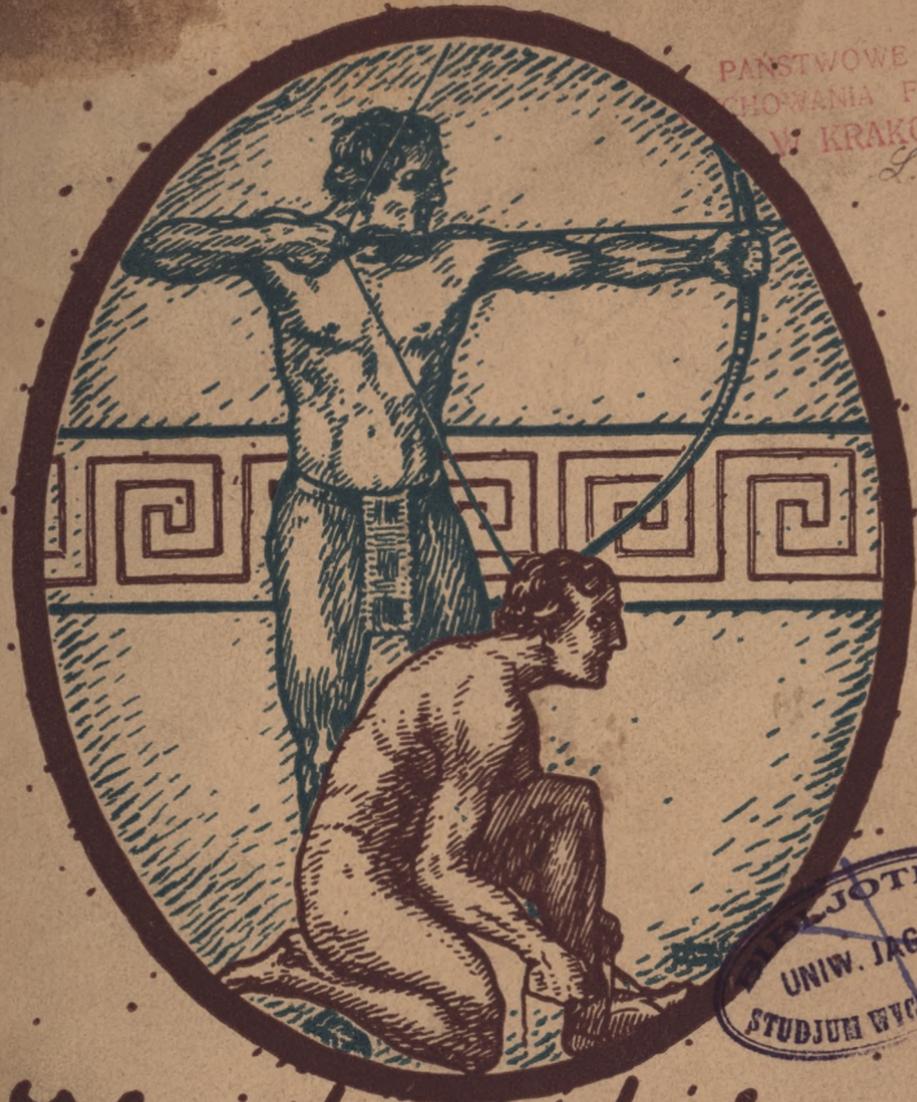


PAŃSTWOWE KURSA  
CHOWANIA FIZYCZNE  
W: KRAKOWIE  
L. 609.



BIBLIOTEKA  
UNIW. JAGIELL.  
STUDJUM WYCH. FIZ. U.Z.

**Physiologie der  
Leibesübungen**  
von Ferdinand August Schmidt  
R. Voigtländers Verlag in Leipzig

XX 00 2130100

Biblioteka Gł. AWF w Krakowie



1800052908

Z BIBLIOTEKI  
kursu naukowego gimnastycznego  
W KRAKOWIE

~~PAŃSTWOWE KURSA  
WYCHOWANIA FIZYCZNEGO  
W KRAKOWIE~~

*L.i. 609.*

# Physiologie der Leibesübungen

Don

Ferdinand August Schmidt

Geh. Sanitätsrat Prof. Dr. med.

Dritte, umgearbeitete Auflage

Mit 36 Abbildungen



---

R. Voigtländer's Verlag in Leipzig



Alle Urheberrechte, insbesondere das der Übersetzung, sind vorbehalten  
Copyright 1914 by R. Voigtländers Verlag, Leipzig.

263

Altenburg, S. A.  
Königliche Hofbuchdruckerei  
Stephan Geibel & Co.  
2356.

Dem Begründer und Rektor  
der deutschen Hochschule für Leibesübungen

Herrn Geh. Medizinalrat Prof. Dr. A. Bier

Direktor der chirurg. Universitätsklinik in Berlin

in Ehrerbietung gewidmet

## Vorwort zur dritten Auflage.

Zum dritten Male geht dies Buch hinaus, nachdem die zweite Auflage im Jahre 1914 kurz vor Ausbruch des Weltkrieges erschienen war. Es hatte einen Vorläufer in meinem 1893 herausgegebenen Schriftchen: „Die Leibesübungen nach ihrem physiologischen Übungswert“. Es war das wenige Jahre nach der 1891 erfolgten Gründung des „Zentralausschusses für Volks- und Jugendspiele“ unter Führung unseres unvergeßlichen Freundes Dr. med. h. c. Emil von Schenkendorff. Der Geschichte der Leibesübungen in Deutschland gehört es an, wie sich unser Bemühen, die deutsche Jugend aus den Turnhallen mehr und mehr hinauszurufen auf die Spiel- und Übungsplätze in freier Luft, in Licht und Sonnenschein, seitdem von Jahr zu Jahr in steigendem Maße durchsetzte. Zu Hilfe kamen uns dabei die seit Beginn dieses Jahrhunderts so stark aufgeblühten sportlichen Vereinigungen, die auch in den größeren Vereinen der Deutschen Turnerschaft festen Fuß faßten. Turnen, Spiel und Sport sind heute gleichberechtigt vertreten in dem rüstig arbeitenden „Deutschen Reichsausschuß für Leibesübungen“. Die unter der wirksamen Anregung und verständnisvollen Leitung des hervorragenden Chirurgen Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Bier vor zwei Jahren ins Leben gerufene Deutsche Hochschule für Leibesübungen dient der schönen Aufgabe, den Leibesübungen in Volk und Schule die wissenschaftliche Grundlage zu geben und für deren Betrieb in wirksamer Form geeignete Führer heranzubilden.

Es ist mir eine Genugtuung, daß dabei die gleichen Grundsätze obwalten, welche ich über 30 Jahre lang vertreten und verfochten habe. Diesen Grundsätzen versuchte ich in diesem Buche eine zusammenfassende gemeinverständliche Darstellung zu geben. Bei der Herstellung dieser neuen dritten Auflage habe ich das Ganze noch einmal eingehend durchgearbeitet. Entsprechend den Fortschritten der Wissenschaft der Leibesübungen, sind an zahlreichen Stellen wesentliche Ergänzungen eingeschaltet und Umänderungen vorgenommen. Von Abbildungen — bei deren Verwendung sonst die möglichste Einschränkung ausgeübt ist — sind drei neue hinzugekommen. Es ließ sich nicht vermeiden, daß so der Umfang des Ganzen um einige Druckseiten vergrößert wurde.

Unser Volk ist heute in Not, unser Nachwuchs vielfach gefährdet. Die Pflege wirksamer Leibesübungen steht eben an erster Stelle, wenn

es gilt, unserer Jugend Gesundheit, Tüchtigkeit, ~~Stärke~~ und Willenskraft zu retten und zu wahren. In großen Zügen suche ich darzustellen, welche Wege gemäß den physiologischen Einwirkungen der Leibesübungen zu Nutz und Frommen des heranwachsenden Geschlechts dabei grundsätzlich einzuschlagen seien. So darf ich wohl hoffen, daß diese meine Arbeit an bescheidenem Teil zur Weiterentwicklung der erzieherischen Leibesübungen in unserem Vaterland beitragen werde.

Bonn, Ende 1921.

Ferdinand August Schmidt.

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung. Das Übungsbedürfnis in den Jahren des Wachstums . . . . .	1
Aufgabe der Leibeserziehung S. 1. Entwicklung des Körpers S. 2. Körperliche Verfassung unserer Schuljugend S. 5.	
I. Deutsche und schwedische Schulgymnastik . . . . .	10
Natürliche Gymnastik S. 10. Beeinflussung der Leibesübungen durch die Kultur S. 10. Die deutsche Turnkunst und ihre Entwicklung durch Jahn, Pestalozzi und Spieß S. 11. P. H. Ling als Schöpfer der schwedischen Schulgymnastik S. 13. Die schwedische Tagesübung und die deutsche Turnstunde S. 15. Spiel und Sport S. 19.	
II. Die physiologische Betrachtung der Leibesübungen . .	19
Gleichgewichtserhaltung S. 20. Mechanik des Schultergürtels S. 21. Anatomische Analyse der Bewegungen S. 22. Photographische Reihenaufnahmen S. 24. Physiologische Erforschung der Kraftquellen des Muskels S. 27.	
III. Die Einwirkung der Leibesübungen auf Knochen und Gelenke . . . . .	28
Förderung des Längen- und des Dickenwachstums der Knochen S. 28. Einwirkung auf die Struktur der Knochen S. 29. — Verbildung der Wirbelkörper S. 30.	
IV. Einwirkung der Leibesübungen auf die verschiedenen Muskeln im örtlichen Sinne . . . . .	32
Bau der willkürlichen Muskeln S. 32 Die wichtigsten Muskelgruppen des Körpers und deren Tätigkeit S. 34. Mechanische Bedeutung des Fußes bei Fortbewegung des Körpers S. 34. Muskeltätigkeit zur Gleichgewichtserhaltung des Körpers S. 37. Muskeln um Schenkel und Hüften S. 38. Hand und Handfertigkeit S. 39. Umkehr der Bewegungsrichtung namentlich bei Oberarm-, Schulter- und Brustmuskeln S. 41. Eigentliche und Hilfsatemmuskeln S. 42. Beweglichkeit der Schulterblätter S. 42. Festlegung des Brustkorbes bei Pressung S. 44. Rumpfmuskeln S. 44. Seitliche Verbiegung der Wirbelsäule S. 47. Zurücknehmen der Schultern S. 48. Bauchmuskeln S. 50.	
V. Die physiologischen Vorgänge im Muskelgewebe bei Muskelarbeit und ihre Beeinflussung durch Leibesübung . . . . .	53
Muskelzusammenziehung nach Reizung des Muskels S. 53. Zuckung und Zuckungskurve S. 54. Tetanus S. 55. Innere Vorgänge im arbeitenden Muskel S. 56. Ermüdungstoffe S. 58. Blutverschiebung bei Muskelarbeit S. 59. Zentrale und periphere oder örtliche Muskelermüdung S. 61. Statische und dynamische Übungen S. 64. Berechnung des mechanischen Nutzeffekts bei Muskelarbeit S. 65. Kraft-, Dauer- und Schnelligkeitsübungen S. 67.	

Erholung des Muskels S. 68. Zunahme des Muskels durch Arbeit S. 68. Athletische Muskelentwicklung S. 71. Pressung bei Kraftanstrengung S. 73. Erziehung schlanker Muskulatur S. 74. Ausholen S. 74. Verschiedene Arbeitsart der Muskeln bei langsame und bei schnellenden Bewegungen S. 77. Taktarbeit S. 79. Geringere Ermüdbarkeit und Steigerung der Leistungsfähigkeit durch Dauerübung S. 80. Stoffumsatz der auf Dauerarbeit trainierten Muskeln S. 83. Bedeutung des Rhythmus für Dauerarbeit S. 84.

VI. Die physiologische Erziehung des Nervensystems bei den Leibesübungen . . . . . 86

Verschiedene Beteiligung des Nervensystems bei den verschiedenen Übungsarten S. 86. Koordination S. 87. Erlernen und Mechanisieren schwieriger Bewegungsarten S. 89. Schulung der Koordination im Turnen S. 91. Reaktionszeit S. 92. Plötzliches Koordinieren S. 92. Geistesgegenwart und Schlagfertigkeit und deren Übung S. 93. Belastung des Nervensystems durch die Aufmerksamkeitsübungen S. 95. Ermüdbarkeit des Nervensystems S. 96. Halbautomatische Bewegungen und ihre erholende Wirkung für das Gehirn S. 98. Takt und Automatie S. 99. Tonische Automatie S. 100. Einfluß der Lust- oder Unlustgefühle auf den Ablauf der Bewegungen S. 101. Weckung der Willenskraft, Abhärtung und Mut S. 102.

VII. Einwirkung der Leibesübungen auf die Atmung und die Lungenentwicklung . . . . . 103

Der Gaswechsel in den Lungen S. 103. Die Atemgröße und ihre Steigerung bei Muskelarbeit S. 104. Atemzentrum und Atemsteigerung S. 105. Fassungskraft der Lungen S. 107. Berührungsfäche zwischen roten Blutkörperchen und Lungenluft S. 108. Notwendigkeit umfassender Atemübung S. 109. Atemübung und Lungenpflege in der Schulzeit S. 110. Unwillkürliche Atemsteigerung bei Dauer- und Schnelligkeitsübungen S. 111. Willkürliche Atemgymnastik S. 111. Verbesserung der Atemmechanik bei Schwächlingen S. 113. Verschiedene Ermüdbarkeit bei willkürlicher und unwillkürlicher Atemübung S. 115.

VIII. Beeinflussung des Herzens und seiner Tätigkeit durch Leibesübungen . . . . . 116

Abhängigkeit der Herzarbeit von der Größe des Sauerstoffbedarfs S. 116. Schnellere Herzermüdung bei Blutarmut S. 117. Entwässerung des Blutes beim Trainieren S. 117. Normale Herzarbeit und die Art ihrer Steigerung S. 118. Hilfskräfte der Herzarbeit: Bewegung und Atmung S. 119. Einwirkung der Pressung auf das Herz und den Blutkreislauf S. 120. Atemnot nach Schnelligkeitsbewegungen S. 123. Vorteil kurzer maximaler Steigerung der Herzarbeit S. 124. Einfluß der Dauerbewegungen auf das Herz S. 125. Überanstrengung des Herzens S. 127. Verhältnismäßiges Wachstum des Herzens und der Hauptschlagader bis zum Abschluß der Entwicklung S. 128. Besondere Einwirkungen des Schullebens S. 130. Wert der Schnelligkeitsübungen für die Herzentwicklung bei Jugendlichen S. 130.

IX. Einfluß der Leibesübungen auf den Gesamtstoffwechsel des Körpers . . . . . 132

Der Energieaufwand und seine Berechnung S. 132. Mechanisches Wärmeäquivalent S. 132. Verbrennungswert der Nahrungstoffe

	Seite
S. 133. Stoffwechselgleichgewicht und Reservestoffe S. 134. Energieaufwand und mechanischer Nutzeffekt S. 134. Arbeitswert bei Dauer-, Schnelligkeits- und Kraftübungen S. 135.	
X. Physiologischer Übungswert der verschiedenen Arten der Leibesübungen . . . . .	138
Umfängliche oder allgemeine Kraftübungen S. 139. Begrenzte Kraft- und Geschicklichkeitsübungen S. 139. Schnelligkeits- und Dauerübungen S. 141. Aufmerksamkeitsübungen S. 143. Schlagfertigkeitsübungen S. 145.	
XI. Das Übungsbedürfnis in den verschiedenen Lebensaltern . . . . .	145
Erste Kindheitsjahre, Kleinkinderspielplätze S. 145. Erste Schulzeit vom 6.—9. Jahre S. 146. Schlafzeit und Ruhepausen S. 147. Spiele im Freien S. 147. Hilfsschule, Förderklassen, Wald- oder Freiluftschule S. 148. Schulzeit vom 9.—12. Lebensjahre S. 149. Tägliche Turnstunde und Spielnachmittag S. 150. Schulzeit vom 12.—15. Jahre S. 152. Mädchenturnen nach dem 12. Lebensjahre S. 153. Beginn der Reifeentwicklung beim männlichen Geschlecht vom 15.—17. Jahre S. 156. Vollendung der Entwicklung im 17.—20. Jahre S. 156. Übungsbedürfnis bei den voll Erwachsenen nach dem 20. Jahre S. 158.	

## Einleitung.

### Das Übungsbedürfnis in den Jahren des Wachstums.

Um die Leistungsfähigkeit des Körpers und seiner verschiedenen Organe zu steigern und zu vervollkommen, bedarf es der Übung, d. h. einer mehr oder weniger umfangreichen Summe stetig wiederholter Leibesbewegungen und -tätigkeiten. Wir nennen diese Übungen dann gymnastische oder kurz „Leibesübungen“, wenn sie lediglich die Ausbildung des Körpers zum Endzweck nehmen, ohne unmittelbare Rücksicht auf den Erwerb bestimmter nutzbringender Fertigkeiten für irgendeine Berufsarbeit des täglichen bürgerlichen Lebens. Somit bilden die Leibesübungen einen Teil einer jeden allgemeinen und grundlegenden Erziehung des Menschen, die sich das Ziel steckt, alle persönlichen Anlagen und Werte, nach der geistigen so gut wie nach der körperlichen Seite zur vollen und bestmöglichen Entwicklung zu bringen. „Es ist nicht eine Seele, nicht ein Körper, den man erzieht, sondern ein Mensch“ (Montaigne 1580).

Leibesübungen.

Im folgenden soll nun erörtert werden, welche Vorgänge bei der Ausführung von Leibesübungen in unserem Körper stattfinden, und welche Nachwirkungen sie vorübergehend oder dauernd im Körper hinterlassen. Es werden sich weiterhin hieraus fruchtbare Gesichtspunkte gewinnen lassen, um den Wert zu beurteilen, der den verschiedenen Übungsarten für die Ausbildung des Körpers, für seine Widerstandskraft und den ungehemmten Ablauf aller Lebensvorgänge zukommt. Auf Grund dieser Übungswerte wäre dann endlich zu bestimmen, welche gymnastischen Übungen die meist geeigneten sind für die körperliche Eigenart der verschiedenen Lebensalter. Hierbei soll insbesondere diejenige Lebenszeit in dieser Darstellung berücksichtigt werden, in welcher der Mensch noch erst wächst, in der er heranreift, und wo der Gang auch der körperlichen Erziehung mehr noch ein vorgeschriebener sein soll: das sind die Jahre der Schulzeit und die des Lehrlingsalters vom sechsten bis etwa zum zwanzigsten Lebensjahre.

Vorgänge bei der Ausführung von Leibesübungen.

Zwar bergen die Jahre der ersten Kindheit nach manchem Betracht bereits in sich die ausschlaggebenden Keime für die spätere gesundheitliche wie seelische Entwicklung und dürfen daher keineswegs außer Betrachtung gelassen werden. (Schmidt, Physiologie der Leibesübungen.)

Einzel-  
erziehung.

achtung bleiben. Allein die eigentliche Einzelerziehung durch Übungen setzt doch erst mit erlangter Schulreise in der Schulzeit ein. Andererseits aber erlangt der Mensch nach Abschluß der Reifeentwicklung dasjenige Maß von Selbstbestimmung in der Fortentwicklung seiner Persönlichkeit, welches ihn feste Vorschriften nur soweit ertragen läßt, als er sich freiwillig ihnen unterordnet. Der Vollerwachsene wird in der Wahl der Übungsart, die er vorwiegend betreiben will, mehr seinen Neigungen und vorwaltenden Liebhabereien folgen. Um so mehr, als nach dem Vollzug des fertigen Wachstums sich ein Typus des Gliederbaues herausstellt, wonach der eine mehr Eignung für diese, der andere mehr zu jener Art von Leibesübungen besitzt. Je nach ihrem Körperbau werden die einen mehr Aussicht zu besonderen Leistungen im Laufen oder im Springen oder im Werfen haben und werden den anderen Kraft- oder Geschicklichkeitsübungen an den Geräten, im Schwimmen und Rudern oder gar Übungen der Schwerathletik usw. besser liegen. Darum kann den Erwachsenen, die irgendeine besondere Art der Leibesübungen, die irgendeinen Sport mit vorwiegender Begeisterung, ja mit einer gewissen Einseitigkeit betreiben, daraus kein Vorwurf gemacht werden. Nur dann, wenn eine zweifellose Gefährdung der Gesundheit dabei vorliegt, ist es Sache, ja Pflicht des Arztes, seine warnende Stimme zu erheben. Bei der noch im Wachstum begriffenen Jugend ist dagegen der Übungsstoff mehr ein gegebener — wenn auch hier die Grenzen durchaus nicht allzu ängstlich gezogen werden dürfen.

Entwicklung  
des Körpers.

Nun vollzieht sich die Entwicklung des Körpers im ganzen wie in seinen einzelnen Organen nach bestimmten Gesetzen und erfolgt keineswegs gleichmäßig. Der Säugling ist durchaus nicht einfach eine Verkleinerung des Erwachsenen. Vielmehr zeigt das Wachstum der einzelnen Organe und Organsysteme und zeigen ebenso die Verhältnisse des Körperbaues von der Geburt an bis zur vollendeten Reifung außerordentliche Verschiedenheiten in den einzelnen Altersstufen, so daß nach dieser Richtung jedes Lebensjahr vor Abschluß der Entwicklung seine besondere anatomische wie physiologische Eigenart aufweist. So nimmt zum Beispiel die Körperlänge von der Geburt bis zum Abschluß des Wachstums zu um das 3—3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> fache, das Körpergewicht um das 19—21 fache und das Gewicht der willkürlichen Muskeln — ein Fingerzeig für die Notwendigkeit geeigneter Leibesübungen — sogar um das 39—40 fache. Das Hirngewicht nimmt zu um das 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—4 fache und erreicht sein Vollgewicht nach Vierordt bereits im 9. Lebensjahre etwa — was allerdings nicht gleichbedeutend ist mit der vollendeten Organisation des Zentralnervensystems. Das Herz wächst (nach Gewicht und Volumen) um das 12—13 fache — wobei zu bemerken ist, daß das stärkste Wachstum des Herzens erst mit Beginn der Reifungszeit einsetzt (worauf ich noch zurückkommen werde),

und daß auch nach Schluß der Reifezeit das Herz noch zunimmt. Ähnlich liegt die Sache bei den Lungen, deren Volumen während der Entwicklungszeit bis zum 20. Lebensjahre sich nach Wefener, wie beim Herzen, verdoppelt, nach Beneke um etwa 63% zunimmt.

Wichtig ist auch das Verhältnis des Körpergewichts zur Körperoberfläche für die Wärmeregulierung und die Größe der Wasserverdunstung durch die Haut — die beim Erwachsenen von 60 kg Gewicht in 24 Stunden einen Gewichtsverlust von 900—1000 g, das sind über ein Drittel der gesamten Körperausscheidungen, beträgt. Während nun das Körpergewicht, wie angegeben, von der Geburt bis zur vollendeten Reife im 20. Lebensjahr um das 19—21fache anwächst, nimmt die Gesamtoberfläche des Körpers nur um das 7 $\frac{1}{2}$ fache zu. Der Säugling hat für 1 kg Körpergewicht einen 2—3 mal so großen Wärmeumsatz und dementsprechende Nahrungszufuhr notwendig wie der Erwachsene.

Das Verhältnis zwischen Körperoberfläche und Körpergewicht sinkt in der Kinderzeit (Geburt bis zum 7. Jahre)	von 829 auf 458 = 44,6%
„ „ Schulzeit (7.—14. Jahr) . . . „	458 „ 421 = 8,3%
„ „ Reifezeit (15.—20. Jahr) . . . „	421 „ 314 = 25,4%

Während also das Verhältnis, wie es mit 7 Jahren besteht, während der Schuljahre nur geringe Änderung erfährt, wird infolge des stärkeren Breitenwachstums und der Gewichtszunahme in der Reifezeit die verhältnismäßige Größe der Körperoberfläche zum Körpergewicht noch wesentlich — um mehr als 25% — verschoben und die Körperoberfläche relativ kleiner.

Wie das Wachstum der einzelnen Organe von der Kindheit bis zur vollendeten Reife außerordentlich große Verschiedenheiten aufweist, welche wesentlich sind für den Einfluß der Leibesübungen in den einzelnen Altersstufen, so ist ein gleiches der Fall hinsichtlich des Wachstums der einzelnen Körperteile, so daß die Proportionen des Körpers mit Fortschreiten des Wachstums bedeutende Änderungen erfahren. Beim Neugeborenen beträgt die Kopfhöhe ein Viertel der gesamten Körperlänge; der Rumpf ist verhältnismäßig groß gegenüber den Gliedmaßen; die Rumpflänge von der Kehlgube bis zur Schamfuge ist gleich der Beinlänge; der Arm ist länger als das Bein; die Rumpfmittle etwas über dem Nabel. Weiterhin beginnt mit dem 3. Lebensjahre das Wachstum der Beine das der Arme zu übertreffen (nachdem das Kind sicher zu gehen und selbst zu laufen gelernt hat) — bis schließlich beim Erwachsenen die Beinlänge die Länge des Armes um etwa 24%, die des Rumpfes um 40% übertrifft. Die Kopfhöhe, welche beim Neugeborenen ein Viertel der Körperlänge ausmachte, ist beim schlank gewachsenen Mann 7 $\frac{1}{2}$  bis 8 mal in der gesamten Körperlänge enthalten.

Schon bis zum Abschluß der Schulzeit im 15. Lebensjahre wächst:

die Körperlänge	um	das	3,1	fache
„ Kopfhöhe	„	„	1,6	„
„ Rumpflänge	„	„	2,6	„
„ Armlänge	„	„	3,3	„ und
„ Beinlänge	„	„	4,5	„ .

In der Reifungszeit setzt sich das vorwiegende Wachstum der Gliedmaßen und namentlich der Beine noch weiter fort. Beim Erwachsenen ist die Körpermitte vom Nabel bis zum unteren Rand der Schambeinfuge hinabgestiegen; die Länge der Wirbelsäule — vom Nasenstachel, der dem oberen Ende der Halswirbelsäule entspricht, bis zum unteren Rande der Schambeinfuge, welche in gleicher Höhe mit der Steißbeinspitze liegt — ist  $2\frac{1}{2}$  mal in der ganzen Körperlänge enthalten. In der zweiten Hälfte der Entwicklungszeit, etwa nach dem 17. Lebensjahre und später, hebt die vorwiegende Breitenentwicklung an, derart, daß beim voll Erwachsenen schließlich die Schulterbreiten (Entfernung der Außenränder der Schulterhöhen rechts und links) die halbe Höhe der Wirbelsäule um ein geringes übertrifft. Diese Breitenentwicklung der Schultern ist verbunden mit einer entsprechenden Zunahme des Brustumfangs. Die natürliche Entwicklung des Menschen nimmt sich also zum Ziel: verhältnismäßig kurzen Rumpf, verhältnismäßig lange Gliedmaßen. Es ist eingangs schon kurz angedeutet, daß die Verhältnisse des Körperbaues bei den Einzelnen mannigfachen Schwankungen unterliegen: daß bei dem einen kürzerer gedrungener Bau mit verhältnismäßig starker Breitenentwicklung, ein Bild gesammelter Kraft, zu größeren kurzen sogenannten schwerathletischen Leistungen befähigt, während beim anderen von schlankem hohem Körperbau mit langen Knochen der Gliedmaßen die Muskeln auch an längeren Knochenhebeln wirken. Damit ist dann eine größere Eignung zum Lauf, zum Sprung oder zum Wurf gegeben. Wir kommen darauf noch unten zurück. Hier kam es nur darauf an, zu zeigen, daß der Körper, um ein vollentwickelter zu werden, in Kindheit, Knaben- und Mädchenalter sowie in der endgültigen Reifezeit (die übrigens noch über das 20. Lebensjahr hinausgeht in bezug auf das Wachstum) eine ganz außerordentlich verschiedene Art des Wachstums durchmacht, die schon zutage tritt, wenn wir allein die einfachen Maßstäbe nach Länge, nach Volumen oder Ausdehnung und nach dem Gewicht anlegen. Nun ist aber auch ein gleiches der Fall hinsichtlich der feineren Ausgestaltung der Körpergewebe und der dieser Ausgestaltung entsprechenden Organtätigkeit. Es sei hier nur erinnert an den bekannten Versuch von Berger, welcher bei jungen Hunden vom gleichen Wurf einzelne durch Zunähen der Augenlidspalte künstlich blind machte. Es stellte sich später heraus, daß bei den Tieren, die unbehindert sehen und ihr Auge gebrauchen konnten, die Nervenzellen der Sehsphäre in

der Hirnrinde sich normal entwickelt hatten, während bei den Tieren, deren Sehvermögen lahmgelegt war, die entsprechenden Teile der Hirnrinde in ihrer Entwicklung gänzlich zurückblieben. Die Nervenzellen der Sehsphäre hatten ihre embryonale und noch ganz unentwickelte Form beibehalten; sie ermangelten der Nervenfortsätze zur Verknüpfung mit den anderen Teilen der Hirnrinde usw. Schon dieser Versuch — dem zahlreiche ähnliche Tatsachen zur Seite gestellt werden können — zeigt, daß zum vollendeten Wachstum eines Organs nicht lediglich die angeborene Wachstumsanlage, der innere Wachstumstrieb <sup>Wachstumstrieb und</sup> genügt, sondern daß noch ein anderes hinzukommen muß, das ist die Wachstumsanregung <sup>Wachstumsanregung.</sup>, welche durch die besondere Organtätigkeit gegeben wird. Ohne das genügende Maß von Wachstumsanregung bleibt stets die Entwicklung eine unvollkommene, und es erreichen die vorhandenen körperlichen (und ebenso auch die geistigen) Anlagen niemals die Höhe der ihnen möglichen in der angeborenen Anlage vorgesehenen Entwicklung. Das ist ein grundlegender Satz, der für die gesamte Erziehung eines Menschen nach allen Richtungen hin gilt.

Auf das Gebiet der Leibesübungen übertragen heißt das, daß der Körper in allen seinen Teilen und Organen nur dann sich vollkommen entwickelt, wenn er, parallel gehend mit dem natürlichen Wachstum, zugleich das genügende und rechte Maß von Wachstumsanregungen empfängt. Dasselbe drückte von Drigalski in dem Satze aus: „Gewebsernährung und Gewebsarbeit — d. h. Nahrungsausnutzung und Arbeit — haben einander zur Vorbedingung.“ Die Wachstumsanregungen werden also gegeben durch Arbeit oder durch die Übung (im weiteren Sinne des Wortes). Allerdings erreicht die Übung diesen ihren physiologischen Zweck nur, wenn sie in ihrer Art und in ihrem Umfange dem jeweiligen Stand der Entwicklung entspricht. So hat also jede Alters- und Entwicklungsstufe bestimmte Übungsbedürfnisse. Es wird in den verschiedenen Abschnitten dieses Buches festzustellen sein, welche Anforderungen da im einzelnen mit Rücksicht auf die Wachstumsgesetze zu stellen sind.

Zu dieser Rücksichtnahme auf die physiologische Eigenart der einzelnen Alters- und Wachstumsstufen kommt nun noch ein anderes hinzu: nämlich die Kenntnis und die Beachtung der körperlichen Verfassung <sup>Körperliche Verfassung unserer Schuljugend.</sup> die tatsächlich bei unserer Schuljugend vorhanden ist. Mängel der Entwicklung und Hemmungen des natürlichen Wachstums sind hier derart häufig, daß nur der Unkundige sie übersehen und außer Rechnung lassen kann. Wenn die körperliche Erziehung des heranwachsenden Geschlechts den Anforderungen der Rassenhygiene nachkommen will, so darf sie schon an der Tatsache nicht einfach vorübergehen, daß im Durchschnitt jedes neunte bis zehnte Kind, welches eben in das schulpflichtige Alter getreten ist, körperlich noch zu schwach ist, um bereits in die Schule aufgenommen zu werden. Wir müssen für diese Menge von Schwächlingen den Beginn der Schulzeit um mindestens ein Jahr hinauschieben.

Diese Zeit richtig auszunützen, um solche Kinder entsprechend zu kräftigen, so daß ihre Entwicklung ihrem Lebensalter entspricht, ist eine unabwiesbare Aufgabe. Damit ist die Zahl der Kinder, welche mit angeborenen und noch mehr mit später erworbenen Mängeln der Körperbeschaffenheit behaftet sind, aber noch lange nicht erschöpft. So finden wir oft bei einem Viertel aller Schulkinder, wenn nicht noch mehr, die Überbleibsel einer Wachstumsstörung des Skeletts, nämlich der Rachitis oder englischen Krankheit, die in den ersten beiden Lebensjahren bestand. Insbesondere gehören dahin: Verkümmernng der gesamten Zunahme des Körpers nach Länge und Gewicht, Verkrümmung der unteren Gliedmaßen, Verbildung des Brustkorbs, Anlage zu Schiefwuchs und zur Verbiegung des Rückgrats. Bei mehr als der Hälfte aller in die Schule eintretenden Kinder ist die Muskulatur namentlich des Rumpfes schlecht entwickelt (Rückenschwächlinge). Zudem bedeutet das Schulleben mit seinem Zwang zu stundenlangem Stillsitzen in der Schulbank einen recht erheblichen Eingriff in das ganze Dasein und die Fortentwicklung des Kindes. Denn beim Stillsitzen in der Schulbank wird die Atmung verflacht, der Blutkreislauf erschwert, die Blutbildung beeinträchtigt. Bei dem Bemühen des Kindes, gut und gerade zu sitzen, ermüden die Rückenmuskeln, und es treten leicht Haltungsfehler der Wirbelsäule, hoher Rücken und namentlich seitliche Verbiegung ein, wobei besonders schlechte Schreibhaltung verhängnisvoll werden kann. Erst bis zum 12. oder 13. Lebensjahre gewinnt die Wirbelsäule, bis dahin gewissermaßen noch unfertig, dauernd, auch im Liegen, ihre endgültige, doppelte S-förmige Krümmung. Darum entstehen namentlich in den ersten Schuljahren leicht Haltungsfehler und seitliche Rückgratsverbiegungen (Skoliose) oder werden stärker da in den vielen Fällen, wo die Anlage bereits beim Schuleintritt vorhanden war. Haben doch in vielen Schulen ein Viertel oder gar ein Drittel aller Kinder keinen geraden Rücken mehr und sind skoliotisch; die Mädchen meist in stärkerem Maße als die Knaben. Auf die vielen anderen Formen von körperlicher Minderwertigkeit und Kränklichkeit bei unserer Schuljugend soll hier nicht weiter eingegangen werden. — Jedenfalls ist im Durchschnitt kaum die Hälfte aller unserer Volksschüler gesund und normal entwickelt, sondern weist diese oder jene kleinen Schäden auf. Viel davon wird dann in der Reifezeit wieder ausgeglichen.

Haltungs-  
fehler.

Nur darauf sei noch aufmerksam gemacht, daß hinsichtlich der vollen und gesunden körperlichen Entwicklung auch die sozialen Verhältnisse, denen die Kinder entstammen, von Bedeutung sind. So gut wie durchgängig sind die Kinder der weniger begüterten oder gar ärmeren Volksklassen hinsichtlich ihrer körperlichen Entwicklung den Kindern der mehr wohlhabenden Familien unterlegen. Übereinstimmend zeigen die Wägungen und Messungen bei Asylkindern (Pagliani in Turin; Hrdicka in Neuyork), daß diese zurückstehen hinter Arbeiterkindern (Bowditch

in Boston; Mac Donald in Washington und andere) und Volksschülern, und daß letztere wieder an Durchschnittslänge und -gewicht übertroffen werden von den gleichalterigen Kindern der mehr wohlhabenden Klassen in den höheren Schulen (Riez in Berlin; Bowditch in Boston usw.). Den ins einzelne gehenden Nachweis für alle diese Verhältnisse erbrachte insbesondere Alfredo Niccforo in seinem Buche: „Anthropologie der nichtbesitzenden Klassen“ (deutsche Bearbeitung von Michels und Köster, Leipzig und Amsterdam 1910).

