matratzen werden beim Sprung zu einer Gefahr für die Atemorgane. Die schmutzige Staubluft, welche ihnen beim Springen einer Abtheilung entquillt, wirkt um so schädlicher, als durch die Anlauf- und Sprungbewegung die Atemtätigkeit der Turnenden stärker vermehrt und vertieft ist.



## Der Wurf.

### § 328. 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. Den Weg, den das losgelassene Wurfgeschloß nimmt, d. h. die Flug- oder Wurfbahn, bestimmen wesentlich folgende Kräfte:

Die Wurfbahn.

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. der Widerstand der Luft.

Widerstand der Luft.

Dieser ist verschieden groß je nach der spezifischen Schwere und dem Umfang des Wurfgeschosses. 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 Wurfgeschosses 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, 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.

Wurf senkrecht nach oben oder unten.

Horizontaler Wurf.

Gelegt 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. 475) 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-

schm idt, Unser Körper. 7. Auflage.

35

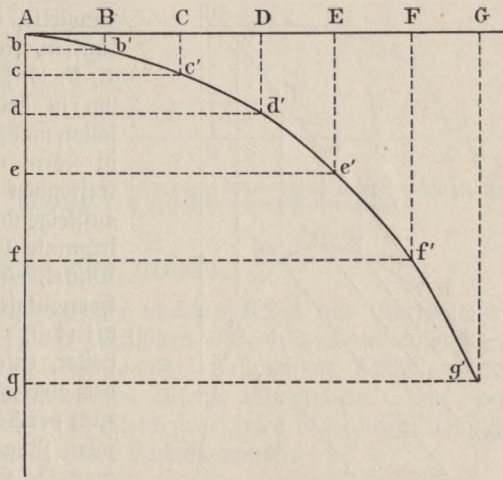


Fig. 475. Flugbahn eines horizontal gerichteten Wurfs.

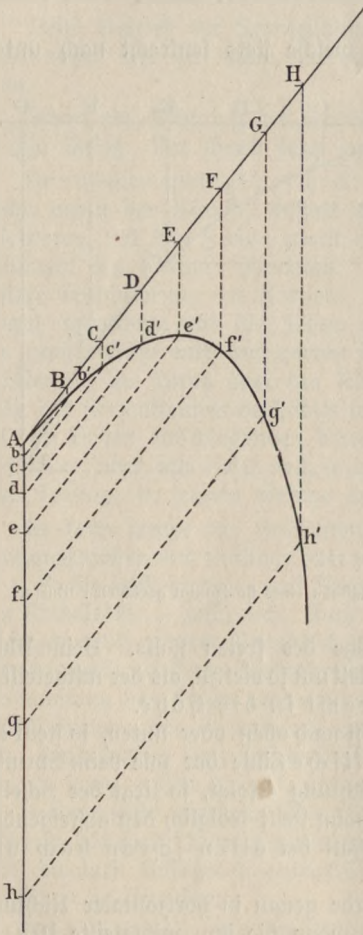
zeitig auf den Stein einwirken, so findet man nach dem Gesetz des Parallelogramms der Kräfte seine Flugbahn dadurch, daß man den Einfluß der einen wie der anderen Kraft durch gerade Linien darstellt, welche der Richtung und Länge nach der Richtung und Größe jener Kräfte entsprechen, und daß man ferner 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.

Wurf schräg  
aufwärts.

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. 476 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. 477), 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. 477).

Erhöhungswinkel  
und Flugweite.



Schwere  
und Größe  
des Wurf-  
geschosses.

Fig. 476. Flugbahn eines schräg aufwärts gerichteten Wurfs.

Was die zur Erzielung einer größtmöglichen Wurfweite zweckmäßigste Größe und Form des Wurfgeschosses betrifft, so muß es handlich sein, d. h. von den Fingern der Hand gut umgriffen

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.

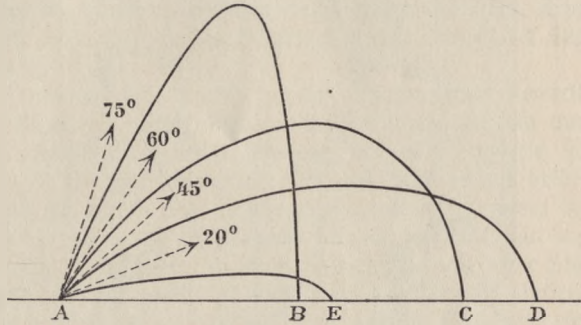


Fig. 477. Flugbahnen für verschiedene Würfe schräg aufwärts mit gleicher Wurfkraft, aber verschiedenem Erhöhungswinkel.

### § 329. 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).

Arten des Wurfs.

Beim Stoßwurf erfolgt der Wurf geradlinig, d. h. das Wurfgerät wird nach einer ausholenden Vorbewegung in der Richtung dieser losgelassen und fliegt so einfach weiter. Zum Stoßwurf gehörig ist der Schockwurf. 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 Schockwurf 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.

Stoßwurf.

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.

Schleuderwurf.

### § 330. 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, 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

Der Stoßwurf.



Fig. 478. Stoßwurf mit einem schweren Stein. — Nach einer Reihenaufnahme von O. Anjūm.

die Wurfbewegung bewirken, unter möglichst günstigen Bedingungen arbeiten können, d. h. mit der Vollkraft der ersten heftigen Verkürzung 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 Streckmuskeln. 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 Wurfrichtung (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 Schwerkraftgewicht des Körpers übertragen wird. Der Fuß dieses Beines steht rechtwinklig zur Wurfrichtung, der Fuß des vorderen, unbelasteten, vor dem Wurf oft mit der Ferse leicht gelüfteten Beines ist dagegen genau in die Wurfrichtung gestellt. Dadurch, daß das hintere Bein im Augenblick des Wurfs eine heftige Streckung, also eine sprungartig 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.

Hilfs-  
bewegungen  
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 Wurfrichtung; 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 von dem hinteren auf das vorgelegte Bein — alles dies vollzieht sich in einem Zuge. Die gesamte Rumpflast wird gewissermaßen in der Flugrichtung eine Strecke weit mit-

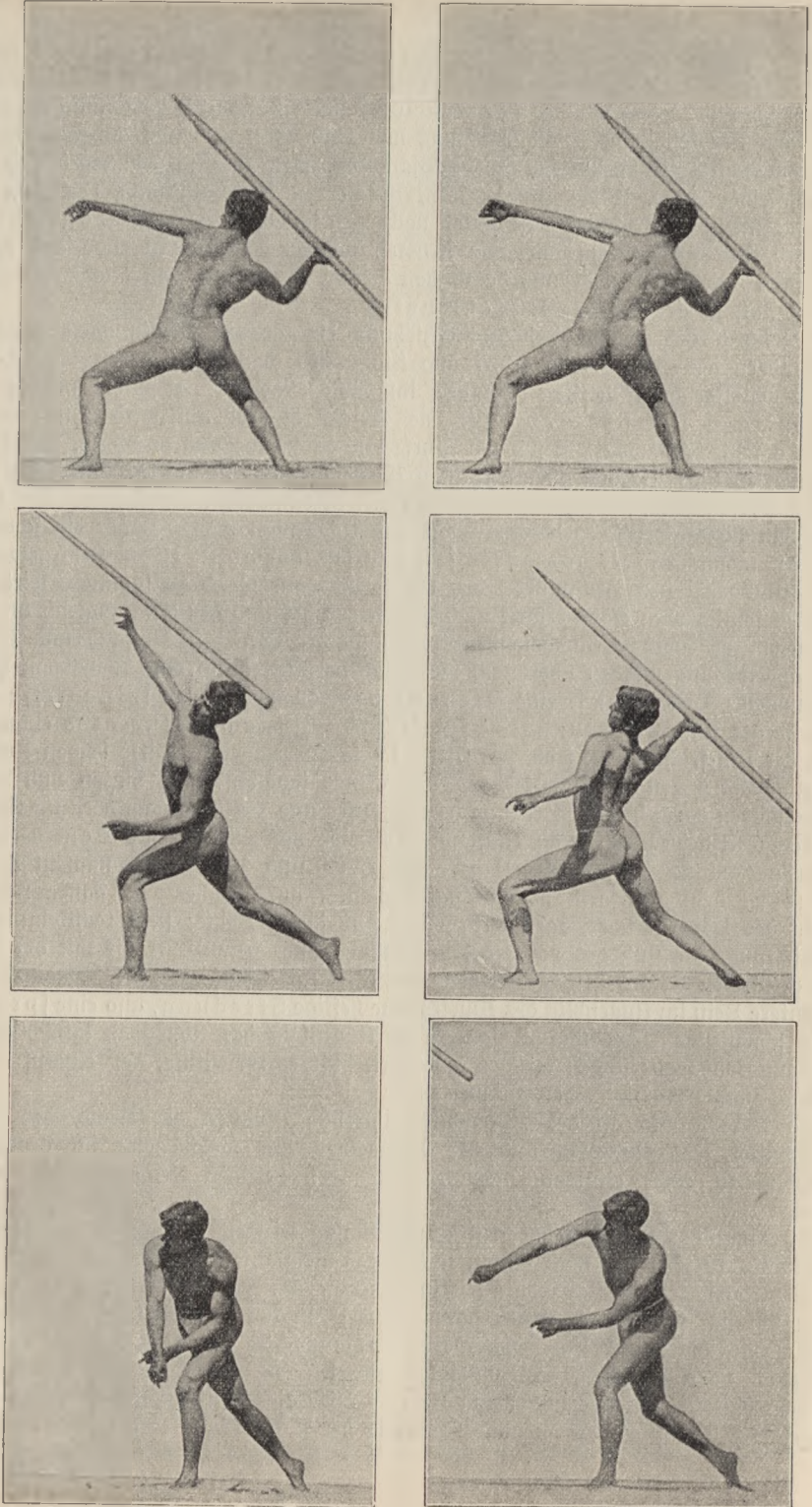


Fig. 479—484. Speerwurf. — Sechs Momente aus einer Reihenaufnahme von O. Anichütz.

geworfen 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 aufnähme 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 Reihenaufnahmen 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 auszunützen.

Außer bei schwererem umfanglichen 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 Wurfgeschöß, 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“ 66.10 m. Die deutsche Höchstleistung ist 62,10 m (Buchgeister-Münster 1920). 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 114,28 m!

### § 331. Der Schockwurf. ¶ (Siehe die Reihenaufnahme S. 554 und 555.)

Der Schockwurf unterscheidet sich vom Stoßwurf im engeren Sinne dadurch, daß zum Ausholen der Wurfarm gesenkt bleibt. Die Hand mit dem Wurfgeschöß 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 Wurfgeschöß, 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 Schock-  
wurf.

blick aufgerichtet, die Schulter des Wurfarms nach vorn und oben geworfen und ferner das zurückgestellte, gebeugte hintere Bein kraftvoll und sprungartig schnellend gestreckt



Fig. 485. Diskuswurf mit schraubenförmiger Drehung des Körpers. Nach einer Reihenaufnahme von Prof. Dr. Kohlfrauch.

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 Scheibe), 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 versehen.

Beim Stoßwurf mit schwerem Wurfgeschöß (Stein oder Eisenfugel), 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 mit geteilter Drehung.



Beinstellung beim Schoßwurf. Fig. 486. Diskuswerfer nach Myron. Nach einer Statuette im Bonner Altertumsmuseum.



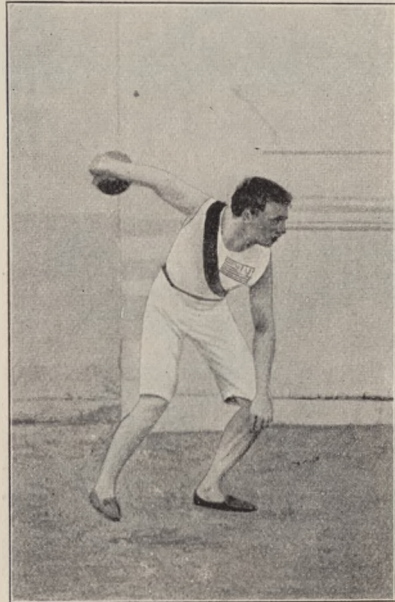
durch seine sprungartige Streckung während des Wurfes selbst die Schulter des Wurfarmes nach vorn und oben werfen hilft. Ebenso ist beim Schoßwurf mit mittelschwerem oder leichterem Wurfgeschöß (größerer Ball, Kegelfugel usw.) in der Regel das dem Wurfarm gleichsinnige Bein zurückgestellt, und der Schwerpunkt 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 Schoßwurf so erfolgen, daß das dem Wurfarm gleichsinnige Bein in Beugung vorgestellt ist. Diese Stellung ermöglicht, wie die Reihenaufnahme eines Diskuswurfes Fig. 485 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 gefenkt. 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 Schoßwurf so ausgeführt, daß das dem Wurfarm gleichsinnige Bein in Beugung zurückgestellt

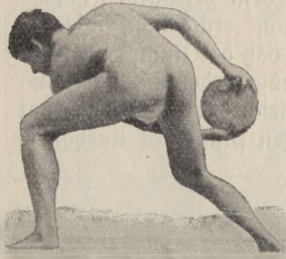
Schrauben-  
förmige  
Drehung  
beim Wurf.



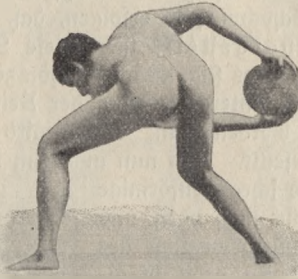
Diskus-  
werfer  
nach  
Myron.

Fig. 487.

Diskuswurf als Schoßwurf: Garret, Athen 1896.



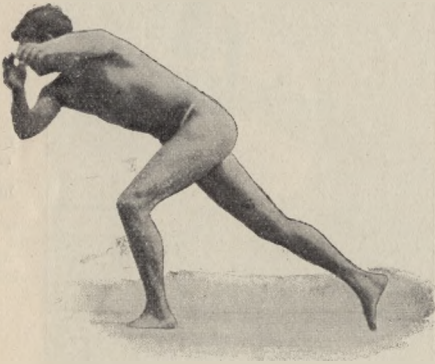
6



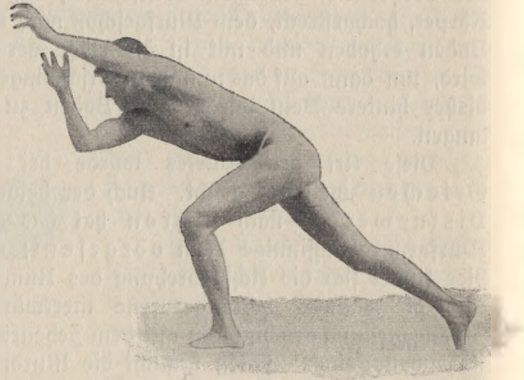
5



4



10



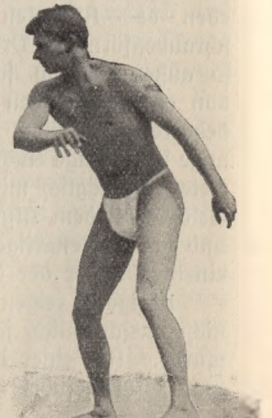
9



16

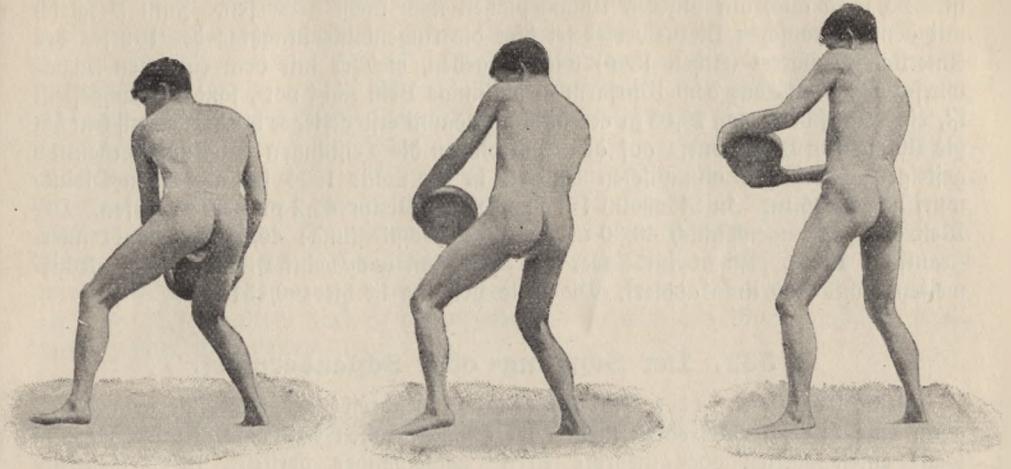


15



14

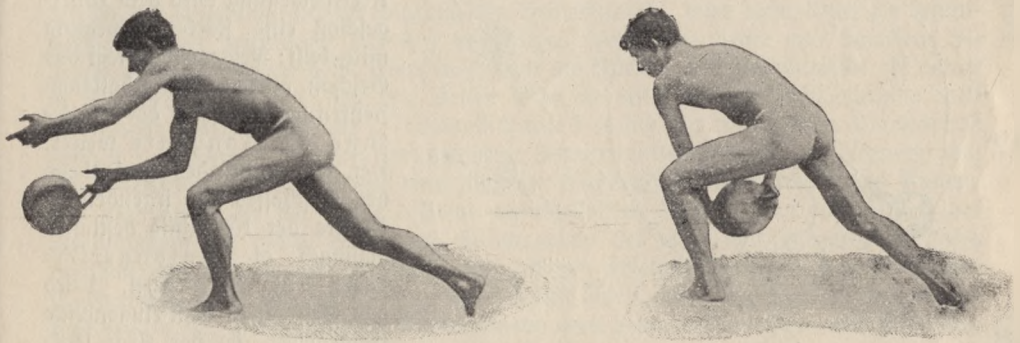
Fig. 488-503. Stoßwurf mit einer diskusähnlichen Wurfplatte.



3

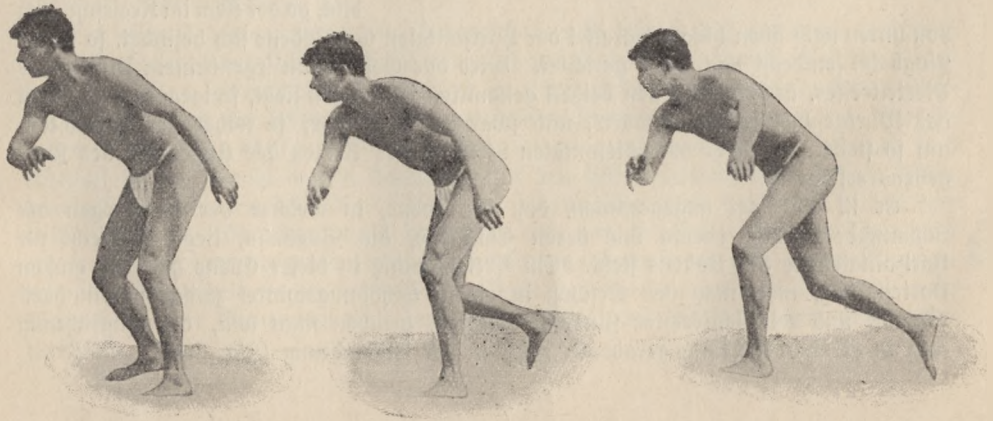
2

1



8

7



13

12

11

Nach einer Reihenaufnahme von O. Ansfuß.

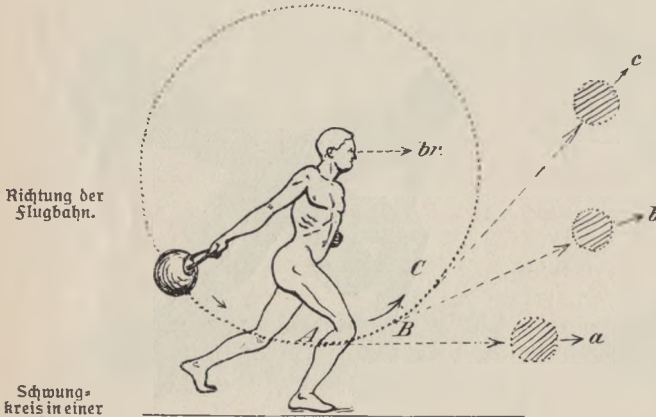
ist. So wird auch auf unseren Übungsplätzen noch meist geworfen. Zum Vergleich mit dem Myronischen Diskuswerfer sei hier die Augenblidsaufnahme des Wurfes des Amerikaners Garret (Athen 1896) wiedergegeben, welcher mit dem einfachen Schodwurf, wobei also das dem Wurfarm gleichsinnige Bein nicht vor-, sondern nachgestellt ist, eine Wurfweite von 29,05 m erreichte und damit erster Sieger blieb. Inzwischen hat die Übung des Diskuswurfes 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 48,90 m (deutsche Höchstleistung: 46,66 m Steinbrenner-Frankfurt 1922). Wie beim Speer-, so hat man auch beim Diskuswurf die Wurfweiten rechts und links addiert. Die beste Leistung ist hier 90,131 m.

### § 332. Der Schwung- oder Schleuderwurf.

Schwung-  
oder  
Schleuder-  
wurf.

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-



Richtung der  
Flugbahn.

Schwung-  
kreis in einer  
zur horizontalen senk-  
recht gestell-  
ten Ebene.

Fig. 504. 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 Viertelkreises, 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 Schwungbewegung, ebenso wie deren Tangente, die Flugbahn, liegt, senkrecht zur Horizontalebene des Bodens steht. Ein Kreisbewegung 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 (Sig. 504).

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 Wurfgeschloß, 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 Schwungskreises, 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 Schleuderwurfes, 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 lotrechten oder demselben parallelen Ebene.

### § 333. 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 Wurfgeschloß handelt — verlangt die starke und wuchtige Schwerpunktsverlegung 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 Wurfgeschloß 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.

Übungswert des Wurfs.

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 Wurfgeschloß möglichst große Anfangsgeschwindigkeit und damit möglichste Flugkraft zu erteilen, sondern auch das Geschloß 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 Wurfs 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 Wurffertigkeit 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.

### § 334. Formen des Wurfs.

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 7,25 kg. Höchstleistung 15,545 m, beidarmig 28,02 m.

2. Der Weitwurf mit dem kleinen Ball (Schlagball von 100—200 g Gewicht, Kriкетball u. dgl.).

Gute Wurfweiten deutscher Übungsplätze sind gegen 102 m. Von athletischen Kampfplätzen Amerikas und Englands sind verzeichnet: 128,02 m mit dem Kriкетball, 142,53 m mit dem Lacrosseball.

3. Schodwurf 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: 59,75 m (Hayman=München 1921).

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 Schleuderschwing und schließlichem Kreissschwung 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.

### 335. 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 Alterstufe, obschon es ferner nur eine sehr selten eintretende Ausnahme ist, daß der Mensch sich vorübergehend mit dem Körper im Wasser befindet, und obschon 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 untersinken. 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 Wasserfläche bleibt und man, selbst wenn man sich ganz regungslos verhält, nicht untersinkt. 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 Trockenen saßen und schrieben, allen Nichtschwimmern, die ins Wasser fallen, 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 unverständlich benimmt.

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

Bewegungszweck beim Schwimmen.

Spezifisches Gewicht des Körpers.

Schwimmen der Tiere.



Fig. 505.

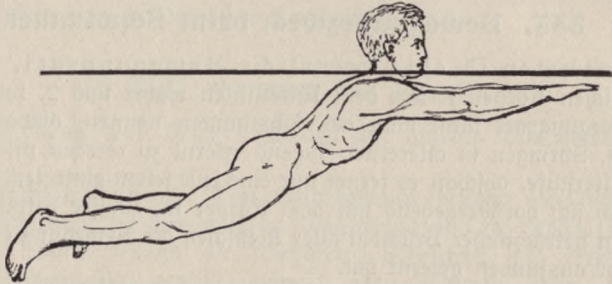


Fig. 506.

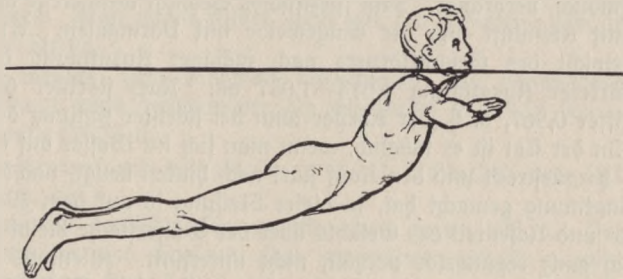


Fig. 507.

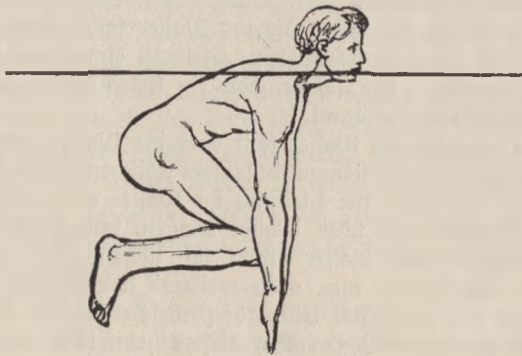


Fig. 508.

Fig. 505–508. 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, Schwimmblase 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 gegenüberliegenden 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 Fortgang der Atmung zu sichern. Für diese, heute meist gepflegte Form des Schwimmens (sog. Brustschwimmen) hat uns der Frosch das Vorbild gegeben.

### § 336. 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 ein- Bewegungen  
beim Brust-  
schwimmen. geprägt und von ihm geübt werden (s. Fig. 505—508 und Fig. 509 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 Kumpf hin herangezogen, und zwar so, daß die Knie weit geöffnet auseinander gehen, während die Fersen zusammenbleiben. Die Fußspitzen stehen nach außen.

## 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 Kleinfingerseite ein wenig höher steht als die Daumenseite.

## Beinbewegungen.

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.

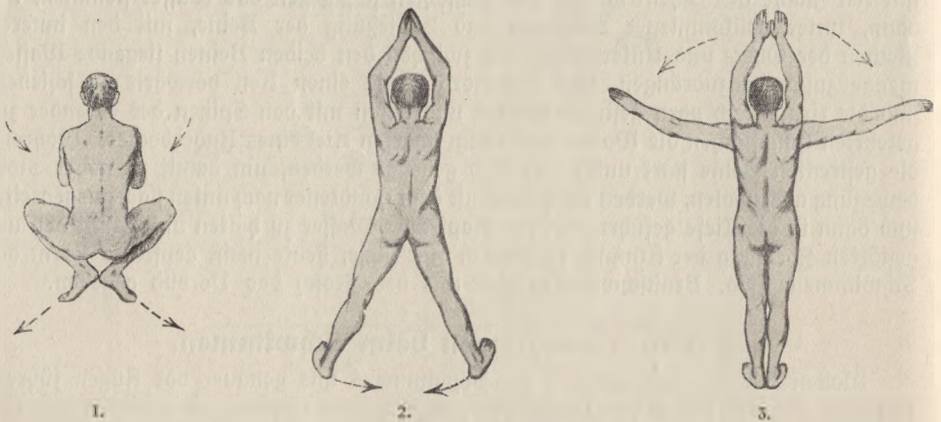


Fig. 509. Die Bewegungen beim Schwimmen von oben gesehen.

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 Schwimmstoß läßt man den Körper mit der erlangten Schnellkraft der Vorwärtsbewegung erst eine Weile vorschließen, 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.

Zu diesen Schwimmarten sind in den letzten Jahrzehnten noch einige neuere Schwimmarten in Aufnahme und Übung gekommen.

Die erste davon, in gutem Stil nicht so leicht zu erlernen, ist das Seitenschwimmen. Der Schwimmer ist in Seitenlage im Wasser, zu welchem die Hüft- und Schenkelachse senkrecht stehen. Die Armarbeit — man unterscheidet den oberen oder Zugarm von dem unteren oder Druckarm — zieht abwechselnd die vorgestreckte Handfläche seitlich hinab zum Oberschenkel; die Arme werden also wechselseitig unter Wasser bewegt. — Eigenartig ist die Arbeit der Beine. An Stelle des Froschstoßes machen diese, quer gegrätscht, eine scherenartige Bewegung, wobei sie rasch gestreckt und geschlossen werden. Man führt das Seitenschwimmen abwechselnd mit Brustschwimmen aus.

Seiten-  
schwimmen.

Das Hand-über-Hand- oder Spanisch-Schwimmen (letzterer Name weist auf seine angebliche Einführung durch spanische Matrosen aus Südamerika hin) ist eine Schwimmart, bei welcher in Brustlage die Arme wechselseitig vorgestreckt und nach hindurch zum Oberschenkel gedrückt werden. Die Beine machen, wenn der rechte Arm durchzieht, einen kräftigen Scherenschlag wie beim Seitenschwimmen (dazu Ausatmen). — Das Rollen des Körpers bei dieser Schwimmart zu beschreiben, fällt außerhalb des Rahmens dieses Buches.

Hand-über-  
Hand-  
Schwimmen.

Beinschlag-  
schwimmen.

Endlich sei noch erwähnt das Beinschlagschwimmen oder der Kriechstoß (crawling), welches man auch als den Lauffschritt unter den Schwimmmarten bezeichnet hat. Die Armbewegung bei dieser Schwimmmart ist die gleiche etwa wie beim Hand-über-Hand-Schwimmen. Die Eigenart des Kriechstoßes besteht dagegen in der Beinarbeit, indem der Körper im Wasser durch taktmäßiges Schlagen des Unterschenkels auf das Wasser fortbewegt wird. Bei dem Kriechstoß „mit hohem Schlag“ bleiben die Oberschenkel zusammen, während die Unterschenkel bis zum rechten Winkel aus dem Wasser gehoben werden und mit stark gestrecktem und etwas einwärts gedrehten Fußtritt das Wasser peitschen. Eine ziemlich anstrengende Bewegung!

Außer dieser Schwimmmart mit hohem Schlag gibt es noch eine „mit flachem Schlag“. Dabei bleiben die Knie nahezu gestreckt. Die Beine gehen abwechselnd nebeneinander auf und ab, ohne aus dem Wasser gehoben zu werden. Der Antrieb vorwärts ist dabei geringer als bei der Schwimmmart mit hohem Schlag.

In Deutschland wurde der Kriechstoß 1906 durch den Australier Healy auf einem Fest des Deutschen Schwimmverbands bekannt. Healy stellte in verblüffender Weise mit dieser bis dahin bei uns unbekanntem Schwimmmart eine deutsche Bestleistung auf. — Mittlerweile hat sich herausgestellt, daß diese Schwimmmart wohl die älteste bezugte Art des Schwimmens darstellt. Sie findet sich auf assyrischen Reliefs aus Ninive, auf der einen Fluß überschwimmende Soldaten dargestellt sind (etwa 800 v. Chr.). Auch die Hellenen pflegten den Kriechstoß. — Ganz neuerdings will man erreicht haben, daß Schüler mit dieser Schwimmmart, die ehemals als „Hundeln“ bezeichnet wurde, in ganz unglaublich kurzer Zeit (1—2 Stunden) sich über dem Wasser halten und schwimmen lernen, worauf die Erlernung des Brustschwimmens usw. sich außerordentlich schnell vollzieht. — Es mag noch beigefügt sein, daß diese Schwimmmart zwar wohl geeignet ist zum sportlichen Schnellschwimmen, nicht aber zum Dauerschwimmen.

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 diese:

## Brustschwimmen-Höchstleistung:

100 m	Rademacher-Deutschland	1	Min.	15,9	Sek.
200 m	Derselbe	2	"	50,4	"
400 m	Derselbe	6	"	0,5	"
500 m	Derselbe	7	"	40,8	"

## Freistil-Höchstleistung:

100 m	Weißmüller-Amerika	—	Min.	57,4	Sek.
100 m	Heinrich-Deutschland	1	"	02,6	"
200 m	Weißmüller	2	"	15,6	"
200 m	Heinrich-Deutschland	2	"	26,0	"
300 m	Weißmüller	3	"	35,2	"
300 m	Bretting-Deutschland	3	"	53,4	"

usw.

Auf die zahlreichen Schwimmkünste und die mannigfaltigen Wasserprünge, welche der schwimmenden Jugend einen reichen Übungstoff zu geschickter und fröhlicher Betätigung auf der Schwimmbahn bieten und dazu eine unübertreffliche Folge von Mutübungen darstellen, braucht an dieser Stelle nicht näher eingegangen zu werden.

### § 337. 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.

Übungswert  
des Schwimmens.

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.

Hygienisches  
Schwimmen.

Die lebhafteste Bewegung des Schwimmens steigert in hohem Grade die Herzthätigkeit sowie den Blutdruck. Dadurch wird auch der Blutumlauf der Haut fortbauern 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 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 (§ 47) das Schwimmen als eine derjenigen Leibesübungen angeführt werden, die zur Befämpfung des runden Rückens der Jugend von Nutzen sind.

Schwimmen  
als Leibes-  
übung.  
Muskul-  
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 Atemthätigkeit. Diese ist eine ebenso mannigfaltige als eingreifende.

Einwirkung  
auf die  
Atemthätig-  
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 ungemein 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 Zwerchfelles 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.

Einfluß auf  
die Herz-  
arbeit.

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 reflektorisch zusammen, so daß eine Blutwelle nach dem Herzen zu sich zurückstaut; der mächtige Kältereiz kommt noch hinzu. Nur mit kräftigster Zusammenziehung vermag 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 Herzerschöpfung schnell. Das Gesicht des dem Wasser Entstiegenen sieht dann bleich und faßl 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.

Anderer 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 wohlthätige, 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 Haltungsübungen sind.

## Das Rudern.

### § 338. 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 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.

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

Rudern als  
Leibes-  
übung.

Geschicht-  
liches.

Die eng-  
lischen Ruder-  
wettkämpfe.

Rudern  
zur Übung

Anfor-  
derungen an  
das Fahr-  
zeug.

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 Schifferkähne, nur daß sie etwas leichter gebaut sind.

Der gewöhnliche Schifferkahn, welcher sich stets auf dem Wasser befindet, manch 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 Wasser-Verdrängung 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.

### § 339. Das Ruderboot.

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 Steuerstöß und Steuerblatt. Dem oberen Ende des Steuerstößes ruht das horizontale Steuerjoch auf. An ihm sind die Leinen befestigt, mittels deren das Steuer bewegt wird.



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 Stembrett zum Aufsetzen der Füße beim Rudern. Auf dem Stembrett befinden sich Fersenhalter 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 Stembrett 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.

Ruderbänke.

Stembrett.

Dem festeren Bootrand ruht das Ruderlager oder die Dolle auf. Die feste Dolle setzt sich zusammen aus zwei senkrecht aufstehenden oder einander etwas zugeneigten Holzpflöden, an welchen das Ruder seinen Stützpunkt beim Ruderzug (Ruder- oder Zugpfloß) sowie beim Streichen oder Rückwärtsrudern (Streichpfloß) findet. Zwischen den beiden Pflöden befindet sich das Dollenlager.

Dollen.

Neben den festen Dollen sind auch drehbare eiserne Gabeln zum Einlegen des Ruders, die Drehdollen, vielfach im Gebrauch.

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

Dollenboot.

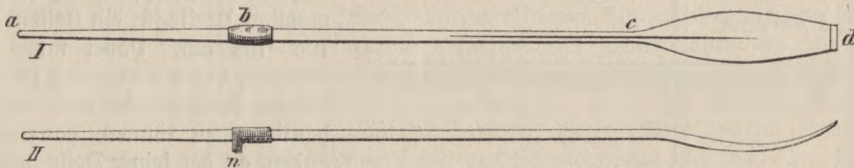


Fig. 510. Ruder: I von oben, II von der Seite gesehen. a b Innenhebel; b c Außenhebel; c d Ruderblatt. Bei b Beleederung mit der Nase oder Knagge n (II).

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. 510). An der Stelle, wo der Schaft des Riemens dem Dollenlager aufruhet, 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 Beleederung (die „Nase“ oder „Knagge“) verhindert das Auswärtsrutschen des Ruders. Der Teil des Riemenschaftes, welcher nach innen von der Dolle liegt, heißt der Innenhebel, der Teil zwischen Dolle und Blatt der Außenhebel des Ruders. Die Länge des Innenhebels richtet sich nach der Gesamtlänge des Ruders. Das förderlichste Verhältnis zwischen

Ruder.

der Länge des Innen- und der des Außenhebels ist durch Erfahrung festgestellt und kann nicht ohne Beeinträchtigung der Ruderarbeit willkürlich viel geändert werden. Bei dem

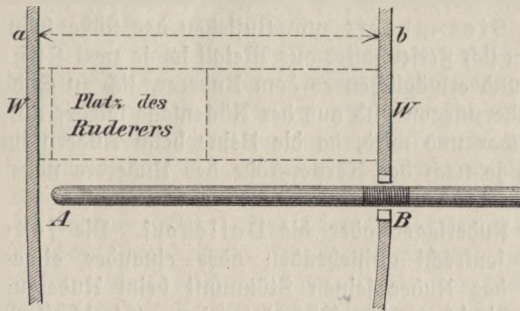


Fig. 511.

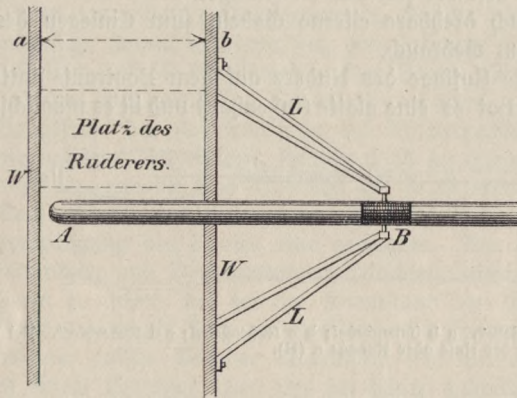


Fig. 512.

Fig. 511. Ruderplatz eines Dollenbootes, Fig. 512 Ruderplatz eines Auslegerbootes von oben gesehen. In beiden Figuren bedeutet A B den Innenhebel des Ruders, die belebte Stelle liegt bei B zwischen den Dollen; a b Bootbreite; W W die Seitenwände des Bootes. Man sieht in Fig. 510, wie durch den Ausleger L das Dollenlager B außerhalb des Bootes liegt, wodurch dessen Breite (a b Fig. 510) wesentlich geringer wird als die Breite des Dollenbootes (a b Fig. 509).

Ausleger.

Unter „Ausleger“ versteht man ein leichtes Stangengerüst, welches, an der Außenseite des Bootrandes angebracht, den Auflage- und Drehpunkt des Ruders von dem Dollbord

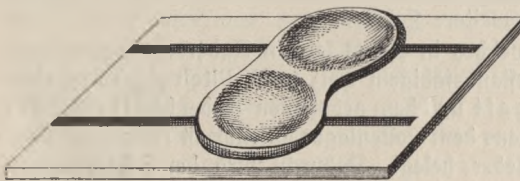


Fig. 513. Gleit- oder Rollfl.

Ausleger-  
Rennboot.

weg außerhalb des Bootes verlegt. Wie durch die Anbringung des Auslegers es ermöglicht wurde, die Bootbreite wesentlich einzuschränken, zeigen die Fig. 511 u. 512. So entstanden die Auslegerboote: die Auslegergig (geklinkert) und namentlich das neuzeitliche Ausleger-Rennboot, letzteres mit glatter, nur aus zwei großen gebogenen, dünnen Blättern bestehender Außenhaut, ohne Außenfiel, außerordentlich leicht und flach. Je nach der Zahl der Rudersitze unterscheidet man bei den Ausleger-Rennbooten „Zweier“, „Dierer“ und „Achter“. Ist das Aus-

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 („Stuller“) 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 vergrößert werden kann, so ist die geringste mögliche Breite für ein Dollenboot 106–108 cm. Dabei muß der Ruderer, um am Ende des 105 cm langen Innenhebels noch richtig hantieren zu können, ganz nach außen, an der seiner Dolle gegenüberliegenden Bordseite, sitzen.

Die Erfindung des Auslegers durchbrach die Abhängigkeit der Bootsbreite von der Ruderlänge und bedeutete im Bau leichter, schneller Rennboote einen außerordentlichen Fortschritt durch Steigerung der Fahrgeschwindigkeit sowie Kraftersparnis beim Rudern.

legerboot nur zur Aufnahme eines Ruderers (Stuller) bestimmt, der also zwei Ruder zu führen hat, so heißt es „Einser“ 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 Erfindung, die des Rollsitzes, 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 Anziehens und Rückschwingens wieder zurück. Daß dadurch die Ruderarbeit leichter, der Ruderzug länger und ausgiebiger werde, erkannte man schon früh. So kam daher hier und da bei Wettrudern die Gewohnheit auf, die Ruderbank mit Fett oder Seife zu schmieren und sich mit bockslederner 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 Gleitsitzes, dem Ruderer Babco (1857), zunächst nur darum zu tun, das „Rutschen“ angenehmer zu machen. Erst später erkannte man den außerordentlichen Vorteil des Gleitsitzes: 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 Gleitsitz zum Rollsitze wurde. Der heutige Rollsitz 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 Gleitsitz um 25—30 cm hin und her schieben, später wurde die Bewegung auf 50—65 cm ausgedehnt.

Gleit- und Rollsitz.

Für das sportliche Schnellfahren werden heute allgemein die Boote mit Gleit- oder Rollsitz bevorzugt. Allerdings, wer die Kunst eines schönen und vollkommenen Ruderns erlernen will, muß erst ein fertiger Ruderer auf dem festen Sitz geworden sein, bevor er auf dem Rollsitz arbeitet. Denn der Rollsitz verführt sehr leicht zu unschöner Haltung beim Rudern, wie unten noch zu erörtern ist.

### § 340. 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 strengender 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.

Bewegung beim Rudern auf dem festen Sitz.

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 Sitzknorren gleich zu verteilen. Die Füße sind auf das Stembrett gesetzt, die Fersen ruhen geschlossen auf dem Fersenhalter, die Fußrücken sind unter die Fußriemen geschoben, Fußspitzen nach auswärts. Das Stembrett 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

Sitz des Ruderers.

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.

Ausgreifen.

b) Ausgreifen (Fig. 514). 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 Lockern 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.

Der Zug.

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 gesenkt und gleichzeitig rasch im Handgelenk nach dem Handrücken zu gebogen (d. h. gestreckt). Dadurch wird das Ruderblatt aus dem Wasser ge-

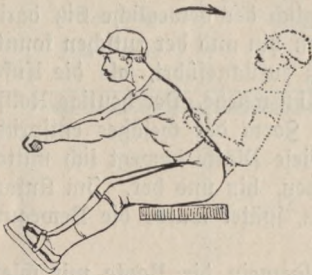


Fig. 514. Ruderbewegung auf festem Sitz.

hoben und derart gedreht, daß seine Unterfläche parallel dem Wasserspiegel steht. Das Ruderblatt kann nun entweder, platt auf der Wasseroberfläche 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 Wasseroberfläche 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 Rückschwingens 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.

Beteiligte Muskeln.

Sagen 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 Leisten-Hüftbeinmuskel für das Vor-, dem großen Gesäßmuskel für das Rückschwingen zu. Ebenso werden die Schenkel-

beuger und Schenkelstreckter 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 breiten 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, und zwar vollzieht sich die Atmung während der Zeit des Ausholens: beim ersten Wiedervorschwingen die Ausatmung, in der Vorwärtslage bis in den Beginn des Ruderzugs die Einatmung. Dann hört während des Durchziehens, d. i.  $\frac{1}{4}$  der Zeit, die Atmung auf und auf der Höhe des Durchzugs erfolgt — wenn einigermaßen anstrengend gerudert wird — eine ganz flüchtige Pressung. Da bei gewöhnlichem Rudern 20—25—30 Ruderschläge in der Minute gemacht werden, so würden also ebensoviele Aus- und Einatmungen in der Minute stattfinden und auf jeden Atemzug 2,25—1,8—1,5 Sekunden entfallen. Auf Zahl und Umfang der Atemzüge beim Wett Rudern komme ich im folgenden noch zurück.

Atemgang  
beim  
Rudern.

### § 341. Die Bewegung beim Rudern auf dem Gleit- oder Rollsiß.

Die Grundbewegungen des Ruderns beim Gleit- oder Rollsiß sind im großen und ganzen von den oben beschriebenen Ruderbewegungen beim festen Siß dadurch verschieden, daß 1. die Bein- durch starke Beugung und Streckung in viel größerem Maße mit beteiligt werden und 2. das Schwingen des Rumpfes weniger ausgiebig zu erfolgen braucht.