Es bestehen mithin bei der Gesamtheit unserer Jugend ungemaine Verschiedenheiten in der körperlichen Entwicklung. Die rechte körperliche Erziehung der Jugend erheischt, daß vorhandene Anlagen zu Kränklichkeit, daß die besonderen Einflüsse des Schullebens, daß die Unterschiede, welche hinsichtlich des Wachstums, der Ernährung usw. bestehen, je nach der Umwelt, der die Kinder entstammen, in der Art der Leibesübungen, welche die Schule als öffentliche Erziehungsanstalt dem heranwachsenden Geschlecht auferlegt, volle Berücksichtigung finden. Man hat früher geglaubt, es käme allein darauf an, lediglich gewisse körperliche Fertigkeiten in bestimmtem Umfange der heranwachsenden Jugend anzueignen und die Leibesbewegungen demgemäß zu einem Lernstoff auszugestalten, der genau so wie irgendein anderes Gebiet von Fertigkeiten, etwa wie das Rechnen oder sonst ein Lehrfach, nur stufenmäßig von Klasse zu Klasse fortschreitend eingeübt zu werden braucht. So hat man Systeme aufgebaut, welche aus der unendlichen Zahl von Bewegungs- und Übungsmöglichkeiten sich eine bestimmte Zahl aussuchten, nach der erfahrungsgemäß festgestellten Schwierigkeit der Ausführung ordneten und auf die verschiedenen Schuljahre verteilten. Nichts einfacher als das! Je mehr nun die so aufgestellten „Klassenziele“ gleichmäßig von allen Schülern und Schülerinnen bewältigt wurden, um so heller erscholl das Lob der so erzielten allseitigen körperlichen Ausbildung, wobei allerdings die Aneignung bestimmter Fertigkeiten gleichgesetzt wird mit körperlicher Ausbildung und Erziehung. Dieser verhängnisvolle Irrtum hat aus der schweren und verantwortungsvollen Aufgabe, beim heranwachsenden Kinde bis zur vollen Entwicklung alle in ihm vorhandenen Wachstumsanlagen zur bestmöglichen Entfaltung zu bringen, unter steter Berücksichtigung der körperlichen Eigenart in den verschiedenen Altersstufen, unter Berücksichtigung der besonderen Einwirkungen des Schullebens oder des Vorhandenseins von krankhaften Anlagen oder der durch die soziale Stellung der Eltern gesetzten Unterschiede nichts anderes gemacht als ein Unterrichtsfach, als eine Bewegungsschule, die in ihrer Art vielleicht ganz ansehnliche Abrihtungsergebnisse zeitigen kann, aber mit eigentlicher Leibeserziehung nichts zu tun hat. „Turnunterricht“ ist ja auch die amtliche Bezeichnung in Deutschland. Mit Recht sagt schon der Erwecker des deutschen Jugendturnens, Guts Muths: „Es läßt sich leicht einsehen, daß unter Körper-

bildung mehr gedacht werden muß als ein Inbegriff mechanischer Fertigkeiten.“

Turnziel. In der Tat muß es das. Besteht im Grunde genommen auch alle Leibesübung aus Muskelbewegungen, — ihr Ziel ist doch beileibe nicht die alleinige Ausbildung der Bewegungsorgane, d. h. der Ausbildung der Muskeln sowie derjenigen Teile des Nervensystems, welche der Muskelbewegung vorstehen. Vielmehr ist ebenso wichtig, ja für die Fülle des leiblichen Daseins und für die Leistungsfähigkeit des Gesamtkörpers in manchem Betracht noch wichtiger die Summe aller der Einflüsse, welche eine rechte gymnastische Leibeserziehung für die volle gesunde Entwicklung aller großen Organtätigkeiten des Körpers, der Atmung, des Blutkreislaufes und weiterhin des gesamten Stoffwechsels besitz. Was ist denn der Mann viel wert, der zwar Zentnerlasten stemmen kann, aber keine 100 Meter im schnellsten Zeitmaß zu laufen oder eine Treppe hinauf zu eilen vermag, ohne gänzlich außer Atem zu kommen — weil er zwar ungefüge starke Muskeln, aber ein erbärmlich schwaches Herz besitz? Was nützen einem Gipfelfturner an Barren und Reck seine viel bestaunten Künste, wenn er vielleicht nebenher nur ein blasser, blutarmer Kamerad ist mit kümmerlich beschaffener Lunge? Oder endlich: Wer empfindet nicht den Mangel in der Körperkultur bei einem Fußballspieler, der zwar auf dem Spielfeld durch seine Schneidigkeit und Unwiderstehlichkeit im Angriff gegen das feindliche Tor hervorrag, nach dem Spiel aber, in seinen Überzieher gehüllt, sowie im gewöhnlichen Leben oft eine erbärmliche Figur macht durch seine nachlässige, schlottrige Haltung und seinen hohen Rücken?

Eine rechte erzieherische Leibesübung die Jahre des Wachstums hindurch kann sich — das geht aus den vorhergehenden Ausführungen zur Genüge hervor — nicht aus der bloßen Erfahrung, wie sie auf den Übungsplätzen gesammelt ist, aufbauen. Willig überlassen wir dem „Trainer“, der es unternimmt, junge erwachsene Leute zu bestimmten Wettkämpfen auszubilden und herzurichten, dieses sein Feld. Allein, um unsere gesamte heranwachsende Jugend von früher Kindheit an körperlich in rechter Weise zu erziehen und die Übungsbedürfnisse für die verschiedenen Altersstufen festzusetzen, dazu reicht niemals handwerksmäßige Routine aus, sondern da bedarf es der nötigen anatomischen, physiologischen und hygienischen Einsicht. Es bedarf ihrer, um aus der unendlichen Vielheit von Übungsformen diejenigen herauszufinden, welche einen bestimmten wertvollen Übungszweck besitz, und wiederum ist es die Erreichung des Übungszwecks, welche uns hilft, die wirksamste Art der Ausführung festzusetzen. Nach dieser Richtung hin haben die letzten 15—20 Jahre unverkennbare Fortschritte gezeitigt. Der heftige Widerstreit derjenigen beiden Systeme der Schulgymnastik, welche als die ältesten und verbreitetsten einander gegenüberstehen, nämlich

des deutschen Schulturnens auf der einen, der schwedischen Schulgymnastik auf der anderen Seite, hat sich gemildert. Alle anderen Länder haben in dem, was sie auf dem Gebiete erzieherischer Leibesübung schufen, mochte dies auf den ersten Blick noch so neu und eigenartig erscheinen, schließlich doch nur auf den Grundlagen, sei es des deutschen, sei es des schwedischen Schulturnens, aufbauen müssen. Sie lehnten sich bald mehr, bald weniger bewußt an eins dieser Systeme an — oder zogen von beiden zugleich Nutzen. Wohlverstanden: ich spreche hier nur von bestimmten schulmäßig ausgestalteten Systemen, nicht von dem freien Betrieb der Spiele, nicht von der Pflege der natürlichen, mehr oder weniger sportmäßig ausgestalteten Übungsarten. Hier ist in erster Linie England uns ein Muster geworden, wobei indes nicht vergessen werden darf, daß allüberall ein uralter Bestand von Jugendspielen vorhanden war; wie denn auch die natürlichen Übungen des Laufens, des Springens, des Werfens, ferner des Schwimmens usw. Leibesfertigkeiten sind, die in die ältesten Zeiten der Geschichte der Menschheit hinaufreichen. Es konnte sich nur darum handeln, in welchem Umfange und in welcher Art, entsprechend der Leistungsfähigkeit der verschiedenen Altersstufen, die Spiele wie die natürlichen Leibesübungen mit der schulmäßigen Gymnastik zu einem Ganzen zu verschmelzen wären. Im allgemeinen ging der Ausbau des deutschen Turnens aus von der Vielheit der Übungsformen, die, nach der erfahrungsgemäß festgestellten Schwierigkeit der Ausführung geordnet, den aufsteigenden Altersstufen zugeordnet wurden. Umgekehrt stellte das schwedische System der Schulgymnastik den Übungszweck an die Spitze und suchte grundsätzlich sich demgemäß zu beschränken auf solche Übungen, die in einer bestimmten Weise den Körper oder einzelne Körperteile beeinflussen. Dies führt uns dazu, auf den Werdegang der körperlichen Erziehung in der Neuzeit kurz einzugehen und insbesondere die Grundgedanken des deutschen Turnens und der schwedischen Schulgymnastik einander gegenüberzustellen.

## Deutsche und Schwedische Schulgymnastik.

Natürliche  
Gymnastik.

Der Mensch verdankt die besondere Art seines Körperbaues sowie die edle Form seiner Gestalt der aufrechten Körperhaltung, welche er allein vor der ganzen Tierreihe voraus hat. Sein Knochenbau, seine Gelenke und seine Muskeln befähigen ihn nicht nur, sondern haben sich auch im Verlaufe der Entwicklungsgeschichte des Menschen eigens geformt zur Ausführung einer Reihe von Bewegungsarten, deren der Mensch in erster Linie zur Stiftung seines Daseins bedurfte. Er bedurfte ihrer, um seine Nahrung zu erlangen, um Hindernisse jeder Art zu überwinden, um sich seiner Feinde zu erwehren, um sich ein sicheres Obdach zu verschaffen usw. Diese natürlichen Grundformen körperlicher Bewegung des Menschen dienen teils zur Fortbewegung des Körpers selbst, wie Gehen, Laufen, Steigen, Springen, Klettern, Schwimmen; teils dienen sie der Bewältigung von Fremdlasten, wie Heben, Tragen, Ziehen usw., teils dem Gebrauch von Werkzeugen oder Waffen, beim Werfen, Schlagen, Stechen, Hämmern usw. Auch der Ringkampf, Mann gegen Mann, gehört hierher. Häufige Betätigung und Übung in diesen natürlichen Bewegungsformen ist an sich schon geeignet, den Körper als Ganzes sowie in seinen einzelnen Teilen zu erziehen und zu veredeln. Denn es sind, ich wiederhole es, ja gerade diejenigen Bewegungsarten, welche den menschlichen Körper im Laufe der Entwicklung besonders geformt haben. In der That haben wir hier die natürlichste Art der Gymnastik vor uns und auch die älteste, — denn sie ist so alt wie das Menschengeschlecht. Selbst die hochausgebildete Gymnastik der Griechen war im Grunde genommen keine andere.

Be-  
einflussung  
der Leibes-  
übungen  
durch die  
Kultur.

Nun hat die fortschreitende Kultur die Grundlagen unserer Daseinsbedingungen in manchem Betracht völlig umgestaltet und hat insbesondere die Menschheit zu einer denkbar weitestgehenden und stetig sich noch erweiternden Arbeitsteilung veranlaßt. Es ist für uns eine Daseinsnotwendigkeit geworden, noch weit andersgeartete Fähigkeiten und Fertigkeiten wie jene, die nur für primitive Verhältnisse ausreichen, zu entwickeln. Die Formen, in welchen sich für den heutigen Kulturmenschen der Kampf ums Dasein abspielt, bedingen die Notwendigkeit, sich vor allem das entsprechende geistige Rüstzeug

zu erwerben. Dies sowohl wie die zunehmende Beschränkung der körperlichen Berufsarbeit auf einen ganz bestimmten und oft recht engen Kreis von Handlungen hatte die Pflege und Ausbildung des Körpers in seiner Gesamtheit immer weiter zurückgedrängt. Nur die Einsicht, daß den heranwachsenden Geschlechtern in zunehmendem Maße körperliche Entartung drohe, schuf der Pflege des Körpers durch gymnastische Übung wieder Raum, wenn auch in bescheidenem Umfange. Allerdings suchte man künstlich durch die Kultur gewordenen Zuständen gegenüber die Abhilfe vornehmlich auch auf künstlichem Wege; besondere Umstände, wie die Zusammendrängung eines größeren Teiles der Gesamtbevölkerung in enge, dichtbewohnte Städte und die damit notwendig gewordene Massenerziehung der heranwachsenden Jugend in der öffentlichen Lernschule taten ein übriges. So entstanden denn seit Beginn des 19. Jahrhunderts allmählich unsere neuzeitlichen gymnastischen Systeme.

Das älteste dieser ist die deutsche Turnkunst. Sie ging in ihren ersten Anfängen vornehmlich unter Johann Christoph GutsMuths aus von jenen natürlichen Grundformen der Gymnastik, welche wir eben kurz gekennzeichnet haben. Den breiten Boden im deutschen Volke erkämpfte aber erst Friedrich Ludwig Jahn der Turnkunst. Sie sollte nach ihm die „verloren gegangene Gleichmäßigkeit der menschlichen Bildung wiederherstellen, der bloß einseitigen Vergeistigung die wahre Leibhaftigkeit zuordnen“ . . . Die zunehmende Verwendung künstlicher Geräte, namentlich des Reckes und des Barrens, auf dem Jahnschen Turnplatz weckte aber sodann die Lust, immer wieder neue Übungsformen und Leibeskünste zu erfinden. Ob diesen neuen Übungen auch immer ein besonderer Wert beizumessen sei für die richtige Entwicklung des Körpers, darüber grübelte man in der Erfinderfreude nicht nach. Man hielt es — und nicht ganz mit Unrecht — schon für genügenden Gewinn, draußen auf freiem Plan in rüstigem, frischem Tummeln die Leibeskräfte möglichst betätigen zu können. Weiterhin aber gestaltete sich die völlige Unbekümmertheit um den körperlichen Übungswert der einzelnen Übung zum System. Es war vorab der große Erzieher Pestalozzi, welcher, wie jedes andere Gebiet der Erziehung, so auch die Gymnastik in ihre elementaren Bestandteile und Formen zu zerlegen und danach eine eigene Methode von Leibeserziehung auszubauen strebte. So begründete er denn eine Elementargymnastik, unabhängig vom Jahnschen Turnen. „Das Wesen der Elementargymnastik“, so sagt er, „besteht in nichts anderem als in einer Reihenfolge reiner körperlicher Gelenkbewegungen, durch welche der Umfang dessen von Stufe zu Stufe erschöpft wird, was das Kind in Hinsicht auf die Art und Weise seiner Stellung und Bewegung des Körpers und seiner Artikulation vornehmen kann.“ Schon Zeitgenossen verspotteten dies System als „Gliederpuppengymnastik“. Gleichwohl

Die deutsche Turnkunst.

GutsMuths.

Jahn.

Pestalozzi's  
Elementar-  
gymnastik.

Spieß. betrat denselben Weg, nämlich die einfache Ausnutzung, ja Erschöpfung der zahllosen Bewegungsmöglichkeiten des Körpers, Adolf Spieß, der eigentliche Urheber des deutschen Schulturnens. Ihm wurde der menschliche Leib in der Theorie nur eine Bewegungsmaschine, aus Kopf, Rumpf und Gliedmaßen bestehend, welche zueinander in unendlichen Bewegungsmöglichkeiten sich bewegen können. „Es genügt,“ so sagt er in Begründung seines Systems, „im allgemeinen zu betrachten, wie der Rumpf, der Kopf, Beine und Arme sich bewegen; wie der Rumpf, wenn auch scheinbar gegliedert, viel Bewegung hat, nach allen Seiten hin sich biegen und strecken kann; wie Beine, Arme und der Kopf hauptsächlich vom Rumpf aus bewegt werden; wie Beine und Arme für sich wieder gegliederte und durch Gelenke verbundene Teile sind, in ihren Hauptgelenken sich drehen, beugen, strecken, in den Mittelgelenken sich nur beugen und strecken können usw.“ So entstand ein System der Turnkunst, aufgebaut auf den Triebssand unendlicher Bewegungsmöglichkeiten: „Jede mögliche Übung“, so hieß es später, „ist auch berechtigt“ (E. Angerstein). Irgendein Anhalt, um diesen Überschwang von Übungsformen nun auch gemäß ihrem inneren Gehalt, gemäß ihrem tatsächlichen Übungswert zu sichten, wurde nicht gegeben. Lediglich die Erfahrung über das physische Können der verschiedenen Altersklassen der Jugend war maßgebend für die stufenmäßige Einteilung des Übungsstoffes. Kann diese Erfahrung auch selbstverständlich nicht entbehrt werden: die Übungsnotwendigkeit für unsere heranwachsende Schuljugend läßt sich von ihr aus nicht bestimmen.

So konnte es denn nicht fehlen, daß uns im deutschen Schulturnen — das Turnen der Erwachsenen wußte sich noch in manchem Betracht die gesunderen Überlieferungen des Jahnschen Turnens zu wahren — ein ganzer Wust von unwirksamen, belanglosen Übungen beschert wurde. Ich erinnere da an die sogenannten Ordnungsübungen, wobei die Schüler verwickelte taktische Figuren, von einfachen Reihungen und Schwenkungen bis hinüber zum Umkreisen, Ziehen zum Stern, Durchschlängeln im Kreis usw., zu erlernen und abzuspazieren haben. Ich erinnere an die noch verwickelteren und für die gymnastische Körperausbildung gleich überflüssigen Reigen, die bis in die jüngste Zeit im deutschen Mädcheturnen eine ungebührlich große Rolle spielten. Gerade die Einführung dieser sogenannten Turnarten, welche schließlich nur ein Organ des Körpers wirklich anzustrengen imstande sind, nämlich das Gehirn, wurde Spieß auch noch als ganz besonderes Verdienst angerechnet!

Die natürlichen Bewegungsformen, deren zweckdienlichste, kraftsparendste und zugleich auch schönste Art der Ausführung im Bau des Körpers vorgeschrieben ist, also das Gehen, das Laufen, das Springen und dergleichen, suchte man nicht etwa von ihrer leiblichen und biologischen Wesenheit aus zu entwickeln. Nein, sie wurden überwuchert durch

eine lange Reihe künstlicher Schritt-, Lauf- und Sprungarten und bildeten nur eine einzelne Form unter allen diesen.

Auch in den Frei- und ganz besonders in dem Gebiet der Gerät-  
übungen stiftete die kritiklose Anhäufung und Anwendung zahlloser Frei- und  
Gerät-  
übungen. Übungsformen mancherlei Unheil. Es gibt da manche Übungsreihen, welche auf den jugendlichen Körper und die Körperhaltung sicher nicht veredelnd, ja manchmal sogar verbildend wirken. Dazu gehört die Überlastung des Schultergürtels durch unzweckmäßige und übertriebene Übungen im Stütz am Barren oder beim Schwingen am Pferd; dazu gehört ferner die übergroße Bevorzugung und dementsprechend ungleichmäßige Entwicklung der Beugemuskeln des Körpers und anderes mehr.

Bei der Lust, immer neue Bewegungsformen zu erfinden, blieb man doch merkwürdig gleichgültig gegenüber der Frage, in welchem Zeitmaß die einzelnen Bewegungen am besten auszuführen sind: ob ganz kurz und schnellend oder ob langsam und zügig oder ob gar verbunden mit Halten von einiger Dauer, sobald der Körper zu gewissen Stellungen gelangt ist. Allzusehr neigte man in Beziehung auf das Zeitmaß der Ausführung dazu, alle möglichen Übungen über einen Leisten zu schlagen und das Turnen zu einem Drill in ewigem Gleichtakt nach lautem Zählen zu gestalten. Selbst die Gerätübungen zerlegte man, statt sie in einem Zuge durchzuführen zu lassen, in Einzelbewegungen, welche im Takt nach Zählen aufeinanderfolgen. Wird uns doch heute noch hier und da Gerätturnen im Takt nach Musik — d. h. zu den Klängen eines dünnen Klaviers in der Turnhalle — als ein Gipfel des Schulturnunterrichts angepriesen!

Die Frage, welche Bedeutung rhythmische Bewegungen in der Physiologie der Leibesübungen spielen, wo der Rhythmus hingehört und wo die Rücksicht auf das Temperament der einzelnen Schüler wie auf einfachste physikalische Gesetze die Forderung rhythmischer Ausführung ausschließt, alles das wird uns in den späteren Erörterungen noch eingehender beschäftigen müssen. Hier kam es nur darauf an, die überaus weitgehende Anwendung der taktmäßigen Ausführung von Übungen jeder Art im neuzeitlichen deutschen Schulturnen hervorzuheben.

Indes sei es genug mit der Aufführung von solchen recht ansehbaren Gepflogenheiten im deutschen Turnen. Es stehen dem auch manche Vorzüge gegenüber, auf die ich gleich noch kurz kommen werde.

Was nun die schwedische erzieherische Gymnastik betrifft, so führte ihr Begründer, Per Hendrik Ling, von Anbeginn als deren Per Hendrik  
Ling als  
Schöpfer der  
schwedischen  
Schul-  
gymnastik. grundlegendes Prinzip den Übungszweck jeder Übung ein. Zieht man den Stand des anatomischen und physiologischen Wissens des Zeitalters von Ling, das heißt des Endes des 18. und des Beginns des 19. Jahrhunderts, in Betracht, so ist der Versuch des Gründers der schwedischen Turnkunst ein bewundernswerter, mit dem er in die Art der Muskel-

arbeit an den Gelenken bei den verschiedenen Bewegungsformen ein-  
drang, um auf Grund dessen systematisch die gesamte Körpermuskulatur  
durchaus gleichmäßig zu üben, zu kräftigen und insbesondere schöne  
und gerade Körperhaltung sowie volle Entwicklung des Brustkorbs zu  
erzielen. Aus wohlverstandenen gesundheitlichen Gründen legt die  
schwedische Schulgymnastik der Ausbildung der Rumpfmuskulatur ein  
Hauptgewicht bei — während im deutschen Turnen die Arbeit und  
Kräftigung der Muskeln an den Armen und Schultern allzusehr in den  
Vordergrund tritt. Neben der Ausbildung der wichtigen Bauchmuskulatur  
ist es der schwedischen Gymnastik vornehmlich zu tun um eine weit-  
gehende Kräftigung der Streckmuskeln des Rückens und des Nackens.  
Mit Recht geschah dies deshalb, weil schon im Alltagsleben und noch  
mehr im Schulleben — man braucht da nur an die Schreibhaltung in  
der Schulbank oder am häuslichen Arbeitstisch zu denken! — die  
Biegung der Wirbelsäule nach vorne überwiegt. Dem soll im Interesse  
einer schönen, aufrechten Körperhaltung durch geeignete gymnastische  
Übungen das nötige Gegengewicht gegeben werden. Dieser auch hier  
ausgesprochene orthopädische Charakter des schwedischen Turnens  
gehört sicherlich zu dessen stärksten Seiten. Zur Bekräftigung dessen  
brauchen wir nur zu erinnern an die ungemeine Häufigkeit der Haltungs-  
fehler und insbesondere der Skoliosen bei unserer Schuljugend.

Ortho-  
pädischer  
Charakter  
des  
schwedisches  
Schul-  
turnens.

Halten und  
langsame  
Bewegungen  
im schwedi-  
schen Turnen.

Ein weiterer Unterschied zwischen den Gepflogenheiten des deutschen  
Turnens und denen der schwedischen Gymnastik besteht darin, daß in  
letzterer langsam ausgeführte, ausgiebige Bewegungen vorwiegen.  
Man beabsichtigt damit die bewegenden Muskeln zur vollen Zu-  
sammenziehung, die gegensinnig wirkenden zur möglichsten  
Dehnung zu bringen. Zweifellos werden die vorgeschriebenen Be-  
wegungen hierdurch genauer, sicherer und schöner. Hinzu kommt das  
viel angewendete Verharren in einer einmal eingenommenen, meist  
nur durch umfassendere Muskelspannung innezuhaltenden Stellung.  
Diese Halten werden im schwedischen Schulturnen bekanntlich als  
„Ausgangsstellungen“ bezeichnet. Die schnellenden, kurzen und straffen  
Bewegungen, welche das deutsche Turnen entschieden zu sehr bevorzugt,  
kommen umgekehrt in der schwedischen Gymnastik zu kurz. Es darf  
allerdings nicht übersehen werden, daß der männlichen Jugend Schwedens  
dafür ein Ersatz in ihren ziemlich ausgedehnten militärischen Übungen  
(vom 13. Lebensjahre ab) geboten ist.

Benutzung  
von Geräten  
im deutschen  
und schwedi-  
schen Turnen.

Bezeichnend ist der Gegensatz zwischen schwedischem und deutschem  
Turnen hinsichtlich der Benutzung der Geräte. Im deutschen  
Turnen empfangen die Übungen und Übungsfolgen ihren besonderen  
Charakter durch das Gerät, an welchem sie ausgeführt werden. Hier  
haben wir Barren-, Reck-, Leiter-, Pferdübungen usw., welche, zu um-  
fassenderen Übungsfolgen vereint, hintereinander ausgeführt werden.  
Im schwedischen Turnen ist dagegen das Gerät nur da als Mittel

zu dem Zweck, dem Plan der Gymnastikstunde gemäß irgendeine bestimmte Muskelgruppe oder Muskelstätigkeit zu üben. Nehmen wir zum Beispiel eine in jeder schwedischen Gymnastikstunde wiederkehrende Übung, nämlich die des sogenannten „Spannbeugens“ (spännböjning) zur Kräftigung der Streckmuskulatur der Wirbelsäule vom Kreuzbein bis hinauf zum Hinterhaupt, zur Kräftigung der Bauchmuskeln, zur Weitung des Brustkorbs usw. Diese Übung kann ebensogut ausgeführt werden als reine Freiübung aus verschiedenen Ausgangsstellungen, mit Benutzung des Querbaums als Stütze gegen die Lendengegend oder mit Benutzung des Ribbstols, dessen Sprossen beim Rückbiegen des Rumpfes von den emporgehobenen Händen zu umgreifen sind, oder mit Zuhilfenahme irgendeiner anderen Art von Stütze. Eine solche Übung versteht, gleichviel, ob sie ohne Benutzung eines Geräts ausgeführt wurde oder ein Gerät in Anwendung zog, große Muskelgebiete längs der ganzen Wirbelsäule, an der Vorderseite des Rumpfes, an Schultern und Armen, am Becken und an den Schenkeln teils in anhaltende Zusammenziehung, teils dehnt sie diese Muskeln, wozu noch ihre Wirkung auf den Bänderapparat der Wirbelsäule und der Zwischenknorpelscheiben zwischen den Wirbelkörpern kommt. Stets soll ihr eine gegensinnige Rumpfbeuge nach vorn oder Rumpfdrehen mit gebeugten Armen folgen, um die vorher vorzugsweise in Anspruch genommenen und stark zusammengezogenen Muskelgebiete zu entspannen, und umgekehrt die stark gedehnten Muskeln zusammenziehen zu machen. Im deutschen Turnen will man dagegen in einer Übungsfolge an irgendeinem Gerät von einer schon gekonnten einfacheren Übung aus eine neue schwierigere und mehr zusammengesetzte schulgerecht entwickeln in der Art, daß die Grundübung, sondern oft wiederkehrend, allmählich erweitert, umfanglicher und schwieriger gestaltet wird. Vom erzieherischen Standpunkt aus ganz richtig — aber, es kommen sondern oft hintereinander immer dieselben Muskelgruppen vorzugsweise ins Spiel und werden leicht einseitig überanstrengt. Eine Gefahr, die bei Anfängern, d. h. also gerade bei den jungen, im Wachstum begriffenen Schulkindern mehr besagt als bei schon geübteren Turnern; bei letzteren sind die Gerätübungen schon so umfassend und so mannigfaltig gestaltet, daß in der Tat der Umfang der ins Spiel kommenden und arbeitenden Muskelgebiete ein sehr großer, über die verschiedensten Gegenden des Körpers sich erstreckender ist.

Man muß zugeben, daß die vorgeschriebene Anordnung einer schwedischen Gymnastikstunde — d. h. einer halbstündigen oder, voll gerechnet, 40 Minuten dauernden Tagesübung — ein gymnastisches Kunstwerk darstellt gegenüber der gang und gäben deutschen Turnstunde. In letzterer folgen gewöhnlich auf einige Ordnungs- oder Marschübungen eine Gruppe von Freiübungen und danach Turnen an zwei bestimmten Geräten, die so gewählt sind, daß an dem einen mehr

Die schwedische Tagesübung und die deutsche Turnstunde.

der Oberkörper, an dem anderen mehr der Unterkörper geübt wird. Daher die Zusammenstellungen: Reck — Bodk, Barren — Freispringen, Leiter — Pferd usw. Für eine schwedische Gymnastikstunde oder „Tagesübung“ ist dagegen ein ins einzelne gehender Plan vorgeschrieben. Man beginnt 1. mit „ableitenden Beinbewegungen“, d. h. einigen Geh- und Ordnungsübungen einfachster Art, zwischen welche etliche Freiübungen an der Stelle eingeschoben sind; es folgen als Übungen von mehr umfassender Wirkung auf den Körper: 2. Übungen zur Streckung des Rückens und der Gliedmaßen („spannbeugstehende Bewegungen“, wie wir sie vorhin erwähnten); 3. Übungen im Hang und Heben des Körpers aus dem Hang, also Streck- und Beugehang; 4. Übungen zur Gleichgewichtserhaltung des Körpers. Nun folgen Übungen von mehr begrenzter Wirkung auf bestimmte Muskelgruppen, nämlich: 5. Übungen nur für die Rücken-, Schulter- und Nackenmuskeln; 6. Übungen nur der Bauchmuskeln; 7. Übung vorwiegend der seitlichen Rückenmuskeln („wechselseitige Kumpfbewegungen“); es folgen 8. Springübungen, sei es des freien, sei es des gemischten Sprungs, sowie 9. die Muskelanstrengungen gewissermaßen abklingen lassend, Atmungsübungen in Verbindung mit bestimmten zugehörigen Freiübungen und Gangarten.

Zwischen diesen Übungsarten von verschiedenem Charakter und verschieden eingreifender Wirkung können noch Ergänzungsübungen eingeschoben werden, die bald, wenn eine stärker angreifende Übung voranging, mehr beruhigend und ableitend wirken, bald auch Vorübungen oder einleitende Bewegungen zu einer bestimmten schwierigen Bewegungsaufgabe darstellen. — Übrigens finden sich auch kleinere Abweichungen in der hier (nach Törngren) gegebenen Reihenfolge.

So erscheint diese Verteilung des Übungsstoffes auf eine „Tagesübung“ als eine recht mannigfache und, um einen beliebten Ausdruck anzuwenden, „rationell“. Sie steigt, von leichten Bewegungen anhebend, zu stärkerer umfassender Muskelarbeit an, um dann schließlich wieder zu mäßigster Muskelanstrengung abzusinken. Man hat dafür sogar eine bestimmte Kurve der Muskelanstrengung entworfen, welche, von Null beginnend, zu einer gewissen Höhe ansteigt, um dann wieder zum Nullpunkt zurückzukehren. (Fig. 1.) Es ist aber nicht zu leugnen, daß die Ausfüllung immer ein und desselben Schemas, welches dazu zwingt, bestimmte Übungen mit oft nur geringfügigen Abänderungen tagtäglich wiederkehren zu lassen, der schwedischen Schulgymnastik einen etwas einförmigen Charakter aufdrückt — gegenüber dem Über-

Erziehung  
zu Gewand-  
heit und  
Anstelligkeit  
im deutschen  
Turnen.

schwung von Übungsformen im deutschen Turnen. Ganz besonders muß aber hier betont werden, daß die schwunghaften Übungen des deutschen Turnens zu einer Gewandtheit und Anstelligkeit des Körpers in den mannigfachsten und flinken Be-

wegungen erziehen, wie sie umfassender wohl im Rahmen keines Systems der Schulgymnastik, am wenigsten vielleicht in der schwedischen Gymnastik erreicht ist. Keine gymnastischen Übungen sind mir auch bekannt, welche gleichen Spielraum und gleiche Befriedigung dem jugendlichen Wagemute gewähren, und welche bei genügend erreichtem Können auch in gleich hohem Maße das Gefühl der Leistungstüchtigkeit und der Sicherheit in allen erdenklichen Lagen wecken — ganz abgesehen davon, wie unten noch gezeigt werden soll, daß solchen Übungen am Gerät auch noch besondere Werte für die allgemeine Erkräftigung und Ernährung des Körpers innewohnen. Dafür spricht auch der Umstand, daß in keinem Lande der Welt eine schulmäßig betriebene Gymnastik so volkstümlich geworden ist und weiter über die Schuljahre hinaus noch von einer so großen Zahl von Jünglingen und Männern eifrig betrieben wird, als wie es in Deutschland mit dem deutschen Turnen der Fall ist. Und zwar sind es gerade die nicht ohne Grund angefochtenen Geschicklichkeits- und Kraftübungen an den Geräten, welche die Hauptanziehungskraft für das deutsche Jünglings- und Männerturnen ausmachen. Demgegenüber findet bei Erwachsenen das schwedische Turnen in seiner strengen Form doch nur dürftige Beteiligung und Anreiz. — Der erwachsene Schwede zieht die Pflege sportlicher Übungen vor. Zweifellos stecken aber im schwedischen Schulturnen gesunde gymnastische Gedanken. Wir können in Deutschland vieles daraus lernen und hinübernehmen. Das gilt insbesondere für unser Mädchenturnen.

Anreiz des  
deutschen  
Turnens  
über die  
Schuljahre  
hinaus.

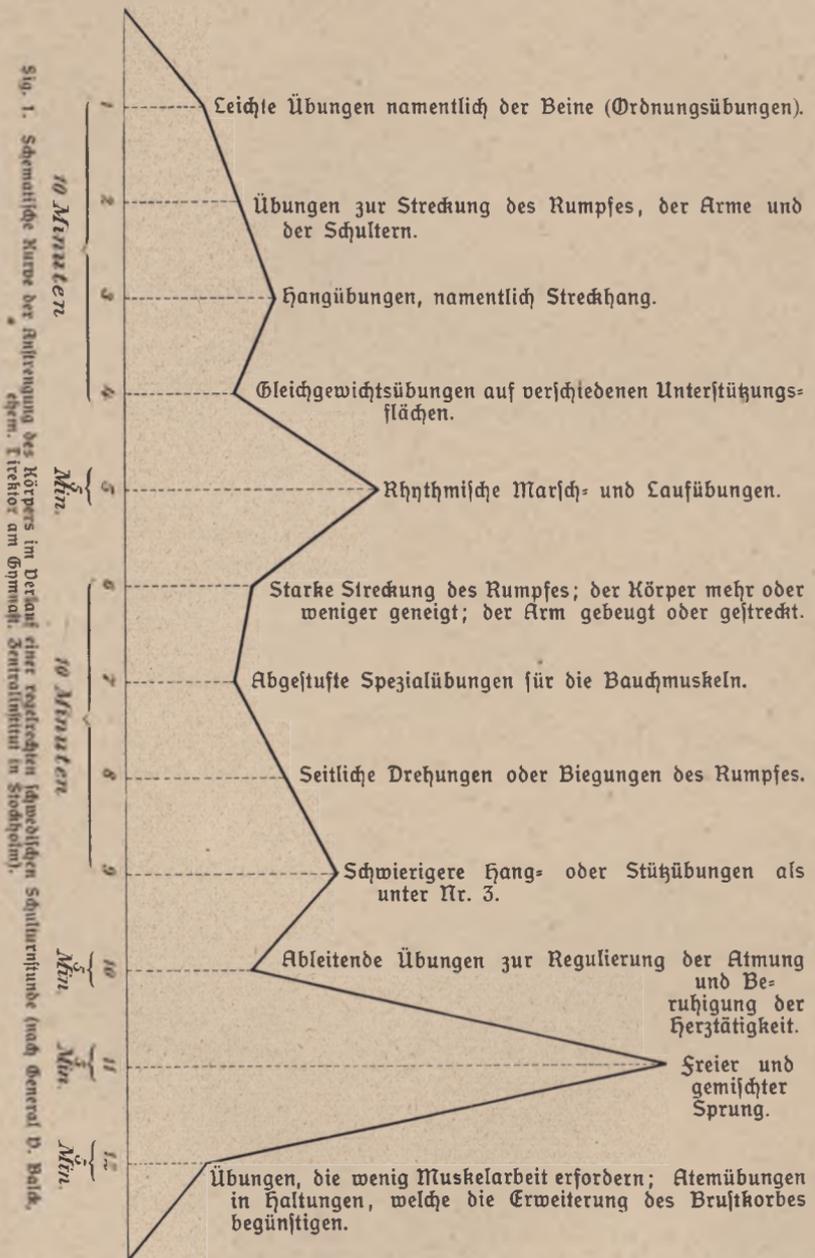
Zum Schlusse dieser kurzen, nur auf die Grundzüge eingehenden Gegenüberstellung des deutschen und des schwedischen Turnens will ich folgendes noch eigens hervorheben. Ist das deutsche Turnen in seiner regelrechten Form lediglich eine Muskel- und Nerven-gymnastik, so trifft ganz ein gleiches auch für die schwedische Gymnastik zu. Ling bekundete im Aufbau seines Systems gewiß ein großes, ja ein eingehendes Verständnis für eine gleichmäßige gymnastische Ausbildung der gesamten Körpermuskulatur, desgleichen für die Erziehung zu schöner aufrechter Körperhaltung usw. Von der Aufgabe dagegen, mittels der Gymnastik in eingreifender Weise auch die großen Lebenstätigkeiten des Herzschlags und des Blutkreislaufs, der Atmung und des Gesamtstoffwechsels zu beleben und in gleichem Maße zu schulen wie die Muskeltätigkeit selbst, davon hatte er keine genügende Vorstellung. Er konnte sie aber auch, zu seiner Entschuldigung sei dies gesagt, gemäß dem Stande der physiologischen Anschauungen seines Zeitalters noch nicht haben. So gerne und so breit sich Ling in verschwommenen naturphilosophischen Darlegungen bei Abfassung seiner Schriften erging: seine Gymnastik ist in der Hauptsache mehr eine beschränkt orthopädische als eine umfassend hygienische im neuzeitlichen Sinne. Darüber dürfen auch

Schmidt, Physiologie der Leibesübungen.

2



Dauer:



die paar Übungen der Atmungsgymnastik, welche zum Schluß einer jeden schwedischen Tagesübung in der Schule vorgenommen werden sollen, nicht hinwegtäuschen.

Wir werden uns, so hoffe ich, im weiteren Verlauf unserer Erörterung noch überzeugen, welche tiefgreifende Einwirkung und welche wesentliche Bedeutung für die Entwicklung des gesamten Körpers und aller seiner Lebenstätigkeiten die geregelte Pflege der sogenannten Schnellkeits- und Dauerübungen besitzt. Insbesondere wird es uns darauf ankommen, den Wert der Spiele wie des Sports für die heranwachsende Jugend überzeugend zu begründen. Mag die schulmäßige Gymnastik mehr nach schwedischem oder nach deutschem oder nach einem von diesen beiden abgeleiteten System statthaben — sofern nicht jene Übungsformen, einschließlich der Spiele daneben mindestens als gleichberechtigt und gleichwichtig ihre geregelte und ausreichende Pflege finden, ist jedes solches gymnastisches System ein unvollkommenes.

Spiele und natürliche Übungen.

Diese Einsicht ist bei uns in Deutschland immer mehr eine ganz allgemein verbreitete geworden, vor allem dank der bahnbrechenden Tätigkeit des „Zentralausschusses für Volks- und Jugendspiele“ (gegründet 1891). Dem folgte dann mit Beginn dieses Jahrhunderts die schnelle und nachhaltige Entwicklung des sportlichen Übungsbetriebes. Aber auch in Schweden hat die Bewegung zur Angliederung der Spiele und Leibesübungen im Freien an die Schulgymnastik außerordentlich an Boden gewonnen. Mit Recht hat man dabei angeknüpft an alte schwedische Volksspiele, so an das auf der Insel Gotland stets heimisch gebliebene treffliche „Pärk“-Spiel. Ebenso sind die schönen alten schwedischen Volkstänze neu belebt und namentlich in den Mädchenschulen eingeführt worden. „Die Spiele“, so hieß es in dem offiziellen Führer für die schwedische Schulausstellung bei der Weltausstellung in St. Louis (1904), „bilden eine notwendige und natürliche Ergänzung zur schwedischen Schulgymnastik und sind überdies wertvoll als ein Mittel zur Charakterbildung.“

## II.

### Die physiologische Betrachtung der Leibesübungen.

Die Kenntnis der Vorgänge, welche bei Leibesübungen in unserem Körper statthaben, kann im großen und ganzen nach zwei Richtungen hin ausgebaut werden. Es kann nämlich erstens der Versuch angestellt werden, bei irgendeiner einzelnen Übung oder Bewegungsform die Anteilnahme der einzelnen Muskeln, die Bewegungen in den Gelenken, die Veränderungen in den Schwerpunktsverhältnissen usw., kurz gesagt: die Summe aller mechanischen Vorgänge festzustellen. Ein Versuch

übrigens, der vielfach nur recht unvollkommene Ergebnisse zeitigt. Zweitens kann die Frage aufgeworfen werden, welche Kraftquellen dem Körper zur Hervorbringung solcher mechanischer Leistungen zu Gebote stehen, und wie nicht nur die kraftgebenden Vorgänge in den Muskeln bei solchen Leistungen an sich beschaffen sind, sondern vor allem auch, welchen Einfluß die Erzeugung der dabei benötigten mechanischen Kräfte auf die verschiedenen Lebenstätigkeiten des Körpers, z. B. auf den Blutkreislauf, die Atmung und den Stoffumsatz, ausübt. Beide Gebiete der physiologischen Betrachtung sind in hohem Grade wertvoll sowohl für die praktische Ausführung der Leibesübungen als auch für die Einschätzung ihrer Bedeutung für die gesamten Lebensvorgänge.

Gleich-  
gewichts-  
erhaltung

Fragen wir zunächst, wie wir am sichersten wenigstens einen Einblick in die Mechanik der einzelnen Übungen gewinnen, wie wir den Umfang und die Art der hierbei stattfindenden Gelenkbewegungen kennen lernen und weiter die verschiedenen Muskeln, welche zur Bewegung dieser Gelenke mehr oder weniger ins Spiel treten. Da ist nun zu beachten, daß unser Knochengeriüst durchweg aus zahlreichen beweglichen und allenthalben gelenkig miteinander verbundenen Teilen besteht. Keine auch nur einigermaßen umfangreichere Bewegung kann an einer Stelle des Körpers stattfinden, ohne daß das Gleichgewicht des Ganzen gestört wird. Bei Bewegung an einer Körperstelle bedingt darum die Erhaltung des Gleichgewichts eine Reihe von Kräftewirkungen an anderen Körperstellen, soll anders die Erhaltung etwa der aufrechten Haltung des Körpers gewahrt bleiben. So genügt z. B. das Seitheben nur eines, vielleicht auch noch mit einem Fremdgewicht, wie einer Hantel, belasteten Armes, um das Gleichgewicht der gestreckt gehaltenen Wirbelsäule zu stören: denn diese muß infolge der eintretenden einseitigen Belastung sich nach der Seite des gehobenen Armes hin biegen. Soll die Wirbelsäule aber dabei gestreckt, die Haltung eine gerade und aufrechte bleiben, so müssen die Streckmuskeln der entgegengesetzten Seite der Wirbelsäule jenem Zug entgegenwirken, indem sie stärker gespannt werden, d. h. sich leicht zusammenziehen. Diese Arbeit der Wirbelsäulestrecker wächst um so mehr an und greift auch auf die Muskeln über, welche das Becken in seiner Stellung auf den Skenkelköpfen erhalten, je mehr das Gewicht des seitgehobenen Armes vergrößert wird, das heißt: je schwerere Gewichte oder Hanteln seitgehoben werden. So kann eine Übung, die ursprünglich eine Übung der Arm- und Schultermuskeln einer Körperseite war, ihre Wirkung in ganz besonderem Maße auf die Tätigkeit der Streckmuskeln im Rücken sowie der Beckenhalter der entgegengesetzten Seite ausüben. In wie hohem Grade, das verspürt der Hantelheber an den später auftretenden Muskelschmerzen in der Kreuz- und Lendengegend.

An ähnlicher Weise können anscheinend bloße Armbewegungen ihren Charakter verändern infolge der besonderen Mechanik des Schultergerüstes. Unser Schultergürtel ist nicht, wie das Becken, welches die Rumpflast trägt, ein ringsum geschlossener Ring, sondern er ist nach hinten offen, klappt auseinander, während er vorne nur durch ein kleines, stark bewegliches Gelenk, das nach Art eines Sattelgelenkes wirksame Schlüsselbein-Brustbeingelenk, mit dem Skelett des Rumpfes verbunden ist. Sonst aber ist der Schultergürtel lediglich durch Muskeln an den Brustkorb und die Wirbelsäule angeheftet. Insbesondere ist dies der Fall bei den Schulterblättern, an welche ihrerseits die Arme mittels der Schultergelenke sich angliedern. Eine jede Armbewegung bringt auch die Schulterblätter aus ihrer Lage: sie gehen mit nach vorne und

außen, wenn die Arme nach vorwärts gebracht werden, sie gehen nach hinten und innen bei starkem Rückführen der Arme und so fort. Insbesondere ist dies der Fall bei starker Belastung der Arme: hier müssen die zu den Schulterblättern ziehenden Muskeln deren Lage sichern, soll anders die Verlagerung der Schulterblätter nicht einen Grad erreichen, welcher das Einnehmen einer gymnastisch schönen Haltung unmöglich macht.

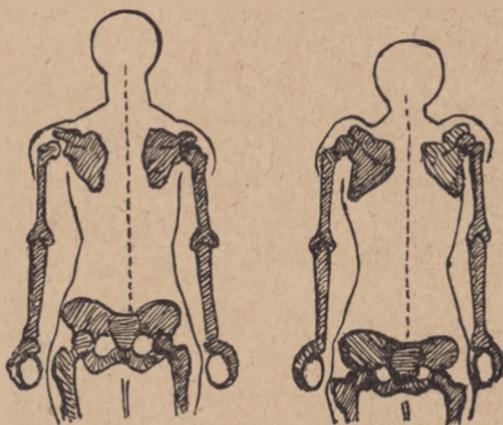


Fig. 2 und 3. Schulterstellung beim Streckstütz im Barren. In Fig. 2 schöne Haltung und normale Stellung der Schulterblätter. — In Fig. 3 Einsinken des Kopfes zwischen die Schultern unter Drehung der Schulterblätter.

Dies kommt unter anderem in Betracht beim Streckstütz im Barren. Für die oberflächliche Betrachtung sind es lediglich die Armmuskeln, welche dabei die Hauptarbeit verrichten. Indem sie durch ihre starke Zusammenziehung die Arme gleich wie einen starren Stab gestreckt halten, scheint allein auf den Oberarmköpfen das ganze Körpergewicht mittels des Schultergürtels aufzuruhen. Rechts und links von der Wirbelsäule steht aber der knöcherne Schultergürtel offen. Diese Lücke wird beiderseits ausgefüllt durch verschiedene kräftige Muskeln, welche die inneren Ränder der Schulterblätter an die Wirbelsäule anheften. Nur dann, wenn die Schulterblätter möglichst der Wirbelsäule angenähert sind, so daß ihre inneren Ränder mit dieser parallel laufen, bewahren wir eine schöne Haltung im Streckstütz, bei welcher der Kopf gerade und hoch getragen wird, der Nacken schlank

Streckst. üb.

da steht und der Brustkorb frei gewölbt nach vorne vortritt. Notwendigerweise sucht beim Streckstütz der Rumpf durch sein Schwergewicht abwärts zu sinken, wobei die Schulterblätter sich von der Wirbelsäule entfernen und sich so drehen, daß ihre äußere obere Ecke mit der Schulterhöhe sich nach aufwärts begibt — wenn nicht jene Muskeln kräftig genug sind, um der ganzen auf die Schulterhöhe übertragenen Körperlast das Gleichgewicht zu halten. Das heißt also: Es ist lediglich die kräftige Entwicklung einiger Schulterblattmuskeln in letzter Instanz dafür entscheidend, ob der Streckstütz im Barren in guter oder in denkbar schlechtester Haltung, d. h. mit Einsinken des Kopfes zwischen die Schultern, ausgeführt wird. Im letzteren Falle ist die Übung zweifellos eine für die Haltung des Körpers schädliche. Es ist bemerkenswert, wie viele Turnlehrer diese Beeinträchtigung der Körperhaltung ganz übersehen — wenn im übrigen die Übung „geht“. Wer zu bestimmen hat, in welchem Alter und bei welchem Kräftezustand solche Stützübungen überhaupt vorgenommen werden dürfen, muß solche ganz offensichtlichen anatomisch-physiologischen Verhältnisse doch unbedingt kennen und vor Augen haben. Ganz besonders wird immer wieder außer acht gelassen, daß bei den Mädchen die Muskulatur des Schultergürtels weit weniger widerstandsfähig ist als bei Knaben. Wir wissen aus zahlreichen Messungen, daß z. B. vom 12. bis 14. Lebensjahre die Mädchen an Körperlänge wie an Gewicht die gleichaltrigen Knaben (infolge früherer Entwicklung) übertreffen, daß sie ihnen aber nachstehen, und zwar nicht unbedeutend, an Muskelkraft und Lungenzapazität. Genauere Angaben hierüber habe ich in meinem Büchlein „Das Schulkind in seiner körperlichen Eigenart und Entwicklung“ (Leipzig 1914) zusammengestellt.

Anatomische  
Analyse.

Im vorstehenden sind nur so einzelne praktisch wichtigere Beispiele herausgegriffen, welche zeigen sollen, inwiefern schon eine einfache physiologisch-anatomische Analyse einer Bewegung oder Übung bessere Einsicht eröffnen kann in die dabei obwaltenden mechanischen Verhältnisse, und wie insbesondere ein Urteil darüber zu gewinnen ist, welche Muskelgruppen hauptsächlich dabei ins Spiel treten. Wir bedürfen solcher Einsicht, um auf Grund deren die Zusammenstellung der verschiedenen Übungen so vornehmen zu können, daß allen Abschnitten des Bewegungsapparates ein annähernd gleiches Maß von Übung zukomme — soweit nicht besondere schwache Partien noch besondere Rücksicht erheischen. Auf solchem Wege wäre dann das Ziel einer ebenmäßigen Entwicklung der Körperformen sowie durchweg schöner Körperhaltung zu erreichen. Es ist diese Art der Betrachtungsweise, nämlich die Bestimmung der vorzugsweise bei jeder Übung tätigen Muskeln, auf welche die schwedische Schulgymnastik sich zum Teil aufbaut.

Nun wollen wir uns aber nicht verhehlen, daß eine derart ge-

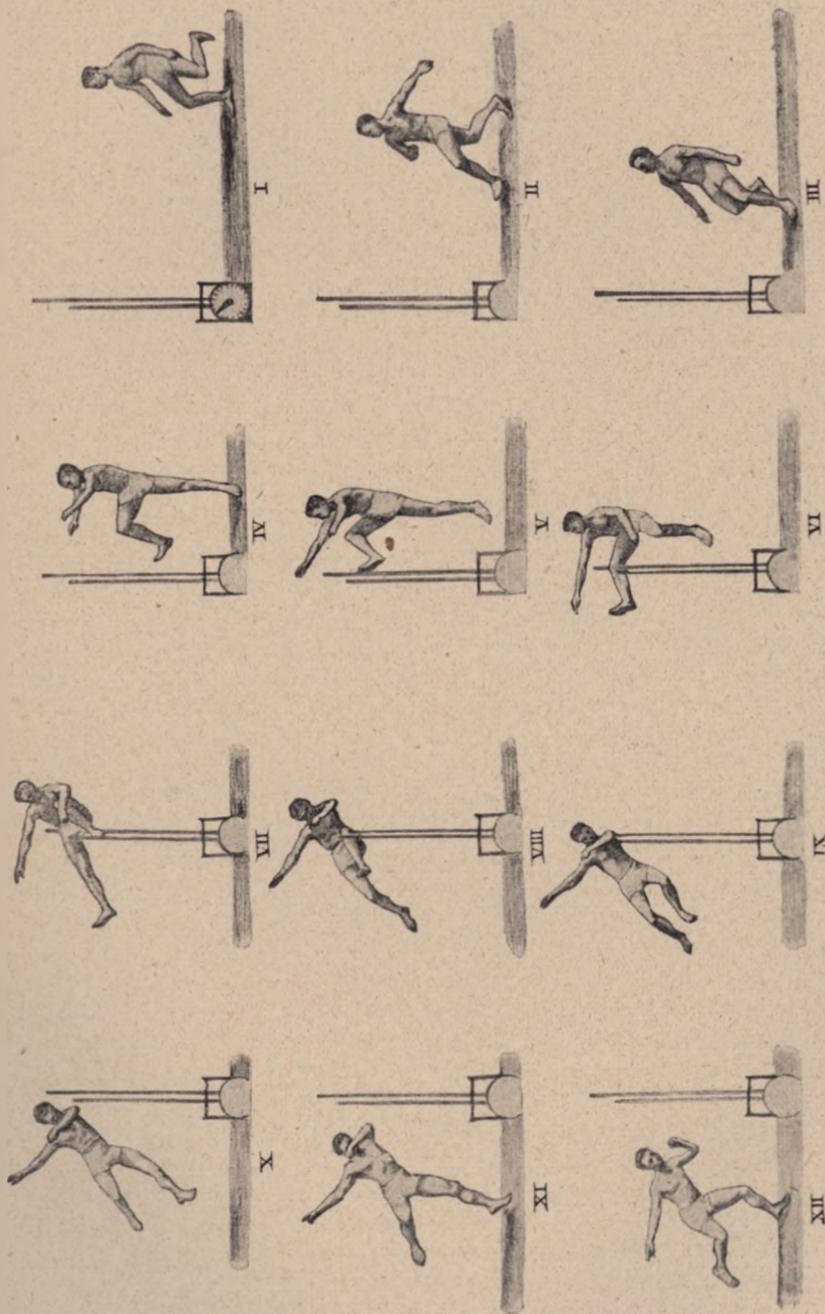


Fig. 4. Reiaufnahme von Marek: Hochsprung des amerikanischen Meisterpringers Sweeney. Paris 1900.

wonnene und immerhin oberflächliche anatomische Einsicht in die Mechanik der Bewegungen nur für die einfacheren Übungsformen und für bestimmte Verhältnisse befriedigt. Für mehr verwickelte Übungsarten, so z. B. für zusammengesetzte und schwinghafte Gerätübungen, ist unsere Kenntnis von den mechanischen Bedingungen und Vorgängen, die hierbei obwalten, doch noch in den ersten Anfängen. Wenn hier auch noch ein wichtiges Arbeitsfeld offen steht, so wollen wir uns doch nicht verhehlen, daß eine genaue und befriedigende anatomisch-mechanische Analyse solcher Bewegungen kaum je erreicht werden dürfte — und daß solche Einsicht womöglich ebensowenig Bedeutung haben wird, wie die Kenntnis des Muskelspiels am Arme beim Vortrag einer Beethoven'schen Sonate die musikalische Leistung zu steigern vermöchte.

Phy-  
sio-  
logisch-  
mechanische  
Unter-  
suchung  
natürlicher  
Bewegungs-  
formen.

Genauer sind wir aber unterrichtet über die Mechanik einer Reihe von natürlichen Bewegungsarten. Ich nenne da in erster Linie den Gang oder den Marsch des Menschen, ferner den Lauf und auch den Sprung. In diesen Forschungen haben vor allem Unvergänglichliches geleistet der verstorbene französische Akademiker Jules Marey sowie dessen Schüler Carlet und Demeny in Frankreich, ferner W. Braune und insbesondere O. Fischer in Deutschland. Diese Forscher wendeten zu ihren Arbeiten als grundlegend an die sogenannte graphische Methode, wobei in Form von Kurven die Dauer der einzelnen Bewegungsvorgänge, d. h. ihre Aufeinanderfolge, ihr Umfang und das Maß der aufgewendeten Kräfte bestimmt wurden. Letztere wurden insbesondere ermittelt durch den Druck der Füße gegen den Boden beim Gehen, Springen und Laufen (Marey, Carlet, Demeny), wurden aber auch durch direkte mechanische Analyse berechnet (Fischer). Für diese Messungen wurde eine Reihe sinnreicher Apparate, namentlich von Marey, erfunden.

Photo-  
graphische  
Reihen-  
aufnahmen.

Diese aufzeichnende Methode für die Bewegungs- und Druckverhältnisse bei den Fortbewegungsarten des Körpers erhielt eine bedeutsame Ergänzung durch die neuzeitliche Entwicklung der Photographie. Schon die Reihenaufnahmen von Muybridge in den Vereinigten Staaten, Anschütz und Kohlrausch in Deutschland, Londe in Frankreich — um nur einige der hervorragendsten Namen zu nennen — geben von einer flüchtigen Bewegung deren Verlauf in einer ganzen Reihe hintereinander aufgenommenen scharfer Bilder wieder. 25 bis 50 Aufnahmen ließen sich schon in einer Sekunde herstellen. Diese bekannten Reihenaufnahmen gaben uns bereits manche neuen und wertvollen Aufschlüsse über den Verlauf solcher Bewegungen. Hierzu kam die ganz außerordentliche Ausbildung der Augenblicksphotographie, welche uns von entscheidenden Momenten einer Bewegung oft prächtige, klare Bilder lieferten (s. Fig. 6 a und b sowie Fig. 27), sowie die neuzeitliche Entwicklung der kinematographischen Aufnahmen, des Films oder des Laufbildes, bei dem mehrere hundert Aufnahmen in der

Sekunde möglich sind und bei Vorführungen durch Stillstandsrichtungen auch besonders entscheidende Augenblicke der genaueren Betrachtung anschaulich gemacht werden können. Die Anwendung solcher Filme für die genauere Einsicht in die Bewegungslehre der Leibesübungen

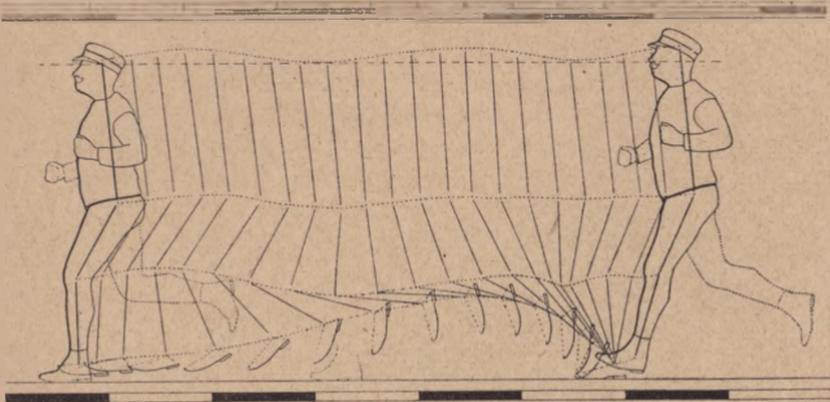


Fig. 5. Chronophotographische Darstellung des Dauerlaufs nach Marey.

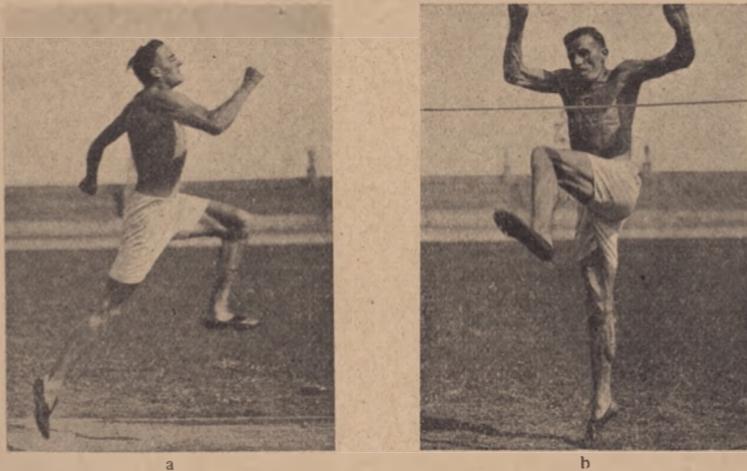


Fig. 6. Zwei Augenblicksaufnahmen des Absprungs zum Weit- (a) und Hochsprung (b) des Sportlehrers Dr. Schelenz. Bei b beachte man namentlich die starke Zusammenziehung der Streck- wie der Beugemuskeln des Schenkels beim abstoßenden Bein.

hart noch der allgemeinen Einführung beim Unterricht für Turn- und Sportlehrer. — Besonders fruchtbar aber für die Kenntnis des Mechanismus der Bewegungen erwies sich die sogenannte chronophotographische Methode. Bei dieser kam es nicht darauf an, eine fortlaufende Reihe von mehr oder weniger scharfen und plastischen

Chrono-  
photo-  
graphische  
Methode.

Bildern zu erhalten, welche sich dann im sogenannten Lebensrad oder im Kinematographen wieder zu einem einzigen beweglichen Bild vereinigen ließen. Vielmehr suchte man hier die verschiedenen fortschreitenden Stellungen einer Person in gleichen Zwischenräumen auf ein und derselben Platte zu vereinen. Um dabei alles störende Beiwerk zu vermeiden, kleidete Marey seine Versuchspersonen ganz schwarz, heftete die Achsen der Gliedmaßen entlang weiße Metallstreifen an die Kleidung und bezeichnete durch Metallpunkte den Kopf sowie die Mittelpunkte der wichtigsten Gelenke. Braune und Fischer in Deutschland ersetzten solche Metallstreifen durch Geißler'sche Röhren, mit verdünntem

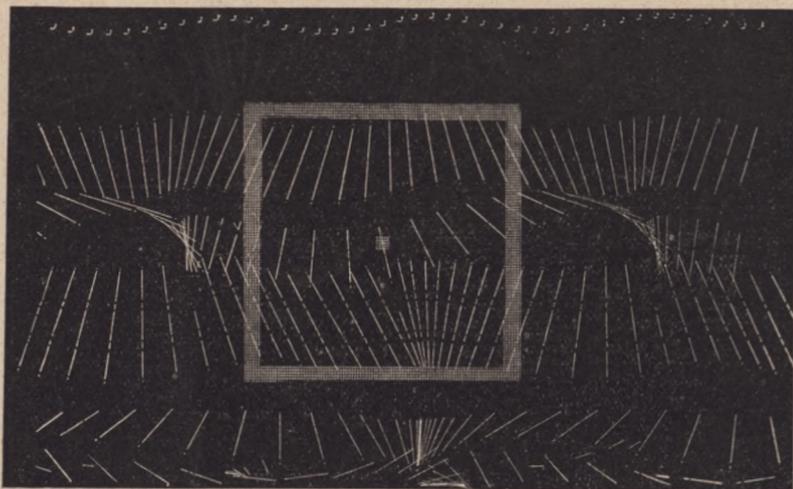


Fig. 7. Die Gliederbewegungen beim Marsch nach der Aufnahme von Braune und Fischer (mit aufgestelltem Geißler'schen Röhren). — Die obere Punktreihe entspricht dem Kopf; es folgen die Linien für Ober- und Unterarm; für Ober- und Unterschenkel; für die Achse des Fußes. — In der Mitte der Moment des Aufsetzens und des Abstemmens des Fußes.

Stickstoffgas gefüllt. Diese zeigten beim Durchströmen mit Elektrizität die Gliedmaßen und Gelenke im Halbdunkel als helleuchtende feine Streifen und Punkte. Die auf solche Weise erhaltenen Aufnahmen, welche also die wechselnden Stellungen der Gliedmaßen und Gelenke auf der schwarzen Platte in Form weißer Linien und Punkte wiedergeben, bilden die denkbar vollkommenste Grundlage zur genauen mathematischen Berechnung aller Bewegungsvorgänge beim Gehen, Laufen usw. Für jeden Augenblick der Bewegung sind die Achsen der Gliedmaßen und die Winkel der Gelenke mit unbedingter Sicherheit auf die Platte gebannt.

Die so gefundenen Gesetze lassen erkennen, daß es für alle solche Bewegungsarten eine bestimmte Form der Ausführung gibt,

welche den geringsten Aufwand an Muskelkraft erheischt, dem Bau der Gelenke und der Lage der an denselben wirkenden Muskeln am besten entspricht. Diese Form ist daher die kraftsparendste, die förderlichste für den bestimmten Bewegungszweck und zugleich auch die schönste, da sie im höchsten Maße Leichtigkeit und Elastizität vereint. Dies muß all den Künsteleien gegenüber hervorgehoben werden, mit welchen man auf Übungsplätzen und in Turnhallen die einfachsten natürlichen Bewegungsformen aus vermeintlichen, aber verkehrten Schönheitsbegriffen heraus entstellt hat. Alle sogenannten Kunstschritt- und Kunstlaufarten stellen gezwungene Bewegungen dar, welche verhältnismäßig ermüden, sollen sie auch nur in einiger Ausdehnung betrieben werden.

Wert dieser Methoden für die Feststellung der besten Ausführung natürlicher Bewegungen

Nicht nur solche Erkenntnis, sondern auch wertvollste praktische Fingerzeige für die richtige gymnastische Ausbildung des Marsches, des Laufs und des Sprungs gewähren diese mechanisch-physiologischen Untersuchungen. So stellte Marey für den militärischen Marsch durch seine berühmten gewordenen Untersuchungen fest, bei welchem Rhythmus der Marschschritte und bei welcher Schrittlänge sich die größte Strecke unter geringstem Aufwand von Muskelarbeit, d. h. mit dem Mindestmaß von Ermüdung bei größter verhältnismäßiger Leistung zurücklegen lasse.

Neben diese Erforschung der anatomisch-physiologischen Mechanik der Leibesübungen tritt aber nun die physiologische Feststellung aller der Einwirkungen, welche die verschiedenen Leibesübungen auf die gesamten Organtätigkeiten des Körpers besitzen können. Diese Feststellungen sind im hygienischen Sinne am meisten bemerkenswert und fruchtbar. Hier tritt uns aus dem Gebiete der allgemeinen Physiologie der Leibesübungen zuvörderst die Frage nach den Kraftquellen entgegen, welche überhaupt die Muskulatur zu ihren Kraftäußerungen befähigen. Wir lernen die hier obwaltenden stofflichen Vorgänge bei Muskelarbeit kennen. Wir sehen ferner, wie dank selbsttätiger nervöser Mechanismen die Atmungs- und die Herztätigkeit auf das Mehrfache, ja auf das Vielfache ansteigen können und müssen, um so jene stofflichen Umsetzungen zu ermöglichen. Das gibt uns den Anhalt dafür, um zu ermessen, welchen Einfluß wir durch bestimmte Leibesübungen auf die Tätigkeit, die gesunde Entwicklung und die Kräftigung namentlich der Kreislauf- und Atemorgane auszuüben vermögen.

Physiologische Erforschung der Kraftquellen der Muskelarbeit.

Beeinflussung der Herz- und Atemtätigkeit sowie des Gesamtstoffwechsels.

Eng zusammen hängt damit auch die Beeinflussung des Gesamtstoffwechsels und der Ernährung des Körpers. Weiter wird es wichtig, zu bestimmen, wie die Anteilnahme des Nervensystems bei den verschiedenen Arten der Leibesübungen beschaffen ist. Endlich haben wir uns ein Urteil zu bilden darüber, wo die Grenze gesunder Leibesübung liegt, und an welchem Punkte schädliche Überlastung und Überanstrengung sich einstellt. Wir finden da auch besondere Warnungssignale vor, welche die Natur dem Menschen auf den

Weg mitgegeben hat, um ihn zu bewahren vor schädlichem Mißbrauch seiner Kräfte. Zu diesen Warnungszeichen gehören die verschiedenen Formen der Ermüdung nach Kraft- und Dauerleistungen, gehört der Eintritt von Atemlosigkeit nach schnellsten Bewegungen, gehört ferner die Notwendigkeit des Vorgangs der Pressung bei Höchstanstrengung der Muskeln usw.

So erhalten wir durch die physiologische Betrachtungsweise Handhaben für die Einsicht in das Wesen und die Wirkung aller der verschiedenen Übungen des Körpers; wir lernen ihren Wert beurteilen und gewinnen fruchtbare Fingerzeige für den richtigen Betrieb im einzelnen. Der Leser möge entschuldigen, wenn dabei der Ausgang mehrfach von elementaren Tatsachen genommen werden muß, die ihm wohlbekannt sind.

### III.

## Die Einwirkung der Leibesübungen auf Knochen und Gelenke.

Das feste Gerüst unseres Körpers, zusammengesetzt aus zahlreichen Knochen, welche durch mehr oder weniger bewegliche Gelenke miteinander verbunden sind, erhält seine mannigfache Beweglichkeit durch den Zug der Muskeln. Letztere sind die eigentlichen aktiven Bewegungsorgane, die Knochen die passiven. Gleichwohl werden auch die Knochen und die Gelenke in ihrer äußeren Form sowohl wie in ihrem gesamten Wachstum durch geregelte Bewegung, d. h. Leibesübung, nicht unwesentlich beeinflusst.

Das gilt zunächst hinsichtlich des Längenwachstums. Dieses vollzieht sich bei den Röhrenknochen der Gliedmaßen von den Gelenkenden her. Hier befindet sich unter den Gelenkknorpeln, welche den Knochenenden aufsitzen, noch eine knorpelige Grenzschicht, in der durch Ablagerung von Kalksalzen während der ganzen Zeit des Wachstums neue Knochenmasse gebildet wird. Auf diese Weise nimmt z. B. der Oberschenkelknochen durch Anlagerung an die Knochenenden von der Geburt bis zum vollendeten Wachstum um das Fünffache an Länge zu. Beim Dickenwachstum des Knochens ist die umhüllende Knochenhaut beteiligt. Bekanntlich beruht die Rachitis oder englische Krankheit in den ersten Kinderjahren auf einer Störung dieses Vorganges der Neubildung von festem Knochengewebe. Nun wird die Neubildung von Knochen an den Gelenkenden durch mechanische Inanspruchnahme der Gelenke, durch Gliederbewegungen in günstigster Weise beeinflusst und belebt. Denn die Bewegungen in den Gelenken haben eine vermehrte Blutfülle in der Gelenkgegend und damit eine gesteigerte Zufuhr von Nährstoffen und -salzen ebendorthin zur Folge. Dieser Umstand sowohl

Förderung  
des Längen-  
wachstum  
der Knochen.

wie auch der mechanische Druck auf die Knorpelzonen an den Gelenkenden bedeutet eine wirksame Wachstumsanregung für die langen Knochen der Gliedmaßen und damit für das Wachstum des Körpers überhaupt. Dies macht sich ganz vornehmlich geltend hinsichtlich des Wachstums der Beine, welches am stärksten in die Erscheinung tritt und für das Längenwachstum des ganzen Körpers ausschlaggebend wird, nachdem das Kind gelernt hat, fest auf den Füßen zu stehen, zu laufen, zu springen und zu hüpfen. Zwischen dem dritten und vierten Lebensjahre erreichen meist Arme und Beine die bis dahin vorwiegende Rumpflänge. Weiterhin aber überwiegt das Wachstum der Beine das der Arme, so daß 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 — wenigstens bei einem schlank gewachsenen Menschen. Kein Zweifel, daß diese Ausgestaltung des Körpers zu schöner schlanker Wuchsform den Wachstumsanregungen zu danken ist, welche durch Leibesübung den langen Knochen der unteren Gliedmaßen zuteil werden.

Wie die Längenentwicklung, so wird auch das Dickenwachstum und die Festigkeit der Knochen durch Muskeltätigkeit gefördert. Durch die häufige und starke Inanspruchnahme der arbeitenden Muskeln werden deren Ansatzstellen am Knochen, auf welche der Muskelzug wirkt, stärker entwickelt und gewissermaßen ausgearbeitet. Die Vorsprünge, Fortsätze, Riffe und Leisten der betreffenden Knochen erlangen damit eine ausgeprägtere Form und werden stärker hervortretend. So ist, um ein leicht zu beobachtendes Beispiel zu nennen, bei arten, körperlicher Arbeit entwöhnten Frauen das Schlüsselbein nur schwach in der Mitte gekrümmt, so daß die seitliche Fläche des Halses so gut wie unvermittelt in die der oberen Brustgegend übergeht, während bei muskelkräftigen Männern wie Frauen stets die stärkstgekrümmte Stelle des Schlüsselbeins als deutlich fühl- und sichtbarer Vorsprung an der Grenze von Hals- und Brustgegend seitlich sich bemerkbar macht. Es ist die obere oder Schlüsselbeinportion des großen Brustmuskels, welche je nach Übung und Entwicklung dieses Muskels das Brustbeinende des Schlüsselbeins mehr oder weniger kräftig ausgestaltet. Wie hier am einzelnen Knochen, so läßt sich noch mehr an der Ausgestaltung eines ganzen menschlichen Skeletts jedesmal erkennen, ob es einem muskelstarken arbeitsamen Individuum angehörte oder einem müßig dahinlebenden Schwächling. — War es bei der Förderung des Längenwachstums eines Knochens die Knorpelschicht am Gelenkende, welche auf den erhaltenen Wachstumsreiz hin in stärkerem Maße Knochengewebe neu bildete, so ist es hier die Knochenhaut, von welcher aus die Verdickung der Knochenrinde erfolgt.

Nun kommt aber nicht nur die äußere grobe Form der Knochen in Betracht, sondern auch deren innere Festigkeit oder Struktur.

Förderung  
des Dicken-  
wachstums  
des  
Knochens.

Einwirkung  
auf die  
Struktur der  
Knochen.

So wies der Berliner Orthopäde Jul. Wolff nach, daß sich der Knochen jeder Änderung in den auf ihn wirkenden Zug- und Druckkräften anpaßt, und zwar so, daß möglichste Festigkeit unter sparsamstem Aufwand von Knochenmaterial erzielt wird. Es handelt sich dabei also nicht einfach um eine derbe Verdickung der festen Knochenrinde, sondern vornehmlich um die tektonische Struktur und Anordnung der Knochenbälkchen, welche die Knochenrinde stützen. Diese Knochenbälkchen sind es ja, welche wie das Gitterwerk einer Eisenbrücke unseren Knochen gerade an den mechanisch am stärksten belasteten Stellen (z. B. am oberen Ende des Oberschenkels oder des Schienbeins, ferner beim Fersenbein u. a.) eine bewundernswerte Verbindung von größter Widerstandskraft mit möglichster Leichtigkeit verleihen.

Verbildung  
der Wirbel-  
körper.



Fig. 8. Verbildung der Wirbelkörper bei Rückgratsverkrümmung mit gleichzeitiger Verdrehung (Torsion) der Wirbel in der Längsachse. (Untere Brust- und Lendenwirbelsäule.) Nach einer Aufnahme von R. Pajchen in Dessau.

Die Veränderung der Form der Knochen durch stetig wirkende Zug- und Druckkräfte kann aber auch unheilvolle Wirkungen nach sich führen und Verbildungen des Knochens herbeiführen. Für die Schulgymnastik ist hier von großer Bedeutung der Einfluß, welchen die starke ungleiche Belastung sowie die Zugwirkungen der zu beiden Seiten der Wirbelsäule gelegenen Rückenmuskeln auf die Wirbelknochen mit ihrem Bänderapparat, d. h. auf die säulenartig aufeinandergestellten Wirbelkörper ausüben. Halten sich die Zugkräfte von rechts und links wenigstens bei der gewöhnlichen aufrechten Haltung genau das Gleichgewicht, so werden auch die Wirbelknochen in ihrer Lage so gehalten, daß sie gerade aufeinanderstehen und ihre oberen und unteren Flächen horizontal gerichtet sind. Die den natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule entsprechende leichte Neigung dieser Flächen in der Richtung von hinten nach vorn können

wir hier füglich außer acht lassen. Wird nun aber die Spannung der Muskeln und Bänder der Wirbelsäule häufig und lange eine ungleichmäßige, ist die ungleichseitige Belastung eine starke, und sind überdies die Wirbelknochen (etwa infolge früherer Rachitis oder sonstiger allgemeiner Schwächezustände des Körpers) wenig widerstandsfähig und nachgiebig, so stellt sich leicht eine dauernde seitliche Verkrümmung der Wirbelsäule ein. Solche Verkrümmung betrifft nicht nur die Wirbelsäule als Ganzes, sondern wirkt auch verbildend auf die einzelnen Wirbel, verändert die gegenseitige Lage der oberen und unteren Flächen der Wirbelkörper. Ich spreche hier nicht etwa von bestimmten krank-

haften Vorgängen in den Knochen und den Gelenkbändern, sondern von solchen Verbiegungen, welche ihre Hauptursache in gewohnheitsmäßigen fehlerhaften Haltungen oder in einseitiger Belastung der Wirbelsäule besitzen — allerdings verbunden mit verminderter Widerstandskraft. Für die Schuljahre kommen da sowohl die seitlichen Verbiegungen der Wirbelsäule in Betracht als auch die infolge schlaffer, nachlässiger, vornübergebeugter Haltung übertriebene Krümmung der Brustwirbelsäule („runder Rücken der Jugend“). Ähnliche Verbildungen der Wirbelsäule können auch in späteren als den Schuljahren durch einseitige Belastung und fehlerhafte Gewohnheiten in der Körperhaltung bei gewerblichen Hantierungen entstehen.