Bewegung  
beim Rudern  
auf dem  
Gleit- oder  
Rollsiß.

Beim Ausgreifen bewegt sich der Rollsiß so nahe an das Stembrett heran, daß die Beine bis zu einem Winkel von etwa  $60^\circ$  im Kniegelenk gebeugt werden und daß im Augenblicke des stärksten Vorgeirens die Spitzen der Knie gegen 8 cm höher stehen als die Hände und zwei Handbreit etwa vor den Brustwarzen sich befinden. Dagegen kann der Rumpf nicht in dem Grade vorgeschwungen werden wie beim Rudern auf festem Siß. Denn während hier der Rumpf bis zu einem Winkel von  $40^\circ$  mit dem Bootrand vorgebeugt wird, ist dies beim Rollsiß 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 Rollsißes bereits vorhanden ist. Eine weitere Beugung im Hüftgelenk kann also nicht mehr statthaben. 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 zusammenfauernde Stellung des weitesten Ausholens, weil auch noch

Ausgreifen.

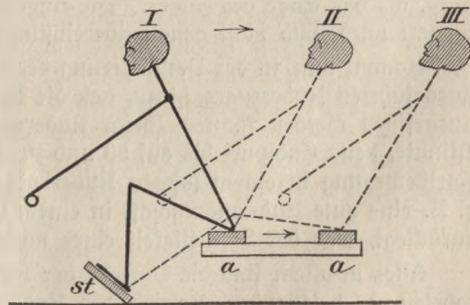


Fig. 515. Schema der Bewegung des Ruderns auf dem Rollsiß. I Ausholen; II Rücklegen des Rumpfes; III Gleiten nach hinten unter Strecken der Beine. st Stembrett; a Rollsiß der nach hinten gleitet.

mit trummern 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 Streckmuskeln der Beine, der Wadenmuskel, der vierköpfige Schenkelstreckmuskeln, 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° beim Ausgreifen am Ende des Zuges bis auf 150° vergrößert ist. Vollständige Streckung des Kniegelenks bis nahe an 180° 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 Rumpfs- 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.

Vorteile des  
Rollsitzes.

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 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 Gleitsitze 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, beim Endspurt bis auf 50 und zuletzt 120), 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 7½–8 Minuten zurücklegt, was der Schnelligkeit eines mittelmäßigen 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.

### § 342. 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 Allgemeinerermüdung 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 gemäßigt 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.

Das Rudern als Schnelligkeitsübung.

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 Rudererossen gewonnen hat.

Über die beim schnellsten Rennrudern geleistete Muskelarbeit haben wir eine Angabe von Blix, wonach bei einem Wettrudern von 7 Minuten Dauer in der Sekunde 18,7 kgm, also im ganzen 7854 kgm geleistet werden, auf diese kurze Zeit zusammengedrängt. Beim schnellsten Rudern findet mit jedem Ruder Schlag 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 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.

Muskelarbeit.

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 Tränieren 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 Wettrudern kommen, wenn auf jeden Ruder Schlag eine flüchtige Atmung gemacht wird, nach Kolb

Einfluß auf die Atmung.

bei 50 Atemzügen in der Minute auf jeden Atemzug	0,9 Sekunden
" 70 " " " " " " "	0,64 "
" 120 " " " " " " "	0,375 "

Dauer. Bei so kurzen Atemzügen wird die Atmung nur noch ganz leicht — daher die schließliche Kohlenäureüberladung und Atemnot.

Es verläuft 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 Fahrgewindigkeit 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 Kohlensäureanhäufung im Körper — ähnlich wie nach einem Wettlauf 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. Der „tote Punkt“, wie er oben wiederholt — so auch beim Wettlauf — geschildert wurde (§ 85). 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 Bootsrand 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 in stande, 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.

Steigerung  
der Kohlen-  
säureaus-  
scheidung.

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 auszuscheidenden Kohlensäure auf das äußerste Maß an.

Kolb fing die Ausatemungsluft der Rudernden 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. Dem-



gemäß übertraf bei einer solchen Rennfahrt von 8 Minuten die Kohlen säureausscheidung, 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-<sup>Einwirkung auf das Herz.</sup> 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. Daß gerade bei Ruderern die Prozentzahl der Herzerweiterungen die höchste ist, s. o. § 141.

### § 343. 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. <sup>Rudern als Dauerübung.</sup>

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. <sup>Übung der Muskulatur.</sup> 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 wahr, 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 Belegung des Stoffwechsels. <sup>Belegung des Stoffwechsels.</sup> 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 im Harn, worüber Messungen von Lagrange vorliegen. Der Stoffverbrauch wird gesteigert, aber auch der Stoffansatz, wenigstens hinsichtlich 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 Ruderfahrt 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. <sup>Atmung.</sup> 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.

Kreislauf.

Für die Herztätigkeit und den Blutkreislauf bedeutet die Ruderarbeit eine äußerst wirksame Belegung von ähnlichem Umfang und gleich bedeutsam wie auch bei anderen Schnelligkeits- und Dauerbewegungen.

Tätigkeit der Haut.

Daß die Hauttätigkeit beim Rudern besonders stark ist, zeigt die stetig vorhandene, oft sehr beträchtliche Schweißabsonderung. Die gesunde Steigerung der Kreislauf-tätigkeit 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.

Abhärtung der Haut.

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 kühleren Luftbewegung; er kümmert sich wenig darum, in seinem dünnen Wams schon beim kleinsten Regenfall oder bei anspritzendem Wasser bis auf die Haut naß zu werden. So bewirkt die rechte Pflege des Ruderns einen hohen Grad von Abhärtung und Wetterfestigkeit.

Moralische Einwirkungen.

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 weiteren Fahrten über Fluß und See gilt es, unausgesezt darauf Obacht zu geben, daß man allzu leichte 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 unkundiger 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 unausgesezt 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 un- plözlich einer gefahrdrohenden Lage gegenüber befinden kann. Mag für eine lediglich sportliche Anschauung der Hauptzweck der Ruderübungen im schnellsten Strecken- fahren, im Rennrudern bestehen, und mag für das Rennrudern eine vom Schiffs- verkehr 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.

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 Frühlings 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 — freundlich aller- dings 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 be- schränktem Maße zugänglich sein, da sein Betrieb immerhin einen gewissen Geldaufwand erfordert, auch an manchen Orten unseres Vaterlandes es an entsprechenden Wasser- flächen und Flußläufen mangelt — so kann man es doch dem Ruderer nicht verargen, wenn er dafür hält, daß keine andere Leibesübung gleich schön und herzerfreuend, gleich angreifend, kräftigend und gesund sei. —

Alles vorher über das Rudern als Dauerübung gesagte trifft auch zu für das Wander- Paddelboot. rudern mit dem Paddelboot (Kanu), welches besonders auch in der Form des leicht transportablen Saltbootes neuerdings viel gepflegt wird. Allerdings belastet die Arbeit dabei in der Hauptsache die Arm- und Schulter-, sowie die Rückenmuskeln. Es erübrigt sich, hier näher darauf einzugehen.

Ästhetisches  
Genießen.

## Das Radfahren.

### § 344. 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, jezt 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 Dampftröß hinauf, ja zu den Gletschergebieten des Hochgebirges,

Das  
Fahrrad.  
Mechanische  
Verkehrs-  
mittel der  
Neuzeit.

die bisher nur unerschrockenen 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. Der beginnenden Entwicklung des Verkehrs durch die Luft sei dabei auch noch gedacht. 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 daselbe 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 Goerster in Nürnberg) absehen, so war in der Neuzeit der Erste, welcher zum Ersatz des Gehens und Laufens dem Körper schmale Räder unterschob, der Freiherr von Drais in Karlsruhe. Bei seinem „Lauftrad“, 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 aufruhende 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 Leichtigkeit 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.

### § 345. 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 Radsfahren aufgewendete Muskelkraft in dem Verhältnis der Über-

tragung 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 Sitzknorren 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.

Der Kumpf 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 ( $150-160^\circ$ ) 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 nachdem 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 vor schneller 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

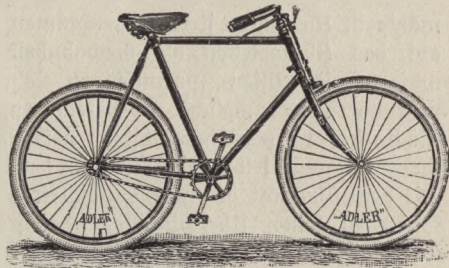


Fig. 516. Das neuzeitliche Zweirad.

Stellung des Sattels zur Lenkstange.

Stellung des Sattels zu den Tretkurbeln.

der Sitz beim Fahren Festigkeit und Schönheit der Rumpfhaltung 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.

Runder  
Rücken.  
  
Notwendige  
haltung  
beim  
Rennfahren.

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 Fahrgeschwindigkeit 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 „Kakzenbuckel“, 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 Kenommisterei bei den Radfahrerinnen noch nicht eingerissen ist, so zeichnen sich unsere radelnden Mädchen und Frauen meistens durch gute Haltung auf dem Rade vorteilhaft aus.

Vornüber-  
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 Vornüberneigen des in sich gestreckten Rumpfes im Hüftgelenk. Indem der Rumpf mit 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



Fig. 517. Ein Rennfahrer (der Neger „Major“ Taylor).

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 zitterig.

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 Knochenwachs-

Radfahren  
in früher  
Jugend.

tum 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.

### § 346. Die Bewegung und Arbeit beim Radfahren.

Bewegung  
und Arbeit  
beim Rad-  
fahren.

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 aufliegende 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 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 Hüftgelenk 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 Hinterrads berührenden Maschine. Diese Gleichgewichtserhaltung muß vom Anfänger mühsam erlernt werden. Heftige Muskelschmerzen im Kreuz und in den Lenden belehren ihn, 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 Balanzieren 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 Gleich-



gewichts zu bewirken: das ist das Balanzieren und Aufrechterhalten des Rumpfes auf dem Sattel. Dazu gehört Muskelspannung und Zusammenziehung wie bei jeder langdauernden Sitzarbeit, und es bleiben darum nach längeren Dauerfahrten dem Radfahrer Ermüdungserscheinungen in den Rückenmuskeln — Schmerz und lahmes Gefühl in der Kreuzgegend — nicht erspart.

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.

Arm- und Handmuskeln.

Der Umfang der Arbeit beim Radfahren gestaltet sich verschieden, je nach der sogenannten Übersetzung des Rades. Unter Übersetzung verstehen wir eine Verhältniszahl, 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 Tretkurbeln 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 Übersetzung, d. h. einen um so größeren Weg legt das Rad bei einer Kurbeldrehung zurück. Wir nennen diesen Weg die Abwicklung oder Entfaltung des Rades.

Übersetzung.

Ist sonach bei einer hohen Übersetzung eine geringere Zahl von Kurbelumdrehungen zur Zurücklegung eines Weges nötig, so erfordert dafür jede Kurbelumdrehung einen um so größeren Kraftaufwand. Der Vorteil sehr hoher Übersetzungen 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 Übersetzung umgestellt werden können.

Abwicklung oder Entfaltung.

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 Übersetzung die Anstrengung schnell zur Überanstrengung steigt.

Bei der Wahl der Übersetzung des Rades für einen Fahrer oder eine Fahrerinnen 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 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.

Günstigste Übersetzung des Rades.

### § 347. 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 Über-

Die Arbeitsgröße beim Radfahren.

Reibungs-  
widerstände  
in der  
Maschine.

windung 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.

Reibung der  
Räder gegen  
den Boden.

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 Asphaltpflaster 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 abzusitzen und seine Maschine bescheidenlich neben sich zu führen.

Auf- und  
absteigender  
Weg.

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 infolge 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.

Arbeit  
beim Berg-  
anfahren.

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.

Luftwider-  
stand.

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.

Winddruck.

Die Verhältnisse gestalten sich aber verschieden bei bewegter Luft unter dem Einfluß des Winddruckes. Je geringer die Reibungswiderstände in den Achsenlagern 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 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 Seitendruckes die Fahrtrichtung beibehalten zu können.

Atmung bei  
Winddruck.

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 langsamem 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

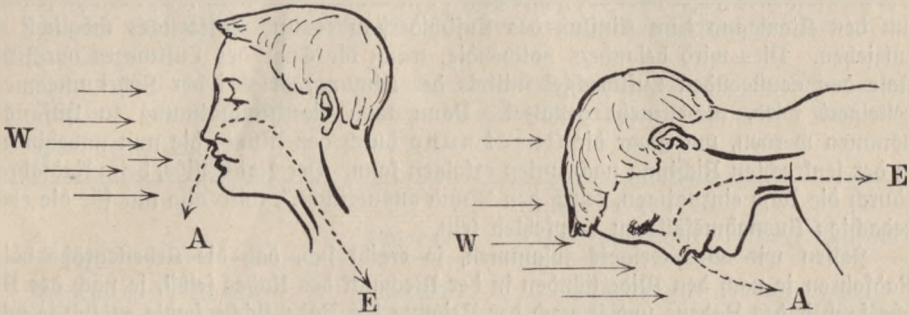


Fig. 518 und 519. Richtung der Atmung durch die Nase bei entgegenstehendem Winddruck. Die Pfeile W geben die Richtung des Winddruckes, E gibt die Richtung der Einatmung, A die der Ausatmung an. In Fig. 518 wird der Kopf aufrecht getragen, der Ausatmungstrom bewegt sich senkrecht gegen den Winddruck; in Fig. 519 ist der Kopf stark geneigt, der Ausatmungstrom A ist gleichfönnig mit der Windrichtung, mithin wesentlich erleichtert.

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 Ausatmungstromes immer mehr der Richtung des Luft- und Winddruckes, d. h. die Ausatmung wird wesentlich erleichtert. Nun ist es aber, wie

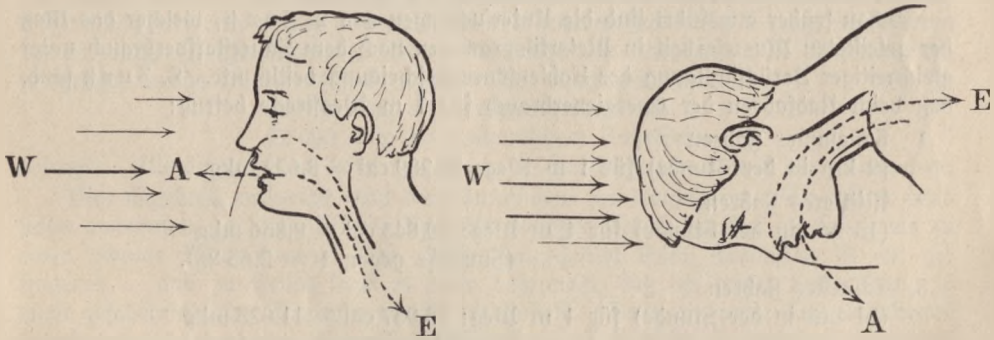


Fig. 520 und 521. Einatmung durch die Nase, Ausatmung durch den Mund bei entgegenstehendem starkem Winddruck. W Richtung des Winddruckes, E der Ein-, A der Ausatmung. In Fig. 520 wird der Kopf aufrecht getragen, die Ausatmung A durch den Mund ist direkt gegen den starken Winddruck gerichtet, also außerordentlich erschwert. In Fig. 521 fangt der Scheitel des Kopfes den Winddruck auf, die Nase zerteilt den Luftstrom vor dem Munde, so daß die Ausatmung nach unten und hinten ungestört vor sich gehen kann.

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.

Dorschrift  
für die  
Atmung  
beim  
Radfahren.

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.

Fassen 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 Winddrucks 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 Rantine 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. Zunz, welcher das Maß der geleisteten Muskelarbeit in Meterkilogrammen nach dem Sauerstoffverbrauch unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Kohlensäureausscheidung bestimmte. L. Zunz 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 %).
3. Schnelles Fahren  
(21 km in der Stunde) für 1 m Weg: 25,937 cal = 11,023 mkg  
(Zuwachs gegen 2 = 24,17 %).

Diese aus zahlreichen Versuchen gewonnene Aufstellung zeigt, daß bei mittleren Leistungen mit zunehmender Geschwindigkeit die aufzuwendende Energie nur mäßig ansteigt, daß aber der Verbrauch sehr schnell und unverhältnismäßig anwächst, sobald die Schnelligkeit der Bewegung über eine gewisse Leistungshöhe — je nach dem Grad der Übung und Gewöhnung wird ihre Grenze etwas verschieden liegen — hinausgeht. Also das Gleiche, was auch für den Arbeitsaufwand beim Gehen zutrifft.

Vergleich  
zwischen dem  
Kraftauf-  
wand beim  
Radfahren  
und  
beim Gehen.

Vergleichen wir die angegebenen Energiewerte für verschiedene Radfahrtschwindigkeiten mit solchen, die N. Zunz für das Gehen feststellte, so war beim Gehen der Verbrauch für 1 m Weg

1. Ganz langsames Gehen (1 km in 15 Min.): 40,7 Kal. = 17 mkg
2. Mittleres Gehen (1 km in 10 Min.): 47,2 „ = 20 „
3. Sehr schnelles Gehen (1 km in 7 Min.): 78,56 „ = 33,4 „

Für die mittleren meist üblichen Leistungen ist das also für 1 m Weg:

Gehen 1 km in 10 Min. Aufwand von . . . . . 47,2 Kal.  
 Radfahren 1 " " 4 " " " . . . . . 20,84 "

So ergibt sich: der Radfahrer braucht für dieselbe Entfernung noch nicht die Hälfte an Zeit und nicht die Hälfte an Kraft. Die Entfernungen schrumpfen für ihn auf die Hälfte zusammen.

Anders stellt sich die Sache, wenn wir den Vergleich hinsichtlich der Dauerarbeit anstellen und den Kraftaufwand während einer Stunde in Rechnung ziehen.

Hier ergibt sich:

	in einer Stunde		
	Kalorien	Energieaufwand	Mech. Nutzeffekt
Radfahren: 1. 8,9 km	150,552	79 794 mkg	25 598 mkg
2. 15 "	314,280	133 569 "	44 523 "
3. 21,3 "	552,458	234 794 "	78 264 "
Gehen: 1. 3,6 "	145,075	61 656 "	20 552 "
2. 6 "	283,234	120 374 "	40 093 "
3. 8,6 "	675,574	287 061 "	95 687 "

Lassen wir auch hier den Bummelschritt von 3,6 km in der Stunde ebenso außer acht wie das für den nicht eigens Geübten gänzlich überhäufete und überanstrengende Schnellgehen von 8,6 km, so sehen wir, daß bei dem munteren Wanderschritt von 10 Minuten über den Kilometer eine Stunde Gehen einen geringeren Kraftaufwand bedingt als eine Stunde Radfahren mit der doch durchaus mittleren Schnelligkeit von 15 km in der Stunde (im ersteren Fall 120 374 mkg, im letzteren 133 569 mkg Energieaufwand). Über eine Reihe von Stunden, z. B. fünf Stunden, fortgesetzt, würde der Unterschied zugunsten des Wanderers bereits

65 975 mkg an Energieaufwand und

22 000 mkg an mechanischem Nutzeffekt

betragen. Allerdings hat er dabei nur 30 km — der Radfahrer aber 75 km zurückgelegt.

Dies Ergebnis entspricht nicht dem Empfinden des Radfahrers. Ein solcher wird sicher annehmen, zu einer Stunde Radfahrt weniger Arbeit benötigt zu haben als zu 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.

### § 348. 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 Atem-

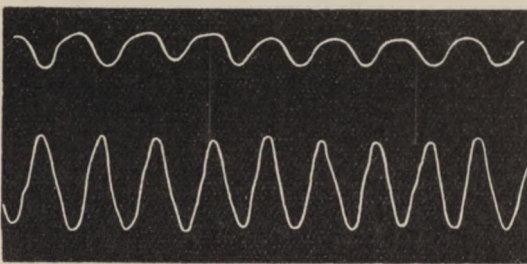
Körperliche Einwirkungen des Radfahrens.

Einfluß auf die Atmung.

zuges selbst nach allen Durchmesser der Lunge. So zeigte *L. Zuntz*, 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 ausschreitet. 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 Herz-tätigkeit vollzieht sich unter schwierigen Verhältnissen, indem auch der Blutdruck ein größerer wird. Erst



Einfluß  
auf die  
Herz-  
tätig-  
keit.

Fig. 522. Mit dem Pneumographen von Marey aufgenommene Kurven der Atembewegung vor und nach einer Radsfahrt 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.