In all diesen Fällen besteht zu Beginn wenigstens die Möglichkeit, daß mit Beseitigung der fehlerhaften Haltungen und Gewohnheiten, Stärkung der schwächeren Rückenmuskeln und Herstellung des Gleichgewichts in den hier wirksamen Zug- und Druckkräften sich auch leichtere entstellende Veränderungen im Knochengefüge der Wirbelkörper wieder ausgleichen. Diese Möglichkeit ist aber nicht mehr vorhanden, wenn die Wirbelkörper in ihrer Form (s. Fig. 7) stärkere Veränderungen bereits erfahren haben. Hier ist die Verbildung eine dauernde geworden.

Wichtiger allerdings sind zur Vermeidung solcher Verbildungen die vorbeugenden Maßnahmen und von diesen insbesondere diejenigen gymnastischen Übungen, welche bei richtigem und regelmäßigem Betrieb unbedingt gerade Haltung und damit zugleich allseitiges kraftvolles Wachstum der Knochen und Bänder der Wirbelsäule fördern und letztere damit widerstandsfähiger machen gegen alle verbildenden Einflüsse.

Die Möglichkeit einer solchen Einwirkung durch Leibesübungen zur Beseitigung leichter Haltungsfehler und Verhütung von schwererer Skoliose ist eine zweifellose. Nicht nur für die Wirbelsäule, sondern auch für den gesamten Knochen- und Gelenkapparat bedeutet eine recht geleitete Leibeserziehung einen dauernden Gewinn in bezug auf die ebenmäßige, starke und schöne Entwicklung des Gerüsts des Körpers und damit der Grundlage der äußeren Körperform.

Dies allerdings nur, wenn der Betrieb von Leibesübungen alle Abschnitte des Körpers gleichmäßig und nicht über den natürlichen Bewegungsumfang der Gelenke hinaus in Anspruch nimmt. So können übertriebene Kreisbewegungen der beschwerten Hand z. B. beim Säbelfechten, so können Übungen wie das Stabwinden und ähnliche die Bänder der Handgelenke lockern und dehnen und die Brauchbarkeit der Hand beeinträchtigen. Auf ähnliche falsche Gepflogenheiten komme ich noch in den späteren Abschnitten zurück.

## IV.

## Einwirkung der Leibesübungen auf die verschiedenen Muskeln im örtlichen Sinne.

Die das Knochengerrüst bewegenden willkürlichen Muskeln, das rote Fleisch des Körpers, bilden dessen Hauptmasse. Auf sie entfällt fast die Hälfte unseres Körpergewichts. Mehr als ein Drittel der gesamten Blutmenge des Körpers befindet sich schon bei Muskelruhe innerhalb des Muskelgewebes. Dieser Bruchteil wächst aber stark an bei umfänglicherer Muskelarbeit. Wir nennen die Skelettmuskeln willkürliche, weil sie sich auf eine Willensäußerung hin zu verkürzen oder zusammenzuziehen vermögen, und zwar um ein Drittel etwa ihrer Länge. Durch diese Zusammenziehung nähert jeder willkürliche Muskel zwei Punkte einander, zwischen welchen er ausgepannt ist. Das setzt natürlich voraus, daß wenigstens einer dieser Punkte beweglich ist. Meist sind es beide; und der Muskelzug wirkt dann von dem minder beweglichen Punkt, den wir Ursprung nennen, auf den beweglicheren, den Ansatz. Unter Umständen können Ursprung und Ansatz in bezug auf Beweglichkeit auch ihre Rollen tauschen, d. h. der Muskel wirkt dann umgekehrt, als es für gewöhnlich der Fall ist. Dieser Doppelwirkung werden wir noch wiederholt begegnen. —

Die willkürlichen Muskeln heißen nach ihrem mikroskopischen Aussehen auch quergestreifte, im Gegensatz zu den glatten oder organischen Muskeln; letztere finden sich überall im Körper da, wo sich Bewegungen unabhängig vom Willen vollziehen: so in den Wänden des gesamten Verdauungskanals mit Ausnahme der Eingangs- und Ausgangspforte; in den Wänden der Blutgefäße; in den Luftröhren; in den Ausführungsvorgängen der Drüsen; in den Geschlechtsorganen usw.

Bau  
der will-  
kürlichen  
Muskeln.

Die willkürlichen oder quergestreiften Muskeln setzen sich zusammen aus feinen, langen Fasern, welche unter dem Mikroskop, wie schon erwähnt, eine deutliche Querstreifung zeigen. Auf die Feinheiten des Baues der Muskelfasern, die sich wieder aus feinsten Fäserchen oder Fibrillen zusammensetzen, während letztere endlich in kleinste, abwechselnd helle und dunkle Scheibchen — daher das quergestreifte Aussehen — zerfallen, will ich hier nicht weiter eingehen. Dies erübrigt sich um so mehr, als diese mikroskopischen Einzelheiten für die Kenntnis der Muskeltätigkeit, soweit solche bei unseren Erörterungen in Betracht kommt, unwesentlich sind. Genug, daß die Muskelfasern, parallel nebeneinandergelagert, sich zu feineren und gröberen Muskelbündeln und diese Muskelbündel sich zum fleischigen Muskelkörper vereinen. Die Muskelfasern sind umhüllt von einem häutigen Überzug, der

Muskelhaut oder dem Sarkolemma. In der Muskelfaser, nahe der Muskelhaut, liegen zahlreiche, längliche Kerne, die Muskelkörperchen, umgeben von einer körnigen Eiweißsubstanz, dem Sarkoplasma, welchen eine besondere Wichtigkeit zukommt. Denn sie sind nicht nur diejenigen Elemente, aus welchen sich während des Wachstums neue Muskelfasern zu bilden vermögen, vielmehr behalten sie auch in späteren Lebensjahren die Fähigkeit bei, Muskelfasern, die durch Krankheit, Untätigkeit oder sonstwie zerfallen und untergegangen sind, neu zu ersetzen, und sind vor allem imstande, bei häufiger Betätigung des Muskels, d. h. bei regelmäßiger Übung, die Masse des Muskels zu vermehren. In dieser Zunahme der kraftgebenden Substanz des Muskels, die in immerhin ziemlich weiten Grenzen zu erfolgen vermag, spricht sich eine der zumeist in die Augen springenden Einwirkungen der Leibesübungen aus.

Die häutigen Überzüge der Muskelfasern und weiterhin der Muskelbündel sind die Träger der ungemein zahlreichen Blutgefäße und Nerven des Muskelgewebes. Diese Muskelhäute setzen sich noch über das abgestumpfte Ende der Muskelfasern hinaus fort. Da, wo der Muskel seinen Ursprung und Ansatzen unmittelbar an dem Knochen findet, den er bewegt, da ist es eben diese Muskelhaut, welche den Muskel an den Knochen heftet, indem sie verschmilzt mit dem häutigen Überzug des Knochens selbst, dem Periost oder der Knochenhaut. Da, wo eine Übertragung der Kraftwirkung des Muskel fleisches auf kürzere oder längere Strecken zu erfolgen hat, gehen die Muskelfasern selbst über in sehr feste, widerstandsfähige Gewebe, die Sehnen, an welchen der Muskel wie an einer Schnur oder an einem Band zieht. Die Sehnen sind von sehr verschiedener Form und Länge: bald mehr lang und strang-

förmig — hier sind vor allem zu erwähnen die langen Sehnen, mittels deren die Finger an der Hand und die Zehen am Fuße bewegt werden —, bald kurz, breit und platt. Manche Muskeln enden überhaupt nicht an abgegrenzten Sehnen, sondern gehen in breite, sehnige Häute über. Am meisten ist dies ausgesprochen bei den sämtlichen Muskeln der Bauchwand.

Noch vielgestaltiger in bezug auf Größe und Form sind die Fleis-

Muskelkörperchen als Bildungselemente neuer Muskelfasern.



Sig. 9. Quergestreifte Muskelfaser des Menschen mit Muskelkörperchen. — 450fache Vergrößerung.

Sehnen.

Formen der Muskeln.

bilden die Muskeln breite und derbe Massen; die Form flacher Platten ist besonders denjenigen Muskeln zu eigen, welche den Rumpf mit seinen Höhlen umkleiden.

Die vorwiegenden mechanischen Tätigkeiten der Skelettmuskeln lassen sich bald mehr, bald weniger offensichtlich aus der Lage der betreffenden Muskeln, d. h. aus der Beziehung zwischen ihrem Ursprung und ihrem Ansatz, wenigstens im groben, ersehen. Bei bestimmten Bewegungen erkennt man im Relief der Körperoberfläche oder auch durch Anfühlen an ihrer Straffung, ihrer Verkürzung, der Zunahme an Dicke und Festigkeit, welche Muskeln dabei tätig werden und sich zusammenziehen. Wichtige Aufschlüsse ergibt ferner die durch den elektrischen Strom bewirkte begrenzte Reizung und Zusammenziehung einzelner Muskeln. Lehrreich ist hier auch die Beobachtung der Bewegungsstörungen, welche dann entstehen, wenn infolge isolierter Lähmung einzelne Muskeltätigkeiten ausfallen. Auf diesem Gebiete sind die klassischen Untersuchungen des französischen Forschers Duchenne von Boulogne, welche 1867 erschienen, noch heute bedeutungsvoll.

Versuchen wir nun, uns in großen Zügen ein Bild der wichtigsten Muskelgruppen und deren Tätigkeit vor Augen zu führen.

Die wichtigsten Muskelgruppen des Körpers und deren Tätigkeit.

An den Gliedmaßen, den Armen und Beinen, lassen sich sowohl für deren Verhalten zum Rumpf als Ganzes wie für die Bewegungen ihrer einzelnen größeren Abschnitte zueinander in Beugung und Streckung, Einwärts- und Auswärtsrollung, Anziehen zum und Abziehen vom Rumpf die zugehörigen Muskeln in der Hauptsache wenigstens leicht bestimmen und demgemäß gymnastisch üben. Wir finden im anatomischen Bau der Arme und Beine, in den Formen ihrer Knochen und Gelenke ebensowohl wie in der Lagerung ihrer hauptsächlichsten Muskeln zahlreiche Übereinstimmungen, wenn wir davon absehen, daß der Winkel des Ellbogengelenks nach vorn, der des Kniegelenks nach hinten offen ist. Und doch welche Verschiedenheit der Funktion der oberen und unteren Gliedmaßen ist beim Menschen vorhanden, und wie groß, bis ins einzelne gehend, ist die Anpassung daran! Beim Bein die den Menschen allein auszeichnende Bestimmung, den Rumpf aufrecht zu tragen und den Schwerpunkt des Körpers in dieser Haltung fortzubewegen; die Arme dagegen frei nach allen Richtungen des Raumes hin beweglich und, ausgerüstet mit dem kunstvollen Mechanismus der Hand, zu den mannigfachsten Handierungen geschickt.

Mechanische Bedeutung des Fußes und der den Fuß bewegenden Muskeln bei Fortbewegung des Körpers.

Der Fuß, auf seiner Unterfläche gleichsam gepolstert, ruht dem Boden auf mit der derben Ferse, der länglichen, in den Zehenballen auslaufenden Sohle und den Spitzen der wie elastische Sprungfedern gekrümmten und sich aufstemmenden Zehen. Der Fuß trägt nicht nur den Körper, sondern spielt auch eine wichtige Rolle bei dessen Fortbewegung. Je nachdem die Füße in verschiedenen Stellungen und Entfernungen voneinander auf den Boden gesetzt sind, z. B. in Spreiz-

stellung der Beine, in Ausfallstellung usw., ist die Möglichkeit gegeben, den Schwerpunkt des Körpers in größerem oder geringerem Umfang vorwärts, rückwärts oder seitwärts zu bewegen, ohne daß die Stellung der Füße geändert zu werden braucht oder die ganze Haltung an Festigkeit wesentlich einbüßt. Wir machen davon im Gebiet der Leibesübungen vielfach Gebrauch, so z. B. bei der Auslagestellung, aus der wir übergehen in die Ausfallstellung beim Werfen, beim Fechten oder zu fechterartigen Bewegungen, frei oder mit Fassen von Handgeräten, wie Stäben oder Keulen.

Weit umfänglicher wird aber die mechanische Arbeit der Beine und Füße bei den verschiedenen Fortbewegungsarten des Körpers.

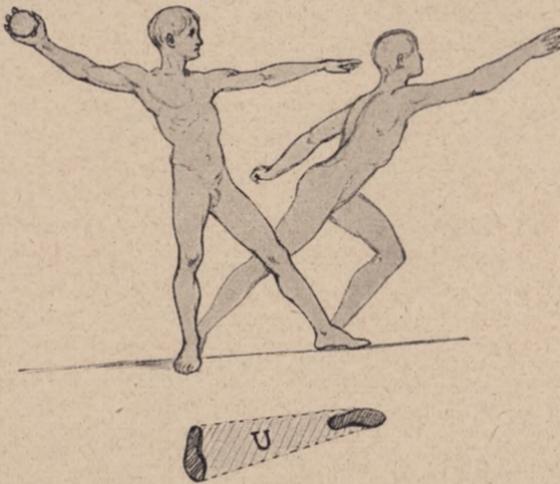


Fig. 10. Umfang einer Bewegung aus der Auslagestellung. — Die schraffierte Fläche U gibt den Raum an, in welchem dabei die Schwerlinie des Körpers fallen kann, ohne Störung des Gleichgewichts.

Wie groß der hierbei benötigte Kraftaufwand im ganzen werden kann, darauf kommen wir später noch ausführlich zurück. An dieser Stelle möchte ich im Zusammenhang nur einige Bemerkungen einschalten über die Art, wie bei diesen Bewegungen die Schwerlast des Körpers sich auf den Fuß des vorschreitenden oder vorschwingenden Beines überträgt.

Beim natürlichen Gang ist es die Ferse, welche den Fallstoß des sich vorwärts bewegenden Körpers bei der Übertragung des Schwerpunktes auf das ausstreichende Bein zuerst auffängt. Indem weiter der die Schwerlast übernehmende Fuß von der Ferse aus auf den Boden niedergesetzt wird, senkt sich unter der Körperschwere das elastische, aber starke Fußgewölbe, verbreitert sich der Vorderfuß und stemmen sich wie elastische Sprungfedern die strahlig ausgebreiteten Zehen auf

übertragung der Schwerlast des Körpers auf den Fuß beim Gehen.

den Boden. Zugleich beginnt der Fuß schon damit, sich von der Ferse zu den Zehen hin vom Boden wieder abzuheben („abzuwickeln“), um schließlich mit der **Fußspitze** abzustemmen. Diese Stembewegung befördert dann den Schwerpunkt weiter auf den anderen, inzwischen vorgeschwungenen Fuß. Dieser natürliche Gang ist in seiner Schönheit und Vollkommenheit nur dem Menschen eigen.

Übertragung der  
Schwerlast  
des Körpers  
auf den Fuß  
beim Laufen.

Größer ist schon die Gewalt des Fallstoßes bei der Schwerpunktsübertragung, wenn wir laufen. Die Lauffschritte sind zwar am längsten



Fig. 11 und 12. Länge des Lauffschrittes beim Lauf auf den Fußspitzen (Fig. 11) und auf den Ferse (Fig. 12). — Im letzteren Fall ist der Lauffschritt nicht unerheblich größer.

und ergiebigsten, wenn wir auch bei jedem Lauffschritte auf die Ferse des vorgestreckten Fußes zuerst niederkommen. Tatsächlich machen es so zahlreiche Läufer, wie die Augenblicksphotographien nachweisen. Der Rückstoß indes, welchen hierbei das weit vorgeschleuderte Bein auf die Fortbewegung des langsamer nachfolgenden Rumpfes ausübt, hemmt in diesem Moment die Stetigkeit der Vorwärtsbewegung. Die Unschädlichmachung dieses Widerstandes verlangt bei jedem Lauffschritt größeren Kraftaufwand. Der Vorteil der größeren Schrittlänge wird dadurch mehr wie wettgemacht. So scheint es darum viel förderlicher, beim schnellen Lauf immer die ganze Fußsohle zugleich aufzusetzen.

Zwar wird der Gegenstoß am wenigsten bemerkbar, der Lauf erfolgt am leichtesten, und die Lauffschritte können am schnellsten aufeinanderfolgen, wenn von Fußspitze zu Fußspitze gelaufen wird. Dadurch wird aber die Schrittlänge des Laufenden noch mehr verringert. Das ist ein Verlust in der Schnelligkeit der Vorwärtsbewegung, der auch durch die größere Beschleunigung in der Zahl der Lauffschritte sich kaum mehr einholen läßt. Zwar wird der schnelle Lauf nur auf den Fußspitzen von manchen Sportschriftstellern als der allein richtige vorgeschrieben. Allein die Musterung der zahlreichen Augenblicksaufnahmen von Läufern beweist, daß tatsächlich die besten Läufer sich meist an diesen „Stil“ nicht stören. Der Erfolg allein entscheidet. —

Die fortwährenden Fallstöße bei den Fortbewegungsarten auf ebenem Boden fallen ganz weg beim Aufwärtssteigen eine Anhöhe oder eine Treppe hinan. Umgekehrt wird beim Abwärtssteigen die Hemmung des Falles zur Hauptbewegung. Diese fortwährenden Erschütterungen des Körpers schon beim Gehen und noch mehr beim Laufen und Abwärtssteigen würden sich in unerträglicher Weise zum Gehirn hin fortpflanzen, besäße unser Körper nicht eine ganze Reihe von Puffervorrichtungen zur Abschwächung solcher Stoßwirkungen. Ich erwähne da neben der Winkelstellung des Oberschenkelhalses zur Längsachse des Oberschenkelknochens noch die beiden C-förmigen Zwischenknorpel im Kniegelenk und vor allem die vielen, ziemlich dicken Zwischenwirbelscheiben (oder Zwischenwirbelknorpel), welche als ebenso feste wie elastische Polster sich im ganzen Verlauf der Wirbelsäule zwischen je zwei knöchernen Wirbelkörpern befinden. Auf diese Zwischenwirbelscheiben fällt etwa  $\frac{1}{3}$  der gesamten Höhe der Wirbelsäule, vom ersten Halswirbel zum Kreuzbein gemessen. Alle diese Puffervorrichtungen verhindern indes nicht, daß wir bei einem Niedersprung auf die ganze Fußsohle zugleich oder gar auf die Ferse eine heftige Erschütterung empfinden. Beim Sprunge müssen wir daher diese Fallerschütterung dadurch dämpfen und erträglich gestalten, daß wir den Niedersprung zum Boden auf die Fußspitze erfolgen lassen mit gleichzeitiger Beugung im Fuß-, Knie- und Hüftgelenk. Nur dieses elastische Niederbeugen in den Gelenken der unteren Gliedmaßen, dem dann das Strecken und Wiederaufrichten sofort folgt, vermag den Schock beim Niedersprung zu brechen und aufzuheben.

Zu dieser Tätigkeit der Beinmuskulatur bei den verschiedenen Arten der Fortbewegung des Schwerpunktes des Körpers tritt noch hinzu die wichtige Aufgabe, den Rumpf, welcher mittels des Beckenringes lediglich auf den beiden Schenkelköpfen balanciert, im steten Gleichgewicht zu halten. Diese Tätigkeit beansprucht zur Wahrung der aufrechten Haltung der Wirbelsäule und der aufrechten Tragung des Kopfes außer den Muskeln um Oberschenkel, Hüften und Lenden auch noch die mächtigen Muskelzüge, welche beiderseits längs der Wirbel-

Puffervorrichtungen zur Abschwächung der Erschütterung durch den Fallstoß.

Ab-schwächung des Fallstoßes beim Niedersprung.

Gleichgewichtserhaltung des Rumpfes auf den Schenkelköpfen durch die Schenkel-, Becken- und langen Rückenmuskeln.

säule sich von der Kreuzgegend bis hinauf zum Hinterhaupt erstrecken. Wir üben diesen gesamten Muskelapparat in seiner besonderen Zusammenarbeit durch die sogenannten Gleichgewichtsübungen. Die Bedeutsamkeit der vollendeten Gleichgewichtserhaltung weist diesen Übungen mit Recht eine wichtige Stelle unter den Leibesübungen der Jugend ein. Es ist ihnen daher, wie wir oben sahen, eine ständige Stelle im Tagesplan der schwedischen Schulgymnastik zugewiesen; ebenso bilden sie als „*equilibres*“ eine besondere Übungsgruppe in der französischen Schulgymnastik. Im deutschen Schulturnen werden Gleichgewichtsübungen als solche zwar nicht so planmäßig betrieben, kommen hier aber vielfach vor. Ich erwähne da nur zahlreiche zusammengesetzte Freiübungen, die zu schwierigeren Haltungen führen, sowie die Gangübungen auf der Schwebekante.

Muskeln um  
Schenkel und  
Hüften.

Für die Gleichgewichtserhaltung der Rumpflast sowohl wie für die Fortbewegung des Schwerpunktes bei den erwähnten Bewegungsarten des Gehens, Steigens, Laufens, Springens usw. bedarf die Verbindung des Beckenrings mit den Beinen und bedürfen die Beine selbst einer besonders stark entwickelten Muskulatur. Diese ist um Hüften und Schenkel so mächtig, daß hier das knöcherne Gerüst: Becken, Hüftgelenk und Oberschenkelknochen, tief unter der umgebenden Muskelmasse verborgen ist. Nur der Kamm des oberen Beckenrandes, die großen Rollhügel am oberen, die starken Knorren am unteren Ende des Oberschenkels sind durch die Haut hindurch beim aufrechten Stehen fühlbar. Die mächtigen Sitzknorren des Beckens werden wenigstens bei starker Beugung im Hüftgelenk (wie solche zur Sitzhaltung einzunehmen ist), dem Taftgefühl erreichbar. Wie allein dem Menschen der vollkommen aufrechte Gang zu eigen ist, so auch die ungemaine Entwicklung dieser Muskelmassen. Das pralle, runde Gefäß ist ein wesentliches unterscheidendes Merkmal des menschlichen Körperbaues.

Die mächtig-  
sten Muskeln  
des Körpers.

Von der gesamten Muskelmasse des Körpers kommt dem Gewichte nach die größere Hälfte, etwa 56 Prozent (Ed. Weber), auf Hüften und Schenkel und dient der Fortbewegung des Körpers mittels der Beine; auf die Bewegung der Arme (Rumpf-, Arm- und Handmuskeln) entfällt dagegen wenig über ein Viertel, nämlich 28 Prozent. Ordnen wir die 327 Muskeln des Körpers ihrer Muskelmasse, d. h. ihrer Schwere nach, so entfallen (nach Dursn) auf Hüften und Beine die sechs mächtigsten Muskeln des Körpers, nämlich: der vierköpfige Schenkelstrecker (*M. quadriceps femoris*); der große Gesäßmuskel (*M. gluteus maximus*); der Wadenmuskel (*M. triceps surae*); der große Anzieher des Schenkels (*M. adductor magnus*); der Lezendarmbeinmuskel (*M. iliopsoas*); der mittlere Gesäßmuskel (*M. gluteus medius*). Es folgen der gemeinsame Rückenstrecker (*M. sacrospinalis*) und dann erst die großen Oberarmmuskeln (*M. deltoideus*, *M. triceps* und *M. biceps brachii*) sowie der große Brustmuskel (*M. pectoralis major*).

Schon hieraus geht hervor, daß diejenigen Leibesübungen, bei welchen es darauf ankommt, möglichst große Muskelmassen zugleich zu betätigen und so möglichst große Arbeitssummen anzuhäufen, in der Hauptsache die Muskeln der Beine in Anspruch nehmen müssen. Wir werden als solche Übungen mit besonders ausgesprochenem Charakter hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Körper später noch die Dauer- und Schnelligkeitsübungen kennen lernen. —

Gehen wir nunmehr über zur Betrachtung der hauptsächlichsten <sup>Tätigkeiten</sup> Muskeltätigkeiten der Arme, so zeigen sich die hier vorhandenen <sup>der Arm-</sup> Bewegungsverhältnisse ganz ungleich verwickelter und vielgestaltiger als <sup>muskeln.</sup> die der Beine. Wir haben hier die besondere Mechanik der Schulterblätter; die Raddrehung, welche die Speiche nebst der an ihr hängenden Hand um die Elle auszuführen vermag; wir haben an der Hand selbst die Gegenstellung des Daumens zu den anderen Fingern, eine Bewegungsmöglichkeit, welche dem Großzeh am Fuß gänzlich abgeht; wir haben endlich die vielseitige Beweglichkeit der Hand und der Finger selbst.

Die menschliche Hand ist ausgerüstet mit einem ungemein feinen Bewegungsapparat, der allein aus 27 Knochen und 40 Muskeln besteht; sie ist versehen mit reichlichen Tastnerven, die, an den Fingerspitzen besonders dicht gehäuft, die denkbar feinste Abschätzung über Lage, Oberfläche, Gestalt, Festigkeit, Temperatur usw. der uns umgebenden Dinge gestatten. Die Hand besitzt ferner Muskelnerven, welche das feinste Muskelgefühl und staunenswert genaue Kraft- wie Gewichtsabscätzung vermitteln. Sie ist also zugleich Sinnesorgan wie Arbeitsinstrument und zweifellos das vollkommenste aller Werkzeuge in der Natur. Wenn man auch versucht hat, eine Gymnastik für die Muskeln der Hand und der Finger in systematischer Art zusammenzustellen, so ist doch die Bewegungsfähigkeit der Hand eine so vielgestaltige und erfährt schon bei allen Hantierungen des täglichen Lebens, in bezug auf einzelne Fertigkeiten, wie des Schreibens und Zeichnens, auch im Schulleben von Kind an eine so mannigfache Ausbildung, daß besondere gymnastische Hand- und Fingerübungen tatsächlich nichts anderes darstellen als eine überflüssige und zudem sehr langweilige Spielerei. Anders verhält es sich mit der Ausbildung der Hand zur Geschicklichkeit in bestimmten praktischen Tätigkeiten. Eine solche Ausbildung streben wir an im Handfertigkeitunterricht nicht nur in den Mädchen-, sondern, worauf es mir hier besonders ankommt, auch in den Knabenschulen. Insoweit dieser Unterricht als wesentliches Ziel die Entwicklung der Geschicklichkeit fördert, kann er als eine Art Ergänzung der Schulgymnastik betrachtet werden. Indes, der erzieherische, der soziale und der nationalökonomische Wert des Knabenhandunterrichts hebt ihn weit über jenen Gesichtspunkt heraus. Wer einen Einblick tun durfte in den Umfang und die Art, wie in den <sup>Hand</sup> <sup>und Hand-</sup> <sup>fertigkeit.</sup>

Vereinigten Staaten von Nordamerika nicht nur innerhalb der Volksschulen, sondern auch der Mittelschulen (high schools) und selbst der Universitäten die Handfertigkeit gepflegt, ja wie in zahlreichen Mittelschulen, den „manual training high schools“ die Betätigung in den Handfertigkeiten geradezu den Mittelpunkt des Unterrichts bildet, der wird bald die Überzeugung erlangen, daß wir in Deutschland auf diesem Erziehungsgebiete hinter jenem mächtig aufstrebenden Lande noch stark rückständig sind. Doch es ist hier nicht der Ort, dieser Frage eine eingehendere Betrachtung zu widmen. Es galt ja nur, zu betonen, daß die Geschicklichkeit der Hand und insbesondere der Finger nicht auf methodisch-gymnastischem Wege zu entwickeln ist, sondern durch praktische Betätigungen.

Be-  
wegungen  
im Hand-  
wurzel-  
gelenk.

Anders liegt die Sache mit denjenigen Muskeln, welche die Bewegungen der Hand als Ganzes, d. h. der Handwurzel zum Unterarm, bewirken. Diese Bewegungen erfahren bei unseren Leibesübungen vielfache Anwendung. Da soll nun nie außer acht gelassen werden, daß die Biegungen der Hand in den Handwurzelgelenken nur einen recht beschränkten Spielraum haben, was insbesondere für die Biegung nach der Kleinfingerseite und zumeist für die Biegung nach der Daumen-  
seite hin gilt. In hervorragendem Maße werden diese Bewegungen geübt beim Fechten, und zwar am feinsten beim Stoßfechten. Wo aber ein Überschreiten der begrenzten Bewegungsmöglichkeit der Handwurzel veranlaßt wird, wie dies beim Hiebfechten aus dem Handgelenk heraus und ganz besonders bei den gewaltsamen Drehungen und Verdrehungen der Handgelenke der Fall ist, welche beim „Stabwinden“ der deutschen Turnschule statthaben, da ist der Nutzen solcher Übung ein mehr wie fraglicher. Denn allzu leicht sind solche Übungen geeignet, das feste Bandgefüge der Handwurzelgelenke in schädlicher Weise zu zerren und übermäßig zu lockern. Ich sehe nicht den mindesten Verlust darin, wenn die Übung des Stabwindens einfach aus dem Schulturnen verschwände.

Übung  
der Greif-  
tätigkeit der  
Hände.

Die Greiftätigkeit der Hände in Verbindung mit sicherer Beherrschung der Armbewegungen im Raume auf ein bestimmtes Ziel hin kommt ganz unvergleichlich zur Übung beim Fangen des kleinen Balles. Man hat solche Übungen im Ballwerfen und Ballfangen zu schulmäßigen Freiübungen ausgestaltet, als Vorübung zu gewissen Ballspielen. Solche Vorübung ist für feinere Spiele auch unerlässlich, soll anders das Spiel seinen vollen, fesselnden Verlauf entfalten können. Die feinere Ausbildung geschieht allerdings am vielseitigsten erst auf dem Spielplatz durch das Spiel selbst, und hier gebührt nach meinen Erfahrungen für die heranwachsende Jugend die Palme doch unserem deutschen Schlagballspiel.

Die Kraft der Beugemuskeln unserer Finger ist es, welche uns befähigt, den Körper in den Hang an irgendeinem festen Gerät zu

bringen und so das Körpergewicht an den hakenförmig gekrümmten Fingern zu tragen. Der Streckhang am Reck, an den Leitern, an den senkrechten oder schrägen Stangen oder Tauen, an den Ringen u. dgl. ist bekanntlich die Ausgangsstellung zu zahlreichen Übungen insbesondere des deutschen Gerätturnens. Wie durch die Tätigkeit der Muskeln, welche den Oberarm zum Unterarm beugen, das Körpergewicht im Beugehang weiter aufwärts gehoben werden kann, womit die Vorbedingung zur Kletterbewegung aus dem Hang gegeben wird (Hangeln), wie ferner durch energisches Beugen und Wiederstrecken der Beine in den Hüftgelenken der Körper aus dem Streckhang heraus in schwingende Pendelbewegungen versetzt werden kann: das zu erörtern liegt außerhalb des Rahmens dieser Übersicht.

Aber ein anderes tritt uns hier vornehmlich entgegen: nämlich die Umkehr der gewöhnlichen Bewegungsrichtung eines Muskels, die wir bereits kurz berührten. Der zweiköpfige Oberarmbeuger (*M. biceps brachii*) nimmt seinen Ursprung rumpfwärts vom Schulterblatt und hat seinen Ansatz am Unterarm. Letzterer wird also als das beweglichere Glied bei Tätigkeit des Muskels gegen den Oberarm hin gebeugt. Hier beim Übergang aus dem Streckhang in den Beugehang kehrt sich indes seine Wirkung um<sup>1)</sup>. Denn da der Unterarm als Träger des Körpers hier festgelegt und unbeweglich ist, so ist es der hängende Körper, welcher bei Zusammenziehung des Muskels gehoben und dem Unterarm als festem Punkt genähert wird.

Diese Umkehr der Bewegungsrichtung ist nun von größter Wichtigkeit bei einer ziemlichen Anzahl von Muskeln, welche, vom Brustkorb ausgehend, zum Arm, zum Schulterblatt, zum Kopf oder zur Halswirbelsäule hinziehen. Während diese Muskeln für gewöhnlich den Arm bewegen, wie der große Brustmuskel (*M. pectoralis major*),

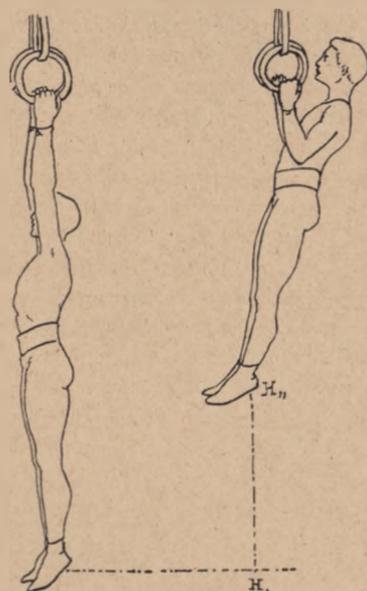


Fig. 13. Streckhang und Beugehang. H, H,, die Höhe der Hebung des Körpergewichts durch die Beugemuskeln der Arme.

<sup>1)</sup> Gemeint ist Streckhang mit Untergriff (Ristgriff). Aus dem Streckhang mit Aufgriff (Kammgriff) ist es der innere Oberarmbeuger (*M. brachialis*), welcher vorzugsweise die Beugung des Arms zum Beugehang bewirkt, ganz abgesehen von der Tätigkeit des Speichen-Armmuskels (*M. brachioradialis*).

das Schulterblatt halten oder drehen, wie der vordere oder große Sägemuskel (*M. serratus anterior*), den Kopf halten oder den Hals beugen, wie der Kopfwender am Halse (*M. sternocleidomastoideus*) und die Treppenmuskeln oder Rippenhalter (*Mm. scaleni*), — so können sie und andere benachbarte Muskeln auch umgekehrt auf den Brustkorb wirken, ihn hochziehen und erweitern, und zwar dann, wenn die Arme, die Schulterblätter oder der Kopf durch andere Muskeltätigkeiten festgehalten werden. Mit anderen Worten: Diese Muskeln, welche zwar zum großen Teil als Brustmuskeln bezeichnet werden, aber ihrer Tätigkeit nach für gewöhnlich Arm-, Schulter- und Halsmuskeln sind, werden dann zu Atemmuskeln. Zu dieser außergewöhnlichen Tätigkeit werden sie allerdings nur dann herangezogen, wenn Atemnot vorhanden ist, d. h. wenn die Kraft derjenigen Muskeln, welche für gewöhnlich allein die Atembewegungen unterhalten, nämlich der sogenannten „eigentlichen Atemmuskeln“, nicht mehr ausreicht. In solchen Ausnahmefällen treten also jene Muskeln mit zur Unterhaltung des Atemgangs ein. Sie heißen darum auch Hilfsatemmuskeln. Ihre Übung und Kräftigung hat zweifellos auch für die Steigerung der Atemtätigkeit einen gewissen Wert, zumal die obere Gegend des Brustkorbes zum Teil geradezu an diesen Muskeln aufgehängt ist. Jedoch darf man die Ausbildung dieser dem Brustkorb aufliegenden oder nur an ihm endenden Muskeln nicht verwechseln mit der Übung der „eigentlichen“ Atemmuskeln, nämlich des Zwerchfells (*Diaphragma*) und der rings um den ganzen Brustkorb herum in den Zwischenräumen der Rippen ausgespannten Zwischenrippenmuskeln (*Mm. intercostales ext. et int.*).

Eigentliche  
Atem-  
muskeln und  
Hilfsatem-  
muskeln.

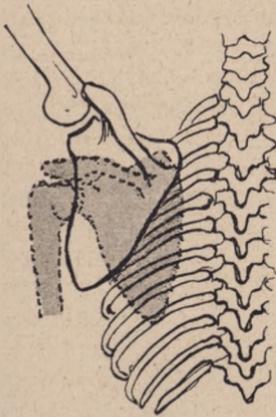
Brust-  
weitung  
beim Streck-  
hang.

Wir sehen übrigens dies Verhältnis der Hilfsatemmuskeln zum Brustkorb wirksam bereits beim Streckhang. Nämlich durch die hochgehobenen Arme wird der Ansatz des großen Brustmuskels (*M. pectoralis major*) am Oberarm derartig verlagert, daß der Muskel eine starke passive Dehnung erleidet und damit seine Ursprünge am Brustkorb stark in die Höhe zieht. Mit anderen Worten: der ganze obere Abschnitt des Brustkorbes wird bis zur Einatmungsstellung erweitert. Entgegengesetzt zu dieser Zugrichtung des gedehnten Brustmuskels nach oben, wird aber der Zug nach unten wirksam, welchen das Gewicht des Rumpfes und der Beine auf den Brustkorb ausübt, und zwar vornehmlich durch die gleichfalls gedehnten Bauchmuskeln. So wird der Brustkorb, stark erweitert und zur Einatmungsstellung hochgezogen, in dieser Stellung so gut wie unbeweglich festgestellt. Im Streckhang ist daher der Brustkorb zwar stark erweitert, es ist ihm aber eine Ausatmungsbewegung unmöglich gemacht. Ausatmung kann während des Hanges nur noch durch die Tätigkeit des Zwerchfells bewirkt werden.

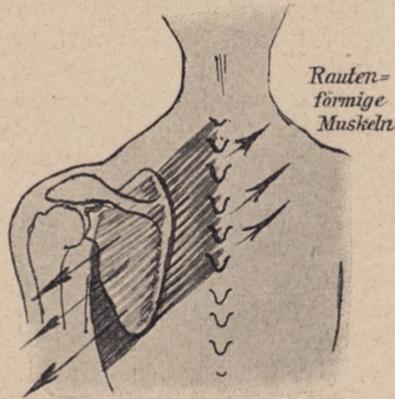
Beweglich-  
keit der  
Schulter-  
blätter.

Die außerordentliche Beweglichkeit des Armes nach allen Richtungen hin beruht darauf, daß der Arm im Schultergelenk verbunden ist mit dem Schulterblatt, welches seinerseits nur eine gelenkige Ver-

bindung besitzt mit dem Schlüsselbein, und daß endlich das Schlüsselbein mit seinem anderen Ende lediglich durch das Gelenk zwischen Schlüsselbein und Brustbein mit dem Rumpfskelett zusammenhängt. Werden die Arme stark nach vorn gebracht, so gehen die Schulterblätter mit, weitab nach außen von der Wirbelsäule; bringen wir die Arme stärker nach rückwärts, so gehen auch die Schulterblätter ganz nahe zur Wirbelsäule hin. Das Hochheben der Arme geschieht nur zum Teil im Schultergelenk selbst; es ist voll bis zur Hochhebbleite nur möglich durch eine gleichzeitige Drehung des Schulterblattes mit Aufwärtsbewegung seines oberen äußeren Winkels. Genauer gesagt, macht bei der Hebung des Armes aus der Senkhalte seitwärts zur Hochhebbleite das dreieckige Schulterblatt durch die Tätigkeit bestimmter Schulterblattmuskeln



Grosser  
vord.  
Säge-  
muskel



Rauten-  
förmige  
Muskeln

Fig. 14. Die Drehung des Schulterblattes und Aufwärtsbewegung der Schulterhöhe beim Heben des Armes.

Fig. 15. Die gegenseitige Zugrichtung des vorderen Sägemuskels und der rautenförmigen Muskeln und die bei Zusammenziehung beider Muskeln bewirkte Festlegung des Schulterblattes.

eine Drehung um seinen inneren oberen Winkel derart, daß schließlich die untere, sonst nahe der Wirbelsäule gelegene, abgerundete Spitze des Schulterblattes ganz nach außen geht, bis zur Achselhöhle, während der äußere Winkel mit der Schulterhöhe und dem Schultergelenk als Ganzes — auch „Schulterstumpf“ genannt — nach oben geht. Diese Aufwärtsbewegung des Schulterstumpfes beträgt beim Erwachsenen etwa 10 cm und geht zugleich mit der zunehmenden Verkürzung des Deltamuskels (*M. deltoideus*) vor sich, welchem also an der Hebung des Armes nur ein bestimmter Anteil zufällt.

Soll die Armkraft bis zum Äußersten der Leistungsfähigkeit, wenn auch nur für einen flüchtigen Augenblick, ausgenutzt werden — und das ist bei den meisten Leibesübungen der Fall —, so ist das nur dann möglich, wenn die Armmuskeln von einem festen Ursprung aus wirken.

Da nun die kräftigsten Oberarmmuskeln vom Schulterblatt entspringen, welches sonst jeder Bewegung des Armes folgt, so muß das Schulterblatt unbeweglich festgehalten werden, sollen andernfalls jene Armmuskeln einen festen Ursprung haben. Die Muskeln aber, welche das Schulterblatt festzuhalten vermögen, entspringen in der Hauptsache (ein gleiches ist für einige sogenannte Rumpfarmuskeln der Fall) vom Brustkorb. Dahin gehört z. B. der große vordere Sägemuskel (*M. serratus anterior*), welcher in der Flankengegend der Brust, von der ersten bis zur neunten Rippe herab, den Boden der Achselhöhle bildend, entspringt und unter dem Schulterblatt her bis zu dessen innerem Rand geht. Allein, mit allen seinen Zacken wirkend, würde dieser Muskel das Schulterblatt als Ganzes von der Wirbelsäule weg nach außen, d. h. zur Achselhöhle hinziehen. In genau entgegengesetztem Sinne sind die Rautenmuskeln (*M. rhomboideus minor et major*) tätig, welche, von der Wirbelsäule als festem Ursprung zum inneren Schulterblatttrande hinziehend, das Schulterblatt als Ganzes der Wirbelsäule annähern, also gegenständig gegenüber dem Sägemuskel wirken. Sind beide Muskeln, d. h. der große Sägemuskel und die Rautenmuskeln, mit voller Kraft zugleich tätig, so heben sich ihre beiderseitigen Zugwirkungen auf, und die Folge ist die, daß sie das Schulterblatt in seiner Lage unbeweglich festhalten. Das hat aber zur Voraussetzung, daß auch der Ursprung des großen Sägemuskels, nämlich der Brustkorb, vollkommen festliege, — denn unser Brustkorb, von welchem der große Sägemuskel mit neun Zacken in weiter Ausdehnung seinen Ursprung nimmt, hebt und senkt sich fortwährend beim Atemgange. Unwillkürlich füllen wir daher zu solcher Anstrengung im Gebiet der Armmuskeln durch eine tiefe Einatmung die Lungen mit Atemluft, schließen dann den Kehlkopfeingang und machen eine heftige Ausatmungsbewegung, welche vor allem die Bauchmuskeln in Anspruch nimmt. Da hierbei die Atemluft durch den fest geschlossenen Kehlkopfeingang nicht entweichen kann, so wird sie, in den Lungenraum eingeschlossen, unter sehr starken Druck genommen. Der Brustkorb, vollkommen starr und unbeweglich geworden, gibt nunmehr den von ihm entspringenden Muskeln den festen Punkt, von dem aus deren Zugkraft im vollsten Maße ausgenutzt werden kann. Alles in allem ein ziemlich verwickelter Vorgang, der eine ganze Reihe von Muskeltätigkeiten in Anspruch nimmt. Ganz unwillkürlich — denn so geläufig ist er uns geworden — verbinden wir diesen Vorgang mit einer jeden stärkeren Anspannung der Arm- und Schultermuskeln. Wir bezeichnen ihn als den Akt der Anstrengung oder der Pressung. Je intensiver eine Kraftäußerung der Arme sich vollzieht, und je längere Zeit sie in Anspruch nimmt, um so eingreifender beeinflusst der Akt der Pressung den Atemgang, die Herztätigkeit und den Bluthreislauf. Diese Einwirkungen, welche zur Beurteilung des

Seitlegung  
der Schulter-  
blätter.

Seitlegung  
des Brust-  
korbes bei  
Anstrengung  
oder  
Pressung.

Wertes oder des Unwertes aller anstrengenden Kraftübungen der Arme in erster Linie in Frage kommen, werden wir im Verlauf unserer späteren Erörterungen uns noch näher vor Augen führen müssen. Hier kam es zunächst nur darauf an, zu zeigen, welche Rückwirkung alle anstrengenden Armtätigkeiten auf größere Abschnitte der Rumpfmuskulatur besitzen. Es sind die sogenannten Kraftübungen, deren physiologische Bedeutung wesentlich durch den beschriebenen Vorgang mitbestimmt wird. —

Richten wir weiterhin noch unser Augenmerk auf die Muskelgruppen des Rumpfes und deren Tätigkeit, so stoßen wir gleich auf ein Gebiet, welches im gymnastischen wie hygienischen Sinne von allergrößter Bedeutung ist, das ist die Erziehung zu einer guten Körperhaltung. Dabei besitzen die Rückenmuskeln in allererster Linie eine große Wichtigkeit. Ihre Ausbildung durch geeignete Leibesübungen muß darum eine unserer Hauptaufgaben bilden. Sollen unsere Leibesübungen Vervollkommnung und Schönheit der Menschengestalt erzielen, so ist von grundlegendem Wert die Entwicklung gerader, aufrechter Körperhaltung, wobei die Wirbelsäule ihre natürlichen Krümmungen in sanftem, gleichmäßigem Schwung, ohne übertriebene Aushöhlung oder Vorwölbung an einzelnen Stellen zeigt, und der Kopf mit geradeaus gerichtetem Blick aufrecht erhoben auf der Wirbelsäule thront. Zur guten Körperhaltung gehört aber nicht weniger, daß die Schultern nicht vorfallen, sondern rückwärtsgezogen sind, so daß die Brust frei hervortritt und atemkräftig sich vorwölbt. Nach zweierlei sich kreuzenden Richtungen hin ist also die Rückenmuskulatur auszubilden und ihr eine gesunde Fülle und Spannung zu verleihen: nämlich in senkrechter Richtung, um die Wirbelsäule in ihrer ganzen Länge, vom Kreuzbein bis hinauf zum Kopfe, zu strecken; in querer Richtung, und zwar in der Schultergegend des Rückens, um die Schultern als Ganzes oder sagen wir die Schulterstümpfe zurückzuziehen durch Annäherung der Schulterblätter an die Wirbelsäule.

Was zunächst die Streckung der Wirbelsäule betrifft, so wird diese bewirkt durch eine Reihe von Muskeln, welche zu beiden Seiten der Wirbelsäule entlang von Becken und Kreuzbein ab bis zum Hinterhaupt hinziehen. Von diesen zählt der Aufrichter des Rumpfes oder gemeinsame Rückenstrecker (*M. sacrospinalis*) zu den kräftigsten Muskeln des Körpers; ebenso sind die Strecker des Kopfes in der Nackengegend stark entwickelt. Diese Muskelzüge nun haben stetig beim aufrechten Sitzen, Stehen, Gehen usw. die Wirbelsäule gestreckt zu halten und stetig dabei eine gewisse Arbeit zu leisten. Diese Arbeit wird namentlich eine große und schließlich auch ermüdende, wenn eine gerade, aufrechte Haltung längere Zeit hindurch innegehalten werden soll, ohne daß durch anderweite Bewegung diese

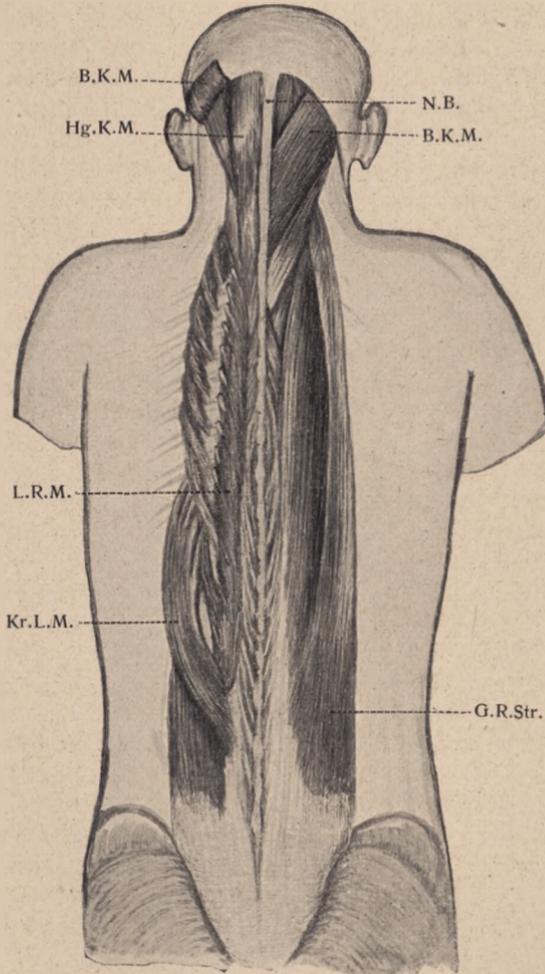
Rumpf-  
muskeln.

Lange  
Rücken-  
muskeln  
und Streck-  
haltung der  
Wirbelsäule.

Breite  
Rücken-  
muskeln  
und gute  
Schulter-  
haltung.

Die Streck-  
muskeln der  
Wirbelsäule.

Muskeln wenigstens zeitweise entspannt werden. So bedingt die auf-  
 rechte Sitzhaltung der Schüler in der Schulbank eine unausgesetzte  
 Belastung der Rücken-  
 muskeln  
 durch die  
 Sitzhaltung.



Arbeit der Rücken-  
 muskulatur, eine Ar-  
 beit, die, stundenlang  
 fortgesetzt, schließlich  
 zur Ermüdung führen  
 muß, mag auch die  
 Schulbank noch so voll-  
 kommen dem Körper-  
 maß angepaßt und  
 der Körperform ent-  
 sprechend gebaut sein.  
 Solches Mißverhältnis  
 zwischen der Kraft  
 dieser Muskeln und  
 ihrer andauernden Be-  
 lastung führt schließ-  
 lich stets dazu, daß  
 das Kind die Wirbel-  
 säule und besonders  
 auch die Last des  
 Kopfes nicht mehr  
 ohne Anstrengung auf-  
 rechtzuerhalten ver-  
 mag. Es erlahmt die  
 Willenskraft, und so  
 nimmt denn das Kind  
 gar leicht jene vor-  
 wärts gebeugte Hal-  
 tung erst zeitweise und  
 zuletzt dauernd ein,  
 wobei Hals und Brust-  
 wirbelsäule eine ein-  
 zige nach hinten kon-  
 verge Krümmung mit  
 Dornüberhängen des  
 Kopfes bilden: das ist  
 jene bei unserer Schul-  
 jugend außerordent-

Fig. 16. Die langen Streckmuskeln der Wirbelsäule. — G.R.Str.:  
 Gemeinsamer Rückenstreckmuskel. — Kr.L.M.: Kreuz-Lenden-  
 muskel. — L.R.M.: Langer Rückenmuskel. — B.K.M.: Bauch-  
 förmiger Kopfmuskel. — Hg.K.M.: Halbgefiederter Kopfmuskel. —  
 N.B.: Nackenband.

Runder  
 Rücken der  
 Jugend.

lich häufige schlechte Haltung, welche wir als „runden Rücken der  
 Jugend“ bezeichnen.

Wird durch gewohnheitsmäßige Haltungsfehler beim Sitzen oder  
 auch beim Stehen immer nur ein und dieselbe Seite der Wirbelsäule

stärker belastet, so daß die Muskeln rechts und links von der Wirbelsäule sich nicht mehr das Gleichgewicht halten, so kann auch seitliche Verbiegung der Wirbelsäule oder Skoliose eintreten, vor allem dann, wenn durch Schwäche der Rückenmuskulatur (bei „Rückenschwächlingen“), durch Weichheit des Knochengengerüstes infolge früherer Rachitis, oder infolge von Allgemeinerkrankung, wie Blutarmut, Skrofuloze u. dergl. die Wirbelsäule besonders nachgiebig ist. Die Skoliose oder doch die Anlage zu Schiefwuchs ist bei unseren Schulkindern namentlich in den Volksschulen oft in erschreckender Häufigkeit vorhanden. Dagegen muß der Ansicht, daß sie nur „Schul-“ oder „Sitzkrankheit“ sei, doch insofern entgegengetreten werden, als Schwäche und Schiefheit des Rückens bereits zu großem Teil bei den frisch zur Schule erst eintretenden Schülern schon vorhanden ist. Die Anfänge des Haltungsfehlers lagen hier also schon vor der Schulzeit. — Es ist hier nicht der Ort, auf alle die sonstigen Ursachen zu Skoliose (Knochenkrankung, Narbenzug nach Rippenfellentzündung, Hüftgelenkerkrankung nur auf einer Seite, einseitiger Plattfuß usw.), wenn auch nur kurz, einzugehen. Nur auf eines möchte ich hier besonders aufmerksam machen: das sind die gar nicht so selten vorkommenden Ungleichheiten im Wachstum der Beine.

Sind die Beine ungleich lang, so muß sich selbstverständlich der den Oberschenkelköpfen in den Hüftgelenken aufliegende Beckenring schief stellen. Damit steht auch die Achse des zwischen die Beckenschaukeln eingeklemmten Kreuzbeins seitlich schief, und nur unter Bildung von einer oder mehreren seitlichen Gegenkrümmungen im Verlauf der Wirbelsäule kann eine aufrechte Haltung des Rumpfes hergestellt werden. Die sogenannten statischen Skiosen müssen natürlich durch sorgfältige Untersuchung ausgesondert werden von den durch fehlerhafte Gewohnheiten bei verminderter Widerstandskraft entstandenen sogenannten habituellen Skiosen<sup>1)</sup>.

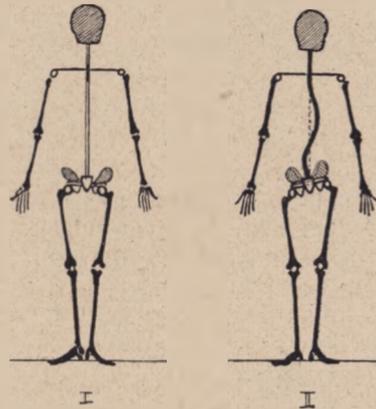


Fig. 17. Entstehung von Rückgratsverkrümmung bei ungleicher Beinlänge (Statische Skoliose). In I gerade Wirbelsäule bei gleicher Beinlänge. In II ist das rechte Bein länger, die durch die Hüftgelenke gelegte Achse steht schief, und die Wirbelsäule zeigt entsprechende Biegungen.

<sup>1)</sup> Zur Feststellung ungleicher Beinlänge bei statischer Skoliose habe ich einen „Hüftmesser“ herstellen lassen, der in den Werkstätten für Schuleinrichtung von J. P. Müller in Charlottenburg hergestellt wird.

Besondere  
Übungen  
der Streck-  
muskeln des  
Rückens.

Alles aber, was wir über die Überlastung der Rückenmuskulatur gesagt haben — der „runde Rücken“ und die seitlichen Rückgratsverkrümmungen sind ja nur besonders hervorstechende Folgeerscheinungen! —, lehrt uns, welche vorwiegende Beachtung wir in unserer Schulgymnastik gerade der Übung und der Kräftigung der Streckmuskeln des Rückens schenken müssen. Es genügt nicht, beim Stehen und Gehen der Körperhaltung der Übenden stets peinlichste Aufmerksamkeit zu schenken; man darf sich auch nicht damit zufrieden geben, daß doch bei zahlreichen Übungen die Streckmuskeln der Wirbelsäule mit ins Spiel treten und vielleicht ein genügendes Maß von Kräftigung erfahren. Vielmehr ist gerade hier der Übungszweck ein so wichtiger, angesichts der Häufigkeit von Haltungsfehlern bei der Schuljugend, daß hierhergehörige besondere oder Spezialübungen in jeder Turnstunde ihren Platz finden müssen. Das ist eine Notwendigkeit, auch ganz abgesehen von der Einrichtung sogenannter „orthopädischer Schulturnstunden“ für solche Kinder, welche Rückenschwächlinge sind, bereits leichte Haltungsfehler zeigen und bei denen es gilt, der Entstehung einer schwereren Skoliose zweiten oder dritten Grades — die dann natürlich vor den Arzt gehört — vorzubeugen. Gerade hier wird jeder Unbefangene zugeben, daß in bezug auf die Übung der Rückenmuskulatur zur Erzielung schlanker, gerader Haltung und Erhöhung der Widerstandskraft der Streckmuskeln der Wirbelsäule die schwedische Schulgymnastik eine Anzahl von Übungen besitzt, welche in jeder Schulgymnastik ihren Platz finden müssen. Ich erwähne da in erster Linie die „Spannbeugen“ (Rückwärtsbiegen des Rumpfes) in ihren verschiedenen Abstufungen; das Rumpfsenken und Wiederaufrichten des Rumpfes vorwärts aus dem Stande oder aus dem Knieen, rückwärts aus dem Sitzen; das Aufbiegen des Rumpfes zur „vorwärts-bogenliegenden Stellung“ aus dem Liegen auf dem Boden oder quer über eine niedrige Turnbank; die wichtigen Übungen im Liegestütz usw. Besonders scheint mir aber gerade bei diesen Rumpfübungen das Prinzip wichtig, jeder solchen Übung eine Gegenübung, der Rumpfstreckung z. B. die Rumpfbeugung usw., folgen zu lassen, so daß die zu übenden Muskeln hintereinander nicht nur möglichst zusammengezogen, sondern auch möglichst gedehnt werden. Aus welchen physiologischen Gründen sich das empfiehlt, werden wir noch später erörtern müssen. —

Zurück-  
nehmen der  
Schultern.

Betrachten wir noch kurz diejenigen Rückenmuskeln und ihre Ausbildung, welche, in quere Richtung wirksam, durch Zurücknehmen und Feststellung der Schultern wesentlich für eine gute Haltung sind. Wir sahen, wie bei den Armbewegungen sich die Schulterblätter zugleich mit dem Schulterstumpf auf dem Brustkorb hin verschieben, bald nach aufwärts, bald mehr nach außen und vorn, bald mehr nach rückwärts zur Wirbelsäule hin. Je nach der verschiedenen starken Ausbildung der hier in Frage kommenden Muskeln, besonders des großen

Brustmuskels vorn, des Trapezmuskels (M. trapezius) in der Rücken-  
gegend, fallen bei der mittleren Ruhestellung die Schultern ent-  
weder mehr nach vorn, so daß die Brust eingedrückt erscheint und die  
Schultern gewölbt, oder sie sind nach hinten gezogen, so daß die  
Brust in schöner Wölbung frei ausdehnungs- und atemfähig vortritt,  
während der Rücken in der Schultergegend mehr flach und gestreckt  
bleibt. Kein Zweifel, daß aus Gründen der Schönheit wie der Gesund-  
heit letztere Haltung die richtigere und gymnastisch unbedingt an-  
zustreben ist. Darum muß auch hier den Spezialübungen, d. h. allen  
Übungen, welche den Schulterstumpf energisch zurückbringen, besondere  
regelmäßige Pflege zuteil werden. Ich nenne nur: Führung der Arme  
nach hinten; Schulterhalte und  
Überheben des Stabes; ferner  
den Liegestütz vorlings mit der  
Gegenübung des Liegehanges usw.

Denn auch hier genügt es  
nicht, ohne Rücksicht auf dies  
besondere Übungsziel einfach die  
um Brust und Schultern ge-  
lagerten Muskeln viel und oft  
zu betätigen. Wir müssen uns  
klarmachen, daß bei Muskel-  
schwäche und Energieelosig-  
keit die Brustwirbelsäule so gut  
wie durchweg zum vorhin be-  
schriebenen „runden Rücken“ ge-  
krümmt ist, wobei dann die  
Arme mit dem Schulterstumpf  
von selbst, ihrer Gewichtwirkung  
folgend, nach vorne fallen. Es  
ist ferner der Hinweis nötig, daß  
im gewöhnlichen Leben die Arme  
meist in der Richtung nach

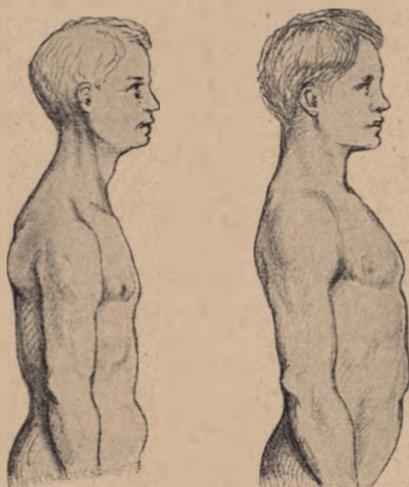


Fig. 18 und 19. Vorhären der Schultern bei  
Muskelschwäche und flacher Brust (Fig. 18); Zurück-  
nehmen der Schultern und Vorwölbung der Brust  
(Fig. 19).

vorne hantieren, und daß ganz besonders bei den meisten Beschäftigungen  
im Sitzen, beim Schreiben, Zeichnen usw., Biegung des Rumpfes nach  
vorne mit Auswölbung der Schulterblattgegend überwiegt. Endlich muß  
nachdrücklich betont werden, daß selbst bei kräftiger Ausbildung und  
Entwicklung der Muskeln um Schultern und Brust doch eine schlechte  
Haltung der Schultern dann eintritt, wenn die Armkraft unverhältnis-  
mäßig viel und stark in Anspruch genommen ward. Es ist dann der  
große Brustmuskel, welcher leicht das Übergewicht erlangt und  
bei hervorragender Entwicklung dauernd verkürzt bleibt, so daß er in  
der Ruhestellung die Schultern nach vorne zieht und den Rücken über-  
mäßig wölbt. So erklärt sich leicht der häufige sogenannte „Arbeits-

Arbeits- buckel“ bei Leuten, deren Gewerbe die Armkraft zu schwerer, grober Arbeit viel in Anspruch nimmt.

Einfluß des Hanges und des Stüßes auf die Schulterhaltung. Nur möchte ich noch darauf hinweisen, daß die Übertragung der Körperlast nur auf die Arme, wie sie im freien Hang und Stütz stattfindet, zu einer guten Haltung der Schultern recht wenig oder gar nicht beiträgt. Beim Stütz sowohl wie beim Hang wird der Schulterstumpf in die Höhe gedrängt. Dabei hat allerdings der Hang den Vorzug, daß er eine wirksame Streckung der Wirbelsäule durch den Zug des Körpergewichts herbeiführt, und daß er den Brustkorb stark erweitert. Beim Stütz dagegen ist nur dann eine Haltung zu bewahren, die wenigstens nicht direkt entstellend wirkt, wenn bestimmte Schulterblattmuskeln eine hinreichend kräftige Entwicklung heizgen.

Den Wert, welchen die Hang- und Stützübungen als Ausgangsstellung für zahlreiche Geschicklichkeitsbewegungen besitzen, d. h. solcher Bewegungen, deren Übungszweck in der sicheren Beherrschung auch verwickelter Bewegungsvorgänge beruht, werden wir bei Bestimmung des Begriffs der Geschicklichkeitsübungen noch darlegen. Im übrigen wollen wir nicht vergessen, daß die Arme des Menschen nur in besonderen Fällen dazu bestimmt sind, das Körpergewicht zu tragen. Der natürliche Stützapparat für die Rumpflast sind die Beine. Es ist der bodenständige Mensch, den wir gymnastisch zu vervollkommen haben.

Bauch- muskeln und ihre verschiedent- artige Tätigkeit. Und nun zum Schluß dieser Übersicht über die hauptsächlichsten Muskelgruppen des Körpers in ihrer gymnastischen Bedeutung noch einige Worte über die Bauchmuskeln. Ganz platte und dünne Muskeln, aber von großer Ausdehnung, endend in starke, sehnige Häute, verschließen den ganzen Raum, welchen das Knochengerrüst zwischen der unteren Begrenzung der Brusthöhle und dem Becken offenläßt. Die Fasern dieser Muskeln, senkrecht bei dem einen (M. rectus abdominis), schräg von oben nach unten (M. obliquus externus abd.) oder schräg von unten nach oben (M. obliquus internus abd.) oder quer (M. transversus abd.) verlaufend, kreuzen sich also in ihren Richtungen, ähnlich wie bei dem starken Rohrgeslecht, welches die Sitzfläche eines Rohrstuhles bildet. Diese Muskeln verleihen in erster Linie der Bauchwand Festigkeit und Elastizität, wobei an das stete Vor- und Zurückweichen der Bauchwand beim Atmen erinnert sei. Sie können ferner den Brustkorb abwärts ziehen und so verschmälern, womit sie wirksame Ausatmungsmuskeln werden. Allerdings dienen sie letzterem Zweck nur bei verstärkter oder gar gewaltsamer Ausatmung, sowie bei dem unter Verengerung der Stimmritze erfolgenden lauten Schreien und Singen. Sie sind also höchstens zeitweise am Atemgang beteiligt, ähnlich, wie auch die früher betrachteten Hilfsatemmuskeln nur gelegentlich bei heftiger Einatmung ins Spiel treten. Dadurch, daß die Bauchmuskeln bei Zusammenziehung den Brustkorb dem Becken nähern, beugen sie

Festigkeit der Bauchwände.

Ausatmung.

auch den Rumpf, hierbei meist zusammenwirkend mit dem zum Oberschenkel hinabführenden Lenden-Darmbeinmuskel (M. iliopsoas). Bei nur einseitiger Betätigung ihrer schräg verlaufenden Muskelzüge bewirken die Bauchmuskeln ferner Drehung des Rumpfes. Endlich, bei sehr heftiger Zusammenziehung, in Verbindung zugleich mit Spannung der langen Rückenstrecker, die der Rumpfbeugung entgegenwirken, üben die Bauchmuskeln einen derartigen Druck auf den Verdauungskanal in der Bauchhöhle aus, daß sie dessen Inhalt nach außen pressen — im Verein mit entsprechenden Bewegungen der Wände des Verdauungskanals selbst. Dies geschieht in der Richtung nach unten bei der Kotentleerung, nach oben beim Brechakt. Dazu kommt noch die Tätigkeit der Bauchpresse beim Husten, bei der Harnentleerung, beim Gebärakt. Diese Pressung wird in gleicher Weise mit Festlegung des Brustkorbs und — abgesehen vom Husten — mit Verschuß des Kehlkopfeinganges verbunden, wie dies der Fall ist bei dem vorhin geschilderten Pressungsakt zur Ausnutzung der vollen Armkraft, also bei Anstrengung. So verschiedene Endzwecke erreicht die Muskulatur des Rumpfes mit ziemlich denselben Mitteln! Übrigens wissen wir alle aus eigener Erfahrung, was diese pressende Tätigkeit der Bauchmuskulatur für die prompte Entleerung des Darmkanals bedeutet, und welche Rolle die mehr oder weniger glatte Erledigung dieses Aktes für die Gesundheit, das Wohlbefinden und selbst für die Gemütsstimmung spielt. In zahlreichen Fällen ist aber das Übel hartnäckiger Verstopfung verursacht durch Schwäche der Bauchmuskeln und dann auch zu heben durch deren Kräftigung. Ganz besonders gilt dies für das weibliche Geschlecht, wo zudem die Festigung und Straffheit der Bauchdecken von großer Bedeutung ist, um die Unterleibsorgane in ihrer richtigen Lage zu erhalten.

Beugen und Drehen des Rumpfes.

Pressende Tätigkeit auf den Inhalt der Bauchhöhle.

Aus der vielseitigen und bedeutungsvollen Tätigkeit der Bauchmuskeln erhellt von selbst die Notwendigkeit, der Übung dieser Muskeln in der erzieherischen Gymnastik besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Namentlich gilt dies für die Leibesübungen der weiblichen Jugend. Auch hier ist, ebenso wie bei der Ausbildung der langen Rückenmuskeln, ein gymnastisches Gebiet, auf welchem die schwedische Schulgymnastik eine Reihe hervorragend wirksamer Übungen geschaffen hat. Zu welchem gymnastischen System wir auch eine besondere Vorliebe haben sollten, — diese Übungen sind nirgendwo zu entbehren und am wenigsten beim Mädchenturnen. Sie verbinden sich übrigens vielfach von selbst als Gegenübungen mit den früher erwähnten Übungen der Strecker der Wirbelsäule.

Leider ist es aber bei den Mädchen die unzweckmäßige und verkehrte Art der Kleidung, welche oft genug alle gymnastischen Erfolge bezüglich der Rücken- und Bauchmuskulatur wieder zunichte macht. Die Einschnürung des Leibes in der Gegend der Weichen oder der Taille,

Beinträchtigung der Bauchmuskeln durch das Korsett.

wie sie durch den festen Rockbund und den Schnürleib oder das Korsett bewirkt wird, knickt die Bauchmuskeln in ihrem Verlaufe ein, treibt den Unterleib gewaltsam vor und legt so diese wichtigen Muskeln so gut wie lahm. Durch den Druck des Korsetts auf die Weichteile des Rückens von der Kreuzgegend bis hinauf zu den Schulterblättern werden hier die haltenden langen Rückenmuskeln flachgedrückt und zum Verkümmern gebracht. Übernimmt und ersetzt doch auch das starre Gerüst des Korsetts einen guten Teil der Arbeit dieser Muskeln zur Haltung des Rumpfes. Kein Wunder, daß bei unserer sich schnürenden Frauenwelt Erschwerung der Verdauung, Verlagerung der Unterleibsorgane u. dgl. außerordentlich verbreitete Übel sind, und daß ferner selbst mäßige Anstrengungen im Gehen, Steigen usw. Kreuzschmerzen hinterlassen. Kein Wunder auch, daß der Versuch junger, an Korsettragen gewöhnter Mädchen bei Leibesübungen und Spielen die Krücke für die schwächlichen, so gut wie lahmen Rückenmuskeln, nämlich das Korsett, wegzulassen, sich zunächst stets mit heftigen Rückenschmerzen und Unbehagen rächt. Wir haben daher nicht nur beim Mädchenturnen unerbittlich darauf zu halten, daß nur in gesundheitsgemäßer Kleidung — ohne starken Rockbund und ohne Korsett — Leibesübungen getrieben werden dürfen, sondern es sollte auch jede Turnhalle und jeder Spielplatz, wo Mädchen und Jungfrauen turnen und spielen, eine Stätte der Propaganda sein für gesundheitliche, den Körper nicht schädlich verkrüppelnde Frauenkleidung! Ohne solche Verbannung gesundheitswidriger Kleidung hat auch die bestausgedachte und eifrigst betriebene Gymnastik der Rumpfmuskeln keinen dauernden Wert! —

In der vorstehenden Übersicht über die hauptsächlichsten Muskelgruppen des Körpers und deren mechanische Wirkung konnten wenigstens die allerwichtigsten Gesichtspunkte hervorgehoben werden, nach denen eine fruchtbringende gymnastische Übung dieser verschiedenen Muskelgebiete zu erfolgen hat. Wenn wir die Fortbewegungsarten des Körpers ausscheiden, so pflegt man diese Übungen unter dem Namen der örtlichen (oder „lokalisierten“) Muskel- oder Kraftübungen zu begreifen. Dabei sei indes hervorgehoben, daß es sich hierbei nur um die vorwiegend belasteten Muskelgruppen, die bis zu deren Höchstleistung führen kann, handelt, während im übrigen bei der Mehrzahl solcher Übungen daneben auch noch weitere Muskelgebiete, wenn auch in geringerem Grade, in Anspruch genommen werden. Werden solche Kraft- oder Muskelübungen planmäßig angewendet, so daß allen Muskelgruppen des Rumpfes wie der Gliedmaßen in gleicher Weise ein bestimmtes Maß von Betätigung und Kräftigung zukommt, so läßt sich auf diesem Wege eine allseitige Ausbildung des gesamten Bewegungsapparates sowie ein wirkliches Ebenmaß der äußeren Formen des Körpers erzielen. Es ist aber ein verhängnisvoller Irrtum, diese Ausbildung der Muskulatur in ihren verschiedenen

Örtliche  
Kraft-  
übungen.

Abschnitten zu verwechseln mit der gymnastischen Ausbildung des Gesamtkörpers in seinen wichtigsten Lebensorganen und deren Verrichtungen, — ein Irrtum, der auch noch heute in manchem gymnastischen System vorwaltet.

## V.

### Die physiologischen Vorgänge im Muskelgewebe bei Muskelarbeit und ihre Beeinflussung durch Leibesübung.

Wir hatten in unseren vorhergehenden Erörterungen es schon als feststehende Tatsache angenommen, daß häufige Betätigung und Übung der Muskeln diese ausbildet, d. h. kräftiger und arbeitsfähiger macht. Es wird nunmehr nötig sein, auf die hierbei obwaltenden Verhältnisse näher einzugehen.

Alle Muskeltätigkeit beruht auf der Eigenschaft des Muskelfleisches, sich auf eine erhaltene Erregung oder eine Reizung hin zu verkürzen. Chemische Spannkkräfte sind es, die im Muskel aufgespeichert werden, ähnlich wie man einen Akkumulator mit Energie lädt. Und wie letztere bald ganz allmählich verbraucht wird, bald zu stärkerer Entladung kommen kann, so vermag der Reiz, der dem Muskel zugeführt wird, bald nur schwächere Spannung zu bewirken, bald stärkste Zusammenziehung und höchstarbeit des Muskels auszulösen. Die Verbrennung von Stoffen, die bei diesem Vorgang auftreten, bedingt zudem einen gewissen Wechsel von Gasen wie das Auftreten von Wärme (s. u.). Diese Reize oder Erregungen werden dem Muskel zugeführt durch den Muskelnerven von einem Nervenzentrum her, sei dies nun im Hirn, im Rückenmark oder im sympathischen Nervengeflecht gelegen.

Zum Studium der Erscheinungen beim tätigen Muskel durch den physiologischen Versuch bedienen wir uns an Stelle der natürlichen Reizung durch Nerven- oder Willenserregung der künstlichen Reizung durch den elektrischen Strom, weil dieser am leichtesten zu handhaben und abzustufen ist. Man kann das Muskelfleisch entweder unmittelbar reizen oder mittels des zum Muskel führenden Nerven, welcher dann den Reiz weiter auf den Muskel überträgt. Ein Muskel, welcher auf solche Weise durch einen elektrischen Schlag in Tätigkeit gesetzt wird, verkürzt sich unter Zunahme seiner Dicke und nimmt rasch nach Aufhören des Reizes vermöge der Elastizität des Muskelgewebes von selbst seine frühere Länge wieder an. War der Muskel bei diesem Versuch mit einem Gewicht belastet, so wird dies Gewicht, wofern es die Kraft des Muskels nicht übersteigt, gehoben und wieder gesenkt.