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 langsame Absinken 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

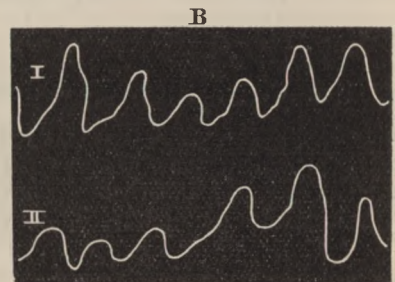
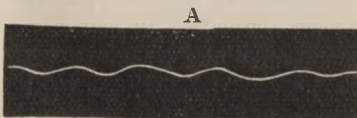


Fig. 523. Unregelmäßige Atmung und Atemerschöpfung nach einer Rennfahrt, die ein noch Ungeübter auf dem Dreirad unternommen hat. A Atemkurve vor der Fahrt. B Atemnot nach Zurücklegung von 1250 m. B I unmittelbar nach Unterbrechung der Fahrt, B II 2 Minuten 10 Sekunden später aufgenommen. — Der Unterschied 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 velocipédiste*).

auch bei anderen Schnelligkeitsübungen, beginnt wieder zu sinken. Lehrreich ist folgende Beobachtung von Mendelssohn (Fig. 524): 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 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 Herzer müdung — bis auf 70 herabzugehen. Sowie der Weg aber ein ansteigender wird und ein größeres Maß von Energie wieder eingesetzt werden muß, schnellt auch die Pulsziffer wieder in die Höhe, bis auf 140. Bemerkenswert ist, daß in der Ruhe nach

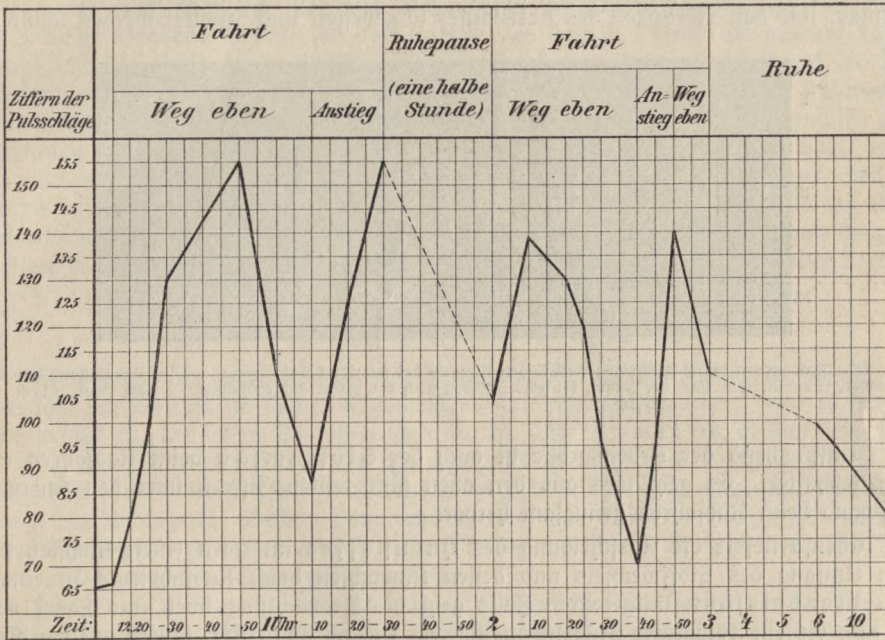


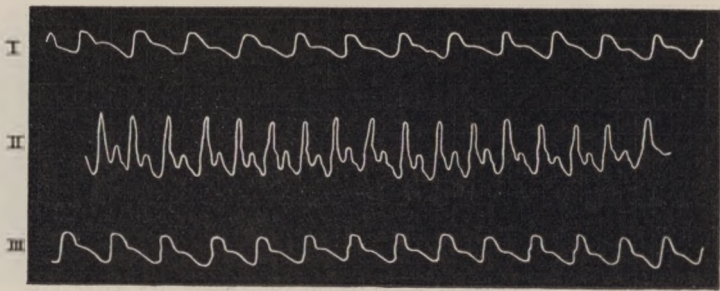
Fig. 524. Einfluß einer Radfahrt mit zum Teil ansteigendem Weg auf die Pulszahl bei einem gesunden jungen Manne.

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 Herztätigkeit nur sehr langsam auf die Norm zurückging. So zählte Dillar et 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 Berganfahen, Fahren gegen stärkeren Winddruck) wird die Herzarbeit leicht bis zu Erscheinungen der Uebermüdung des Herzens gesteigert. Überanstrengung des Herzens.

Im allgemeinen tritt bei gesunden Herzen nach einer nicht gerade maßlosen Radfahrt Verkleinerung des Herzens auf (Diellen 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 Herztätigkeit, aussetzenden kleinen Puls, lästiges Herz-

klopfen, Beklemmungserscheinungen (selbst Klappenfehler?) will man nach Radfahren eintreten gesehen haben, 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 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.



Sta. 525. Pulscurven 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.

Einfluß des  
Radfahrens  
auf den  
Stoffwechsel.

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.

Harnstoff-  
aus-  
scheidung.

Ebenso liefert die Ausscheidung des Harnstoffes im Harn einen Maßstab für den Umfang des Stoffwechsels und dessen Anwachsen beim Radfahren. In einem von Mendelssohn mitgeteilten Falle geht die Beobachtung über eine Fahrt von 50 km, die ein 24jähriger 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.

Unglücks-  
fälle beim  
Radfahren.

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 Dauerfahrt 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 Austrocknung 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 wohlbekannter. Nur dann fehlt dieser gesunde Appetit, wenn die Fahrt dem Kräftezustand 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.

Anregung der Darmtätigkeit.  
Einfluß auf die Unterleibsorgane.

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 dahinjauende Radfahrer hat unausgesetzte Aufmerksamkeit auf die Beschaffenheit 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.

Einfluß auf das Nervensystem.

### § 349. 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.

Einige gesundheitliche Fragen.

Im Alter vor den Entwicklungsjahren ist das Radfahren durchaus entbehrlich, wie schon oben bemerkt. Für die Entwicklungsjahre selbst bestehen weniger Bedenken gegen das Radfahren. Weitere Dauerrfahrten, 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 früher 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 Wanderrfahrten mittleren Umfangs genügen.

Radfahren bei Erwachsenen.

Die meiste Vorsicht ist in bezug auf das Herz geboten, dessen Tätigkeit vor allem durch das Radfahren belastet wird. Unter keinen Umständen gehören wirklich Herzfranke 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 Herztätigkeit.

Bestehen, wie häufig bei wohllebenden, fettleibigen Herren, Erscheinungen von Gicht, so kann sich ein regelmäßiges Radfahren als sehr wohltätig erweisen. Ein gleiches ist bei leichten Fällen von Zuckerkrankheit der Fall.

Radfahren bei Gicht und Zuckerkrankheit.

Lebens-  
führung und  
Kleidung.

Für längere Fahrten gilt bezüglich der Lebensführung unterwegs (möglichste Enthaltung von alkoholischen Getränken!) so ziemlich dasselbe, 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 wohlständig und gut kleidend sind, sieht man auch mancherlei Auswüchse.

## 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.

### § 350. 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 Strax 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 Knochengerüst 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 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 Verhältnis der Herzgröße zur Weite der Schlagadern gänzlich umgestaltet. In den Kinderjahren sind die Schlagadern weit. Das Herz arbeitet rascher, der Blutdruck ist geringer, der Blutumlauf erleichtert. Leichter vollziehen sich im kindlichen Körper die verhältnis-

mäßig so umfangreichen Stoffwechselvorgänge, wie sie durch das schnellere Längenwachstum, den erhöhten Stoffansatz in diesen Jahren bedingt sind.

Mit der Reifezeit vollzieht sich der Übergang zu den Verhältnissen des Erwachsenen. Das Herz vermehrt sich fast auf das Doppelte seines Umfangs, während das Wachstum in bezug auf die Weite der Schlagadern stillezustehen beginnt. Die Folge davon ist eine Erhöhung des Blutdruckes und vermehrte Leistungsanforderung an die Herzarbeit.

Es wächst insgesamt in den Entwicklungsjahren:

die Körperlänge durchschnittlich um das 1,17—1,18 fache	} Quetelet;
das Körpergewicht " " " 1,42 " " }	
das Volum	} Beneke.
{ der Lungen durchschnittlich um das 1,63 fache	
{ des Herzens " " " 1,92 " " }	

4. Die Zeit des Überganges vom Jüngling zum Manne in seiner Vollkraft bzw. der Jungfrau zum Weibe vom 20. zum 30. Lebensjahre.

In diesen Jahren vollendet sich das Längen- wie besonders auch das Breitenwachstum. Das Skelett erfährt seine endgültige Ausgestaltung.

Die Gelenkbänder sind voll beweglich, die Bewegungen erfolgen leicht und geschickt, die Muskulatur ist erkräftigt, Lebensfreude und frischer Wagemut stehen auf der Höhe. Die Schnelligkeit wird allerdings zuletzt etwas geringer.

5. Die Zeit der Vollkraft des Mannes wie des Weibes vom 30.—40. Lebensjahre. Nach vollendeter Kräftigung des Skeletts und höchster Ausbildung der Muskulatur steht die leibliche Kraft in ihrer Höhezeit. Nie ist der Körper geeigneter zu Höchstleistungen der Muskulatur, auch hinsichtlich der Ausdauer.

Die Gelenkbänder werden dagegen straffer, die Gelenke weniger zu ausgiebigen geschmeidigen Bewegungen geeignet: an Stelle der nun nicht mehr sich steigenden Geschicklichkeit ist eben die Eigenschaft der Kraft in den Vordergrund getreten. Die Schnelligkeit ist schon wesentlich zurückgegangen.

6. Die Zeit der Überreife vom 40.—60. Lebensjahre. Nach dem 40. Lebensjahre treten allmählich, bei dem einen früher, bei dem anderen später, Änderungen im Blutgefäßapparat ein, welche im wesentlichen auf eine zunehmende Sprödigkeit der Wände der Schlagadern und dadurch bedingte Minderleistung des Herzens bei Anstrengung durch Kraft- und namentlich durch Schnelligkeitsleistungen hinauslaufen. Schneller als früher tritt Herz- und Atemerschöpfung, also Atemlosigkeit nach irgendwelchen körperlichen Anstrengungen ein. Namentlich leicht auch dann, wenn der in diesen Jahren sich mehrende Fettsatz in der Haut und um die Eingeweide ein übergroßer geworden ist. Immer notwendiger wird es, in aller Tätigkeit eine gewisse Regelmäßigkeit und namentlich ein festes Maß innezuhalten. Besonders gilt dies für körperliche Leistungen, bei denen ein Mittelmaß von Kraft oder Schnelligkeit oder Ausdauer noch eben gut bewältigt werden kann, während Überanstrengungen nach jeder dieser Richtungen hin meist nicht ohne Gefährdung der Gesundheit ertragen werden. Beim Weibe tritt in diesen Jahren (meist zwischen dem 40.—50. Lebensjahre, manchmal auch einige Jahre später) das allmähliche Erlöschen der geschlechtlichen Funktionen ein, oft von besonderen Störungen des Wohlbefindens begleitet, die sich recht lange hinziehen können (Wechseljahre).

Von einer Betrachtung der weiteren rückläufigen Veränderungen im Greisenalter können wir an dieser Stelle absehen.

### § 351. 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 Haltungseffern zumal bei solchen Kindern, deren Skelett und deren Muskulatur der nötigen Widerstandskraft mangelt (Rachitis; Blutarmut; Skrofulose; Rückenschwäche).

Es handelt sich also darum, einerseits die allseitige Entwicklung des Körpers zu fördern und andererseits Schädigungen, die mit dem Schulleben verbunden sind, auszugleichen. Hier kann der einzige Übungsstoff für die Kleinen nur begründet sein auf die Freude und die Lustgefühle des Spiels. Für die Bewegung in freier Luft bieten sich alle die vielen kleineren Scherzspiele und die mit kleinen Liedverschen zu begleitenden Kinderpiele dar. Ebenso fleide man alle die Bewegungen des Laufens, Springens, Haschens usw., welche später grundlegend für die Freiübungen werden, in Spielformen. Treffliche Anleitungen hierzu mit großem Reichtum von Übungs- und Spielformen bieten die Bücher der österreichischen Turnschule (Dr. Gaulhofer und Prof. Margar. Streicher) sowie das Buch des schwedischen Gymnastikdirektors, Oberst Thulin in Lund. Gerade daß für diese kleinen Schulanfänger vom 6. bis 9. Jahre eine solche Fülle von Übungsstoff, der dem körperlichen Bedürfnis der Kleinen ebensowohl Rechnung trägt wie der Kindesseele, vorhanden ist, ist eine der wertvollsten Errungenschaften der letzten Jahre.

## § 352. Übungsbedürfnis in der Schulzeit vom 9.—14. Jahre. Übungen in Spielformen.

Übungs-  
bedürfnis im  
9.—14.  
Lebensjahr.

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 jedes Schulkind täglich eine Stunde — die tägliche Turnstunde — Übungen des Körpers gewidmet wird: dem eigentlichen Schulturnen ebensowohl wie vornehmlich den Übungen in freier Luft sowie dem Schwimmen und im Winter den winterlichen Übungen. Ebenso soll die ganze Schulzeit hindurch ein von Schularbeiten freier Nachmittag, der „Spielnachmittag“, allwöchentlich nur den Spielen und kleinen Wanderungen gewidmet sein. Dazu kommt noch ein voller Tag in jedem Monat zur Vornahme größerer Wanderungen. Das alles durchzuführen 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 Laufspielen ist der Barlauf das bestentwickelte Spiel.

Im Freien sind ferner zu betreiben: das Freispringen über die Springschnur und über feste Hindernisse aller Art; 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 Laufschritten, dann als reiner Lauf, wobei auf die Form des Schlangel- 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 — wenn nicht die Erlernung des Beinschlagens (Kriechstoß), die angeblich in 1—2 Stunden möglich sein soll, das Trockenschwimmen überflüssig macht.

Die eigentlichen Turnübungen werden am besten so verteilt, daß etwa die Hälfte der „täglichen Turnstunden“ auf sie entfällt, bei ungünstiger Witterung mehr, wofür bei schönem Wetter stets die Bewegung im Freien vorzuziehen ist. Die grundlegenden Gesichtspunkte für die Auswahl der Turnübungen sind vor allem: Erzielung einer guten Körperhaltung; munteren, ausgreifenden Ganges; Kräftigung der Rumpfmuskeln, Atemübungen. An den Geräten sind leichtere Geschicklichkeitsübungen vorzunehmen, mit Bevorzugung der Übungen aus dem Hangstand, zuletzt auch aus freiem Hang und unter Vermeidung ausgesprochener Kraftübungen. Der freie Stütz darf zunächst nur flüchtig eingenommen werden: längeres Verweilen im Stütz ist solange schädlich, bis die Rücken- und Schultermuskeln hinreichend erstarkt 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 Dreisprungs, des Hindernissprungs und vor allem durch die Übungen des Gerätpringens (Bock, Kasten usw.).

Sonderturnstunden für Schwächlinge und Schüler oder Schülerinnen mit Haltungsfehlern haben schon nach dem 7. Jahre und erst recht für diese Altersstufe ihren Wert.

### § 353. Übungsbedürfnis in der Entwicklungszeit vom 14.—19. Lebensjahre.

Die Jahre der Entwicklungszeit sind nach zwei Richtungen hin für den Übungserfolg bedeutsam. 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; Wandertfahrten können zum Teil im Eilmarsch ausgeführt werden — erschöpfende Leistungen, namentlich angreifendere Dauerleistungen sind aber auch jetzt noch bedenklich und zu vermeiden.

Übungs-  
bedürfnis in  
der Entwick-  
lungszeit.

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 untersagen. Die Spiele im Freien sollen, um anregend und erziehlisch 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, Trommel- oder Tamburinball, Torball (Kriket) usw., wovon der Faust- und der Trommelball 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 Turnübungen 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 Werkstatt, im Fabriksaale, im Kontor, in der Schreibstube verbringen, werden die Dauer- und Schnelligkeitsübungen in freier Luft zum besonderen Bedürfnis. Insbesondere gegenüber der unheilvollen Zunahme der Lungentuberkulose nach dem Kriege. Dieser für die Volksgesundheit so notwendigen Erholung der Jugend durch Leibesübungen entsprechen wir aber nicht allein durch Geräteturnen im geschlossenen Raum der Turnhalle, sondern durch 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.

### § 354. Übungsbedürfnis für das 20.—30. Lebensjahr.

Übungs-  
bedürfnis für  
die Zeit vom  
20. bis 30.  
Lebensjahre.

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 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 hoch anzuerkennen, gesundheitlich aber nicht immer ohne Bedenken. Darauf kommt es vor allem an, wie es mit der durchschnittlichen Tüchtigkeit der gesamten Jugend des Volkes steht, und welcher Geist allgemein in dieser Jugend steckt.

### § 355. Übungsbedürfnis in den Jahren der Vollkraft.

Übungs-  
bedürfnis 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 Fettsatz 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.

### § 356. Übungsbedürfnis in der Zeit vom 40.—60. Lebensjahre.

Übungs-  
bedürfnis in  
der Zeit vom  
40. bis 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 Fettsatz 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 leichter 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 Sektansatz und fortgeschrittener Ungelenkigkeit werden daher die Gerätübungen immer mehr einzuschränken sein, während entsprechende Freiübungen bis ins höhere Greisenalter hinein ihren Nutzen wahren.

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.

#### § 357. Allgemeine Verhaltensmaßregeln 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.

Richtige Lagerung eines Verletzten.

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 Ratschläge 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.

#### § 358. 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.

Unblutige Verletzung der Hautdecke.

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.

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.

### § 359. Gelenkverletzungen.

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.

Verstauchung 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 Gelenks 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 Fußgelenks 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 Matraße 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. 526); 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 manchmal kaum möglich ist, für geeignete Unterstützung beim Überführen des Verletzten nach Hause Sorge getragen werden.

Eine weit schwerere Gelenkverletzung ist die Verrenkung (Luxation). Dabei <sup>Verrenkung.</sup> 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



Fig. 526. Großer Tragverband (Mitella) des Armes.

unverletzten Schulter, eine entstellende eckige Form (Fig. 527). — Ebenso kann beim Auffallen auf die vorgestreckte Hand eine Verrenkung des Ellbogengelenks entstehen (Fig. 528). 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

Feststecken des Arms an Rock oder Kleid mittels Sicherheitsnadeln festgelegt. Die Wiedereinrennung des Gliedes überlasse man aber in allen Fällen stets nur dem Arzt!

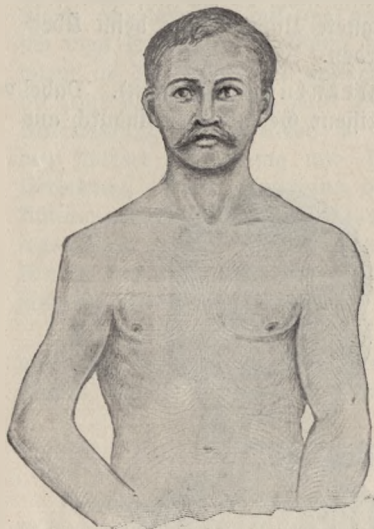


Fig. 527. Verrenkung des Schultergelenks (links auf der Figur).

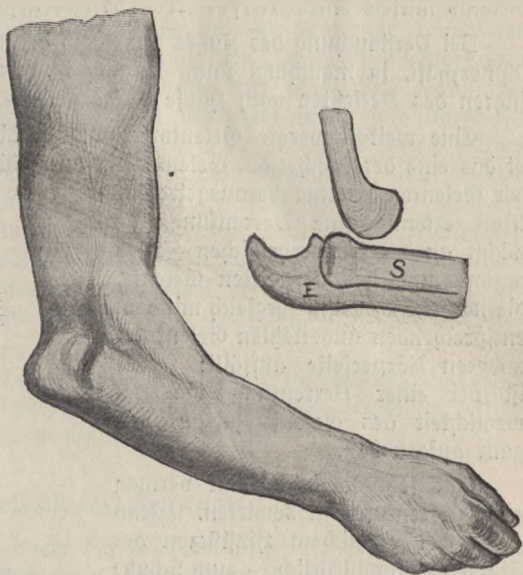


Fig. 528. Verrenkung des Ellbogengelenks. — Das Schema rechts zeigt die Stellung der Knochen: O = Oberarm; E = Elle; S = Speiche.

### § 360. Knochenbrüche.

Knochenbruch.

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 Holzstoß 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 Geschosßkugel 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.

Komplizierter und einfacher Bruch.

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-

gelenks, da sich auf die Speiche, vermöge ihrer Verbindung mit der Handwurzel, die Wucht des Falles am ehesten und unmittelbar überträgt (Fig. 529 u. 530). 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. 532). Zweckmäßig ist es oft, zwei Schienen an dem gebrochenen Gliede anzubringen.

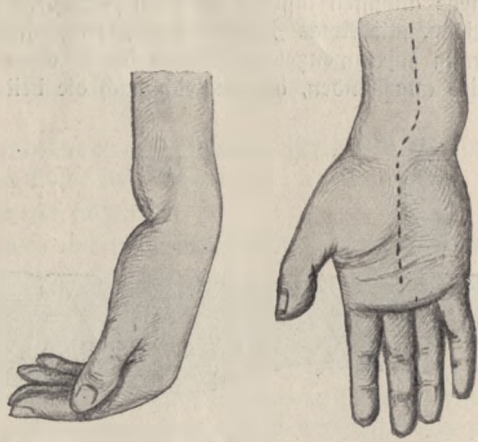


Fig. 529 und 530. Bruch der Speiche kurz am Handgelenk. Ansicht von der Seite und von der Handfläche. Die punktierte Linie zeigt die Achse von Hand und Unterarm.



Fig. 531. Bruch der Elle und der Speiche in der Mitte des Unterarms.

Erste Hilfe  
bei Knochen-  
bruch an den  
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

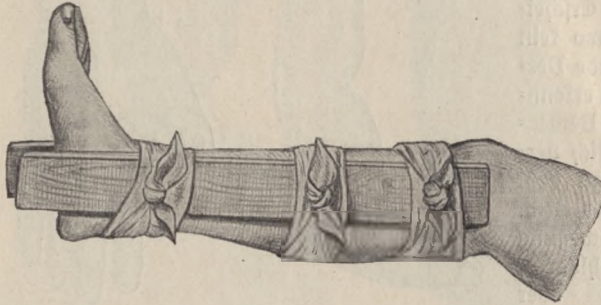


Fig. 532. Anlegen von Holzschienen bei Bruch des Unterschenkels.

festgelegt werden. So sind 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. 533). 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.

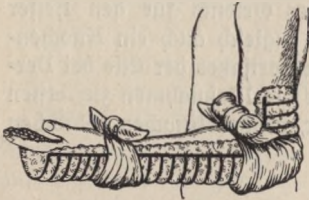


Fig. 533. Drahtschienenverband bei Bruch der Speiche.

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 (§ 362) zu gebenden Vorschriften sorgsam verbunden werden.

### § 361. Erschütterung innerer Organe.

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.



Schlag 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.

Erschütterung.

Bei Lungenererschütterung zeigt sich infolge der Zerreißung von Blutgefäßen im Lungengewebe blutiger Auswurf.

Erschütterung der Lungen oder der Organe des Unterleibs.

Bei Erschütterung der Unterleibsorgane zeigen sich: heftiger Leibesmerz; 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 besprenge 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.

## B. Erste Hilfe bei Verletzungen mit offener Wunde.

### § 362. Allgemeines über Wunden und Wundkrankung.

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 Erkrankungsercheinungen 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.

Erste Heilung.

Diese „erste Heilung“ läßt sich aber nicht erreichen, wenn die Wundränder stark gequetscht und zerrissen sind, so daß Teile davon absterben und abgestoßen werden 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.

Etterbildung.

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 schmerzhaftige Schwellung, Röte und Hitze rings um die Wunde, zudem tritt Sieber auf und stärkere Eiterung.

Entzündung  
der Lymph-  
drüsen.