Muskel-  
verkürzung  
nach  
Reizung des  
Muskels.

Elektrische  
Reizung zum  
Studium der  
Muskel-  
tätigkeit.

Das Produkt aus Gewicht und Hubhöhe drückt dann die Größe der mechanischen Arbeit in diesem Falle aus.

Muskel-  
zuckung.

Einen solchen elementaren Vorgang nennen wir eine Muskelzuckung. Setze ich bei einer solchen den arbeitenden Muskel in Verbindung mit einem beweglichen Schreibstift, der eine Tafel mit seiner Spitze berührt, so wird dieser Stift bei der Zuckung einen einfachen Strich auf die Tafel aufzeichnen. Bewege ich während der Hebung und Senkung des Muskels die registrierende Tafel an der berührenden Schreibspitze schnell vorüber, so wird statt des Striches

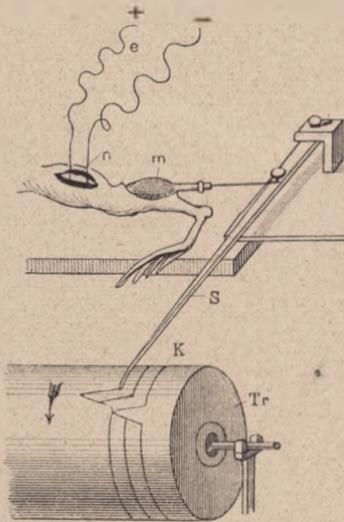


Fig. 20. Schema eines einfachen Myographions nach Marey. e elektrische Zuleitung, n Nerv, m Muskel, s Schreibhebel, K aufgetragene Trommel, Tr rotierende Trommel.

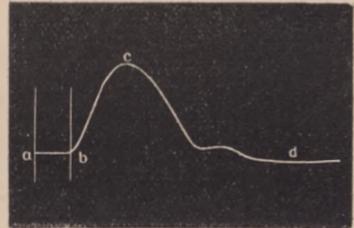


Fig. 21. Zuckungskurve. — ab Stadium der verborgenen (latenten) Reizung; c Gipfel der Kurve (und der Muskelzusammenziehung); in d Zurückkehren zum Ruhezustand.

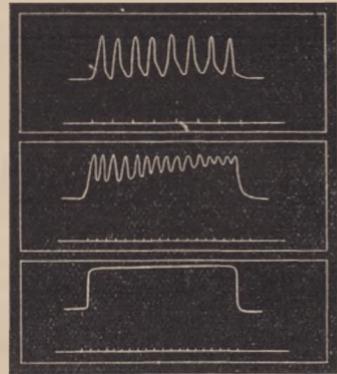


Fig. 22. Anhaltende Zusammenziehung (Tetanus) durch Zusammenfließen vieler Reizstöße. Die Zahl dieser ist jedesmal auf der Linie unten angegeben.

Zuckungs-  
kurve.

eine charakteristische Linie aufgezeichnet, die Zuckungskurve des Muskels. Richte ich den Versuch so ein, daß der Stift erst in dem Augenblick zu schreiben beginnt, in dem auch der Reizstoß erfolgt, und ist die Fortbewegungszeit der Tafel oder einer sich umdrehenden, durch ein Uhrwerk bewegten Trommel genau bekannt, so gibt uns die Zuckungskurve auch ganz genaue Angaben über den zeitlichen Verlauf der Muskelzuckung. Wir haben so gelernt, daß der Reizstoß sich den Nerven entlang nicht etwa mit der Schnelligkeit des elektrischen Stroms fort-

Zeitlicher  
Verlauf der  
Zuckung.

pflanzt, sondern ganz erheblich langsamer, nämlich mit der Schnelligkeit von 120 m in der Sekunde (Piper). Wir sehen ferner, daß sich der Muskel nicht sofort nach erhaltenem Reiz zusammenzieht, sondern eine ganz kurze Zeit, nämlich 0,005 Sekunde, zur Vorbereitung braucht. Diese sogenannte Zeit der latenten oder verborgenen Reizung wird nicht unbeträchtlich verlängert bei Ermüdung oder bei steigender Belastung des Muskels. Einer größeren Zeit, von  $\frac{3}{100}$  bis  $\frac{6}{100}$  Sekunden, bedarf der Muskel, um den Gipfel der Kurve, d. h. das Höchstmaß seiner Zusammenziehung zu erreichen; und noch langsamer kehrt er zum Ruhestand wieder zurück, indem seine Bewegung abklingt. Wenn alle diese Zeiten auch nur kleinste Bruchteile einer Sekunde betragen, bei solchen Leibesübungen, bei welchen es auf blitzschnelle Bewegungen ankommt, wie z. B. beim Stoßfedten, fallen sie immerhin schon ins Gewicht. Wir werden später sehen, durch welche Mittel bei solchen Übungen selbst diese Zeiten noch abgekürzt werden können.

Latente  
Reizung.

Werden zwei Reizstöße so kurz hintereinander dem Muskel erteilt, daß der zweite Reizstoß noch in die Zeit fällt, bevor der Muskel das Maximum seiner Verkürzung erreicht hat, so addieren sich die beiden Reizstöße in ihrer Wirkung, d. h. also: der Muskel verkürzt sich stärker, und der Gipfel der Zuckungskurve wird höher.

Addition der  
Wirkung  
schnell  
hintereinander  
folgender  
Reizstöße.

Folgt eine Reihe von Reizstößen so schnell hintereinander, daß der Muskel keine Zeit hat, sich wieder auszudehnen, so verharrt er währenddessen in seiner Verkürzung. Man nennt solche anhaltende Zusammenziehungen Tetanus. Die meisten Bewegungen, im Alltagsleben sowohl wie auch bei den Leibesübungen, stellen solche anhaltenden Zusammenziehungen dar, das heißt sie setzen sich aus mehreren oder vielen kurz aufeinanderfolgenden Zuckungen zusammen. Nach Helmholtz muß der Muskel des Menschen zu einer jeden mehr anhaltenden Bewegung 18—20 Reizstöße in der Sekunde erhalten; nach neueren Forschungen sind es 50—100. Man kann sich von dieser Tatsache übrigens leicht überzeugen, wenn man z. B. beide Zeigefingerippen ins Ohr steckt und willkürlich den zweiköpfigen Armbeuger aufs heftigste zusammenzieht. Deutlich hört man dann ein vibrierendes Geräusch im Ohre.

Tetanus.

Läßt man einen Muskel hintereinander eine große Zahl von Zusammenziehungen ausführen, so bleiben die Kurven, welche der Muskel aufschreibt, nicht die gleichen wie im Anfang, sondern verändern sich mehr und mehr. Zunächst wird die Vorbereitungszeit allmählich eine längere, d. h. der Muskel beginnt sich später nach erhaltenem Reizschlag zusammenzuziehen. Es tritt auch das Maximum der Verkürzung später ein, indem die Muskelarbeit immer träger erfolgt, und weiterhin wird auch die Kurve immer flacher und flacher, d. h. es wird ihr Gipfel, der das Maximum der Verkürzung anzeigt, immer niedriger. Die Ausgiebigkeit der Zusammenziehung nimmt also immer mehr ab. Schließlich wird die Kurve zur geraden Linie, d. h. der Muskel ist

Änderung  
der  
Zuckungs-  
kurve bei  
Ermüdung.

überhaupt nicht mehr zur Arbeit zu bringen. Wir nennen diese Abnahme und dies schließlich Erlöschen der Muskelkraft Ermüdung des Muskels.

Innere Vorgänge im arbeitenden Muskel.

Fragen wir uns nun nach Aufzählung dieser elementaren äußeren Erscheinungen, die bei Muskelzusammenziehung statthaben, nach den inneren Vorgängen im arbeitenden Muskel. Man war früher geneigt, den Muskel als eine Art physiologischer Wärmekraftmaschine zu betrachten, in welcher mit Verbrennung oder Oxydation einhergehende Stoffumsetzungen stattfänden, die Wärme und lebendige Kraft lieferten. Der Vergleich mit einer Dampfmaschine lag nahe, deren Kraft schließlich durch die Verbrennung von Kohle geliefert wird, wobei ein Teil der Verbrennungswärme in mechanische Arbeit sich umsetzt. Bei der Verbrennung von Kohle wird Sauerstoff der Luft verzehrt und verbindet sich mit dem Kohlenstoff der Kohle zu Kohlensäure. Den Anteil, welcher von der durch diesen Verbrennungsvorgang gelieferten Wärme sich in der Maschine in Energie, d. h. in mechanische Kraft umwandelt, nennen wir, in Prozenten ausgedrückt, den Wirkungsgrad der Maschine. Dieser beträgt bei der Dampfmaschine älterer Konstruktion nur etwa 8 Prozent, bei einem neueren Gasmotor und insbesondere bei einem Dieselmotor 20 Prozent und darüber. Auch der Muskel braucht zu seiner Arbeit Sauerstoffgas, und dieses verbrennt (oder oxydiert) die an der Stoffzersehung im Muskel beteiligten, der Nahrung entstammenden kohlenstoffhaltigen Stoffe — kohlehydratartige Stoffe, Zucker oder Glnkogen — zu Kohlensäure, außerdem in geringem Maße zu Wasser und gewissen Harnbestandteilen. So ließ sich vor allem aus der Menge des durch die Einatmung dem Blut zugeführten und verbrauchten Sauerstoffs, der durch die Ausatmung ausgeschiedenen Kohlensäure und der zugeführten Nahrung die Größe des Stoffumsatzes im arbeitenden Muskel und damit der Wirkungsgrad oder der mechanische Nutzeffekt der menschlichen Arbeitsmaschine berechnen. Letzterer wurde beim Menschen, wenigstens unter günstigen Verhältnissen, auf 33 bis 35 Prozent (Zunh) bestimmt, d. i. ein Drittel des erzeugten Energiewertes.

Neuere Arbeiten, namentlich von Hill, deren Ergebnisse in gemeinverständlicher Weise schon Boruttan und jüngst noch Oppenheimer zusammenstellten, lassen den Vorgang der Energieumwandlung im Muskel in anderem Licht erscheinen. Darnach ist bei der Muskelarbeit zu unterscheiden zwischen dem Vorgang der kraftgebenden Verkürzung und dem der Ermüdung und Erholung. Bei der Verkürzung oder Zusammenziehung des Muskels findet keine chemische Zersehung der lebenden Muskelsubstanz statt, sondern eine physikalisch-chemische Änderung ihres kolloidalen Zustandes, d. h. eine Quellung der Muskelsubstanz (ihrer Kolloide), wobei unter Abgabe von Energie Arbeit geleistet wird. Die Kraft, welche bei Quellungsvorgängen in organischen Geweben entwickelt

werden kann, können wir uns in etwas verständlich machen, wenn wir z. B. an die manche Häuser zierende Glinzinie denken, deren Äste, durch ein eisernes Balkongitter gewunden, dies, mag es auch noch so stark sein, bei fortschreitendem Dickenwachstum zertrümmern. Ähnlich sind die Wurzelstämme einer aus einer Felspalte emporwachsenden Tanne imstande, schwere Granitblöcke zu lockern und auszuheben. Doch das ist nur ein ganz entlegener Vergleich! — Bei jener Abgabe freier Energie im Muskel durch Quellung in den kästchenartigen Muskелеlementen tritt eine wesentliche chemische Änderung der die Muskelfaser zusammensetzenden Eiweißmoleküle nicht ein. Es hat also der menschliche Organismus allem Anschein nach ein Problem gelöst, das heute noch dem Techniker, wenn wir von der Erzeugung elektrischer Energie absehen wollen, die allergößten Schwierigkeiten verursacht, nämlich die direkte Überführung chemischer Energie in kinetische (Oppenheimer). Wohl aber entstehen bei diesem Vorgang aus Zucker oder Glnkogen, also aus den Kohlehydraten der Nahrung Stoffe (wahrscheinlich Milchsäure), welche jenen kraftgebenden Vorgang als Katalysatoren oder Fermente auslösen.

Diese Stoffe, welche zugleich die Rolle von Ermüdungsstoffen spielen, müssen nun zum großen Teil in der der Zusammenziehung unmittelbar folgenden Phase der Erholung durch Verbrennung wieder „wegorndiert“ werden. Damit entsteht ein großer Teil der bei Muskelarbeit auftretenden Wärme. Vor allem aber wird hierzu Sauerstoff benötigt, welcher einen Teil jener aus Zucker oder Glnkogen entstandenen Stoffe (Milchsäure) zu Kohlsensäure verbrennt. Der andere Teil der Milchsäure bleibt als Ferment oder Katalysator zur Auslösung weiterer Muskelarbeit erhalten. Stellt mithin die eigentliche Muskelzusammenziehung selbst sich nicht als Ergebnis eines Verbrennungsvorganges dar, bei welchem — wie bei der Kohle in der Dampfmaschine — der Kohlenstoff der Nahrung unter Zutritt von Sauerstoff zu Kohlsensäure verbrannt und damit Wärme und Arbeit erzeugt wird, so ist doch bei dem unmittelbar nachfolgenden sekundären Vorgang wenigstens beim Menschen (und den höheren Säugetieren) die Größe des Gaswechsels ein gültiger Maßstab für Größe und Umfang der geleisteten Muskelarbeit.

Die Ergebnisse der bisher üblichen sogenannten physiologischen Berechnung der Arbeitsleistung, angestellt auf Grund der Verbrennungswärme (Kalorien s. u. Abschnitt IX) der eingeführten Nahrung einerseits, des Umfangs des Gaswechsels andererseits, wie wir sie aus zahlreichen Arbeiten kennen, bleiben also völlig bestehen. Für unsere Betrachtung können wir die beiden verschiedenen, unmittelbar aufeinanderfolgenden Vorgänge bei der Muskelarbeit in ihrer Wirkung auf Stoffumsatz und Atemumfang insofern als einen einheitlichen auffassen, als der Stoffumsatz bei der Muskelarbeit außerordentlich ge-

steigert wird und um das Mehr- und Vielfache anwachsen kann. Schon in der Ruhe findet solcher Stoffumsatz (Ausspeicherung der chemischen Spannkraft im Muskelgewebe) andauernd in den Muskeln statt und liefert damit einen großen Teil der Körperwärme. Dazu kommt der andauernde Stoffumsatz bei der Herz- und Atemarbeit, bei der Verdauung, der Organarbeit der großen Drüsen, wie Leber und Nieren usw. Wird der Muskel tätig, so scheidet er schließlich, wie wir sahen, bedeutend mehr Kohlensäure aus, welche durch die Ausatmung aus dem Körper entfernt werden muß, und verbraucht eine größere Menge von Sauerstoffgas. Dieses erforderliche Mehr an Sauerstoff erhält der Muskel in der zweiten Phase der Muskelarbeit dadurch, daß der im Blut und in den Muskeln vorhandene Sauerstoff besser ausgenutzt wird; reicht dieser nicht aus, so muß vermehrte Sauerstoffzufuhr durch die Lungen (Einatmung) hinzutreten, und diese Sauerstoffzufuhr wächst von da ab in gleichem Verhältnis wie die geleistete Arbeit an.

Steigerung  
des Blut-  
gehalts im  
arbeitenden  
Muskel.

Dieser ganze gesteigerte Stoffwechsel im arbeitenden Muskel bedingt naturgemäß auch gesteigerte Zufuhr und Abfuhr von Blut. Darum finden wir stets im arbeitenden Muskel die Blutgefäße erweitert, den Blutgehalt des Muskels vermehrt. Das Muskelgewebe ist durchzogen von einem so reichlichen Netz kleiner und kleinster Blutgefäße, und der Füllungsgrad dieser Gefäßschlingen ist derartiger Schwankungen fähig, daß beim maximal arbeitenden Muskel dessen Blutgehalt um das 8--10 fache so groß sein kann, als es beim ruhenden Muskel der Fall ist (Zunfz). Diese ungemein starke Steigerung im Blutgehalt des angestrengt arbeitenden Muskels hat zur Folge, daß Wasser aus den erweiterten Blutgefäßen in das Muskelgewebe austritt, dieses durchtränkt und so schwellen macht. Infolge dieser Schwellung entsteht beim heftig angestrengten Muskel schon bald ein mehr oder weniger heftiges und anhaltendes Schmerzgefühl. Als erstes Anzeichen der Ermüdung bildet diese Schmerzempfindung gewissermaßen ein schützendes Warnungssignal, um den arbeitenden Muskel vor Überanstrengung zu bewahren.

Wasser-  
austritt in  
das Muskel-  
gewebe.

Die Ermüdung des Muskels aber beruht im Grunde auf denselben stofflichen Vorgängen, welche wir oben, als der Zusammenziehung unmittelbar folgend, kennen gelernt haben. Ob es sich dabei lediglich um Milchsäure oder auch andere Schlackenstoffe handelt, die nach der Muskelzusammenziehung verbrannt und entfernt werden müssen, mag noch fraglich erscheinen. Jedenfalls treten nach Muskelarbeit in stark vermehrter Menge chemische Stoffe auf, die wir kurz als Ermüdungsstoffe bezeichnen. Ihr chemischer Charakter ist nicht zweifellos festgestellt. Schon früher galten die Milchsäure sowie die Fleischmilchsäure (Kreatin) als die eigentlichen Ermüdungsstoffe. Dann glaubte man in der freien oder an saure Salze gebundenen Phosphorsäure die Ursachen der Ermüdungsercheinungen gefunden zu haben. Endlich stellte

Ermüdungs-  
stoffe.

1904 Weichardt in Erlangen aus dem Fleischpreßsaft stark ermüdeter Tiere einen besonderen Körper her, das „Kenotorin“. Wie dem auch sein mag — die Ermüdungsstoffe sind die Schlacken der im unmittelbaren Anschluß an die Zusammenziehung im Muskel stattfindenden Verbrennungsvorgänge. In geringen Mengen bilden diese Stoffe sich stets im Körper, entfalten aber nur dann eine giftige Wirkung, wenn sie entweder im Muskel selbst sich übermäßig anhäufen oder im Blut. Der Umstand, daß im arbeitenden Muskel stets die Blutgefäße stark erweitert sind, ist eine Art Selbsthilfe des Körpers gegen allzu schnelle Ermüdung, indem durch den verbreiterten Blutstrom die Ermüdungsstoffe aus dem Muskel schneller ausgewaschen und abgeführt werden. Ihre Ausscheidung aus dem Körper vollzieht sich langsam: durch die Nieren mit dem Harn, durch die Haut mit dem Schweiß und endlich auch durch den Darm. Anders wie die gasförmige Kohlensäure, welche stets schnellstens durch die Ausatmung entfernt werden muß.

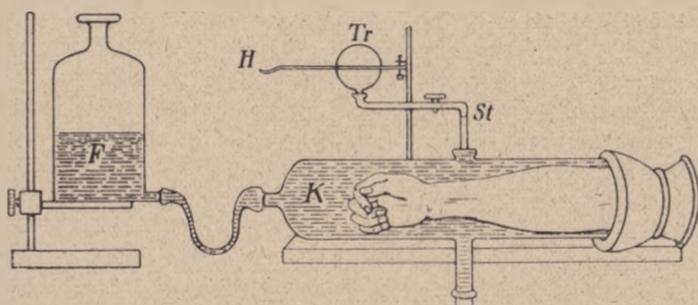


Fig. 23. Kastenmesser nach Mosso. K mit Wasser gefüllter Kasten. St Steigrohr. Tr Trommel. H Schraubhebel. F Flasche zur Regulierung des Wasserdrucks.

Es ist aber nicht nur der arbeitende Muskel allein, der eine stärkere Blutfülle aufweist, vielmehr wissen wir durch die Arbeiten von E. Weber (1914), daß ganz allgemein alle Muskeln des Körpers (mit Ausnahme der Gesichtsmuskeln), auch wenn nur eine ganz beschränkte Muskelgruppe tätig ist, durch eine „Blutverschiebung“ stärker durchblutet werden, während die Blutgefäße der Bauchorgane sich verengern. Dieser Vorgang wird selbsttätig (reflektorisch) bei jeder Muskelbewegung durch Nerveneinfluß von der Hirnrinde her hervorgerufen. So zeigten sich z. B. bei Arbeit der Fußmuskeln auch die Blutgefäße des Armes stärker gefüllt — und umgekehrt. Die Feststellung geschah durch den von A. Mosso zuerst angegebenen Kastenmesser oder Plethysmographen. 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 einer Trommel, die mit einer elastischen Haut

Blutverschiebung bei Muskelarbeit.

überspannt ist, welcher ein Schreibhebel aufsieht, 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 Pulsschlag eine kleine Blutmenge in die Schlagadern des Arms getrieben wird, als Wellenlinie dar. Bei stärkerer Blutfülle des Arms geht die ganze Kurve entsprechend stark in die Höhe, sie sinkt bei Abschwellen des Arms. So macht sich z. B. ein Abschwellen im Blutgehalt des Arms bei lebhafter Tiefatmung oder bei Atemstillstand ebenso kenntlich, wie umgekehrt durch Rückstauung des Blutes beim Vorgang der Pressung (s. u. Abschnitt VIII) die Kurve stark in die Höhe geht.

Was nun die Blutverschiebung nach den Muskeln auch bei beschränkter Muskelarbeit angeht, so stieg, wenn der Arm in den Kastenmesser eingeführt war, bei Fußarbeit (abwechselndes starkes Beugen und Strecken) die Kurve hoch an, und zwar um so stärker, je kraftvoller die Fußarbeit geleistet wird. Das gleiche zeigte sich, wenn umgekehrt ein Bein in den Kastenmesser eingeführt wird und lediglich die Arme, z. B. durch Heben von Hanteln, Arbeit leisten.

Ließ man nach dem ersterwähnten Versuch (Fußarbeit; Arm im Kastenmesser) die im Lauf ungeübte Versuchsperson einen Dauerlauf von 15 Minuten machen, der stark ermüdend wirkte, und wiederholte den ersten Versuch 15 Minuten später, nachdem Atem- und Herzaktivität sich beruhigt hatten, so trat anstatt des Steigens der Kurve nunmehr das Gegenteil ein: die vorher stark angestiegene Kurve sank jetzt ebenso tief unter die Anfangshöhe. Mit anderen Worten: an Stelle der Gefäßerweiterung in den Blutgefäßen des Armes trat nun eine Verengung ein, die Muskulatur wurde blutleer. Ebenso stellte sich in dem bewegten Fuße viel schneller und stärker Ermüdungsgefühl ein. Erst nach einer Erholungszeit von 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden war die normale Blutverschiebung wieder vorhanden. Wurde der gleiche Versuch von Sportsleuten wiederholt, die im Lauf vollkommen geübt und trainiert waren, so trat selbst nach einem Dauerlauf von 30, ja selbst über 45 Minuten kein Sinken der Kurve, keine Umkehr der Blutverschiebung ein, auch nicht, wenn statt der Fußbewegung eine Armarbeit (Hantellstemma) ausgeführt wurde. In so hervorragendem Maße vermindert Trainieren den Eintritt von Ermüdung.

Allerdings nur für die Übungsart, für die einer sich ausschließlich oder vorwiegend trainierte. Führen jene Läufer eine ungewohnte Übung, z. B. Schwimmen aus, so trat, wie in dem ersten Versuch mit einem für den Lauf nicht trainierten Arbeiter, Umkehr der Blutverschiebung ein. Diese 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 An-

Umkehr  
der Blutver-  
schiebung.

Einfluß des  
Trainiert-  
seins.

Erholung.

strennung; 2. von dem Umfang des Geübtheits; 3. von der körperlichen Verfassung.

Wie der Eintritt der Blutverschiebung nach den Skelettmuskeln bei irgendeiner Muskeltätigkeit (unter gleichzeitiger Verstärkung der Herz-tätigkeit) sich durch Nerveneinfluß von der Hirnrinde her vollzieht, so auch die Umkehr der Blutverschiebung: die im Blute kreisenden Ermüdungsstoffe üben auf die Zentren der Muskelbewegung im Gehirn einen lähmenden Einfluß aus.

Diese Ermüdung des Bewegungszentrums nennt man auch zentrale Ermüdung im Gegensatz zur peripheren oder örtlichen Ermüdung, die man z. B. hervorrufen kann, wenn man einen einzelnen Muskel durch den elektrischen Strom isoliert zur Zusammenziehung bringt und arbeiten läßt. Während die zentrale Ermüdung — Umkehr der Blutverschiebung — ganz plötzlich eintritt, geht bei der örtlichen Ermüdung, von der gleich noch die Rede sein wird, die Kurve der stärkeren Blut-füllung allmählich auf den Normalpunkt herab.

Die zentrale Ermüdung bedeutet eine schwere Schädigung der Arbeit des Muskels insofern, als die plötzliche Blutleere des Muskels diesem weniger sauerstoffhaltiges Blut zuführt und die Wegschwemmung der lähmenden Ermüdungsstoffe verhindert. Der Eintritt der zentralen Lähmung kann hinausgeschoben werden dadurch, daß ganz frische, örtlich noch nicht ermüdete Muskelgruppen einbezogen werden. Wenn z. B. nach anstrengender Arbeit der Beinmuskeln bis zur Grenze der Ermüdung Arbeit der Armmuskeln, die bis dahin müßig und frisch waren, eingeschoben wird, so lösen diese frischen Muskeln erneut den Vorgang der Blutverschiebung zur Muskulatur aus und halten den Eintritt der zentralen Ermüdung hinten. Durch das Einschieben solcher „Hilfsbewegungen“ frischer Muskeln, verbunden mit dem Einlegen von kurzen, 7—8 Minuten währenden Pausen, gelang es Weber bei einer Reihe von Versuchspersonen, die schwere Arbeit am Arbeitsmesser (Kurbel-drehung am Gärtnerischen Ergostat) ausführten, die Gesamtarbeit bis zum Eintritt von Ermüdung um 40% zu steigern. Auch bei langen Märschen hat sich das Einlegen kurzer Pausen sowie das Einschieben kräftigen Armbeugens und -streckens als Hilfsbewegung bewährt.

Die von Weber als „peripher“ bezeichnete Form der Muskelermüdung entspricht dem, was wir im Übungsbetrieb als örtliche Muskelermüdung bezeichnen. Ist eine Muskelbewegung, wenn auch heftig, bis zur Höchstleistung führend, so doch nur von ganz kurzer Dauer, so werden die im Muskel entstandenen Ermüdungsstoffe schnellstens durch den Blutstrom aus dem Muskel wieder fortgeschwemmt: der Muskel wird dann ziemlich schnell zur selben Leistung fähig sein. Anders, wenn eine mehr oder weniger umfangreiche Muskelzusammenziehung länger eingehalten und zu einer „Halte“ wird, oder wenn man ein und dieselbe starke Muskelbewegung sehr oft hintereinander

Zentrale Ermüdung.

Hinaus-schieben der zentralen Ermüdung.

Örtliche Muskel-ermüdung.

ausführt. Hier häufen sich die Ermüdungsstoffe im Muskel an. Sie setzen zunächst die Erregbarkeit des Muskels herab, so daß die Bewegung weiterhin nur mit Aufwendung stärkerer Willensanstrengung oder Nervenenergie in gleicher Weise unterhalten werden kann. Der ermüdete Muskel wird ferner leichter dehnbar, wenn er belastet wird, verliert also an absoluter Muskelkraft (s. u.), ein Umstand, der beim Herzmuskel verhängnisvoll werden und selbst zu Herzerweiterung führen kann. Schließlich wird der übermüdete Muskel gänzlich gelähmt und versagt auch bei der stärksten Willensanstrengung.

Ein Beispiel. Strecke ich einen Arm wagerecht aus, so wird dabei in der Hauptsache wenigstens das Armgewicht gehalten vom Deltamuskel (*M. deltoideus*) über der Schulterrundung. Anfangs die leichteste Sache von der Welt. Nach einer Anzahl von Sekunden fühlt man aber den Arm schon schwerer und schwerer werden. Weiterhin nach drei bis höchstens fünf Minuten bedarf es schon äußerster Willensanstrengung, um den Arm zu halten. Das Gesicht rötet sich, wird womöglich krampfhaft verzogen, Schweiß bricht aus usw. Alles das hilft aber nicht: der Arm fällt zuletzt einfach wie lahm hinab. Unser Wille hat keine Macht mehr über ihn: der Deltamuskel ist übermüdet. Noch schneller tritt diese örtliche Ermüdung des Deltamuskels ein, wenn ich bei dieser Halte den ausgestreckten Arm auch noch belaste, z. B. durch Fassen einer Hantel. Auch Schmerzgefühl fehlt dabei nicht.

Lasse ich nun nach einer solchen Anstrengung den Arm eine Weile ganz ruhen, so schwindet bald das Gefühl der Schwere und des Schmerzes: die im überangestregten Muskel angehäuften Ermüdungsstoffe werden vom Blutstrom weggeführt, und der Muskel wird wieder arbeitsfähig. Doch nicht vollkommen: Wiederholung ein und derselben Übung ermüdet nun in immer kürzer werdender Frist. Schließlich versagt der Muskel gänzlich, bleibt oft mehrere Tage noch schmerzhaft, geschwollen und leistungsunfähig.

Bei einer solchen Halte wird also ein Muskel dauernd in tetanischer Spannung erhalten, in „statischer“ Haltung. Die Größe der dabei stattfindenden Leistung, welche der Größe der gehaltenen Last entspricht (im angeführten Beispiel Gewicht des Armes), drückt sich aus durch den damit verbundenen stärkeren Stoffumsatz in den haltenden Muskeln. Solche statischen Muskelaktivitäten finden stets im Körper statt, z. B. beim aufrechten Stehen, beim Sitzen usw. Demgemäß wächst z. B. die Atmungsgröße, beim ausruhenden Liegen mit 1 bezeichnet, beim Sitzen auf 1,18 nach Smith. Beim Stehen wächst der Gaswechsel bis zu 22% des Ruhewertes (Zunz und Katzenstein). Darum kann auch bei andauernder gerader Sitzhaltung, etwa in der Schulbank, so leicht eine örtliche vorübergehende Ermüdung der haltenden Rückenmuskeln eintreten und zu seitlicher Rückgratverbiegung beitragen, wenigstens wenn ohnehin dazu die Anlagen oder Vorbedingungen gegeben sind. — In

dem angeführten Beispiel des seitwärts ausgestreckten Armes war die starke Wirkung der örtlichen Ermüdung dadurch bedingt, daß ein verhältnismäßig kleines Muskelgebiet (Deltamuskel) in der Verkürzung beharrte und überlastet wurde.

In gleicher Weise können durch Überbelastung einzelner Muskelbezirke, sei es durch Halten, sei es durch fortgesetzte starke Bewegung (z. B. andauerndes Armheben, fortgesetztes Kniebeugen u. dgl.), rein örtliche Ermüdungserscheinungen hervorgerufen werden, welche die Tätigkeit der gesamten menschlichen Bewegungsmaschine hemmen und durch die Schmerzempfindung an einigen Hauptgelenken die Vorstellung wecken, als ob die ganze Muskulatur durchgearbeitet und ermüdet sei. Es ist in der Tat ein leichtes, mittels weniger ausgesuchter, öfter wiederholter Frei- und Gerätübungen, deren Gesamtsumme an mechanischer Leistung recht gering ist, gleichwohl das Gefühl starker Ermüdung in Armen, Beinen und Rumpf hervorzurufen und dem Ungeübten so für einige Tage reichliche Muskelschmerzen oder sogenanntes Turnfieber zu verschaffen.

Hieraus ersehen wir, daß der Grad des Empfindens solcher Muskelermüdung gar nicht abhängig ist von der Summe geleisteter Muskelarbeit überhaupt, sondern davon, wie diese Arbeit auf kleinere oder größere Muskelmassen verteilt ist, und in welcher Art sie ausgeführt wird. Geringfügige mechanische Arbeit, wenn sie in der Hauptsache nur kleinen Muskelgebieten — wie in dem eben angeführten Beispiel des wagerecht ausgestreckten Armes — übertragen ist, kann hier heftige örtliche Ermüdungserscheinungen verursachen und damit die Gesamtleistungsfähigkeit der Körpermuskulatur beeinträchtigen.

Andererseits bleiben selbst heftige Muskelzusammenziehungen, bis zum Höchstmaß der einem Muskel möglichen Leistung, fast ohne Einfluß auf die Ermüdung des Muskels selbst, wenn sie nur in flüchtiger Bewegung und Anstrengung erfolgen. Dies ist z. B. der Fall bei allen schwinghaften turnerischen Gerätübungen (abgesehen vom Sprung, Wurf, Stoß u. dgl.), bei denen, wenn wir z. B. an Felge, Kippe, Schwungstemme u. dgl. am Reck, an die Geschwünge am Barren oder am Pferd usw. denken, wohl die meisten großen Skelettmuskeln, zu einer Gesamtbewegung koordiniert, sich beteiligen, einzelne davon bis zum Maximum ihrer Verkürzung. Die flüchtige Art, in der hier die Muskelzusammenziehungen auch bei heftiger Anstrengung erfolgen, erfordert keine großen Stoffumsetzungen in den Muskeln. R. du Bois-Reymond hat den Energieumsatz bei solchen Turnkunststücken gemessen und gefunden, daß bei einer Schulturnstunde der gesamte Energieumsatz 170, bei einer Turnstunde turnfertiger Erwachsener etwa 200 Kalorien betragen würde: das ist durchschnittlich keine größere Muskelarbeit, als insgesamt geleistet wird, wenn der Schüler oder Turner die gleiche Zeit von einer Stunde spazieren ginge. Zweifellos ist aber der Einfluß

Schnellste  
Muskel-  
zusammen-  
ziehungen.

der turnerischen Leistung, d. h. der zwar flüchtigen, aber heftigen Anstrengung auf die Zunahme der Muskelkraft weit tiefer gehend, auch wenn wir von der ethischen Wirkung solcher Mutübungen, von der Steigerung der Geschicklichkeit usw. absehen. Das lehrt schon die stete Erfahrung auf unseren Turnplätzen. Auf Sportplätzen hat man sich diese Erfahrung insofern zunutze gemacht, als man auch dort (z. B. in der deutschen Hochschule für Leibesübungen) zur Kräftigung der Muskulatur ganz kurz dauernde heftige Kraftbewegungen, wie das schnelle Hochreißen von schweren Hanteln oder einer Eisenstange bis zur flüchtigen Hochhebbehalte u. dgl. als „vorbereitende“ Übung vornimmt. Daß eine kunstvoll ausgeführte Kippe oder Schwungtemme als Übung unvergleichlich höhere Werte in sich birgt als das schnelle Aufreißen eines schweren Gewichtes, steht aber doch außer Zweifel.

Statische  
und  
dynamische  
Übungen.

Nun befürwortet du Bois-Reymond eine Einteilung der Turnübungen in „statische“ und „dynamische“. Bei ersteren befindet sich der Körper dauernd in statischem Gleichgewicht, so daß er (wie bei einer Halte) durch Gleichgewicht zwischen seinen Muskelkräften und der Schwerkraft in Ruhe oder durch geringes Überwiegen der Muskelkräfte oder der Schwerkraft in langsamer Bewegung erhalten wird. Bei solcher statischer Bewegung kann also jeden Augenblick der Körper zum Stillstand gebracht und dann die Bewegung fortgesetzt werden. Im Gegensatz dazu treten bei den dynamischen Übungen Schwungkräfte auf, indem durch erhebliche Muskelkräfte der Körpermasse eine schnelle Bewegung erteilt wird, die sie nach dem Beharrungsvermögen beibehält. So wird durch die Schwungkräfte der Körper vorübergehend in Stellungen gebracht werden, in denen er nicht einen Augenblick in Ruhe verharren kann. Danach würden z. B. der Sprung, der Wurf, selbst der schnelle Lauf zu den dynamischen Übungen gehören. Bei den turnerischen Gerätübungen ist die Unterscheidung nicht immer leicht zu treffen: viele davon setzen sich aus dynamischen und statischen Bewegungen zugleich zusammen. Den Selgauffschwung, den namentlich der weniger geübte Turner stets in einem Zuge schwunghaft, d. h. dynamisch ausführt, vermag der durchgebildete muskelstarke Turner — es ist das ein beliebtes Schaustück — ganz langsam, also statisch auszuführen. Das Hochreißen einer schweren Eisenstange ist eine dynamische, das langsame Hochstemmen derselben Stange eine statische Übung. — Auf den Unterschied und den Wert der langsamen zügigen wie der schnellenden Bewegungen komme ich unten noch einmal im Zusammenhang zurück. —

Wir waren oben ausgegangen von den örtlichen Ermüdungserscheinungen, die in einzelnen Muskeln auftreten, wenn sie entweder durch andauernde Halten oder auch durch statische Höchstleistungen überlastet werden. Nun ist es aber auch möglich, eine große Summe mechanischer Arbeit auf viele Muskeln so zu ver-

teilen, daß keiner davon bis zur Grenze seiner Leistungsfähigkeit angestrengt wird, und daß örtliche Ermüdungserscheinungen gar nicht oder kaum eintreten. Schon dann wird in den arbeitenden Muskeln die Anhäufung von Ermüdungsstoffen vermieden, wenn die Arbeit häufig durch Ruhepausen, die am besten in bestimmtem Rhythmus wiederkehren, unterbrochen wird.

So vermag der Herzmuskel, so vermögen die Atemmuskeln unaufhörlich und ohne Ermüdungserscheinungen — wofern nicht eine außergewöhnliche Steigerung ihrer gewohnten Tätigkeit eintritt — zu arbeiten und erstaunliche Kraftsummen tagaus, tagein zu leisten. Allerdings handelt es sich da um unwillkürliche Tätigkeiten.

Indes auch die willkürlichen Skelettmuskeln können ganz unverhältnismäßig große Arbeitssummen leisten, wenn die Arbeit erstens auf viele und große Muskeln verteilt wird, und wenn sie zweitens im rhythmischen Wechsel von Zusammenziehung und Wiedererschaffung der arbeitenden Muskeln erfolgt. Beispiele bieten die Bewegungen des Gehens, des Bergsteigens, des Laufens, des Schwimmens, des Ruderns, des Radfahrens usw. Einige Ziffern — ich behalte mir vor, den näheren auf solche Berechnungen zurückzukommen — mögen den Unterschied zwischen örtlicher und verteilter, zwischen qualitativer und quantitativer mechanischer Muskelarbeit dartun.

Wir berechnen den mechanischen Nutzeffekt körperlicher Arbeit, indem wir als Einheit die Kraft setzen, welche nötig ist, um ein Kilogramm einen Meter hoch zu heben. Solche Krasteinheit nennen wir ein Meterkilogramm (mkg). Eine so berechnete Zahl gibt natürlich nur Auskunft über den Umfang des mechanischen Nutzeffekts, besagt indes noch nichts über Umfang und Art der inneren Arbeit im Körper.

Berechnung  
des mechani-  
schen Nutz-  
effekts bei  
Muskel-  
arbeit.

Bei einem Klimmzug am Reck heben wir das Körpergewicht etwa um  $\frac{1}{3}$  der Körperlänge — von der Schulterhöhe bis zur Handwurzel. Das wären 60 cm für einen 1,80 m hohen Erwachsenen. Hat ein solcher ein Körpergewicht von 75 kg, so betrüge die mechanische Leistung bei einem Klimmzuge  $0,60 \times 75 = 45$  mkg. Bei zehn Klimmzügen wäre die Arbeit 450 mkg, wobei wir allerdings die jedesmalige Arbeit des Niederstehens in den Streckhang nach jedem Klimmzug außer acht lassen. Solche zehn Klimmzüge stellen schon eine ziemlich angreifende Leistung für die Armmuskeln dar, insbesondere für den zweiköpfigen Armbeuger (M. biceps brachii) und den Armspeichenmuskel (M. brachioradialis), welchen der Hauptanteil zufällt, wenn der Klimmzug mit Untergriff ausgeführt wird. Ich will hier erwähnen, daß die Rekordleistung von Mumford in Cambridge in Massachusetts, vom 2. April 1888, 39 Klimmzüge hintereinander beträgt. Das wären bei einem Körpergewicht von 75 kg auch nicht mehr als  $39 \times 45 = 1755$  mkg.

Klimm-  
ziehen am  
Reck.

Hantel-  
stemmen.

Nehmen wir eine andere örtliche Kraftleistung. Der Münchener Athlet Hans Beck stemmte 1897 eine Scheibenstange im Gewicht von 100,5 kg beidarmig zwölfmal von der Brust bis zur Streckhalte der Arme. Hoch gerechnet entspricht das jedesmal einer Strecke von 65 cm. Das ergäbe mithin für jede solche Hebung eine mechanische Leistung von  $100,5 \times 0,65 = 65,32$  mkg und für 12 Hebungen  $12 \times 65,32 = 783$  mkg. Auch hier ist die mechanische Arbeit bei dem jedesmaligen Niederlassen der Eisenstange außer Berechnung gelassen.

Mar-  
schieren.

Vergleichen wir nun mit diesen beiden Beispielen eine Arbeitsleistung im Gehen. Junz berechnete für einen 73 kg schweren, nicht trainierten Erwachsenen die mechanische Leistung bei einem Marsch in dem mittleren Zeitmaß von 6 km in der Stunde auf 39 722 mkg mechanische Arbeit. — Eine Fortsetzung dieses Marsches über 45 km an einem Tage, für einen gesunden Erwachsenen eine durchaus mäßige Leistung, ergäbe danach eine mechanische Arbeit von  $39 722 \times 7,5 = 297 915$  mkg.

Laufen.

Nehmen wir neben dieser Dauerleistung noch eine Schnelligkeitsübung zum Vergleich. Nach Maren würde ein 75 kg schwerer Läufer bei 300 Lauffschritten in der Minute für jeden Lauffschritt 24,1 mkg Arbeit leisten. Bei einer Schrittlänge von 1,5 m, wie sie einem solchen Laufe entspricht, wäre das eine Schnelligkeit von 450 m in der Minute — also die Leistung eines geübten guten Läufers. Die mechanische Arbeitsleistung für einen solchen Einminutenlauf über 450 m wäre demnach  $300 \times 24,1 = 7230$  mkg, gleich der Arbeit, als ob man eine 50 kg schwere Hantel in einer Minute 144 mal hoch stemmen wollte, — was ein Ding der Unmöglichkeit ist.

Diese wenigen Ziffern dürften genügen, um die mechanischen Arbeitsgrößen bei einmaligen oder mehrmals wiederholten Kraftleistungen gegenüber den Arbeitssummen bei Dauer- sowie auch bei Schnelligkeitsübungen ins Licht zu setzen.

Allgemein-  
ermüdung  
des Körpers  
nach über-  
mäßigen  
Dauer-  
leistungen.

Natürlich können auch bei lange fortgesetzten Dauerleistungen örtliche Ermüdungserscheinungen in den vorzugsweise beteiligten Beinmuskeln sich einstellen. Es tritt hier aber eine andere Form der Ermüdung gegenüber jener örtlichen hinzu: das ist die Allgemeinermüdung des Körpers. Ihre Ursache liegt in der Anhäufung von Ermüdungsstoffen im Gesamtblute des Körpers. Nur langsam werden die Ermüdungsstoffe durch die Haut, die Nieren, den Darm ausgeschieden. Sie müssen sich also bei reichlicher, anhaltender Muskelarbeit im Blute anhäufen und wirken dann auf das Gesamtbefinden ein.

Denken wir an die Erscheinungen nach einem übergroßen Fußmarsch oder nach einer erschöpfenden Bergbesteigung. Hier ist in erster Linie das Nervensystem durch die Ermüdungsstoffe angegriffen. Es tritt Unlust auf zur weiteren Fortbewegung und eine verdrossene, reizbare Gemütsstimmung. Nach Beendigung 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 selbst bis zur Fieberhöhe an; Neigung zum Essen mangelt. Trotz des Gefühls der Erschöpfung, der Hinfälligkeit und des größten Ruhebedürfnisses stellt sich kaum Schlaf ein; die Nacht wird oft ruhelos verbracht. Am folgenden Tage sind die Gliedmaßen noch schwer und wie zerschlagen; im Harn beginnen sich starke Niederschläge zu zeigen, die namentlich aus harnsauren Salzen bestehen. Am dritten Tage stellt sich gewöhnlich die frühere Frische und Leistungsfähigkeit wieder ein.

Als Ursachen entweder der örtlichen oder der allgemeinen Muskelermüdung traten uns also in den vorhergehenden Erörterungen zweierlei Arten von Muskelarbeit entgegen: nämlich erstens Muskelarbeit, welche auf bestimmte Muskelgebiete beschränkt ist, kurze Zeit dauert, einmal erfolgt oder mehrmals wiederholt wird und meist von einem oder mehreren Muskeln den höchstmöglichen Aufwand von Leistung erfordert. Leibesübungen, welche diese Art von Muskeltätigkeit verlangen, nennen wir Kraftübungen. Erstrecken sich solche nur auf begrenzte Muskelgebiete, so sprechen wir von örtlichen oder lokalisierten Kraftübungen. Nehmen sie aber umfangreichere Muskelgebiete in Anspruch, so kann man sie als allgemeine Kraftübungen bezeichnen. Eine feste Grenze ist aber hier nicht zu ziehen.

Örtliche und allgemeine Kraftübungen.

Zweitens lernten wir eine andere Art von Muskelarbeit kennen, welche auf zahlreiche große Muskeln so verteilt ist, daß auf jeden einzelnen nur geringe Arbeit entfällt, Arbeit, welche zudem in stetem rhythmischen Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung der arbeitenden Muskeln erfolgt und sich infolge dieser Dauer und Häufigkeit zu großen Arbeitssummen anhäufen kann. Hierher gehörige Übungen, bei welchen es darauf ankommt, eine solche Art von Bewegung möglichst lange durchzuführen, bezeichnen wir als Dauerübungen.

Dauer- und Schnelligkeitsübungen

Tritt dagegen der Gesichtspunkt der Dauer zurück, und kommt es darauf an, im schnellsten rhythmischen Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung in sehr kurzer Frist größere Arbeit zu leisten, wie z. B. beim schnellsten Lauf, so heißen solche Übungen Schnelligkeitsübungen. Die Schnelligkeitsübungen nähern sich also in ihrem Charakter damit wieder den Kraftübungen. Ja, es ist, rein mechanisch betrachtet, eine viel erheblichere Kraftleistung, im Wettlauf das Körpergewicht etwa in 22—24 Sekunden (21,60 Sekunden ist die Rekordleistung über 200 m) über eine Strecke von 200 m dahinzuschleppen, als mit Aufbietung aller Anstrengung etwa ein Gewicht von 100 kg nur 2 m hochzuheben.

Die Kraftübungen führen schließlich zu örtlicher Muskelermüdung; die Dauerübungen zu allgemeiner Ermüdung. Bei den Schnelligkeitsübungen kommt es gewöhnlich weder

zur Muskel- noch zur Allgemeiner müdung. Dagegen ermüden hier in erster Linie diejenigen Organtätigkeiten, welche zumeist bei den Schnelligkeitsübungen gesteigert werden: nämlich die Herzarbeit und die Atmung.

Kehren wir nach dieser Charakterisierung der grundlegenden Unterschiede zwischen Kraft-, Dauer- und Schnelligkeitsübungen zurück zu den Einwirkungen der Leibesübungen auf den Muskel.

Erholung  
des  
Muskels.

Wir sahen, wie der Muskel durch heftige Arbeit bis zur Ermüdung, ja bis zur zeitweiligen Arbeitsunfähigkeit angestrengt werden konnte. In der Zeit der Ruhe nun erholt sich der Muskel, ersetzt verbrauchte Stoffe in seinem Gewebe und gibt etwa noch vorhandene Ermüdungsstoffe wieder ab. Seine chemische Reaktion, während der Arbeit vorzugsweise durch die neben Milchsäure entstandene Phosphorsäure sauer geworden, wird wieder die neutrale. Die Wiederherstellung der Muskulatur zur vollen Leistungsfähigkeit gibt sich dem Bewußtsein kund durch das Gefühl der Frische oder das Kraftgefühl, dessen Erwerb eine wertvolle Folge regelmäßiger Betätigung in Leibesübungen ist.

Aber nicht nur, daß der Muskel, nachdem er sich erholt hat, seine frühere Arbeitskraft wiedergewinnt, nein, er steigert sie auch um so mehr, je regelmäßiger er zur Arbeit in Anspruch genommen und geübt wird.

Alle Organe des Körpers können nur durch regelmäßige Betätigung ihre Lebensfülle und Leistungsfähigkeit wahren und bei energischer Tätigkeit sogar steigern; umgekehrt nehmen sie bei dauernder Nichtbetätigung ab an ihrer Leistungsfähigkeit, ja verkümmern schließlich mehr oder weniger. Auf diesem Gesetz, welches insbesondere für die Muskeln gilt, baut sich der Erfolg aller und jeder Leibesübung auf.

Abnahme  
des Muskels  
bei Untätig-  
keit.

Es ist allgemein bekannt, daß wenig oder gar nicht gebrauchte Muskeln dünn, schlaff und kraftlos werden. Das sehen wir beim Schwächling, das sehen wir besonders augenfällig auch dann, wenn ein Glied mit leidlich entwickelten Muskeln zeitweise zur Untätigkeit gezwungen wird. Dies ist z. B. der Fall, wenn Verletzungen der Knochen oder der Gelenke uns nötigen, das betreffende Glied in einem Verband unbeweglich festzulegen. Da genügen oft wenige Wochen, um an dem unbeweglich gemachten Glied einen merklichen Muskelschwund zu gewahren derart, daß das Glied an Umfang abnimmt, also dünner wird und starke Herabsetzung seiner Muskelkraft zeigt.

Zunahme  
der Muskels-  
substanz  
und deren  
Arbeits-  
fähigkeit  
durch  
Betätigung.

Umgekehrt: Je mehr und je regelmäßiger die Muskeln beschäftigt und geübt werden, um so ersichtlicher nehmen sie an Arbeitsfähigkeit zu. Ihr Umfang wird ein größerer; ihre Konsistenz eine festere; die Muskelfasern werden dicker und derber; ja, es bilden sich vielleicht — diese Frage ist noch eine umstrittene — neue Fasern aus den Muskelkernen. Welch Gegensatz zur toten Maschine

aus Menschenhand, die sich durch Arbeit nur allmählich abnutzt! Die Zunahme des lebendigen Muskelgewebes durch Tätigkeit erklärt sich unschwer. Die stark vermehrte Blutfülle und die dadurch gesteigerte Zufuhr von Nahrungstoffen im Verlauf der Muskelarbeit, die Schwellung des Muskelgewebes durch die Zuwanderung von Wasser, der starke Stoffverbrauch und Stoffersatz: alles das sind natürliche Wachstumsreize für den Muskel, bewirken bei ihm, wie der physiologische Sachausdruck lautet, *Aktivitätshypertrophie*.

Gehen wir dem nun näher nach und sehen vor allem genauer zu, nach welchen Richtungen hin die Leistungsfähigkeit des Muskels zunimmt, so haben zahlreiche Untersuchungen, so von *Treves*, *Mosso* u. a., festgestellt, daß bei regelmäßiger Muskelübung anwächst: erstens die Fähigkeit zur *Höchstleistung* bei kurzer Beanspruchung; zweitens aber wächst an, und zwar in viel auffallenderer Weise, die *Ausdauer* der geübten Muskeln. Mit anderen Worten: Der Muskel nimmt durch Übung zu an *absoluter Muskelkraft* und wird vor allem *weniger ermüdbar*.

Betrachten wir zunächst die Zunahme an *absoluter Muskelkraft*. Wir verstehen darunter im physiologischen Versuch folgendes: Wenn ich einen Muskel, der zur stärksten Zusammenziehung gereizt wird, kleine Gewichte tragen lasse, so werden diese gehoben. Hänge ich immer schwerere Gewichte dem Muskel an, so werden die Hebungen bei Zusammenziehung immer kleiner und zuletzt gleich Null. Nehme ich nun ein noch größeres Gewicht, d. h. überlaste ich den Muskel, so wird er, anstatt das Gewicht zu heben, umgekehrt von dessen Last gedehnt und bleibt dies trotz stärkster Reizung. Dasjenige Gewicht nun, welches der arbeitende Muskel zwar nicht mehr zu heben vermag, welches ihn aber auch nicht dehnt, so daß ein Gleichgewicht besteht zwischen Last und Muskelzug, gibt uns die „absolute Muskelkraft“ an.

Absolute  
Muskel-  
kraft  
und ihre  
Messung.

Beim lebenden Menschen prüft man die absolute oder *Höchstkraft* einzelner Muskeln oder vielmehr Muskelgruppen durch den *Kraftmesser* oder *Dynamometer*. Dabei kommt es entweder auf die Überwindung der Kraft federnder Metallbügel oder auf die Hebung von Gewichten an. So messen wir die *Druckkraft* der Fingerbeuger; die *Zugkraft* der Armbeuger; die *Streckkraft* des Rückens oder der Beine; ferner (durch Aufheben eines Gewichtes vom Boden) die sogenannte *Lendenkraft* usw. Zur Messung *rhythmischer Dauerarbeit*, und zwar der *Beugefähigkeit* des Mittelfingers, dient uns der *Ergograph* von *Mosso*, ein Apparat, der uns nach manchen Richtungen hin wertvolle, wenn auch nicht immer unbestrittene Ergebnisse geliefert hat. Er hat übrigens neuerdings eine Verbesserung erfahren durch den *Ergographen* von *Dubois*, bei dem die Hand um ein rundes Holz greift und der Zeigefinger das Gewicht hebt. Solche *dynamometrischen* Untersuchungen und *Kraftproben* hat man vielfach benutzt, um die Er-

Dynamo-  
meter.

Mossos  
Ergograph.

folge dieser oder jener Leibesübungen ziffernmäßig festzustellen. Wir dürfen aber niemals übersehen, daß die Feststellung einmaliger Maximalleistung der Muskeln oder Muskelgruppen uns nur über einen und durchaus nicht den wichtigsten Erfolg von Leibesübungen Auskunft gibt. Denn es kommen bei solchen Kraftmessungen gar nicht zum Ausdruck der Zuwachs an Ausdauer (nur der Ergograph gibt auch diesen an), an Schnelligkeit der Willensübertragung, die Ökonomie des Stoffumsatzes bei der Muskelarbeit u. dgl.

Dicke und  
lange  
Muskeln.

Die absolute Muskelkraft steht in direktem Verhältnis zur Masse der Muskeln. Man hat sie auf einen Quadratcentimeter Muskelquerschnitt berechnet, für den sie mit etwa 10 kg geschätzt wird. Die Bestimmung der Größe dieses Querschnitts ist einfach bei parallelfasrigen Muskeln (anatomischer Querschnitt). Da, wo die Muskelfasern nicht in der Längsrichtung des Muskels parallel geordnet sind, wie 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 Fasernlänge und  $Sp$  sein spezifisches Gewicht (= 1,058) bedeutet. Nach dieser Formel bestimmte seinerzeit Ed. Weber die Querschnitte aller Körpermuskeln. Im allgemeinen gilt, daß, je größer der Querschnitt eines Muskels ist, d. h. je mehr Muskelfasern im Muskel nebeneinander liegen, eine um so größere Last er heben kann. Je länger der Muskel ist, d. h. je länger seine Fasern sind, um so höher kann er eine Last heben.

Es ist im Grunde eine gleichwertige mechanische Leistung, ob ich ein kleines Gewicht hoch oder ein schweres Gewicht nur um ein geringes zu heben vermag. Wenn ich z. B. mit der bloßen Kraft des Armbegers einmal ein Gewicht von 20 kg 15 cm hoch hebe, ein andermal ein Gewicht von nur 5 kg 60 cm hoch, so habe ich in beiden Fällen das gleiche Maß von mechanischer Arbeit geleistet, nämlich

$$20 \times 0,15 = 5 \times 0,60 = 3 \text{ mkg.}$$

Nun kann man aber durch geeignete Übung die Muskulatur verschieden erziehen, nämlich mehr zur Intensität (Kraft) oder mehr zur Ausgiebigkeit (Umfang) der Zusammenziehung. Denn für den Muskel gilt auch nach dieser Richtung ganz besonders, daß die Art der Arbeit das Organ formt.

Dicken-  
entscheidung  
der Muskeln  
durch maxi-  
male Kraft-  
leistungen.

Haben Leibesübungen in der Hauptsache den Charakter anstrengender Kraftleistungen, so daß die Muskeln vorzugsweise maximale Widerstände und schwerste Gewichte zu bewältigen haben, so nimmt der Muskel stark an Dicke zu, — denn der Muskel, welcher schwerste Gewichte heben soll, muß möglichst viele arbeitende Muskelfasern nebeneinander haben. Muß solche Arbeit gewohnheitsmäßig vom Muskel

bewältigt werden, so entwickelt er sich auch demgemäß. Solche maximal arbeitenden Muskeln verlieren aber mit der Zeit stets an Elastizität und bleiben auch in der Ruhe etwas verkürzt. Das gilt besonders für die bei Kraftübungen meist bevorzugten Beugemuskeln: daher die schlechte Haltung und die meist gebeugt gehaltenen klobigen Finger und Arme vieler Schwerathleten — nicht zu reden von Schmieden, Lastträgern und dergleichen Arbeitern. Die zur äußersten Kraftanstrengung im Gewichtheben, im Hantelstemmen, im Ringen u. dgl. entwickelte Muskulatur wird eine massige; die Muskelbäuche treten

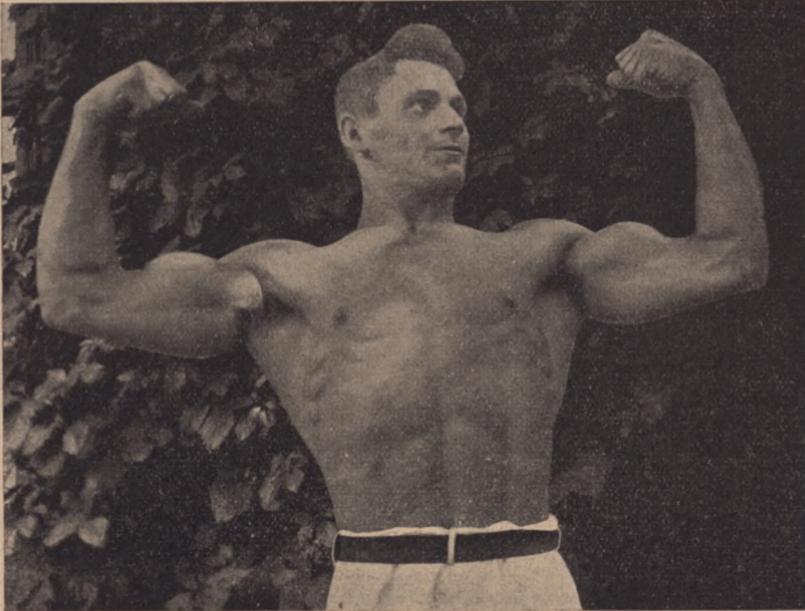


Fig. 24. Athletische Muskulatur.

stark am Relief des Körpers hervor, haben aber keine schöne, schlanke, sondern eine kurze, dicke und knollige Form. Ich erinnere da nur an die ungeheuerliche Entwicklung, welche die Muskeln am Oberarm, namentlich der zweiköpfige Armbeuger (*M. biceps brachii*), der Deltamuskel (*M. deltoideus*) und der wie ein Polsterkissen dem Brustkorb aufliegende große Brustmuskel (*M. pectoralis major*) zu erreichen vermögen. Wir sehen ja tagtäglich in unseren Sportzeitungen Nacktphotographien von bekannten Athleten und Ringerkönigen, welche sich solche Fleischmassen angezüchtet haben, als Beispiele „glänzender Muskelentwicklung“, wie es oft heißt, angepriesen. Ein Vorzug allerdings, der, wie wir sehen werden, teuer [erkauft] ist. Denn mit gesunder

Athletische  
Muskel-  
entwicklung.

Leibesübung hat dieses Muskelprozentum wahrlich nichts zu tun. Selbst wenn solch ein muskulöser Körper in allen Teilen gleich kräftig an Gliedmaßen und Rumpf entwickelt ist, und wenn der üppigen Arm- und Schultermuskulatur eine ähnlich derbe und massige Ausbildung der Lenden- und Schenkelmuskeln entspricht: diese sogenannte „harmonische Entwicklung“ ist doch nur eine Harmonie der äußeren Formen. Eine gesunde und wirklich allseitige Art der Leibesübung muß sich aber zum Ziel nehmen eine weit vollkommenere Art der Harmonie: nämlich die gleichmäßige Entwicklung und Zusammenarbeit aller Derrichtungen und Organtätigkeiten des Körpers. In gleichem Schritt mit der Muskelentwicklung müssen die Organe der Atmung und des Kreislaufs in ihrer Leistungsfähigkeit gesteigert werden. Denn sie haben im Verein



Fig. 25. Athletische knollige Entwicklung des Oberarmbeugers (M. biceps). — Nach einer Photographie des Athleten Willli Olympier.

mit der Ernährung die Arbeit der Muskeln zu unterhalten, die Brennstoffe zu liefern, die verbrauchten Stoffe zu entfernen und stetig Ersatz dafür zu schaffen.

Gerade hierin ist es aber bei solchen, welche in Übermaß Kraftübungen treiben, manchmal schlecht bestellt. Die athletische Entwicklung der Brust-, Hals-, Nacken- und Schultermuskeln zieht den Brustkorb hoch, hält ihn in starrer Einatmungsstellung fest, erlaubt aber keine ausgiebige Ausatmung mehr, weil die Muskeln, an denen der Brustkorb aufgehängt ist, in Verkürzung verharren und an Elastizität verloren haben. Durchweg büßen Kraftfere mit solcher Muskulatur schließlich an Atemfähigkeit ein. In starkem Gegensatz steht dann die herkulisch gebaute, hochgewölbte Brust und stehen die breitgewölbten Schultern zu der geringfügigen Ausdehnungsfähigkeit eines solchen Brustkorbes bei der Atmung. So maß zum Beispiel

Beharren  
des Brust-  
korbs in  
Ein-  
atmungs-  
stellung.

Dr. Reimers in Hamburg bei dem hervorragenden Athleten Luz eine Umfangszunahme der Brust bei tiefster Einatmung von nur 1,75 cm, und das zu einer Zeit, wo Luz noch in ganz jugendkräftigem Alter stand.

Weit bedenklicher aber ist der Betrieb übermäßiger Kraftübungen für die im Brustkorb gelegenen Organe: für die Lungen und besonders für das Herz. Zu jeder maximalen Leistung der Arm- und Schultermuskeln ist, wie wir sahen, eine Festlegung der Schulterblätter und damit des Brustkorbes notwendig, die ihrerseits nicht möglich ist, ohne den Vorgang der Pressung damit zu verbinden. Je inten-

Pressung  
bei Kraft-  
anstrengung  
und ihre  
Solgen.

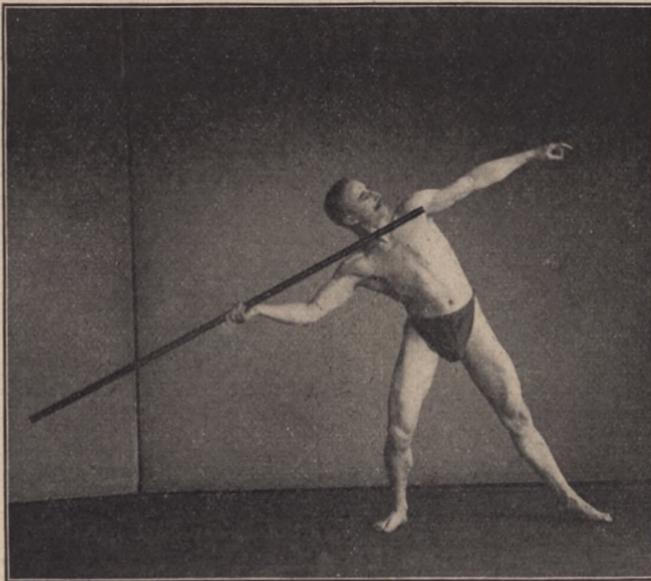


Fig. 26. Junger Mann mit gymnastisch gut durchgebildeter, aber schlanker Muskulatur.

siver die Anstrengung ist, je länger sie dauert, um so tiefgreifender sind die Wirkungen der Pressung. Der hohe Druck, unter welchen die Lungenluft versetzt wird, vermindert die Elastizität des Lungengewebes und führt in vielen Fällen zu mehr oder weniger umfanglicher Lungenblähung (Lungenemphysem). Noch bedenklicher wird der Vorgang der Pressung jedoch für das Herz. Aus welchen Gründen, das werde ich noch zu erörtern haben, wenn von der Einwirkung der Leibesübungen auf das Herz und den Blutkreislauf die Rede sein wird. Jedenfalls birgt der Betrieb schwerster athletischer Kraftübungen große Gefahren für die Gesundheit in sich. Für die erzieherische Gymnastik der Jugend ist aber um so mehr von jeglichem Betrieb starker Kraftübungen ab-

zusehen, als nicht nur eine athletische Entwicklung einzelner Muskelgruppen hier unnötig, ja unerwünscht sein muß, sondern auch die Muskelausbildung nach ganz anderer Richtung hin zu erfolgen hat, nämlich zur Heranbildung schlanker, ausgiebigster Bewegung fähiger, jeder Willensanregung folgender, d. h. schnellkräftiger Muskulatur.

Erziehung  
schlanker,  
zu aus-  
giebigen Be-  
wegungen  
fähiger  
Mus-  
kulatur.

Soll dem Muskel seine volle Elastizität erhalten bleiben, soll seine Form eine schlanke werden, so daß er die Fähigkeit besitzt, nicht nur stärkere Widerstände zu überwinden, sondern auch diejenigen Bewegungen in ihrem ganzen Umfang, in ihrer ganzen Ausgiebigkeit auszuführen, deren die bewegten Skeletteile vermöge der Beschaffenheit ihrer Gelenke fähig sind, so ist nötig, daß die Muskelübungen aus voller Erschlaffung des Muskels heraus gemacht werden und zu dessen voller Zusammenziehung führen. Nicht nur das. Die größtmögliche Ausnutzung der Elastizität und der Kraft wird erst dann erzielt, wenn der Muskel über den Zustand der bloßen Erschlaffung hinaus passiv durch die Zusammenziehung der gegensinnig wirkenden Muskeln gedehnt wird. Es ist ein physiologisches Gesetz, daß der Muskel das größte Gewicht bei beginnender Verkürzung zu heben vermag (Schwamm), bei fortschreitender Verkürzung nur ein kleineres Gewicht. Der elastische Muskel verhält sich hier ähnlich wie eine lange, elastische Spiralfeder, welche ebenfalls den kräftigsten Zug aus ihrer größten Dehnung heraus ausübt, — vorausgesetzt natürlich, daß keine Überdehnung stattgefunden hat, welche die Elastizität aufhebt. Soll also eine Muskelleistung besonders kraftvoll und ausgiebig zugleich ausgeführt werden, so ist vorherige Dehnung der vorzugsweise dabei tätigen Muskeln notwendig. Wir nennen solche vorherige Dehnung das **Ausholen**.

Ausholen  
des  
Muskels.

Wollen wir zum Beispiel einen möglichst wuchtigen **Wurf** mit einem kleineren oder mittleren Wurfgerät ausführen, so wird durch Zurückführen des Armes und der Schultern erst ausgeholt, d. h. der den Wurf ausführende Muskel, der große Brustmuskel, gedehnt, um aus diesem Zustand der Dehnung heraus mit voller Kraft der beginnenden Zusammenziehung das Wurfgerät fortzuschleudern.

Geeigneste  
Form der  
unteren  
Glieder-  
muskeln  
zum Sprung.

Ein weiteres Beispiel sei das **Springen**. Der Springer kann nicht aus dem Stande heraus unmittelbar ein Hindernis überspringen, denn die Streckmuskeln des Hüft-, Knie- und Fußgelenks, darunter als mächtigste Muskeln der große vierköpfige Streckmuskeln am Oberschenkel, sowie der dreiköpfige Wadenmuskel, die am meisten das Emporwerfen des Körpergewichts beim Sprung bewirken, sind im aufrechten Stand bereits im Zustand der Zusammenziehung. Diese Muskeln müssen, um wirksam werden zu können, erst eine hinreichende Dehnung erfahren, und zwar dadurch, daß vor Ausführung des Sprungs eine Kniebeuge gemacht wird. Nun ist das Emporschleudern des Körpergewichts beim Sprung zweifellos eine der hervorragendsten Kraftleistungen des Körpers.

Es ist aber durchaus nicht derjenige der beste Springer, welcher die im athletischen Sinn bestentwickelte und massigste Beinmuskulatur besitzt, sondern der, welcher die im Verhältnis zum Rumpf längsten Beine und namentlich Füße hat (Marey), also der, bei welchem die Beinmuskeln an den längsten Hebeln wirken und die bezüglich des Längenmaßes der Zusammenziehung ausgiebigste Bewegung ausführen

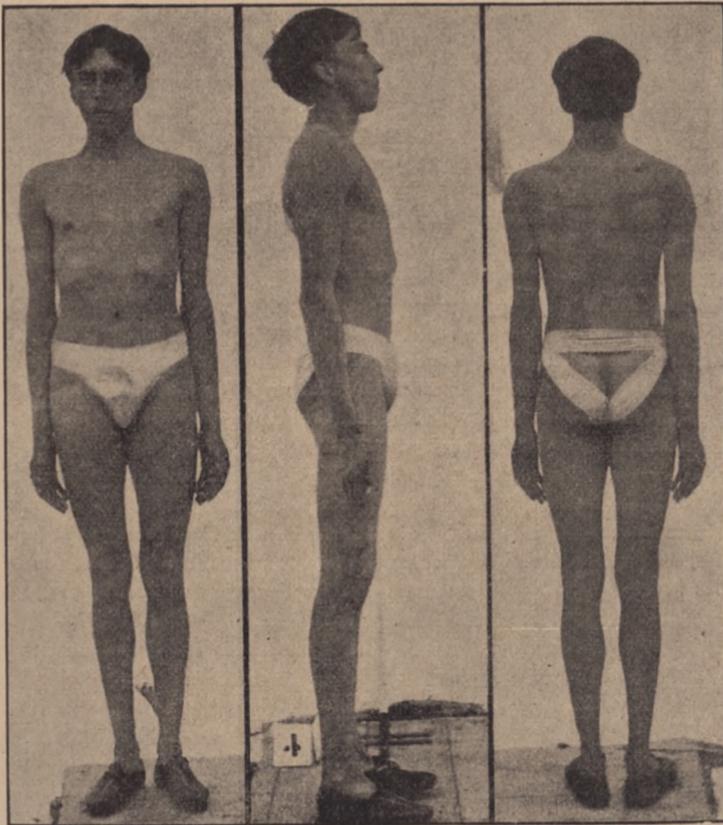


Fig. 27. Der Meisterspringer Baxter nach der Aufnahme von Marey (Paris 1900).

können. Zu einem guten, weiten wie hohen Sprunge sind also lange, schlanke Muskeln erforderlich und nicht dicke, athletisch entwickelte. Der verstorbene Jules Marey gibt in seinem wissenschaftlichen Bericht über die Olympischen Spiele gelegentlich der Weltausstellung in Paris 1900 unter anderem die Photographie des Amerikaners Baxter wieder, welcher im Hochsprung (ohne Sprungbrett natürlich) mit 1,90 m und im

Stabspringen mit 3,30 m die besten Leistungen erzielte<sup>1)</sup>, im Weitsprung der zweite war. Dieser ausgezeichnete Springer hat zwar unverhältnismäßig lange, aber auch erstaunlich schlanke Beine, ein augenfälliger Beweis, daß auch einmalige maximale Muskelleistungen — der Hoch-, der Weit- wie der Stabsprung zählen zu solchen — durchaus keine athletische Massenentwicklung der Muskeln zur Voraussetzung haben, wenn diese Leistungen zugleich ausgiebigste Zusammenziehung erfordern. Es ist mithin ein Irrtum, daß zur Erzielung leistungsfähiger Muskulatur

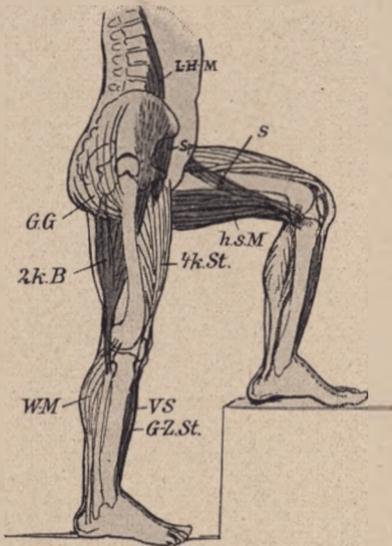


Fig. 28. Lage der Beuge- und Streckmuskeln des Hüft-, Knie- und Fußgelenks. Beuger (dunkel angetönt): L-H-M = Lenden-Hüftbein-Muskel; Sp = Spanner der Schenkelbinde; 2 k.B. = Zweiköpfiger Schenkelbeuger; S = Schneidermuskel; h. s. M. = halbsehnhiger Muskel; VS = Vorderer Schienbeinmuskel; G-Z.St. = Großzehnenstrecker. — Streckmuskeln:

G.G. = Großer Gefäßmuskel; 4 K.St. = Vierköpfiger Schenkelstrecker; W-M = Wadenmuskel.

Lage der Beuge- und Streckmuskeln an den Beinen.

heraus leichter ersichtlich als bei der Anordnung der Beuge- und Streckmuskeln der Beine. Denn diese Muskeln sind derart um die von ihnen bewegten Gelenke angeordnet, daß eine jede Bewegung zugleich schon die bei der nächstfolgenden Bewegung ins Spiel tretenden Muskeln spannt oder dehnt. Das gilt für das Gehen, das Steigen, das Laufen, das Radfahren usw. Nehmen wir z. B. diejenige Bein-

bei Leibesübungen man die arbeitenden Muskeln aufs stärkste belasten müsse. Von Interesse ist, daß gerade auch diejenigen Sporttreibenden, welche Schwerathletik treiben, d. h. zum Stemmen schwerster Hanteln, zum Gewichtheben, zum Steinstoßen und dergleichen sich vorbereiten, neuerdings immer mehr durch die Erfahrung von der Richtigkeit dieses Satzes belehrt worden sind. Denn sie ziehen selbst beim Tränieren zu schweren Kraftübungen ausgiebige zügige Übungen mit leichten Hanteln oder an elastischen Gummischnüren vor und sehen dabei ihre Muskulatur zunächst weniger ermüdbar werden, weiterhin aber auch zunehmen an Umfang und entsprechender absoluter Muskelkraft.