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 (Untertiefermuskel), welche sich entzünden. Bleibt es dabei, so ist der Ausgang noch ein verhältnismäßig vorteilhafter. Wenn aber die giftigen Entzündungserreger (in Form kleinster Pilze: Kokken 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 Wundstarrkrampf usw.

### § 363. 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, Glassplittern 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 Ansteckungstoffe in eine Wunde gelangen, die etwa von verwesendem Fleisch, Absonderungen innerer Krankheiten oder sonstigen faulenden Dingen entstammen.

Aseptischer  
Verband.

Um das Eindringen von solchen giftigen Erregern der Wundkrankheiten zu verhüten, bedarf auch die allerkleinste 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): *Eysol*-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. 534. Verbände mit dem dreieckigen Tuch.

Anti-  
septischer  
Verband.

### § 364. Blutstillung.

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 Siegellacks, während die Farbe des Venenbluts der eines dunkelbraun-roten Pflanzsiegellacks ähnelt): dann handelt es sich um eine Schlagaderblutung, die stets, wegen der Gefahr des Verblutens, gefährlich ist.

Unterschied  
zwischen  
Venen- und  
Schlagader-  
blutung.

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. 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

Stillung  
einer Venen-  
blutung.

(Fig. 535 u. 536). Dadurch werden die blutenden, schlaffen Venen zusammengedrückt, und die Blutung kommt zum Stehen durch Bildung eines das Venenrohr schließenden Blutgerinnsels.

Stillung  
einer Schlag-  
aderblutung.

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 zusammenzudrücken 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 Speichenschlagader, 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. 300) 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 Armelnaht entsprechend) mit aller Kraft die zwischenliegenden Weichteile



Schlagader-  
blutung  
am Arm.

Fig. 535. Druckverband mit Rollbinde an Hand und Unterarm.

Fig. 536. Druckverband mit Rollbinde am Bein.

des Arms gegen den Oberarmknochen anpressen (Fig. 537). 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 Hausschlüssel u. dgl., macht darüber noch einen Knoten und dreht dann den Knebel langsam um (Fig. 538). Es wird dann bald der Augenblick eintreten, wo die Umschnürung des Armes so fest wird, daß die Schlagaderblutung steht oder — wenn am Gesunden geübt wird — der Puls am Unterarm verschwindet. Vor allzu heftigem, gewaltsamem Umdrehen ist zu warnen, da sonst eine erhebliche Quetschung der Weichteile des Oberarms eintritt.

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

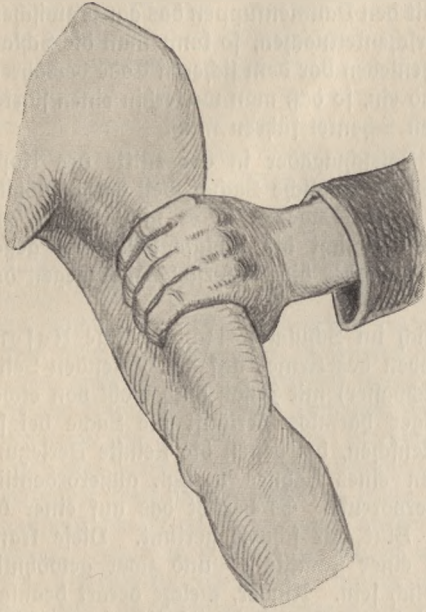


Fig. 537. Zusammendrücken der Armschlagader mit der Hand.

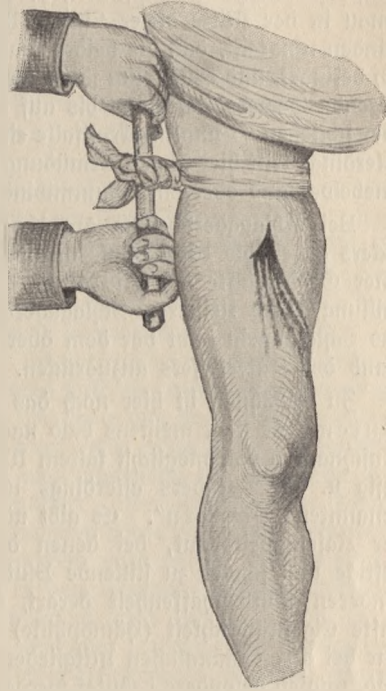


Fig. 538. Knebelverband bei Schlagaderblutung am Schenkel.

Esmarch'sche Hosenträger. Die Gummibinde kann auch durch ein längeres Stück Gummischlauch oder -rohr ersetzt werden (Fig. 539).

Ist die Oberarmschlagader selbst verletzt, so kann man die Schlüsselbeinschlagader dadurch, daß man von oben her, in der Grube oberhalb des Schlüsselbeins, das Schlag-



Fig. 539. Verband bei Schlagaderblutung mit der Gummibinde.

aderrohr mit starker Kraft gegen die unterliegende erste Rippe andrückt, absperren und die Blutung stillen. Es gehört zu diesem Griff nicht geringe Kraft und einige Übung.

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

Schlagader-  
blutung  
am Bein

mit der Hand die große Schenkel Schlagader 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 Daumenkuppen da aufliegen, wo das Schlagaderrohr sich befindet, und drückt nun mit aller Kraft mit den Daumenkuppen 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 Nasenrachenraum führende Choane von der Mundhöhle her mit Watte dicht verstopft werden. Zu letzterem Eingriff bedient sich der Arzt eines besonderen kleinen Instruments, des Bellocqschens Röhrchens.

## C. Erste Hilfe bei Ertrinkenden.

### § 365. 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. Ferner kann einem Schwimmer bei übertriebenem Dauerschwimmen oder durch Überanstrengung beim Schnellschwimmen Atmung und Herzkraft verlagen, so daß er in Lebensgefahr gerät. Endlich kann ein dazu Beanlagter im Wasser einen epileptischen Krampfanfall erleiden.

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 luftgefüllte 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 Strohalm, 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 Stimmriße 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 Erstickwordens 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 Herzaktivität — 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 entrisen 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.

### § 366. 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.

Ans Land  
ziehen mit  
einem  
Rettungs-  
ring u. dgl.

Wenn jemand unweit vom Ufer ins Wasser geriet und noch nicht bewusstlos geworden ist, so kann man ihm einen Rettungsring (aus Korkstücken 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 unschwer 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

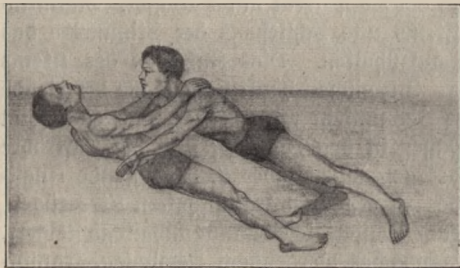


Fig. 540. Anlandbringen eines bloß ermatteten Schwimmers.

dann mit Brustschwimmen den Ermatteten ans Land bringen (Fig. 540). 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.

Rettung  
eines mit  
dem Tode  
ringenden  
Nicht-  
schwimmers.

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. 543 u. 544). 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. Selt faßt er in seiner Todesangst den Retter, umklammert ihn, behindert ihn an der Bewegung und reißt ihn — wie so manche beklagenswerten Fälle zeigen — unaufhaltsam mit in die Tiefe. So gehen dann zwei Menschenleben zugrunde.



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 krampfhafteste Umklammerung des Ertrinkenden ist eine



Fig. 541 und 542. 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 paße, nachdem er wiederholt in schwerste Lebensgefahr beim Rettungswork 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 folgen schwere 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. 541). So gelingt es, den Ertrinkenden von sich abzustößen, umzudrehen und nun am Hinterhaupt in der eben beschriebenen Art zu fassen (Fig. 543).



Fig. 543. 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.

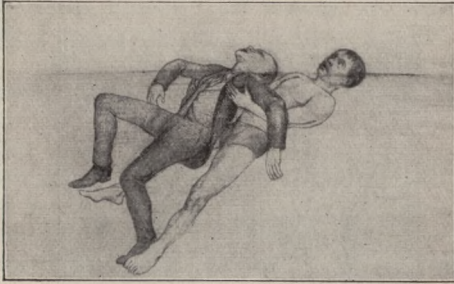


Fig. 544. Anlandbringen eines Ertrinkenden (Achselgriff).

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. 542).

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. 544), so vermag er seinem Retter nichts mehr anzutun, auch wenn er mit Armen und Beinen noch um sich schlägt.

### § 367. 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 Nasenhöhle 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 Magen- gegend 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.

Entfernung  
des Wassers  
aus den  
Lungen.

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, Kizeln der Nase innen mit einem Strohhalm oder einer Feder. Ebenso kann man durch Kizeln 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.

### § 368. 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 Adersystem 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 verzweifelten Fällen, wo Ertrunkene mehr denn 10 Minuten im Wasser gelegen haben, durch richtig angestellte und unermüdet 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.

Silvestersche  
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.

Die verbreitet ist neben der Silvesterschen 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 Spitzen 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.

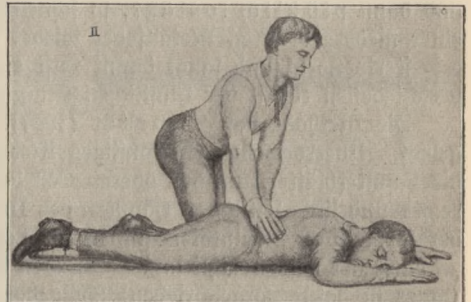
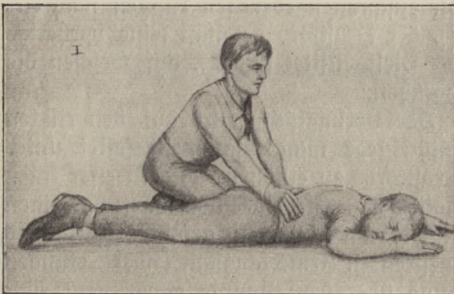


Fig. 545 und 546. Künstliche Atmung nach Schäfer.

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 Lufwegen 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 Knieesitz, wobei der zusammengedrückte Brustkorb ähnlich wie bei der Howard'schen Methode aufschneilt (Einatmung). Die Hände bleiben dabei in ihrer Lage unerrückt liegen. So wird also durch abwechselndes Vorschwingen mit Pressen und Rückschwingen mit loser Handhaltung im Zeitmaß der natürlichen Atmung auf einfachste Weise Luft aus den Lungen ausgedrückt und frische Luft wieder angeaugt. 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 einzuführen, 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 stockendem 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 ß s c h l a g 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 einflößen.

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 Erstickung 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 Erstickung (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 imstande 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.

Abgrätschen vom Bod, Pferd oder Kasten 540 f.  
Abhang (Sturzhang) an den Händen 456 f.  
Abhang an den Füßen 457.  
Abhärtung 340 f.  
Abhärtung beim Rudern 578.  
Ablauf (beim Wettlauf) 517 f.  
Abmagerung 28 f.  
Abreibung, falte 343.  
Absatz des Schuhs 147 f.  
Absolute Muskelkraft 181 f.  
Absonderungen der Haut 332 f.  
Abwärtslaufen 491.  
Abwärtssteigen 490. — Körperliche Wirkungen des A. 498.  
Abwehrbewegung der Hand 245.  
Abwicklung der Fußsohle beim Gehen 462 f.  
Abziehen der Finger 241 ff. — A. der Schenkels 245. — A. der Zehen 257 f.  
Achillessehne 256.  
Achselgriff bei Ertrinkenden 618.  
Achselschlagader 269.  
Achsenzylinder bei Nerven 383.  
Achsenzylinderfortsatz d. Ganglienzellen 385.  
Aderhaut des Auges 431.  
Adrenalin 379.  
Aethylalkohol beim Kraftstoffwechsel 163.  
Affenhand 120.  
Agraphie 391.  
Akapnie 492.  
Akkommodation des Auges 433 ff.  
Akkommodationsbreite 434 f.  
Akkommodationsmuskel des Auges 434.  
Alkoholische Genußmittel und ihr Gehalt 364 f.  
Alkohol bei Leibesübungen 365 ff.  
Allgemeine Muskelermüdung 171 ff.  
Allgemeingefühle 441.  
Alterssichtigkeit (Presbyopie) 435.  
Alterstufen und das Übungsbedürfnis dabei 595 ff.  
Altersveränderungen der Schlagadern 295.  
Aminosäuren 356.  
Amphiarthrose 46.  
Anaerober Vorgang bei Muskelarbeit 161.  
Anlauf beim Sprung 533 f.  
Anmessen der Schuhe 148 f.  
Ansatz des Unterarms bei der Frau 30 f.  
Anstodungstoffe im Staub 316.  
Anstrengung s. Pressung.  
Anstrengung des Herzens 284 ff.  
Antagonisten 194 f., 400.

Antikenotogin 166.  
Antiseptische Verbandstoffe 611.  
Anziehen der Finger 241. — A. des Schenkels 249 f.  
Aorta 264, 267, 272, 288, 293.  
Aortenklapp im Zwerchfell 230.  
Aphasie 391.  
Arbeit und Rhythmus 417 f.  
Arbeitsart der Muskeln 187 ff.  
Arbeitsaufwand und Arbeitseffekt beim Gehen 471 ff.  
Arbeitsgröße beim Streck- und Beugelauf 515. — Arbeitsgröße beim Radfahren 585 f. — A. beim Radfahren und Gehen 588 f. — A. beim Rudern 575.  
Arbeitsrücken, runder 82.  
Arm: Äußere Form 3 f. — Spannweite der A. 11. — Mögliche Drehung des A. 115. — Muskeln des A. 236 ff.  
Armbeugung: Verlegung des Schwerpunktes beim Sprung durch A. 533. — A. beim Lauf 503, 511 ff.  
Armbeugung beim Gehen 469, 503.  
Armeevorschrift für den militärischen Marsch 470 f.  
Armlänge 11.  
Armschlagader 269. — Kompression der A. bei Blutung 612 f.  
Artfremde und arteigene Nahrungsstoffe 356 f.  
Arthrodie 44.  
Aseptischer Verband 610 f.  
Assimilation 356.  
Assoziationsfasern im Gehirn 397.  
Assoziationszentren 392.  
Astigmatismus 434.  
Asymmetrien des Körperbaus 7.  
Atembewegungen als Hilfskraft des Kreislaufs 282.  
Atemermüdung 311.  
Atemführung bei Geräteübungen 291.  
Atemgang beim Schwimmen 565. — A. beim Rudern 573, 575. — A. beim Lauf 515.  
Atemgymnastik 318 ff.  
Atemluft: Verschlechterung der A. durch Gase 314. — Durch Staub 315 f.  
Atemmuskeln: Übersicht 233 f.  
Atemnot und Atemermüdung 310 f.  
Atemsteigerung durch Muskelarbeit 310 ff., 322 fff.  
Atemzentrum 388.  
Atemzüge, Zahl der A. und Veränderungen der A. beim Sprechatmen 319 ff.

- Athletik, schwere: Einfluß auf das Herz 287 f.  
 Athletische Körperform 176.  
 Athletisches Schnellgehen 482 f.  
 Atlas 59.  
 Atlasgelenk 45, 62.  
 Atmung: Äußere und innere A. 306. —  
 Mechanik der A. 306 f. — Umfang der A.  
 307 f. — A. auf dem Fahrrad bei Winddruck  
 586 f. — A. beim Lauf 506 f. — A. beim  
 Bergsteigen 493 f.  
 Atmung, künstliche 619 ff.  
 Atmungsbewegungen 106.  
 Atmungsorgane 300 ff.  
 Atmungsstuhl bei Asthma 320.  
 Aufbiegen des Rumpfes 98. — A. aus dem  
 Kniestand 98.  
 Aufgriff beim Hang 454.  
 Aufmerksamkeit: Einfluß der A. auf  
 die Reaktionszeit 399 ff.  
 Aufmerksamkeitsübungen 407 ff.  
 Aufrechtes Stehen auf beiden  
 Füßen 445. — A. mit Belastung vorzugs=  
 weise eines Beines 446.  
 Aufsaugung in den Verdauungs=  
 organen 352.  
 Aufsetzen des Fußes beim Gehen 462 f. —  
 A. beim Lauf 513 f. — A. beim Steigen  
 487. — Aufspringen 525 f.  
 Aufstützen der Hände beim gemischten Sprung  
 537 f.  
 Aufwärtssteigen auf schiefer Ebene  
 486 ff. — A. auf einer Treppe oder Leiter  
 489.  
 Augapfel und seine Häute 430 ff.  
 Auge 428. — Augenhöhle 51 f. — Augen=  
 lider und =brauen 428 f.  
 Augenbildsphotographie und Reihenaufnahme  
 466 f.  
 Ausgreifen beim Rudern 572.  
 Ausholen bei Muskelarbeit 181. — A. beim  
 Wurf 549.  
 Auslagestellung beim Sechten und Werfen 447.  
 Ausnutzung der Nahrungsmittel  
 360.  
 Automatie und Takt 416 f. — Auto=  
 matie: rhythmische und tonische 412 f.  
 Azthauen: Übung des A. 227.  
 Azetaldehyd 163.
- B.**
- Bäder, Formen der B. 341 ff.  
 Balanzieren auf dem Fahrrad 584 f. — B.  
 auf dem Seil oder der Schwebefante 72 ff.  
 Balken des Gehirns 385.  
 Ballspiele, feinere 407.  
 Ballwerfen und =fangen: Übung darin 558.  
 Bänder der Gelenke 43. — B. der Wirbel=  
 säule 60 f.  
 Bandhaft 46.  
 Barren: Stredstütz am B. 457 f. — Knicstütz  
 am B. 459.  
 Bauch: Äußere Formen des B. 3.  
 Bauchatmen 224, 231 f.  
 Bauchmuskeln 220 ff. — Übung der  
 B. 225 ff.  
 Bauchpresse 222 ff.  
 Bauchspeicheldrüse 351, 379.  
 Bauhinische Klappe 351.  
 Baumwollstoffe 337.  
 Beden (Bedengürtel) 121 ff. — Geschlechts=  
 unterschiede des B. 124 f. — Gelenke, Bänder  
 und Fugen des B. 123.  
 Bedendurchmesser: gerader und querer 124.  
 Bedenneigung 124.  
 Befehlsgebung 400, 406.  
 Beidhändige Ausbildung 395.  
 Bein: Äußere Form 5. — Knochen des B.  
 126 ff. — Bewegungen des B. im  
 Hüftgelenk 128 ff. — Wachstum des  
 B. 15 f.  
 Beinhaut 41 f.  
 Beinlänge, ungleiche 7, 87 ff.  
 Beinmuskeln 245 ff.  
 Belastung, einseitige des Körpers 72 f., 84 f. —  
 B. des Kopfes zur Erzielung gerader Hal=  
 tung 74.  
 Bellisches Gesetz 389.  
 Bequeme Haltung 79.  
 Berganfahen mit dem Rad 585.  
 Bergkrankheit 492.  
 Bergschuhe 497.  
 Bergsteigen als heilgymnastische Übung (Oertel=  
 fur) 290.  
 Bergwanderungen 497 f.  
 Bertinisches Band 79, 127.  
 Beugehang 455 f.  
 Beugeauf 514 f.  
 Beugung und Beugemarsch 479 ff.  
 Beugung der Arme beim Lauf 503, 511 f.  
 Bewegungen, schnelle und langsame  
 199 f. — Koordination der B. 200, 403 f.  
 Bewegungszentrum im Gehirn 390 f.  
 Biergenuß 365.  
 Bilanz des Stoffwechsels 355.  
 Bindehaut des Auges 429.  
 Biologische Wertigkeit der Nahrungstoffe 356 f.  
 Bleichsucht 281, 296.  
 Blinddarm 351.  
 Blinder Fleck der Netzhaut 432.  
 Blut 295 ff. — Stromgeschwindigkeit des Bl.  
 278. — Verteilung des Bl. im Körper 279.



- Blutarmut: Einfluß auf die Herzarbeit 281. —  
B. des Gehirns bei Ohnmacht 603.  
Blutbeule 604.  
Blutbildung im Knochenmark 41. — Förderung  
der B. in Höhenluft 496.  
Blutdruck 273.  
Blutgase 295 ff.  
Blutgefäße (Schlagadern und Venen)  
266 ff. — Alterveränderungen der B. 295. —  
Entwicklung und Wachstum der Bl. 293 f.  
Blutkörperchen 296 f. — Gesamtober-  
fläche der roten Bl. 298.  
Blutkreislauf: Übersicht 261. — Bl.:  
Großer und kleiner 272 f.  
Blutplasma und Serum 297.  
Blutstillung bei Verletzungen 611 ff.  
Blutvergiftung 610.  
Blutverschiebung bei Muskelarbeit 166 f.,  
168 ff. — Bl. bei geistiger Arbeit 418.  
Blutverteilung im Körper 279 f.  
Bockspringen 537 ff.  
Bodenbeschaffenheit: Einfluß der B. auf die  
Arbeit beim Gehen 184, 467 f. — B. beim  
Radfahren 586.  
Bogenstehende Haltung 97.  
Brandbinde und Brandliniment 622.  
Branntweingenuß 365 f.  
Brecken der Stimme 21.  
Breite Naden- und Rückenmus-  
keln 212 ff.  
Breitenentwicklung 21, 25.  
Bruchanlage 228 f.  
Bruchband 229 f.  
Brüche, Bemerkungen über 228 ff.  
Brust: Äußeres der Br. 2. — Verschie-  
dene Gestaltung der Br. 105 ff. —  
Ein- und Ausatmungsstellung der Br. 107 f.  
Brustbau 102.  
Brustdrüse 207.  
Brustfell 305.  
Brusthöhle: Gestalt der 104 f.  
Brustkorb 103 ff. — Geschlechtsunterschied  
des Br. 29.  
Brustmuskeln 206 ff.  
Brustöffnung: Obere und untere 104. — Ver-  
engerung der oberen Br. 107.  
Brustschwimmen 561 ff.  
Brustumfang 20 f. — Messung des Br. 106 f.  
Brustwarzen 2, 207.  
Brustwirbel 59 f.  
Brustwirbelsäule: Beweglichkeit der Br. 63 f.
- C.**
- Camperischer Gesichtswinkel 54 f.  
Carotis 267. — Lage der C. am Halse 204.  
Choanen 300.
- Chronophotographische Darstellung des Streck-  
und Beugegangs 481. — des Laufs 499, 501.  
Ciliarmuskel des Auges 432.  
Cortisches Organ 439.
- D.**
- Darmbein 122.  
Darmkanal 350.  
Darmsaft 352.  
Dauerbewegungen und Übungen: Arbeit bei  
D. 185 f. — Begriff der D. 173. — Be-  
fähigkeit des Körpers zu D. 472 f.  
— Einfluß der D. auf das Herz 286 f. — auf  
den Umfang der Atmung 310 f.  
Dauerlauf 514 ff.  
Dauerrudern 577 ff.  
Dauerschwimmen 565 f.  
Daumen: Sattelgelenk des D. 119. — Gegen-  
stellung des D. 119 f. — Muskeln des D.  
241 ff.  
Deltamuskel 234.  
Deutsche horizontale bei Messung des Profil-  
winkels am Schädels 55.  
Degimalsystem: Körpermaße nach dem D. 12 ff.  
Diaphyse 39, 42.  
Dickdarm 351. — Aufsaugende Tätigkeit des D.  
352 f.  
Differenz bei der Schulbank 94.  
Diploë 39.  
Diskuswurf 553 ff.  
Dissimilation 357.  
Distanz bei der Schulbank 93.  
Dollenboot und Dollengig 569.  
Doppelhändige Ausbildung 393 f.  
Doppelstüh: Zeit des D. beim Gehen 465 f.  
— D. beim Steigen 487.  
Drahtschiene bei Knochenbrüchen 608.  
Drehgelenk 44.  
Drehung, schraubenförmige beim Wurf 553.  
Dreieckiges Tuch: Verbände damit 611.  
Dreigeteilter Nerv 425.  
Dreisprung, sogenannter deutscher und  
amerikanischer 534.  
Dreitakt: Eingang im Dreitakt 479.  
Dreizipflige Herzklappe 264.  
Drill 398, 478.  
Drossel- oder Kehlgube 2.  
Druck des Fußes auf den Boden beim Gehen  
467 ff.  
Druckkurve des Fußes beim Gehen 464 f.  
Druckmessendes Sprungbrett von Marey 522 ff.  
Druckverband 611 f.  
Dünndarm 350 f. — Zotten des D. 353.  
Durchdrücken des Knies 133 f.  
Durchfall bei Wanderungen 486.  
Durigs Stoffwechselunterjuchungen 179.

Durstgefühl beim Radfahren 592.  
 Duschbäder, warme 343. — kalte 343.  
 Dynamograph beim Sprung 522.  
 Dynamographisches Schuhwerk nach Marey 465.  
 Dynamometer 182.

## E.

Eierstock 377.  
 Eigelenk 45.  
 Eileiter 378.  
 Eilgang, natürlicher 478 f. — E. im  
 Dreitakt 479.  
 Eilmarsch: militärische Vorschriften für den E.  
 470 f.  
 Ein- und Ausatmung: tätige Kräfte dabei 306 f.  
 Einatmungsstellung des Brustkorbes 105.  
 Einbällige und zweibällige Schuhe 145.  
 Eingewöhnung halbautomatischer Bewegungen  
 473.  
 Einkeilungen (Zähne) 46.  
 Einseitiger linker Sitz 84.  
 Eislauf als Gleichgewichtsübung 73, 95.  
 Eiterbildung 297, 610.  
 Eiweiß im Harn 374.  
 Eiweiß im Harn nach Anstrengung 164.  
 Eiweißmolekül: Zusammensetzung des E.: 356.  
 Eiweißstoffe, tierische und pflanzliche 359 f.  
 Eiweißsynthese 356.  
 Eiweißzufuhr: Maß der E. 357 f.  
 Ellbogengelenk 114 ff.  
 Elle 113.  
 Empfindungsfasern, ihr Verlauf 396 f.  
 Emphysem der Lunge 319.  
 Energieaufwand bei Muskelbe-  
 wegungen 182 ff. — E. beim Rad-  
 fahren, verglichen mit dem E. beim Gehen  
 588 f.  
 Energiewechsel im Körper 355 ff.  
 Entquellungs- oder Schrumpfungstheorie bei  
 der Muskelarbeit 161.  
 Entwicklungsjahre: Wachstum in den  
 E. 19 f. — Wachstum des Herzens in den  
 E. 293 f. — Übungsbedürfnis in der E. 599.  
 Entzündung der Weichteile 610.  
 Enzyme 350, 352.  
 Epiphyse 39.  
 Epitropheus 59.  
 Erbrechen 224.  
 Erespis 352.  
 Erfrieren 622.  
 Ergograph von Johansson 175 f. — E. von  
 Mojsso 421.  
 Erholende Wirkung der halbautomatischen Be-  
 wegungen 416.  
 Erholung des Muskels 174.  
 Erkältung und Erkältungsfurcht 340.

Ermüdbarkeit: Herabsetzung der E. beim trä-  
 nierten Muskel 178.

Ermüdung: Örtliche E. 173. — Allgemeine  
 E. 171. — Periphere und zentrale E. 170 f. —  
 Physiologische und pathologische E. 173. —  
 Stoffliche Ursachen der Muskelermüdung 164.  
 — E. des Gehirns nach geistiger Arbeit  
 418 f.

Ermüdungsstoffe 164. — Einfluß der E. auf  
 die Herzarbeit 292.

Ernährung: Grundstoffe der E. 353 ff.  
 Ersthöpfung nach Muskelarbeit 171 ff. — E.  
 geistige 418 f.

Erstfütterung innerer Organe 608.

Erste Schuljahre: Übungsbedürfnis 597 f.

Ertrinken: Vorgänge beim E. und erste  
 Hilfe bei Ertrinkenden 614 ff.

Esmarscher Hosenträger 613.

Eustachische Ohrtrumpete 301, 438 f.

## F.

Fahrrad 579. — Haltung auf dem  
 F. 580 ff.

Salun-Schneeschuhschlauf 289.

Fasertnorpel 43.

Faserverlauf im Hirn und Rückenmark  
 395 f.

Fäßförmiger Brustkorb 106 f.

Fassungskraft (Kapazität) der Lun-  
 gen 308.

Faszie des Muskels 192.

Fechten als Schlagfertigkeitübung 408.

Fermente 350.

Fernpunkt beim Sehen 434 f.

Fersenbein 138 f.

Seite 354.

Fett Herz: Bergsteigen beim F. 290. — Rad-  
 fahren bei F. 592.

Fettleibigkeit 28 f.

Fettlosigkeit 29.

Fettschicht der Haut 331 f.

Feuchtigkeitsgehalt der Luft 313 f.

Fibrin 297.

Fieber 334.

Finger: Gelenke der F. 119. — Muskeln der F.  
 241 ff.

Fixieren 434.

Flacher oder flachhohler Rücken 79.

Flanellhemden 497.

Flankenatmung 211, 319.

Fleischbrühe 362.

Fontanellen 49.

Formen, äußere des Körpers 1 ff.  
 Formveränderung der Körperoberfläche durch  
 Muskelarbeit 192 f.

- Sortbewegung auf dem Boden, im Wasser und in der Luft 460 f.
- Sortbildungsschule: Leibesübungen in der S. 599.
- Sortpflanzung des Reizes im Nerven 157.
- Frauenarm 30.
- Frauenkleidung: Reform der S. bei Leibesübungen 108.
- Frauentörper: Bau und äußere Formen 29 f.
- Freie Gelenke 44.
- Freifliegen beim Lauf 500 f.
- Freilichtspiele: Wert der Fr. in den Kinderjahren 597.
- Freiübungen verbunden mit Tiefatmen 326.
- Freßzellen 297.
- Großballen 146.
- Fugen zwischen Knochen 46.
- Fußelöle 364.
- Fuß: Äußere Form 6. — Knochen des S. 136 ff. — Gewölbe des S. 139. — Bänder und Gelenke des Fußes 142 ff. — Muskeln zur Bewegung der Gelenke des S. 254 ff.
- Fußbekleidung und Fußpflege 144 ff.
- Fußbodenbelag und -reinigung in den Turnhallen 317.
- Fußlänge 12.
- Fußpflege bei Wanderungen 485.
- Fußsohle: Muskeln der S. 257 f.
- G.**
- Galle und Gallenblase 351 f.
- Gang, natürlicher 462 ff. — G. als halbautomatische Bewegung 414. — G. mit gestreckter Fußspitze 477 f. — G. beim Mädchenturnen 477.
- Gangerziehung: Wert für die Körperhaltung 95 f.
- Ganglienzellen 384.
- Gaswechsel im arbeitenden Muskel 159 ff.
- G. in den Lungen 312 f. — Steigerung des G. bei Muskelarbeit 163.
- Gaumen, Knöcherner 50. — weicher G. 301.
- Gebärmutter 377.
- Gedrungener Wuchs 25.
- Gefäßhaut der Hirns und Rückenmarks 389.
- Gehen 462 ff. — Arbeitsaufwand und Arbeitseffekt beim G. 471. — Auftreten beim G. 473 f. — Doppeltuß beim G., Muskeldruck auf den Boden beim G. 467 f. — Senkrechte Schwankung beim G. 468. — Wagerechte Schwankung beim G. 468. — G. über einen Balken oder ein Seil 72 ff.
- Gehirn: Bau des G. 385 ff. — Faserverlauf im G. 395 ff. — Gewicht und Größe des G. 389 f. — Häutige Hüllen des G. 389.
- Gehirnermüdung nach geistiger Arbeit 418 f.
- Gehirnerschütterung 609.
- Gehirnhöhlen 385 ff.
- Gehirnoberfläche 385 f.
- Gehirnrinde: Zentren der G. 390 ff.
- Gehörgang, äußerer 438.
- Gehörknöchelchen 438.
- Gehörnerv 439.
- Gehörgang 437 ff.
- Geistesgegenwart 407.
- Geistige Ermüdung: Ihre Messung und Einfluß auf die Muskelarbeit 419 ff.
- Gelbe Bänder der Wirbelsäule 62.
- Gelber Fleck auf der Nezhaut 432.
- Gelber Körper im Eierstock 377.
- Gelbsucht 351.
- Gelenke und Gelenkarten 43 ff.
- Gelenkknorpel und Gelenkschmiere 43 f.
- Gemischter Sprung 537. — Abhebeln der Hand beim Gem. Spr. 539
- Genußmittel 361 ff.
- Geradhalter 81.
- Geradhaltung, aufrechte 77 f.
- Geräteübungen, deren Zurechtlegen 406. — Erziehung zum Nute durch G. 410.
- Gerinnung des Blutes 297.
- Geruchsnerv 424.
- Geruchsinne 427 f.
- Gesäßmuskel, großer 247 ff. — G., mittlerer und kleiner 250 f.
- Geschicklichkeitsübungen: Koordination bei G. 403 ff.
- Geschlechtsdrüsen: hormone der G. 379.
- Geschlechtsorgane 376 ff.
- Geschlechtsunterschiede im Körperbau. G. im Bau des Beckens 29 ff.
- Geschmacksnerv 425.
- Geschmacksorgan 439 f.
- Geschwindigkeits- oder Wurfhebel 190.
- Geschwindigkeitsschritt 478 f.
- Gesichtsanteil des Kopfes 46.
- Gesichtsbildung 53 ff.
- Gesichtsknochen 50 f.
- Gesichtsmuskeln 201.
- Gesichtsnerv 425.
- Gesichtsschädel 46.
- Gesichtswinkel, Camper'scher 54 f.
- Gesundheit im Sinne der Leibesübungen 322.
- Gewichtstoßen 558.
- Gewichtsverlust beim Trainieren 369 f.
- Gewürze 361.

Gicht: Harnsäure bei G. 374. — Radfahren bei G. 593.  
 Ginglymus 45.  
 Glaskörper des Auges 433.  
 Gleichgewicht 72 ff. — Beziehung zu den halbzirkelförmigen Kanälen des Ohres 439.  
 Gleichgewicht bei Rußhaltungen 445. — Koordination des Gl. 402.  
 Gleichgewichtserhaltung und -übung 72 ff. — Halbautomatische Gl. 414. — Gl. beim Radfahren 584 f.  
 Gleit- und Kollisitz beim Ruderboot 571. — Bewegung auf dem Gl. 573.  
 Glykogen 160 ff. — Gl. in Leber und Muskeln 160. — Glykogenverbrauch 164 f.  
 Godins Erhebungen über das Wachstum zwischen 14 und 18 Jahren 20.  
 Goldener Schnitt in der Proportionslehre 14.  
 Graaffscher Follikel 377.  
 Graphische Methode zur Untersuchung der Gehbewegungen 464 f.  
 Grätschsprung 537, 540.  
 Greifbewegung 244.  
 Greifenrücken, runder 82.  
 Großhirn 385 ff. — Großhirnrinde 390 ff. — Großhirnzentren 391 f.  
 Großzeh: Muskeln des Gr. 257 f.  
 Grundstellung 71, 446.  
 Grundstoffe der Ernährung 353 f.  
 Gummibinde zur Blutstillung 613.

### H.

Haare: Bau und Verbreitung über den Körper 330.  
 Haargefäße 272 f. — H.: Erweiterung der H. bei Muskelarbeit 167.  
 Hagerkeit 28 f.  
 Halbautomatische Bewegungen 413 ff. — Erholende Wirkung der halbautomatischen Bewegungen 416.  
 Halbierungslinie des Körpers 6.  
 Halbmondförmige Klappen 266.  
 Halbzirkelförmige Kanäle des Ohres 439.  
 Hals: Äußere Form des H. 2. — Drehung des 61 f. — Muskeln des H. 204 ff.  
 Halsgegend, vordere 204.  
 Halswirbel 58 f.  
 Halteren: Sprung mit H. 533.  
 Haltung: Normale H. 76 ff. — Militärische H. 78. — Bequeme H. 79.  
 Haltungsfehler: Vorbeugende Maßnahmen 92 ff. — Ursachen der H. 86 f. — Betämpfung der H. 99 ff.

Haltingsformen, häufigere 79 ff.  
 Haltungsgymnastik 97 ff.  
 Hammerwerfen 558 f.  
 Hämoglobin 296.  
 Hand: Äußere Form der H. 4. — Knochen und Gelenke der H. 115 ff. — Muskeln der H. 239 ff. — Inanspruchnahme der H. beim Turnen 120. — Rechte und linke H. 393 f.  
 Handfertigkeit 120. — Koordination der H. 402.  
 Handgelenke: Bewegungen in den H. 117 f.  
 Handiart 517 ff.  
 Handteller: Furchen des H. 117.  
 Handüberhandschwimmen 563.  
 Handwurzelband 117.  
 Hang, der 453 f. — Übungen im H. bei der Haltungsgymnastik 99.  
 Hangbein beim Gehen 462.  
 Harmonische Ausbildung 178.  
 Harn und Harnorgane 374 f.  
 Harnblase und Harnleiter 375.  
 Harnstoff und Harnsäure 374.  
 Harnstoffausscheidung beim Radfahren 592.  
 Hafenscharte 52.  
 Hauptnahrungsstoffe und ihre Zusammensetzung 353 ff.  
 Haut: Bau und Tätigkeit der H. 328 ff.  
 Hautblutgefäße: Zülluug der H. 334.  
 Hautpflege durch Bäder 341 ff.  
 Haerfische Kanälchen 42.  
 Hebelwirkung der Muskeln 189 f.  
 Heilung, erste, bei Wunden 609.  
 Heizung der Turnhallen 318.  
 Hemisphären des Gehirns 385 f., 391 f.  
 Herz: Gestalt und Lage 261 f. — Innerer Bau 264 ff. — Anstrengung und Ermüdung 284 ff. — Entwicklung des Herzens und der Blutgefäße 293 f. — Wachstum des Herzens in den Entwicklungsjahren 18 f., 595 f. — Stoffverbrauch des H. 281. — Überarbeitung des H. 284 ff. — Einwirkung der verschiedenen Sportarten auf die Herzgröße 287 ff. — Übung und Kräftigung des Herzens 289 ff. — Übungsbedürfnis des Herzens 294 f.  
 Herzbeutel 263 f.  
 Herzbewegung (Einfluß der Atmung auf die H.) 282.  
 Herzdehnung nach Dauerübungen 285. — H. nach Kraftübungen 286.  
 Herzermüdung nach schnellstem Steigen 493.  
 Herzerweiterung bei Kreislaufstörungen 284.  
 Herzfehler (Klappenfehler) 264 f. — Radfahren bei H. 590.  
 Herzkranke 265. — Verbot des Laufs für H. 511.  
 Herzmuskelfasern, ihr Bau 154, 262.  
 Herznerven 274.

Herzohren 264.  
 Herzstoß 274.  
 Herztöne 274.  
 Herzverkleinerung nach Schnelligkeitsleistungen 285.  
 Hexodiphosphorsäure 160.  
 Highmorshöhle 50.  
 Hilfe, volle 603 ff.  
 Hilfegeben beim Sprung 544.  
 Hilfsatemkräfte und -muskeln 253.  
 Hilfsbänder der Gelenke 43 f.  
 Hilfskräfte des Kreislaufs 282 f.  
 Hilfsluft 307 f.  
 Hindernislauf 519 f.  
 Hintgang 467.  
 Hinterhauptbein 47 f.  
 Hirnanhang 379.  
 Hirnerschütterung 609.  
 Hirngewicht 389.  
 Hirnhaut, harte 389.  
 Hirnhöhlen 387.  
 Hirnnervenpaare 424 f.  
 Hirn-Rückenmarksflüssigkeit 389.  
 Hirnschädel 46.  
 Hirnsubstanz, graue und weiße 381. 386 f.  
 Hirnwindungen 390.  
 Hirnzentren 390 ff.  
 Histamin 167.  
 Hitzschlag 335 f.  
 Hochsprung und Kraftaufwand beim H. 529 ff.  
 Höchstarbeit der Atemorgane beim Lauf 509.  
 Höchstleistungen beim Lauf 504 ff.  
 Höchstleistungsfähigkeit des Muskels 175 f.  
 Hochtouren 492.  
 H o d e n e S t e l l u n g 451 f.  
 Hochsprung 541.  
 Hoden und Hodenkanälchen 376 f.  
 Hohe Schulter beim Entstehen von Skoliose 91.  
 Höhler (oder höhlrunder) Rücken 80.  
 Höhlmuskeln 187 f.  
 Höhlvene, ober und untere 271.  
 Horizontale Schwankungen des Beckens beim Gehen 468 f. — beim Lauf 503. — beim Steigen 487 f.  
 Hormone 20, 379 f.  
 Hornhaut des Auges 431.  
 Hornschicht der Haut 329.  
 Hörsphäre im Großhirn 391.  
 Hüftbreite 11, 125.  
 Hüften: Äußere Form 5.  
 H ü f t g e l e n k 126 ff. — Bewegungen im H. 128 ff.  
 Hüftmeßapparat von Schmidt 88 ff.  
 Hüftnerve 426.  
 Hüftschlagader, innere und äußere 270.  
 Hüfteraube 150.

Hühnerbrust 108.  
 Hüllen, häutige des Gehirns 389.  
 Hünengestalt 26.  
 Hunger und Durst 355.  
 Hüftsprung 543.  
 Hürdenlauf 519.  
 Hyaliner Knorpel 43.

## J.

Jahreszeiten: Übung im Freien bei verschiedenen J. 336.  
 Jahreszwächse: Kurven der J. 19.  
 Jochbogen und Jochbein 50.  
 Jodothyrin 379.  
 Iris 188, 431.  
 Isodynamie der Nahrungsstoffe 358.  
 Jugend vor der Reife: Vorteile des Laufs für sie 510.  
 Jugendspiele, siehe Spiele.

## K.

Kaffee und Koffein 363.  
 Kakaó 363.  
 Kalorien, kleine und große 183 f.  
 Kalte Bäder 341 ff.  
 Kammgriff beim Hang 455.  
 Kampfspiele 408 f.  
 Kanäle, halbzirkelförmige des Ohrs 439.  
 Kanon der menschlichen Figur 7 ff.  
 Kapazität, vitale der Lungen 308.  
 Kappen- oder Trapezmuskel 214 ff.  
 Kapselband der Gelenke 43.  
 Karbolwasser 611.  
 Katarrh durch Atmen von Staubluft 315.  
 Kaubewegungen 346.  
 Kaumuskeln 203.  
 Kehldedeckel 301.  
 K e h l k o p f 301 ff.  
 Kehlkopfbilder der Sprechatmung 303, 320.  
 Keilbein 48.  
 Kenotogin von Weichardt 165 f.  
 Kernwurf 551.  
 Kiefergelenk 51.  
 K i n d: Wachstum und Körperverhältnisse im Kindesalter 15 ff. — Übungsbedürfnis im Kindesalter 597.  
 Kindergärten 92 f.  
 Kinderspiele 597.  
 Kinetische Energie 161.  
 K l e i d u n g und Kleidungsstoffe 337 f. — K. bei Leibesübungen 338 f. — K. bei Bergwanderungen 497. — K. bei Turnfahrten 485. — K. beim Radfahren 594.  
 Kleinhirn 387.

- Klettern 461, 488.  
 Klettern auf der Leiter 489 f.  
 Klimmen 489.  
 Klimmziehen am Red: Arbeitsaufwand dabei 196.  
 Knebelverband bei Schlagaderblutung 612.  
 Knidarm bei Frauen 30 f.  
 Knidstih 459.  
 Knie: Äußere Form 5.  
 Kniebeuge: Tätigkeit der Streckmuskeln bei der Kn. 198. — Tiefste Kn. 452.  
 Kniegelenk 131 ff. — Bewegungen im Kn. 134. — Muskeln, welche das Kn. bewegen 251 ff.  
 Knien 452.  
 Kniescheibe 131.  
 Knochen: Allgemeine Eigenschaften der Kn. 37 ff. — Äußere Form der Kn. 39. — Feinerer Bau der Kn. 42. — Verbindungen der Kn. 42 f.  
 Knochenbrüche 606 f.  
 Knochenerden 37, 42.  
 Knochenhaut 41.  
 Knochenferne 42.  
 Knochenleim 37.  
 Knochenmark 41.  
 Knochenrinde 40.  
 Knorpel 43.  
 Knorpelhaft 46.  
 Kohlen säureverdrängung im Blut bei Muskelarbeit 162.  
 Kohlehydrate 354. — Synthese der K. 357.  
 Kohlenoxyd 298 f.  
 Kohlen säure: Menge der K. in der Atemluft 312 f. — K. im Blute. 298 f. — K. beim Rudern 576.  
 Kollmanns Proportionsfigur 13.  
 Kolloide des Muskels 161.  
 Komplementärluft 307.  
 Konsonanten: Bildung der K. 303.  
 Kontraktionsphase des Muskels 160.  
 Koordination der Bewegungen 400 ff. — Schulung der K. 403 f. — Verschiedenheiten der K. 402 f.  
 Koordinieren, plötzliches 407. — K., vorheriges 406.  
 Kopf: Äußere Form 1. — Knochen des K. 46 ff. — Muskeln des K. 201 ff.  
 Kopfgriff bei Ertrinkenden 616.  
 Kopflänge 9.  
 Kopfmark 385.  
 Kopfnasenhöhe 12.  
 Kopfschlagader 267.  
 Kopfwender 205.  
 Körper: Äußere Form des K. 1 ff.  
 Körperbau: Geschlechtsunterschiede im K. 29 ff. — Symmetrie des K. 6.  
 Körperform, athletische 176.  
 Körperhaltung 76 ff. — Einfluß des Schwimmens auf die K. 565.  
 Körperlänge 9 f.  
 Körpermaße nach dem Dezimalsystem 12 ff.  
 Körpermessung nach Martin 22.  
 Kostmaß, tägliches 357 f.  
 Krafterheiten 183.  
 Kraftquellen des Körpers 344.  
 Kraftstoffwechsel 159 ff.  
 Kraft-, Dauer- und Schnelligkeitsübungen: Begriff der 173 f. — Kraftübungen, allgemeine und örtliche 173. — Kraftzunahme der Muskulatur 174 ff. — Einfluß der Kr. auf das Herz 284.  
 Krampfadern 282.  
 Kranznaht 48.  
 Kranzschlagadern des Herzens 267.  
 Kreislauf des Blutes 272. — Großer Kr. 272. — Kleiner Kr. 273. — Hilfskräfte des Kr. 282 f.  
 Kreislaufstörungen 264 f. — Bergsteigen bei Kr. 290.  
 Kreuzbänder des Kniegelenks 133. — Kreuzbein 60.  
 Kreuzgrübchen 3.  
 Kriechstoß (orawling) 564.  
 Kriechübungen 101 f.  
 Kristalllinse des Auges 433.  
 Kropf 204, 379.  
 Kugelgelenk 44.  
 Kugelwerfen 552.  
 Kultur: Einfluß auf die Körperentwicklung 27.  
 Kümmerformen des Menschen 27.  
 Künstliche Atmung 619 ff.  
 Kunstschritarten 476 f.  
 Kurzkopf 56.  
 Kurzjichtigkeit 436 f.  
 Kurztunde 94.  
 Kyphose 82.

## Σ.

- Labdrüsen des Magens 349.  
 Laberym 350.  
 Labyrinth des inneren Ohres 439.  
 Lagerung, richtige, eines Verunglückten 603.  
 Lahmer Brustkorb 107.  
 Laktazidogen 160 ff.  
 Lambdanaht 48.  
 Langsame Bewegungen: Muskelarbeit dabei 199 ff.  
 Langsamer Schritt 476.  
 Langschädel 56.  
 Latente Reizung des Muskels 157.

- L a u f:** Arbeitsleistung beim Lauf 503 f. —  
 Bewegungsmechanismus 500 f. — Lauf als  
 Dauerübung 514. — Körperliche Einwirkun-  
 gen des L. 506 ff. — Gesundheitliche Vor-  
 züge des L. 509 f. — Schnelligkeit des L.  
 504 f. — Schneller L. 511 ff. — Pflege des L.  
 515. — Einwirkung des L. auf das Herz  
 507 f. — Lauf im Spiel 520.  
 Laufrad von Drais 580.  
 Laufübungen auf Befehl 520.  
 Lebensknoten im Kopfmark 388.  
 Leber 351.  
 Lederhaut 331.  
 Lehlingsalter: Übungsbedürfnis im L. 599.  
 Leibesübung im Freien zu verschiedenen Jahres-  
 zeiten 336.  
 Leinenstoffe 339.  
 Leistenanal und -bruch 228 f.  
 Leistungsfähigkeit, mittlere 184 ff.  
 Leistungswert, mechanischer und physiologi-  
 scher 186.  
**L e i t e r:** Steigen und Klimmen auf der L.  
 489.  
 Lendenstärke, mittlere, nach Quetelet 182.  
 Lendenwirbel 60.  
 Lendenwirbelsäule: Krümmung der L. 68.  
 Lichtbrechende Medien des Auges 433.  
 Lidknorpel 428.  
 Liegehang und Liegestütz 98.  
**L i e g e n** 451.  
 Liegestützübungen 227.  
 Linkshänder, Zahl der 7.  
 Linkshändigkeit 393 f.  
 Linoleum-Substrat in Turnhallen 316 f.  
 Linse des Auges 433.  
 Lodenstoffe, imprägnierte 339 f., 497.  
 Lokale Muskelermüdung 166 f.  
**L u f t:** Wärme, Feuchtigkeit und Bewegung  
 der L. 312 f. — Zusammensetzung der L. 312.  
 Luftdruck: Wirkung auf das Hüftgelenk 128.  
 Lufttröhre 304.  
**L u n g e n:** Äußeres und Bau 304 f. — Entwic-  
 lung der L. in der Reifezeit 327. — Fassungs-  
 kraft der L. 308. — Gaswechsel in den L.  
 312 f. — Lungenpflege durch Atemübungen  
 321 ff.  
 Lungenblähung: Brustkorb bei L. 107.  
 Lungenbläschen 305.  
 Lungenemphysem 319.  
 Lungenentwicklung: Bedeutung für die  
 körperliche Leistungsfähigkeit 322. — Be-  
 deutung des Spiels und des Laufs für die  
 L. 324.  
 Lungenfranke: Gefährlichkeit des Laufs für  
 L. 511.  
 Lungenmagennerv 425.
- Lungenschlagader 273.  
 Lungenspitzen 304, 325.  
 Lustgefühle: Einfluß der L. auf die Reaktions-  
 zeit 399.  
 Luzation 605.  
 Lymphdrüsenanschwellung b. vergifteten Wunden  
 610.  
 Lymphgefäße und Lymphdrüsen 299.  
 Lymphgefäße des Darms 353.
- M.**
- M a g e n** 348 f. — Verdauung im M. 349.  
 Magenrube 2.  
 Magerkeit 28 f.  
 Malaria 353.  
 Malpighische Körperchen der Niere 376.  
 Malpighisches Netz der Haut 329.  
 Mandeln des Gaumens 301.  
 Marathonlauf 160 f.  
 Markhöhle der Knochen 41.  
 Markscheide der Nerven 383.  
**M a r s c h:** Arbeitsaufwand beim M. in der  
 Ebene 471 f.  
 Massage des ermüdeten Mustels 168.  
 Massage beim Tränieren 371.  
**M a ß v e r h ä l t n i s s e,** wichtige des Kör-  
 pers 9 ff.  
 Mastdarm 350.  
 Matratzen, staubhaltige beim Sprung 544.  
 Matthias: Erhebung über die Wachstums-  
 förderung durch Leibesübungen 20.  
 Mechanik der Atembewegungen, ihre Ver-  
 besserung 306 f.  
 Mechanisches Wärmeäquivalent 183.  
 Mechanisieren von Bewegungen 404 f.  
 Meibomsche Drüsen 429.  
 Menstruation 378 f.  
 Meßpunkte nach Martin 22.  
 Meterkilogramm als Arbeitsmaß 183.  
 Meyersche Linie beim Fuß 146.  
 Michelangelos Kanonfigur 8.  
 Mikrocephalen 389.  
 Milchbrustgang 230, 299, 353.  
 Milchdrüsen 207.  
 Milchsäure im Muskel nach Arbeit 160 ff.  
 Milchsäuregehalt im Blute bei Muskelarbeit 161.  
 Milchsäuresynthese 162 f.  
 Milchzähne 52.  
 Militärische Haltung 78  
 Milz 353.  
 Milzstechen 353.  
 Mimik 202.  
 Mitbewegungen 404.  
 Mitella 605.  
 Mitralklappe 264.  
 Mittelfuß 139.

Mittelgröße 26.  
 Mittelhand 117.  
 Mittelohr 438.  
 Mittelwert der Leistungsfähigkeit des Muskels 175.  
 Modul 8.  
 Motorische Endplatte im Muskel 153.  
 Mumps 205.  
 Mundhöhle 346 f.  
 Mundspalte: Muskeln der M. 202.  
 Mundspeichel 205, 347.  
 Muskel 151 ff. — Feinerer Bau des M. 151 f. — Nervenendigung im M. 153. — Unwillkürliche oder glatte M. 154. — Blasige und rote (trübe) M. 151. — Erregbarkeit der M. 154 f. — Zusammenziehung der M. 164 f. — Ermüdung der M. 171 f. — Erholung der M. 174. — Kraftzunahme der M. 174 ff.  
 Muskularbeit: Formveränderung an der Körperoberfläche bei M. 192 f. — Arbeitsart der Muskeln 187 f. — Arbeitsleistungen der M. 180 f. — Vorgänge bei M. 159 ff. — Einfluß der Schwerkraft und anderer Widerstände 194 ff. — M. in gedehntem Zustand der M. 180 ff. — Hebelwirkung bei M. 189 f. — Gleichsinnige und gegensinnige M. 194 f. — Blutverschiebung bei M. 166 ff.  
 Muskelassoziationen 400 f.  
 Muskelbinde (Saxzie) 192 f.  
 Muskelermüdung, örtliche und allgemeine M. 157 f. — Stoffliche Ursachen der M. 164 f. — Einfluß der M. auf die geistige Tätigkeit 420 ff.  
 Muskelkraft, absolute 181.  
 Muskel- und Gelenksinn 440 f.  
 Muskelmesser von Mosso 421.  
 Muskelständigkeit: Einfluß auf die Wuchsform 26.  
 Muskelwachstum im Knabenalter 17 f.  
 Muskelzudung 155 f.  
 Mut: Erziehung zum M. 410.  
 Mutterband, rundes 378.  
 Muttermund 378.  
 Myographion 156.  
 Myopie in der Schule 436 f.  
 Myxödem 24, 379.

## N.

Nachtmarische 484.  
 Nackenband 62.  
 Nackenmuskeln 214 ff.  
 Nacktturnen 339.  
 Nägel und Haare 330.  
 Nagel: eingewachsener 146, 150.

Nahepunkt beim Sehen 434 f.  
 Nahrungsstoffe: Grundstoffe 353 ff. — Zusammensetzung der N. 359 f. — Ausnutzung der N. 360 f. — Verbrennungswärme der N. 358 f. — Assimilation und Dissimilation der N. 356. — Nahrungsverbrauch bei Muskelarbeit 357 f.  
 Nähte der Knochen 46. — N. der Kopfknochen 48.  
 Nasenbluten 300 f.  
 Nasenflügel: Muskeln der N. 202.  
 Nasenhöhle 300.  
 Nasenlänge 9.  
 Nasenmuskeln 51.  
 Nasenschleimhaut 51.  
 Natürliche Haltung: sog. von Meyer 79.  
 Natürlicher Gang 462 ff.  
 Nebennieren 375.  
 Neigung des Kopfes: Seitliche N. beim Schreiben 84.  
 Nerven: periphere N. 424. — Empfindungs- und Bewegungsnerven 381. — Erregbarkeit der N. 381.  
 Nervenbahnen 395 f.  
 Nervenfasern: Bau der N. 383 f.  
 Nervengeflechte der Rückenmarksnerven 426  
 Nervensystem: Aufgabe des N. 381 ff. — Animales und vegetatives N. 383. — Einfluß des Radfahrens auf das N. 593.  
 Nervenwurzeln des Rückenmarks 388 f.  
 Nerven- oder Ganglienzellen 384 f.  
 Netzhaut des Auges 432.  
 Neurone 395 ff.  
 Nieren 375.  
 Nierenreizung bei Anstrengung 164.  
 Nikotin 363 f.  
 Normalhaltung 77 f.  
 Normalichtigkeit 433 f.  
 Normalstellung 76.

## O.

O=Bein 136.  
 Oberarm: Äußere Form 3 f. — Bewegung des O. nach aufwärts 111 ff.  
 Oberarmbein 110.  
 Oberarmmuskeln 236 ff.  
 Oberhaut 329.  
 Oberkiefer 50.  
 Oberleidung 338.  
 Oberschenkel: Äußere Form des O. 5.  
 Oberschenkelbein 126. — Stellung von Ober- und Unterschenkel gegeneinander 135 f.  
 Oberschenkelmuskeln 251 ff.  
 Oberschlüsselbeingruben am Hals 2.  
 Ohnmacht: Erste Hilfe bei O. 603.



- Ohr: Äußeres O. 437 f. — Inneres O. 439 f.  
 — Muskeln des O. 203.  
 Ohrlabyrinth 439.  
 Ohrenschmalzdrüsen 438.  
 Ohrspeicheldrüse 203 f.  
 Ohrtrompete 438.  
 Ordnungsübungen 406.  
 Oertelkur 290.  
 Orthodiagraphie des Herzens 280, 288.  
 Orthopädische Turnstunden 99 ff.  
 Örtliche Ermüdung 167 f.  
 Ortsbewegungen: Allgemeines über O. 460 f.  
 Oxyhämoglobin 298.
- P.**
- Paddelboot 579.  
 Parotis 203 f.  
 Paukenhöhle 438 f.  
 Pausen zwischen den Schulstunden 94.  
 Peders Versuch: Zunahme der Muskelleistung  
 174 f.  
 Pendelschwingung des Hängbeins beim Gehen  
 462.  
 Peptin 350.  
 Pepton 350.  
 Periostr 41.  
 Pfanne des Hüftgelenks 126 f.  
 Pfeilnaht 48.  
 Pferd springen 537 ff.  
 Pfortader 271.  
 Pfortner des Magens 348.  
 Phosphorsäure 161.  
 Photographische Methode zur Untersuchung  
 von Bewegungen 466 f.  
 Physiognomie 202.  
 Plethysmograph oder Kastenmesser 169.  
 Pneumographische Darstellung der Sprech-  
 bewegungen 321.  
 Polyklet: Kanon des P. 8.  
 Poupartisches Band 221, 228, 283. — Druck- und  
 Saugwirkung des P. auf den Blutumlauf  
 283 f.  
 Pressung 223, 275 f. — Einfluß der P. auf  
 das Herz 275 f.  
 Primitivfibrillen der Nerven 383 f.  
 Profilminkel 55.  
 Proportionslehre: Zur P. 7 f.  
 Proportionschlüssel von Schmidt u. Striickh.  
 13 ff.  
 Proscheks Übungen koordinierter Muskel-  
 gruppen 196.  
 Psychoakustisches Zentrum 391.  
 Psychomotorisches Zentrum 391.  
 Psychooptisches Zentrum 391.  
 Ptyalin 347.
- Puls: Häufigkeit des P. 276 f. — Einflüsse  
 darauf 276 f.  
 Pulsbewegung 276 ff.  
 Pulsturve 278.  
 Pupille 188, 431.  
 Pylorus 348.
- Q.**
- Quellungstheorie bei Muskelarbeit 161.  
 Quersfeldeintrennen 520.
- R.**
- Rabenarmmuskel 236.  
 Rabenschweiffortsatz 110.  
 Radenhöhle 301.  
 Rachitis 37, 49, 92.  
 Radfahren 579 f. — Arbeitsgröße beim  
 R. 585. — Körperliche Einwirkungen des  
 R. 589 ff. — Gesundheitliche Fragen beim  
 R. 593 f. — Einfluß des R. auf die Körper-  
 haltung 580 ff. — R. als Gleichgewichts-  
 übung 73.  
 Radfahrerinnen: Zweckmäßigste Kleidung für  
 R. 594.  
 Randierscher Schnürring der Nervenscheide 383.  
 Rassenunterschiede im Körperbau 27.  
 Rauchen 364. — Verbot des R. beim Trä-  
 nieren 372.  
 Rautenförmige Muskeln am Schulterblatt 217,  
 210.  
 Rautengrube der vierten Hirnhöhle 387.  
 Reaktionswärme im Muskel bei Arbeit 161.  
 Reaktionszeit 397. — Ihre Ver-  
 längerung oder Verkürzung 398 ff.  
 Rechts- oder Linkshändigkeit 393 f. — Rechts-  
 und Linkshänder: Zahl der 7.  
 Reflexbewegungen 411 f.  
 Reflexbogen im Rückenmark 412.  
 Regenbogenhaut 431.  
 Reifungszeit: Entwicklung in der R.  
 18 f., 599. — Herzentwicklung in der R.  
 293. — Lungenentwicklung in der R. 327.  
 Reigen 406, 417.  
 Reiz: seine Fortpflanzung im Nerven 157.  
 Rennfahren: Haltung beim R. 581 ff.  
 Rennuhr: Zeitmessung mit der R. 398.  
 Reserveluft 307.  
 Reservestoffe: Verbrauch der R. beim Trä-  
 nieren 369.  
 Restitutionsphase bei Muskelarbeit 160.  
 Residualluft 307.  
 Respirationsapparate 319 f.  
 Respirationsluft 307.  
 Respiratorischer Quotient 312.  
 Rettig-Bank 94.

- Rhythmische Bewegungen 414 f.  
 Rhythmischer Wechsel von Arbeit und Er-  
 schlaffung bei Dauerleistungen 472.  
 Rhythmus bei Leibesübungen 417.  
 Riechnerv 427.  
 Riechstoffe der Haut 333.  
 Riechzellen 427.  
 Riesenwachstum, angeborenes der Muskeln  
 176.  
 Riesenwuchs 24.  
 Ringen: Einfluß auf das Herz 286. —  
 Nervenspannung beim R. 408.  
 Rippen 103.  
 Rippenbögen 104.  
 Rippenbündel 85 f.  
 Rippenheber, kurze und lange 219.  
 Röhrenknochen 39.  
 Rollbinde 605.  
 Rolle des Oberarms 111.  
 Rollhügel, großer und kleiner des Ober-  
 schenkelbeins 126.  
 Rollmuskeln des Schenkels 251.  
 Rollsit im Ruderboot 571, 573 f.  
 Rollung im Kniegelenk 254.  
 Rücken: Äußere Form 3. — Flach R. 79.  
 — Höher R. 80. — Runder R. der Jugend.  
 81. — Seine Bekämpfung 99 ff.  
 Rückenmark 388. — Häutige Hüllen des  
 R. 389. — Faserverlauf im R. 396. — Rücken-  
 marksnerven 426.  
 Rückenmuskeln: Übungen der R. 96 f.  
 — Breite R. 212 ff. — Länge R. 219.  
 Rückenschwimmen 563.  
 Rückgratsverkrümmung, seitliche  
 vorübergehende 83 f. — Dauernde R. oder  
 Skoliose 85 ff. — Erkennung der R. 90. —  
 Bekämpfung der R. 99 ff.  
 Rückack 497.  
 Ruder, das 569.  
 Ruder 567 ff. — Bewegung beim R. auf  
 festem Sitz 571 f. — Auf Gleit- oder Rollsit  
 573 f. — R. als Schnelligkeitsbewegung  
 575 f. — R. als Dauerübung 577 f. — Ein-  
 fluß des R. auf die Atmung 575.  
 Ruderzug 572, 574.  
 Ruhehaltungen: Allgemeines über R. 445 f.  
 Rumpff: Äußere Form 2. — Aufbiegen des  
 R. 98 — Beugen, Strecken und Senken  
 des R. 64 f.  
 Rumpfbeuge: Tätigkeit der Strecken bei der  
 R. 97 ff.  
 Rumpfbeugung vorwärts 64 f. — R. rückwärts  
 95 ff.  
 Rumpfdrehen 63.  
 Rumpfsenken 65. — R. aus dem Sitz auf der  
 Turnbank 98.
- Runder Rücken der Jugend 81. — Seine  
 Bekämpfung 99 f.  
 Rundtopf 56.
- S.**
- Sägemuskel, großer vorderer 210 f.  
 Salze der Nahrung 354.  
 Salzsäure des Magens 350.  
 Samenbläschen 377.  
 Samenkörperchen 377.  
 Samenstrang 228, 377.  
 Sarkolemma 151.  
 Sarkoplasma 151.  
 Sattelgelenk 45. — S. des Daumens 119 f.  
 Sauerstoff der Luft 312.  
 Sauerstoffbedarf bei Muskel-tätigkeit 313.  
 Sauerstoffmangel nach Arbeit 165.  
 Säugling: Wachstum und Körperform 15 f.  
 Schädel: Entwicklung 48 f. — Form des  
 Sch. 1, 53 ff. — Schädelgrund 50. — Schädel-  
 index 56 f. — Schädelknochen 47 f.  
 Shadows Polyplet 8.  
 Schäfersche Methode der künstlichen Atmung  
 619 f.  
 Schambein und Schamfuge 122 f.  
 Schamfuge als Körpermitte 9.  
 Schamröte als Reflex 412.  
 Scharniergelenke 45.  
 Scheide 378.  
 Scheitelbein 47.  
 Schenkelbeuger, zweiköpfiger 253.  
 Schenkelbruch und Schenkelkanal 228 f.  
 Schenkelschlagader 270. — Kompression der  
 Sch. bei Blutung 613 f.  
 Schenkelstrecker: vierköpfiger 253 f.  
 Schenkelvene, Beziehung zum Pourpartischen  
 Band 282 f.  
 Schersprung 529.  
 Schiefstellung des Beckens 83 f.  
 Schiefzähler 54.  
 Schienbein 130.  
 Schienen eines Knochenbruchs 607 f.  
 Schilddrüse 204, 379.  
 Schilddrüse 204, 301.  
 Schläfenbein 48.  
 Schlagaderblut: Aussehen des Sch. 266, 611.  
 — Gasgehalt des Sch. 298.  
 Schlagaderblutung: Stillung der Sch. 612 f.  
 Schlagader 266 ff. — Entwicklung der  
 Sch. 293 f.  
 Schlagballspiel 409.  
 Schlagfertigkeitübungen 407 f.  
 Schlank Wuchsform 25 f.  
 Schleimbeutel der Sehnen 190.  
 Schleimschicht der Haut 329.  
 Schleuderball 558.

- Schleuderwurf 556 f.  
 Schließmuskeln 188.  
 Schlingbewegung 347 f.  
 Schlundkopf 347.  
 Schlüsselbein 109.  
 Schlüsselbeinmuskel 210.  
 Schlüsselbeinschlagader 267 f.  
 Schmeißbecher der Zunge 440.  
 Schnecke des Ohrs 439.  
 Schneeschuhlauf: Einfluß auf das Herz 287 ff.  
 Schneidermuskel 253.  
 Schnelllauf: Herzanstrengung durch den Schn. 285.  
 Schnellgehen, athletisches 482 f.  
 Schnelligkeitsbewegungen: Arbeitsaufwand bei Schn. 185 f.  
 Schnelligkeitsübungen: Begriff der Sch. 173 f. — Übungswert der Sch. 186. — Wert der Sch. für die Jugend 294 f. — Einfluß der Sch. auf das Herz 285. — Steigerung der Atemgröße durch die Sch. 324 f.  
 Schnürschuh 149.  
 Schoßwurf 551 ff.  
 Schollenmuskel der Wade 255 f.  
 Schottischer Hochsprung 529 f.  
 Schrägsprung 529.  
 Schraubengelenk 45.  
 Schreibhaltung, fehlerhafte 84.  
 Schreibstütze 81.  
 Schritt: Natürlicher und Kunstschritt 474 f. — Langsamer Schritt 478. — Schrittarten 476.  
 Schrittgeschwindigkeit und -weite beim Streckgang 478 f.  
 Schrittlänge und Dauer beim Gehen 470 f. — Sch. beim Lauf 500 f. — Sch. der Beine 12.  
 Schuh: Dynamographischer von Marey 465 ff. — Naturgemäßer Sch. 144 ff. — Sch. und Schuheinlage bei Plattfuß 140 f. — Sch. bei ungleicher Beinlänge 88.  
 Schuhwerk bei Bergwanderungen 497 f.  
 Schularbeit: Einfluß auf das Sehvermögen 436.  
 Schulbank: Zweckmäßige Gestaltung der Sch. 93 ff.  
 Schulkindergarten 92 f.  
 Schulleben: Einfluß auf das Herz 294 f.  
 Schulstunde: Dauer der Sch. 94.  
 Schulter, hohe, bei beginnender Skoliose 90 f.  
 Schulterblatt 110.  
 Schulterbreite 11.  
 Schultergelenk 111 f.  
 Schultergerüst 108 f.  
 Schulterhöhe 109.  
 Schultermuskeln 233 ff.  
 Schultern: Heben und Senken der Sch. 112 f.  
 Schulturnstunden, ihre Anordnung im Stundenplan 423.  
 Schulzeit vom 9. bis 14. Jahre: Übungsbedürfnis 598.  
 Schuppennacht 48  
 Schwächlinge: Atemübungen für Schw. 325 f.  
 Schwammige Substanz der Knochen 40.  
 Schwankungen, senkrechte und wagerechte beim Gehen 468 f.  
 Schwannsche Scheide der Nerven 383.  
 Schwebbaum 72.  
 Schwedische Gymnastik 201. — Widerstandsübungen der Schw. 196 f.  
 Schweiß: Menge und Zusammensetzung 332.  
 Schweiß- und Talgdrüsen der Haut 332.  
 Schweißfuß 150.  
 Schwerkraft: Einfluß auf die Muskelarbeit 194 ff.  
 Schwerepunkt des Körpers 69 ff. — Verschiebungen des Schw. 72 ff. — Verlegung des Schw. durch Fremdlast 74 ff. — Schwerlinie 69. — Einfluß auf die Haltung der Wirbelsäule 67 f.  
 Schwimmen 342 f., 559 ff. — Übungswert des Schw. 565. — Einfluß des Schw. auf Atmung und Kreislauf 565 ff.  
 Schwimmgang 457.  
 Schwingübungen am Pferd als Übung der Bauchmuskeln 225.  
 Schwingungen der Arme beim Gehen 469.  
 Schwungwurf 556 f.  
 Seelenblindheit und Seelentaubheit 391.  
 Sehloch 51.  
 Sehne und Sehnen Scheide 152, 191.  
 Sehnerv 424.  
 Sehnige Inskrift in den Muskeln 190.  
 Sehstärke 433.  
 Sehsphäre im Gehirn 391.  
 Seilgehen und -laufen 72.  
 Seitenbänder bei Scharniergelenken 43 f. — S. des Kniegelenkes 131 f.  
 Seitenschwimmen 563.  
 Seitenstechen beim Lauf 510.  
 Sekretion, innere 378 ff.  
 Selbstwiderstandsbewegung 196.  
 Senkrechte Erhebung beim Gehen 468. — S. beim Beugemarsh 480. — S. beim Lauf 500. — S. beim Streck- und Beugelauf 515.  
 Siebbein 48.  
 Silberstische Methode der künstlichen Atmung 619.  
 Singatmung 320.  
 Sitzbein 122.  
 Sitzen 449 f. — Sitzhaltung in der Schule und ihr Einfluß 323. — Sitzhaltung, vordere und hintere 449 f.  
 Sitznorren 122.  
 Skilaut: Einfluß auf das Herz 287 f.

- S**koliose 85 ff. — Statische St. 87 f. — habituelle St. 88 f. — Erkennung der St. 90 ff. — Befämpfung der St. 92 ff. — Kränklichkeit bei St. 90.  
**S**ohlendreieck 71.  
**S**ohlenschnitt des Schuhs 146.  
**S**ömnerings Tafel eines weiblichen Skeletts 31.  
**S**onne: Lebendige Kraft der S. 344.  
**S**onnenstich 335 f.  
**S**oziale Verhältnisse: Einfluß auf die Körperentwicklung 27.  
**S**pannbeuge 97.  
**S**panner der Schenkelbinde 247.  
**S**pannhang 455.  
**S**pannung beim Gekhten und Ringen 400.  
**S**pannweite der Arme 11.  
**S**peerwurf 551.  
**S**peiche 114. — Drehung der Sp. 115. — Bruch der Sp. 607.  
**S**peicheldrüsen 346.  
**S**peichenschlagader 269.  
**S**peisen: Zubereitung und Wärme der Sp. 361.  
**S**peiseröhre 347 f.  
**S**permatozoen 376 f.  
**S**pezifisches Gewicht des Körpers 559.  
**S**phygmograph 277 f.  
**S**pielbein beim Stehen 446.  
**S**piele 407 f. — Sp. in den ersten Schuljahren 597 f. — Bedeutung der Sp. für die Lungenentwicklung 324 f. — Sp. als Schlagfertigkeitübung 407. — Lauf beim Sp. 520 f.  
**S**pielnachmittag 95, 599.  
**S**pinnewebenhaut des Hirns und Rückenmarks 389.  
**S**piralgelenk 45.  
**S**pirometer 308 f.  
**S**pißenband der Wirbelsäule 62.  
**S**portherz 287 ff.  
**S**portkleidung 338 f.  
**S**porttypen 23.  
**S**prachzentrum 391.  
**S**prech- und Singatmung 320.  
**S**prechstimme: Bildung der Spr. 302 f.  
**S**prung: Bewegung beim Spr. 521 ff. — Spr. mit Anlauf 533 f. — Übungswert des Spr. 543 f. — Vorsichtsmaßregeln beim Spr. 544. — Kraftaufwand und Maß beim Spr. 529 ff. — Tätigkeit der oberen Gliedmaßen beim Spr. 541 f. —  
**S**prung gemischter 537. — Spr. gem. aus dem Stande 541.  
**S**prungbein 137 f.  
**S**prungbrett: Fehltreten auf dem Spr. 604.  
**S**prunggelenk 142.  
**S**pulmuskeln der Hand 243. — Sp. am Fuß 258.  
**S**tabpringen 541 f.  
**S**tabwinden: Einfluß auf das Handgelenk 121.  
**S**tammeln 304.  
**S**tandbein beim Stehen 446.  
**S**tandwaage 74.  
**S**tärkemehl: Umwandlung durch den Mundspeichel 347.  
**S**taub in Turnhallen 316 f.  
**S**tauböl 317.  
**S**taubschädigungen 315.  
**S**teharbeit (Jäger) 136, 141.  
**S**tehen, aufrechtes auf beiden Füßen 445 f. — St. mit Belastung vorzugsweise eines Beins 446. — St. auf den Fußspitzen 448. — St. auf einem Bein 448. — Stoffumkehrung beim St. 78.  
**S**teigen 486. — Bewegungsmechanismus beim St. 486 ff. — Arbeitsleistung beim St. 491. — Einwirkung des St. auf den Körper 492 ff.  
**S**teilschrift 94.  
**S**teißbein 60.  
**S**telzenlaufen als Gleichgewichtsübung 73.  
**S**temmbewegung der Hüfte beim Lauf 500.  
**S**tickstoffgleichgewicht 355.  
**S**timmblätter, wahre und falsche 302.  
**S**tirnbein 47.  
**S**tirnrahmen nach Staffel und Kollmann 81.  
**S**toffwechsel im arbeitenden Muskel 159 ff. — Stoffwechselbilanz 355. — Einfluß des Laufs auf den St. 508 f.  
**S**tößwurf 547 ff.  
**S**tottern 304.  
**S**traffe Gelenke 46.  
**S**traffgang 95.  
**S**treden am Vorderarm und an der Hand 243. — Str. der Zehen und des Fußes 257. — Str. vierköpfiger des Schenkels 253. — Str. dreiköpfiger des Arms 238. — Str. des Hüftgelenks 247 ff.  
**S**treckgang natürlicher, als Gehübung 474 f.  
**S**treckhang 454.  
**S**treckstütz 457 f.  
**S**tromgeschwindigkeit des Blutes 278.  
**S**trumpf: Naturgemäße Form des Str. 149 f.  
**S**türmen auf eine Anhöhe 489, 493.  
**S**turmarsch 470 f.  
**S**turmspringen 535 f.  
**S**turzhang 456.  
**S**tütz 457 f.  
**S**tützbein beim Gehen 462.  
**S**tützen und Stützhüpfen 458 f.  
**S**ymmetrie des Körperbaus 6 f.  
**S**ynovia und Synovialhaut 43.  
**S**ynthese der Eiweißkörper 356.  
**S**ynthese von Laktazidogen 165.

**T.**

- Tabak 363 f.  
 Taillendruck bei Feststellung einer Skoliose 91.  
 Talgdrüsen 352.  
 Takt und Automatie 416 f.  
 Tanz 417.  
 Tastbewegung 244.  
 Tastempfindung und Tastinn 440 ff.  
 Tasterzirkel (Griesbach) 419 f.  
 Tastkörperchen der Haut 331.  
 Tee und Tein 363.  
 Teobromin 363.  
 Tetanus des Muskels 158 f.  
 Thymusdrüse 379.  
 Thyreoidin 379.  
 Tiefatmen in Verbindung mit Körperbewegungen 98 ff., 325 f.  
 Tiefsprung 527 f.  
 Tierische Nahrungsmittel 359 f.  
 Tigroidschollen der Ganglienzellen 384.  
 Tonbildung im Kehlkopf 302 ff.  
 Tonische Automatie 412.  
 Torsion der Wirbel bei Skoliose 85 f.  
 Toter Punkt 163.  
 Tränenorgane 430.  
 Tränieren 367 ff. — Vorschriften zum Tr. 372 ff. — Wert des Tr. 378.  
 Tränirte Muskeln: Erscheinungen dabei 177 f.  
 Trapezmuskel 214 f.  
 Treppensteigen 489.  
 Trichterbrust 108.  
 Trittpur des Fußes 140.  
 Trommelfell 438.  
 Tuberkelbazillen 316.  
 Tuberkulose: Häufigkeit der T. 316.  
 Turnen, deutliches, als Schule der Koordination 402 f. — Moralische Einwirkungen des T. zur Erzielung guter Körperhaltung 95. — Erziehung zum Mut durch das T. 410 f. — Rhythmus beim T. 417.  
 Turnfahrten 484 f.  
 Turnfieber 168.  
 Turnhallen: Heizung der T. 318. — Staub in den T. 316 ff. — Fußboden der T. 317.  
 Turnkleidung 338.  
 Turnkrone 75.  
 Turnschuh 149.  
 Turnstunden, ihre Lage im Schulunterricht 423. — T. bei höheren Lehranstalten 599.

**U.**

- Überanstrengung des Herzens 284 f. — U. bei Allgemeiner müdigung 292.  
 Überdauer bei Dauerbewegungen 292 f.

- Überfetzung beim Fahrrad 585.  
 Übersprung mit gegrätschten Beinen 537 ff.  
 Übertrainiertsein 373.  
 Übung: Einfluß auf die Reaktionszeit 399. — U. in freier Luft 597 f.  
 Übungsbedürfnis, in der ersten Schulzeit 597. — im 9. bis 14. Jahre 598. — im 14. bis 19. Jahre 599. — im 20. bis 30. Jahre 600. — in den Jahren der Vollkraft 600.  
 Umkehr der Blutverschiebung 169.  
 Umklicken 228.  
 Umschlagen des Fußes 604.  
 Unglücksfälle beim Radfahren 592 f.  
 Unlustgefühle 398 f.  
 Unterarm: Äußere Form 4. — Muskeln des U. 239 ff.  
 Unterhautfettgewebe 331.  
 Unterkieferbein 51.  
 Unterleidung 337.  
 Unterlänge des Körpers 11 f.  
 Unterleibsbrüche 228 f.  
 Unterschenkel: Äußere Form 5. — Knochen des U. 130.  
 Unterstützungsfläche: Verringerung der 72 f.  
 Unwillkürliche Bewegungsvorgänge 382.  
 Ursprung und Ansaß von Muskeln 189.  
 Uterus 378.

**V.**

- Valsalvascher Versuch 275.  
 Venen 270 ff. — Venenblut 270 f., 298.  
 Venenblutung 611 f.  
 Venenklappen 270 f.  
 Verbrennung: Erste Hilfe bei V. 622.  
 Verbrennungswärme der Nährstoffe 358 f.  
 Verdauung: Aufgabe der V. 344 f. — Organe der V. 346.  
 Verknöcherungspunkte 42.  
 Verlängertes Mark (Kopfmak) 387.  
 Verletzungen, unblutige 603 f.  
 Verrenkung 605.  
 Verstauchung 604.  
 Vokale: Bildung der V. 303.  
 Vollkraft: Jahre der V. 600.  
 Voltigieren 541.  
 Vorbereitende Beugung zum Sprung 525.  
 Vorderarm 4. — Muskeln des V. 239 ff.  
 Vorgebirge zwischen Lendenwirbelsäule und Kreuzbein 60.  
 Vorheriges Koordinieren 406.  
 Vorsteherdrüse 377.  
 Vortrainieren 369.

## W.

- Wachstum: Ausgestaltung des Körpers durch das W. 15 ff. — W. der Muskeln 18 f. — W. durch Arbeit 174 f. — Wachstumsreize 20 f. — W. in der Reifezeit 20 f. — W. des Herzens und der Blutgefäße 293 f. — W. der Lungen in der Reifezeit 327.
- Wadenbein 131.
- Wadenbeinmuskel, kurzer oder langer 255.
- Wadenmuskel, dreiköpfiger 255.
- Waghaltungen des Körpers 73.
- Wanderungen 484 f.
- Wärme der Speisen und Getränke 361 f.
- Wärmeäquivalent, mechanisches 183.
- Wärmeeinheiten 183. — Bedarf an W. in der Nahrung 357 f.
- Wärmeempfindung der Haut 336 f., 440.
- Wärmeleitung und -ausstrahlung des Körpers in Beziehung zur Kleidung 337.
- Wärmeregulierung, natürliche 333 f.
- Wärmeverlust im kalten Bade 342.
- Warmes Wannnenbad 341.
- Warzenfortsatz 48.
- Wasserkopf 49, 389.
- Wechselwirkung zwischen geistiger und körperlicher Ermüdung 419 ff.
- Weingeist 364 f.
- Weingenuß 365 f.
- Weisbachsche Formel für den Arbeitsaufwand beim Gehen 472.
- Weitjichtigkeit 435.
- Weitwurf mit dem kleinen Ball 558.
- Wetterfestigkeit 340.
- Wettlauf 516 ff.
- Widergleich ausgeführte Bewegungen 394.
- Widerstandsübungen 196 f.
- Willensstärke: Übung der 409 f.
- Winddruck beim Radfahren 586 f.
- Winkel- oder Scharniergelenke 45.
- Winter: Leibesübungen im Freien zu Wintertimeit 336.
- Wirbel 57.
- Wirbelsäule 57 ff. — Nähe der W. 11. — Bänder der W. 60 f. — Bewegungsmöglichkeiten der W. 62 ff. — Natürliche Krümmungen der W. 65 ff. — Linie der W. beim Sitzen 450. — Verbiegungen der W. f. Skoliose.
- Wirkungsgrad bei Muskelarbeit 160.
- Wolfstrachen 52.
- Wollstoffe 337 f.
- Wuchsformen des Menschen 22 ff. — Einfluß der Muskelentwicklung auf die W. 26.
- Wunden und Wundverband 609 f.
- Wunderkrankungen und Wundrose 609 f.
- Wundreiben (Wolft) 486.
- Wurf 545 ff. — Arten des W. 547. — Übungswert des W. 557 f. — Formen des W. 558.
- Wurfbahn, parabolische 545. — W. des Körpers beim Sprung 521 ff.
- Wurfgeschloß 546 f.
- Wurfhebel der Knochen 190.
- Wurmforsatz 351.
- Wurzeln der Rückenmarksnerven 426.

## X.

X=Bein 136.

## Z.

- Zähne 52 f. — Entartung der Z. 346.
- Zahnpflege 346 f.
- Zahnwechsel 17.
- Zäpfchen 301.
- Zehen: Knochen der Z. 138. — Gelenke der Z. 144.
- Zehenbeuger und -strecker 257 f.
- Zehengang 477.
- Zehenstand 448. — Z. als Gleichgewichtsübung 72.
- Zeitmessung mit der Rennuhr 398.
- Zentralkanal des Rückenmarks 388.
- Zentralnervensystem: Aufgabe des Z. 381 f.
- Zentren der Hirnrinde 390 ff.
- Zielwurf (Kernwurf) 551.
- Ziellicher Körper 25.
- Zucker beim Tränieren 371.
- Zuderkrankheit und Radfahren 593 — Z. und Bauchspeicheldrüse 379.
- Zudung des Muskels: Verlauf der Z. 155 f.
- Zugkräfte zur Erhaltung der Wirbelsäulekrümmungen 69.
- Zungenbein 204.
- Zweiköpfiger Armbeuger 236.
- Zweirad 579.
- Zweite Atmung bei Anstrengung 163.
- Zweizipflige Herzklappe 264.
- Zwerchfell 230 ff. — Zwerchfellatmung 231 f.
- Zwergwuchs 24.
- Zwillingsmuskel der Wade 255.
- Zwischentiefer 50.
- Zwischentnorpel in Gelenken 43. — Halbmondförmiger Zw. des Kniegelenks 133.
- Zwischenrippenmuskeln 211 f.
- Zwischenwirbeldächer 58.
- Zwischenwirbelscheiben 60 f.
- Zwölffingerdarm 350.

# Physiologie der Leibesübungen.

Von

Geh. Sanitätsrat Professor Dr. F. A. Schmidt  
in Bonn.

Dritte, umgearbeitete Auflage. VII, 159 Seiten mit 36 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 medicin. Schriftsteller bekannten Dr. F. A. Schmidt, dem Verfasser 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 angespannten 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 höchstbedeutend 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.“

... Schmidt hat in der angezeigten 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 Schulfgesundheitspflege.“

# Turngeschichte.

Leitfaden für den Unterricht in der Turngeschichte.

Von

Professor Dr. Carl Cotta.

Siebente, verbesserte Auflage. 8°. 152 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:

Die neue Bearbeitung ist eine völlig gelungene, die sich auf den Boden der Jetztzeit stellt. In klarer und übersichtlicher Darstellung wird der Abschluß einer alten und der Anbruch einer neuen Turnperiode aufgezeigt. Das Turnen der neuen Zeit mit seinem ganzen großen Gebiet ist behandelt. „Praxis der Landschule.“

Daß obiger Leitfaden der Turngeschichte vom badischen Ministerium des Kultus und Unterrichts jenen Damen und Herren zum obligatorischen Studium vorgeschrieben wurde, die sich auf Ostern der Turnlehrerprüfung unterziehen wollen, dürfte schon für die Güte und Brauchbarkeit des Buches sprechen. Ausgehend von dem Sportbetrieb der Griechen und Römer wird ein klares Bild der ganzen Turngeschichte gegeben bis auf den heutigen Tag, daneben der Turnbetrieb im Ausland und in den einzelnen deutschen Staaten geschildert, die neuen Systeme kurz dargestellt ohne Stellungnahme dazu. Auch die großen Turn- und Sportverbände sind genannt. „Badische Lehrerzeitung.“

Der Leitfaden zählt zu den bekanntesten und beliebtesten Lehrmitteln über Turngeschichte. Dem Buche gebührt die Qualifikation eines zuverlässigen Nachschlagewerkes in allgemeiner und deutscher Turngeschichte. Seine Sprache liest sich angenehm, die Darstellungsweise ist flüssig und verständlich. „Schweizerische Turnzeitung.“

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 festelt durch ihre Klarheit und Einfachheit. „Schlesische Schulzeitung.“

Mit Freuden können wir das Erscheinen eines solchen Buches begrüßen; denn es ist keine große umständlich geschriebene 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.“

... 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.“

## Erste Hilfe bei plötzlichen Unglücksfällen.

Eine kurze Anleitung.

Von

Geh. Sanitätsrat Professor Dr. S. A. Schmidt.

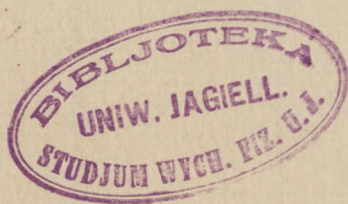
Kl.-8°. 44 Seiten mit 21 Abbildungen.

Diese Anleitung ist geeignet für jedermann und nicht lediglich für solche, welche in irgendeiner Form mit Gefährten Leibesübungen treiben. Es ist nie zu vergessen, daß ein jeder unversehens in die Lage kommen kann, einem Verunglückten erste Hilfe zu leisten und durch zweckmäßige Hilfe unter Umständen ein wertvolles Menschenleben zu erhalten.









KOLEKCJA  
SWF UJ

A

712

Biblioteka Gł. AWF w Krakowie



1800056012