Kaum anderswo am Körper sind die Vorteile der Muskelarbeit aus stärkerer Dehnung

<sup>1)</sup> Die augenblickliche Welt höchstleistung im Stabspringen ist übrigens 4,03 m. In Stockholm 1912 wurden bei den Olympischen Spielen 3,95 m als höchstleistung erzielt.

Bewegung, welche durch die senkrechte Hebung des Körpergewichts so große Summen mechanischer Arbeit zu leisten vermag, daß alle durch Kraftübungen mögliche Arbeit davon um das Vielfache übertroffen wird, nämlich das Steigen. Zu einem Steigetrtritt wird das hebende Bein in starker Beugung des Hüft-, Knie- und Fußgelenks vor- und aufwärts gesetzt. Diese Beugung dehnt zugleich passiv die Streckmuskeln, und zwar neben dem Gesäß- und dem Wadenmuskel ganz besonders den mächtigen vierköpfigen Strecker am Oberschenkel. So sind diese Muskeln also in den günstigsten Stand gesetzt, um mit Ausnutzung der Kraft ihrer beginnenden Zusammenziehung eine starke Streckbewegung zu machen, kräftig genug, um das gesamte Körpergewicht zu heben und den Schwerpunkt auf das nunmehr gestreckte Stützbein zu übertragen. Diese volle Streckung dehnt aber wieder die Beugemuskeln der Beine, d. h. sie bereitet schon die günstigste Arbeitsart dieser Muskeln zum Aufwärtssetzen des gebeugten Beins beim nächsten Steigeschritt vor.

Es kann also kein Zweifel darüber bestehen, wie wesentlich für den Muskel und seine rechte Ausbildung die Arbeit aus gedehntem Zustande heraus ist. Gleich wichtig ist es aber auch, die Zusammenziehung des Muskels möglichst bis zum Maximum der Verkürzung durchzuführen und darin womöglich eine kleine Zeitdauer wenigstens zu beharren. Am ehesten ist dies gewährleistet, wenn die Bewegungen ausgiebig, selbst langsam und zügig ausgeführt werden. Die Augenblicksphotographie belehrt uns, daß bei einer sehr schnellen, heftigen Bewegung das bewegte Glied mit einer einzigen stärksten plötzlichen Zusammenziehung des Muskels, der danach sofort wieder erschlafft, in die gewollte Stellung geschleudert wird. Bei langsamen Bewegungen dagegen bleibt der arbeitende Muskel gleichmäßig bis zum Ende zusammengezogen. Nun sahen wir, daß der arbeitende Muskel während seiner Zusammenziehung um das Mehrfache an ernährendem Blutgehalt aufnehmen kann. Bei einer länger dauernden Zusammenziehung wird also der Muskel auch entsprechend lange von einer vermehrten Blutmenge durchströmt, es wird ihm ein entsprechendes Mehr von Ersatzstoffen zugeführt, und es wird damit die Ernährung und das Wachstum des Muskels in der günstigsten Weise beeinflusst. Bei schnellend oder wurfartig ausgeführten Bewegungen ist die Zusammenziehung des Muskels eine so kurze, daß es zu einer wirksamen Steigerung der Blutzufuhr kaum kommt. Die Überlegenheit aller zügigen Bewegungen hinsichtlich der Stoffzufuhr und der Stoffabfuhr beim arbeitenden Muskel steht ganz außer Frage.

Noch ein anderes kommt für schulmäßige Übungen in Betracht, und zwar ein mehr ästhetisches Moment. Nämlich nur bei entsprechend langsamer Ausführung wird eine Übung auch in ganzer Ausgiebigkeit und Vollendung durchgeführt. Läßt man z. B. eine Schülerabteilung

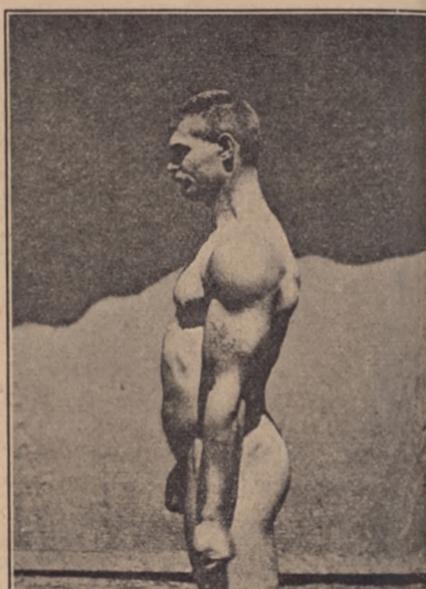
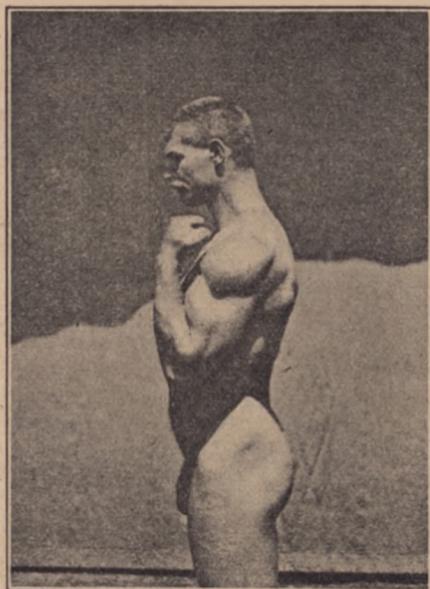
Derlei ebene  
Arbeitsart  
der Muskeln  
bei lang-  
samem und  
bei schnellen  
den Be-  
wegungen.

Bessere  
Blutzufuhr  
zum langsam  
arbeitenden  
Muskel.

Schönere  
Ausführung  
langsamer  
Be-  
wegungen.

I.

II.



III.

IV.



Fig. 29-32. Verschiedene Muskelarbeit bei sehr schneller (I und II) und bei ganz langsamer (III und IV) Beugung und Streckung. In I ist der 2köpfige Beuger, in II der 3köpfige Armstreckter bereits wieder erschlafft; in III und IV sind beide Muskeln noch in starker Zusammenziehung begriffen. — Momentaufnahme von A. Conde aus Richer, Physiologie artistique.

eine Bewegung, wie Hochstrecken der Arme, unter scharfem Kommando schnellstens und ruckartig ausführen, so wird man, falls die Bewegung nicht eigens eingedrillt war, stets finden, daß die Arme nur unvollständig gestreckt in mangelhafter Haltung hochkommen. Denn entsprechend der eben mitgetheilten Art, wie solche zuckungsartige, schnellende Bewegung ebenso kräftig einsetzt als auch schnellstens wieder abläuft, sind die Streckmuskeln des Armes schon wieder erschlafft, wenn der Arm hochgekommen ist, — wie ein gleiches der Fall ist beim Strecken des Armes zur Senkhalte. Ganz anders, wenn die Arme in stetigem, glattem, nicht überhastetem Zuge zur vollen Ausstreckung gebracht werden. Sie werden dann genau und in schöner Vollendung diejenigen Stellungen einnehmen können, welche das Ziel der Übung war. In der Regel hat für alle hierhergehörigen Leibesübungen zu gelten, daß das Zeitmaß der Ausführung im Verhältnis zur Masse der bewegten Körperabschnitte zu stehen hat. Den Unterarm werde ich gegen den Oberarm schneller bewegen als den Arm als Ganzes vom oder zum Rumpfe; den Unterschenkel allein schneller als das ganze Bein; das ganze Bein langsamer als den Arm. Am langsamsten endlich sind die Bewegungen des Rumpfes auszuführen. Es ist zweifellos ein großer Vorzug der schwedischen Turnschule, daß die meisten Übungen hier langsam und gemessen ausgeführt werden, und daß bestimmte, oft schwierige Halten, die sogenannten Ausgangstellungen, in ihr einen bedeutenden Platz einnehmen.

Richtiges  
Zeitmaß der  
Ausführung  
ver-  
schiedener  
Übungen.

Wir wollen aber doch nicht übersehen, daß zahlreiche Bewegungsformen, auch des täglichen Lebens, ganz kurz, schnellend oder wurfartig ausgeführt werden. So der Sprung, der Wurf, der Schlag, der Stoß usw. Eine rechte Muskel- und Leibeserziehung darf aber auch solcher Bewegungen nicht entraten. Um so weniger, als sie einen besonderen Wert bezüglich der Gymnastik der Nerven besitzen.

Wert kürzerer  
und  
schnellen-  
der Be-  
wegungen.

Das gilt genau so für die schwinghaften Übungen an den Geräten und ähnliche „dynamische“ Übungen, deren Wert oben betont ist. Das gerühmte Prinzip der schwedischen Gymnastik, vorzugsweise nur langsame Bewegungen und Halten auszuführen, wäre also — wenn unter allen Umständen durchgeführt — ein einseitiges und unvollkommenes. Neben den mehr langsamen zügigen Bewegungen und den verschiedenen Haltungsformen stehen schnelle und schnellste Bewegungen gleichberechtigt da. Im deutschen Schulturnen ist die Sucht, alle zusammengesetzten Übungen, Frei- wie Gerätübungen, zu zerlegen in Bewegungsfolgen, die nach taktmäßigem Zählen, wenn nicht gar nach Musik, in rhythmischem Gleichtakt auszuführen sind, noch immer lebendig und treibt oft wunderliche Blüten. Als wenn nicht selbstverständlich das Zeitmaß einer jeden Bewegung lediglich nach deren Charakter, nach ihrem Umfange und nach den zu überwindenden Widerständen eigens zu bestimmen wäre, werden da leichte Armbewegungen, Bein-, selbst Rumpfbewegungen,

Sogenannte  
rhythmische  
Gymnastik.

am Gerät sogar Hebungen des Körpers usw. alle in gleichem Zeitmaß und in gleichem Takte ausgeführt.

Noch anspruchsvoller treten die Bestrebungen namentlich an Mädchenschulen auf, die erzieherische Gymnastik als „rhythmische Gymnastik“ umzuformen zu einer ausschließlich vom Rhythmus beherrschten Leibeskunst. Zwar nahm schon bei Adolf Spieß und dessen Nachfolgern die rhythmische oder besser gesagt im Gleichtakt — der doch nur eine einzelne Form des Rhythmus ist — erfolgende Ausführung der Leibesübungen einen großen Raum ein, so daß man den Rhythmus als den „Herzschlag“ der Gymnastik bezeichnete. Gleichwohl feierte man die rhythmische Gymnastik eines Dalcroze und seiner Nachbeter in unseren Tagen als eine „Entdeckung für die persönliche Entwicklung des Menschen“. Auf der einen Seite rühmt man ihr nach, daß sie „in der Arbeit wiederkehrende Griffe automatisiere“. Auf der anderen Seite heißt es aber, daß die rhythmische Gymnastik den Menschen seiner Arbeit gegenüber frei und selbständig werden lasse. Ein Widerspruch in sich! Denn Automatie ist nach mancher Richtung hin gleichbedeutend mit Selbstentäußerung des Willens. So hoch man den Rhythmus preisen mag als Begleiter der Arbeit (Bücher) — oder besser gesagt, bestimmter mit rhythmischer Ausführung verträglicher Art der Arbeit, oder ihm eine Stelle einräumen mag bei festlichen Vorführungen: die Bewegungsformen und Übungen, welche den Körper ausbilden sollen in seinen wichtigsten Organtätigkeiten und ihn zum Diener des Willens machen sollen in allen Tagen des Lebens, können sich beileibe nicht ausschließlich aufbauen auf den Gang und die Gesetze des Rhythmus und rhythmisch belebter Kunstformen. So freudig wir die Kunst begrüßen als Veredlerin des Alltagslebens: die Energieäußerungen des menschlichen Körpers in ihren vielartigen Zwecken und Zielen lassen sich nicht einspannen lediglich in den Rahmen der Kunst. —

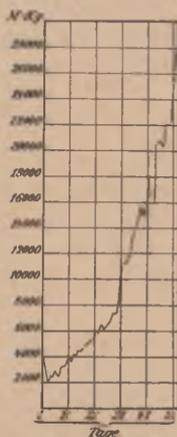
Geringere  
Ermüdbar-  
keit der  
Muskeln  
durch  
Übung.

Und nun in der Kürze zu dem zweiten und wohl wichtigeren Erfolg der Übung für den Muskel: das ist der Gewinn an Ausdauer oder, mit anderen Worten, die Eigenschaft geringerer Ermüdbarkeit. Die bloße Umfangszunahme des Muskels befähigt an sich ihn zwar, in langsam steigendem Grade einigemal eine Maximalleistung im Heben oder Stemmen oder Ziehen oder Stoßen u. dgl. auszuführen. Hat dagegen der Muskel an Ausdauer gewonnen, so vermag er immer mehr eine kleinere oder mittlere Arbeit oft zu wiederholen und auf diesem Wege eine Arbeitssumme zu erzielen, welche die durch maximale Kraftleistung zu erreichende mechanische Arbeit bei weitem übertrifft. Dazu kommt, daß derjenige, welcher sich die Fähigkeit zu hervorragenden Maximalleistungen angeeignet hat, solche bald in hohem Grade wieder verliert, sowie er nur die bezüglichen Übungen einige Zeit aussetzt oder sein spezielles Tränieren beendet. Die geringere Ermüdbarkeit dagegen, welche nicht nur eine erworbene Eigenschaft der

Muskeln, sondern auch der Muskelnerven ist, bleibt viel längere Zeit erhalten, wie zahlreiche Erfahrungen lehren; allerdings beim längeren Aussetzen einer jeden Übung geht auch diese Eigenschaft mit der Zeit verloren.

Es liegen uns hierüber eine Anzahl von Versuchen vor, welche die tagtäglichen Erfahrungen von den Übungsplätzen ergänzen und genauer ins Licht stellen. Einige solcher teilt uns A. Mojsso („Der Mensch in den Hochalpen“) mit. Ich erwähne davon den von Mojsos Assistenten Dr. Manca aufgestellten. Manca hob täglich 2 Hanteln von je 5 kg mit zwei Armen hoch, und zwar taktmäßig bis zum Eintreten von Ermüdung. Er vermochte am ersten Tage des Versuchs diese Hebung 25 mal auszuführen. Die Fähigkeit hierzu wuchs, wenn auch mit Schwankungen, derart an, daß er nach 70 Tagen regelmäßiger Übung die Hanteln 126 mal bis zum Eintritt der Ermüdung zu heben vermochte. Das heißt also: die Hubkraft seiner Arme für solche Dauerübungen hatte sich in diesen 70 Tagen um das Fünffache vermehrt. 10 kg von der Schulter, sagen wir etwa 30 cm, 126 mal aufwärts zu stemmen, entspricht einer mechanischen Arbeitsgröße von  $126 \times 10 \times 0,50 = 630$  mkg, eine Arbeit, der gleich, als ob ich einen Kugelstab von 105 kg 12 mal von der Schulter aufwärts gestemmt hätte ( $105 \times 12 \times 0,50 = 630$ ). Das ist aber geradezu die Rekordleistung eines Athleten!

Eine noch größere Steigerung der Armkraft wurde von Peder (wie der finnländische Physiologe Tigerstedt in seinem großen Lehrbuch mitteilt) mittels eines Ergographen erreicht, den Johannsson so verändert hatte, daß die Gesamtmuskulatur beider Arme sich betätigte, um ein Gewicht von 2 kg so hoch wie möglich zu heben, und zwar taktmäßig alle 2 Sekunden bis zur Erschöpfung. Nach einer Ruhezeit von 3 Minuten wurde diese Arbeit wiederholt und so fort an jedem Tage 20 Arbeitsperioden. Am ersten Tage betrug die so geleistete Arbeit 4000 mkg und sank am zweiten Tage auf nur 2000 mkg (Ermüdung nach der ungewohnten Muskelleistung). Von da ab stieg die Leistung (s. die Kurve Fig. 33) ununterbrochen an; erreichte am elften Tage wieder die Erstleistung von 4000 mkg und stieg nach 50 Tagen bis zur Höhe von 28000 mkg! Wurde die Übung eine Woche unterbrochen, so sank die Leistung auf  $\frac{2}{3}$  des am letzten Arbeitstag erreichten Wertes herunter und blieb bei einmal wöchentlicher Ausführung auf dieser Höhe stehen. Nach einer weiteren Pause von 2 Wochen war die Abnahme auf 37% (10560 mkg) gesunken. Nach zweimonatlicher Unterbrechung war nur noch eine Leistungsfähigkeit von 29% (8126 mkg),



Versuch von Peder.

Fig. 33. Übungskurve nach Peder.

d. i. das Doppelte des Anfangswertes) vorhanden. Die durch Übung erlangte Leistungsfähigkeit geht also verhältnismäßig nur langsam zurück und 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.

Steigerung  
der  
Leistungs-  
fähigkeit  
für Dauer-  
arbeit.

Eine derartige Steigerung der Arbeitskraft der geübten Muskelgebiete, wie sie hier für die Dauerarbeit, d. h. für die Wiederholung einer täglichen mittleren Leistung über die Dauer von etwas mehr als zwei Monaten hindurch festgestellt ist, ist für Kraftübungen gar nicht erreichbar. Die Grenze der Leistungsmöglichkeit ist hier viel früher gegeben. Wir haben zwar aus dem Altertum die schöne Geschichte von dem Athleten Milo von Kroton, der erst nur ein neugeborenes Kälbchen auf den Schultern trug, dann täglich mit dem weiterwachsenden Kalbe dieselbe Übung einmal vornahm und schließlich, weil das Wachstum seiner Muskelkraft mit dem Wachstum des Kalbes gleichen Schritt hielt, auch den ausgewachsenen Stier leicht zu tragen vermochte. Es ist eigentlich jammer schade, daß von unseren heutigen Athleten und Muskelforen es noch niemand geglückt ist, diese klassische Geschichte einmal nachzumachen. Und solange das nicht geschieht, dürfen wir die Geschichte von Milo und dem Kalbe wohl nur für eine hübsche Fabel halten. Mehr ist sie kaum!

Für jeden, der Leibesübungen länger betrieben hat, steht auch ohne Versuch das durchaus fest, daß ein Schwächling, der etwa 20 kg beidarmig von der Schulter aus einmal hochzustemmen vermag, bei täglicher Übung mit einem immer schwereren Gewicht (z. B. einer Scheibenstange mit anschraubbaren Eisenplatten) doch nie dazu kommen wird, auf diese Weise nach 60 Tagen das Fünffache oder gar Siebenfache der anfänglichen Leistung zu erreichen, d. h. glatt seine 100 kg zu stemmen! Die Fähigkeit zu Maximalleistungen nimmt eben bei steter Übung durchaus nicht so schnell zu wie die Fähigkeit zur Dauerleistung des Muskels.

Versuche  
von Treves  
am Ergo-  
graphen.

Dabei walten natürlich auch Unterschiede ob. So fand Treves, der seine Versuche mit dem Ergographen anstellte, daß bei taktmäßigen Hebungen und Senkungen die stark belasteten Armmuskeln zwar nur ganz kurze Zeit maximale Leistungen ausführen, d. h. ein Höchstgewicht bewältigen können. Setzt man aber dabei die Belastung allmählich herab, so erreicht man schließlich einen erheblich kleineren Gewichtswert, der den Muskeln so gut wie stundenlang in dem gewählten Taktmaß fortzuarbeiten gestattet. Dieser Wert wächst langsam durch Übung. So wuchs in einer Versuchsreihe innerhalb vier Wochen bei täglicher Übung das maximale Anfangsgewicht von 35 kg auf nur 45 kg, dagegen das bei Dauerarbeit bewältigte Gewicht von 11 kg auf 29 kg.

Wenn nach den eben mitgeteilten Versuchen der Minimalarbeitswert von oft hintereinander und taktmäßig ausgeführten Bewegungen durch Übung ansteigt, selbstredend nicht ins ungemessene, und wenn ein solches Arbeiten dann lange Zeit ohne wesentliche Ermüdung fortgesetzt werden kann, so ist doch jene Steigerung des jedesmaligen Arbeitswertes gar nicht das Wichtigere. Viel wichtiger ist in den meisten Fällen die Dauer unter Beibehaltung eines geringeren oder größeren Arbeitswertes. Dem Bergsteiger ist es gleichgültig, ob seine Bergwanderungen ihn befähigen, seine Tagesleistung von sagen wir sechs Stunden Marschzeit statt mit einer 10 kg schweren Ausrüstung ohne ein Mehr von Ermüdung auch ausführen zu können mit einer Last von 15 kg. Denn mehr als jene 10 kg wünscht er gar nicht mit sich zu führen. Wohl aber ist es ihm wichtig, statt nur sechs auch sieben oder noch mehr Stunden ohne sonderliche Ermüdungserscheinungen wandern und steigen zu können. Denn in der Tat: wie zu sich steigenden Kraftleistungen kann ich auch den Muskel anüben oder tränieren lediglich zu Dauerarbeit. Fragen wir uns zunächst, wie sich hierbei der Muskel in bezug auf seine äußere Form verändern wird. Da läßt es sich nach unseren früheren Ausführungen leicht einsehen, daß, um kleinere Leistungen abwechselnd mit ganz kurzen Ruhepausen im steten Wechsel von Arbeit und Erschlaffung zu verrichten, der Muskel durchaus keiner sonderlichen Vergrößerung seiner Masse, keiner Vermehrung seiner Fasern bedarf, sondern lediglich die Eigenschaft nötig hat, möglichst wenig ermüdbar zu sein.

Belastungs-  
heit der auf  
Dauerarbeit  
tränierten  
Muskeln.

Der Schneider, der, auf seinem Arbeitstisch sitzend, stundenlang beim Handnähen nach jedem Stich immer wieder seinen Faden auszieht, hat womöglich recht dünne, kraftlos erscheinende Arme. Aber nähen kann er, wenn es sein muß, von morgens früh bis abends spät. Und nun wollen wir einen richtigen Kraftmenschen an seine Stelle setzen mit schweren, strohenden Armmuskeln, der aber an solche Dauerarbeit gar nicht gewöhnt ist: ach, wie bald werden seine kräftigen Arme ermüdet hinsinken, wenn er in gleicher Weise Stich für Stich seinen Faden ausziehen soll. Das macht, der Schneider ist durch seine stete tagtägliche handwerksmäßige Arbeit oder Übung für diese Dauerarbeit aufs vollkommenste trainiert. Seine Arme sind aber dabei dünn geblieben.

Die Fähigkeit zu größeren Dauerleistungen ist eben durchaus nicht verknüpft mit außerordentlichem Wachstum der arbeitenden Muskelfasern. Ein Mann, der sich eine athletische Muskulatur angeeignet hat, kann mit einer recht geringen Ausdauer begabt sein. Umgekehrt braucht der zu großen Dauerleistungen oder zu ganz kurzen einmaligen Entladungen (Sprung oder Lauf) geübte und trainierte Muskel gar nicht auch geschickt zu sein zur einmaligen Bewältigung schwerster Gewichte. Völkernationen z. B., welche sich in langen Märschen, im Lauf und, wo es sein muß, im Sprung auszeichnen, ich nenne hier

nur die Buschmänner, die Abessinier, die Somalis usw., haben oft auffallend schlanke Beine und dünne Waden. Auch bei ausgezeichneten Bergsteigern, bei hervorragenden Läufern, Radfahrern oder Springern kann man beobachten, daß ihre Beinmuskeln durchaus keine übermäßige Entwicklung zeigen, sondern im Gegenteil meist sehr schlank und sehnig sind.

Sparbarer  
Stoffumsatz  
bei zu  
Dauerarbeit  
tränierten  
Muskeln.

Fragen wir uns, 'worauf die Eigenschaft wohltränierter Muskeln beruht, daß sie nur wenig ermüden? Da kommt zuvörderst in Betracht, daß die Stoffumsetzungen während der Arbeit andere sind beim ungeübten und andere beim tränierten Muskel. Denn der Muskel, der vielgeübt, also träniert ist, arbeitet mit einem erheblich sparsameren Stoffumsatz: er liefert weniger Kohlensäure, er liefert besonders auch weniger Ermüdungsstoffe, als dies eben bei der Arbeit ungeübter Muskeln der Fall ist. Wahrscheinlich werden beim noch ungeübten Muskel mehr die Energievorräte, welche in den sogenannten Reservestoffen (Glykogen in den Muskeln und namentlich in der Leber) sowie im Körperfett aufgespeichert sind, zunächst bei der Arbeit zersetzt und liefern große Mengen von Zerfallstoffen und Kohlensäure. Daher der, welcher sich seltener bewegt, bei umfangreicherer Muskelarbeit stärkster Atemsteigerung bedarf und leicht in Atemnot gerät. Beim regelmäßig geübten oder tränierten Muskel dient in der Hauptsache nur der Kraftvorrat der Nahrung bei der Muskelarbeit. Die Menge der auszuscheidenden Kohlensäure wird viel geringer, Atemerschöpfung und Ermüdung treten nicht so leicht ein. Durig zeigte bei seinem Bergsteigerversuchen am Bilkengrat im Rhätikon, daß der Aufwand für das Meterkilogramm Arbeit zu Beginn der Versuche neun kleine Kalorien betrug, nach sechswöchigem Tränieren auf 7,9 Kalorien sank, während die Minutenleistung von 823 mkg auf 1300 mkg, der Wirkungsgrad von 25,6% auf 29,7% stieg, bei späteren Versuchen auf 31,3%. „Es war also infolge der Übung die menschliche Arbeitsmaschine nicht nur leistungsfähiger, sondern arbeitete auch ökonomischer.“

Versuche  
von  
A. Durig.

Bedeutung  
des  
Rhythmus  
für Dauer-  
leistungen.

Eine zweite Ursache der geringeren Ermüdbarkeit bei Dauerleistungen liegt in dem steten rhythmischen Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung, der ja bei allen Dauerarbeiten vorhanden zu sein pflegt. Bei solcher Arbeitsart wird nämlich das Blut durch die arbeitenden Muskeln gewissermaßen stetig ein- und ausgepumpt, indem der sich zusammenziehende Muskel durch Druck auf die umliegenden Venenstämme diese entleert, der erschlaffende Muskel aber sie stets wieder erweitern macht. Dazu kommt noch abwechselnd die Blutüberfüllung des Muskels bei der Zusammenziehung, seine Blutentleerung bei der Erschlaffung. Ohne Unterlaß werden so entstehende Ermüdungsstoffe schnellstens wieder aus dem Muskel weggeschwemmt, so daß dieser lange zur Arbeit frisch bleibt. Ein hervorragendes Beispiel bietet hier-

für der besttränigte Muskel des Körpers, nämlich das Herz. Der Herz-muskel leistet bei seiner ununterbrochenen Arbeit 24 Stunden hindurch erstaunliche Arbeitssummen. Nach Zuntz beträgt die Muskelarbeit des Herzens beim Erwachsenen, wenn dieser weiter keine Muskelarbeit verrichtet, täglich in runden Summen gegen 20 000 mkg, d. h. eine Arbeit, der gleich, als ob man 200 dz einen Meter hoch heben wollte. Nur wenn die Herzarbeit eine sehr starke und anhaltende Steigerung erfährt, dann vermag auch der Herz-muskel, wie wir später noch zeigen werden, vorübergehende Ermüdungserscheinungen zu zeigen.

Arbeit  
des Herz-  
muskels.

Nun handelt es sich bei der Herzarbeit allerdings um eine Tätigkeit, welche unwillkürlich oder automatisch erfolgt. Wir werden aber im folgenden Abschnitt noch nachzuweisen haben, daß, gleichwie bei Dauerleistungen die Muskelarbeit eingestellt ist auf einen bestimmten, stetig wiederholten gleichen Arbeitswert, so auch die Nervenarbeit unter solchen Verhältnissen sich derart eingewöhnen kann, daß sie sich mit dem denkbar geringsten Willensaufwand halb automatisch vollzieht.

Aber zur Dauerarbeit und zu Dauerleistungen will der Körper genau so gut geübt und erzogen werden, wie dies auch zu qualitativen Leistungen, zu Geschicklichkeits- sowohl wie zu Kraftübungen der Fall ist. Erzieherische Leibesübungen, welche dem nicht Rechnung tragen, sind eben unvollkommen, schon vom Standpunkte bloßer Muskelgymnastik aus. —

Wir haben mit den vorhergehenden Ausführungen alle wesentlichsten Gesichtspunkte über die Einwirkungen der Leibesübungen auf das Muskelsystem des Körpers besprochen. Fassen wir noch einmal kurz die wichtigsten Ergebnisse zusammen, so sind dies folgende:

Unsere Muskulatur ist zu üben zunächst zur Bewältigung besonderer umschriebener Bewegungsaufgaben, und zwar ebensowohl in allgemeinen wie in örtlichen Kraftübungen, seien sie statischer oder dynamischer Art, wobei es auf die Art der Arbeitsweise in den verschiedenen Übungsformen meist mehr ankommt als auf die Summe der mechanischen Arbeitsgröße. Unsere Muskulatur ist ferner zu üben in Dauer- sowohl wie in Schnelligkeitsübungen, wo nur ein bestimmter Kreis, d. h. eine geringe Anzahl von Bewegungsformen in Frage kommt, Bewegungsformen, die fast durchgängig der Fortbewegung des Körpers dienen, diesem Bewegungszweck entsprechend möglichst zu vervollkommen sind, und die insbesondere darauf ausgehen, große Arbeitssummen anzuhäufen.

Die gesamte Körpermuskulatur muß solcher Ausbildung möglichst gleichmäßig teilhaftig gemacht werden, nicht nur, um Harmonie der Formen des Körpers, sondern auch, um eine Harmonie in den Richtungen seines Bewegungsapparates zu erzielen. Es darf nicht dem Zufall überlassen werden, dies Ziel zu erreichen, indem man sich der

Darstellung hingibt, möglichste Mannigfaltigkeit der Übungen führe schon von selbst dazu, alle Muskelgebiete harmonisch zu entwickeln, und indem man ein übriges zu tun glaubt, wenn man sich begnügt, alle Übungen, die eine Körperseite in Anspruch nehmen, auch widergleich ausführen zu lassen, so daß also die andere Körperseite gleich stark betätigt wird. Es muß vielmehr bei der Zusammenstellung örtlicher Kraftübungen auch Sorge getragen werden dafür, daß die hauptsächlich ins Spiel tretenden Muskeln aus voller Dehnung heraus arbeiten und zur vollen Zusammenziehung gelangen. Es soll ferner der Arbeit gleichsinniger Muskeln so viel als möglich die Arbeit der gegensinnig wirkenden auf dem Fuße folgen. Endlich muß dem Rechnung getragen werden, daß gewisse Abschnitte der Muskulatur, und dies sind am Rumpf die Rückenmuskeln sowie die Bauchmuskeln, sozusagen schwache Stellen sind, welche besondere Berücksichtigung erheischen und bei der Schuljugend besonderer Spezialübung bedürfen. Warum, das haben wir durch die Einwirkung des Sitzzwanges, wie er vom Schulleben erfordert wird, genügend erklären können.

Nach solchen Grundsätzen also und nicht nach rein formalen Gesichtspunkten sind die Übungsfolgen beim Schulturnen zusammenzustellen.

## VI.

### Die physiologische Erziehung des Nervensystems bei den Leibesübungen.

Bisher hatten wir lediglich die Einwirkungen der Leibesübungen auf die Muskeln als die ausführenden Organe unseres Willens erörtert. Wir hatten einstweilen ganz davon abgesehen, daß für eine jede Muskelbewegung zu erfolgen hat: 1. eine Anregung vom Zentralnervensystem aus; 2. die Leitung dieser Anregung oder dieses Reizes durch den verbindenden Nerven zum Muskel; 3. die Reaktion des Muskels auf die erhaltene Anregung, d. h. die Muskelzusammenziehung. Da wir den Muskelnerven, als den lediglich den Reiz fortleitenden Teil, außer acht lassen können, so haben wir uns nunmehr über die Beteiligung klar zu werden, welche die nervösen Zentralorgane bei den einzelnen Arten von Leibesübungen nehmen. Dieser Anteil ist nun ein sehr verschiedener. Wir kennen Leibesübungen, bei welchen die Muskelarbeit eine sehr geringe, die Nervenarbeit dagegen die weit überwiegende ist. Das sind die sogenannten Aufmerksamkeitsübungen in ihrer reinen Form. Umgekehrt wird bei solchen Übungen, welche sich gerade durch Anhäufung großer Summen von Muskelarbeit auszeichnen, die Beteiligung des Nervensystems oft eine ziemlich gering-

Der verschiedene  
Beteiligung  
des Nervensystems bei  
den verschiedenen  
Übungsarten.

fügige. Es sind hier namentlich die Dauerübungen, welche sich schließlich so gut wie halb automatisch vollziehen. Eine vielgestaltige Leistung fällt schließlich, im Einklang mit vielgestaltiger Muskelbewegung, den Nerven zu bei den örtlichen Kraftübungen. Ja, tritt bei diesen die Nervenarbeit mehr in den Vordergrund als die Muskelarbeit, so sprechen wir von Geschicklichkeitsübungen. Eine feste Grenze zwischen örtlichen Kraftübungen und Geschicklichkeitsübungen ist aber nicht mehr zu ziehen; der vorwiegende Gesamtcharakter einer Gruppe von Übungen gibt hier mehr den Ausschlag.

Sehen wir uns nun die Vorgänge etwas näher an, welche bei solchen Übungen seitens des Nervensystems obwalten. Als bekannt schiebe ich voraus, daß in letzter Instanz die Willensanregungen zu jeder willkürlichen Bewegung erfolgen an bestimmten Stellen der grauen Hirnrinde (Rindenfeld der sensomotorischen Zentren), daß die Nervenfasern, welche dort entspringen, ihren Weg zum Rückenmark nehmen, daß sich diese Nervenfasersstränge dabei im verlängerten Mark kreuzen, und daß somit die von der linken Großhirnhälfte kommenden Bewegungsfasern meist zu den Muskeln der rechten Körperhälfte gehen und umgekehrt. Vor dem Austritt der Bewegungsnerve seitlich aus dem Rückenmark, von wo sie dann ihren Weg zu dem Muskel nehmen, der gewissermaßen ihr Endorgan darstellt, sind sie in Beziehung getreten zu den Bewegungsnervenzellen im sogenannten Vorderhorn des Rückenmarks. Diese Bewegungszellen stellen also eine Art Zwischenstation dar zwischen den beiden Endpunkten: Nervenzelle im Gehirn und Nervenende im Muskel; mit anderen Worten: Die Bewegungsnervenfaser zerfällt auf ihrer Bahn vom Gehirn bis zum Muskel in mindestens zwei Teilstücke oder Neurone, von denen das erste von der Hirnrinde zum Rückenmark geht, das zweite vom Rückenmark zum Muskel. Diese wenigen Andeutungen mögen zum Verständnis des Folgenden genügen.

Weg der Leitungsbahnen vom Großhirn zum Muskel.

Nun bedürfen aber alle Körperbewegungen, seien sie mehr entwickelter, seien sie mehr einfacher Art, zu ihrer Ausführung der größeren oder geringeren Betätigung ganzer Gruppen von Muskeln. Wir nennen Koordination einer Bewegung das Vermögen, alle diejenigen Muskeln, welche zum Zustandekommen dieser Bewegung notwendig sind, durch den Willen aufzusuchen und einheitlich zusammenwirken zu lassen.

Koordination der Bewegung: kraftgebende, mäßigende, richtunggebende und haltende Tätigkeit.

Wenn ich meinen Arm seitlich hochhebe, also eine recht einfache Bewegung mache, so ist es der Deltamuskel ((M. deltoideus), welcher in der Hauptsache die eigentliche Bewegung ausführt, — wobei wir von der gleichzeitig schon beginnenden Drehung des Schulterblattes absehen wollen. Diese Tätigkeit des Deltamuskels, welche den Arm in der Hauptsache bis zur wagerechten Haltung hebt, können wir als die eigentliche kraftgebende Bewegung bezeichnen. — Nun soll diese

Bewegung im gewollten Maße entweder langsamer oder schneller, glatt oder etwa ruckweise erfolgen, sie soll ferner nicht übers Ziel schießen, sondern an einem bestimmten Punkte innehalten. Diese genaue Begrenzung oder Hemmung geschieht durch eine, wenn auch nur leichte Zusammenziehung oder Spannung der sonst gegensinnig wirkenden Muskeln. Das sind beim Heben des Armes diejenigen Muskeln, welche sonst den Arm senken. Handelte es sich um eine Beugung, so würden die Strecker, handelte es sich um eine Auswärtsrollung, so würden die Einwärtsroller usw. die Bewegung begrenzen. Diese Tätigkeit der gegensinnigen Muskeln bei einer Bewegung nennen wir die mäßigende oder, nach Duchenne, die „moderatorische“ Bewegung.

Andere Muskeln verhindern, daß der seitwärts aufzuhebende Arm nach vorn oder nach hinten sacke. Ihre Tätigkeit können wir als die richtunggebende bezeichnen.

Erinnern wir uns endlich, daß der Arm sich gegen das Schulterblatt bewegt, welches seinerseits, um die Armbewegung sicher zu ermöglichen, durch Muskelzug fest an den Rumpf geheftet werden muß, so ersehen wir an dem gedachten Beispiel, daß sich auch die hier in Frage kommenden Schulterblattmuskeln an der Bewegung beteiligen müssen. In gleicher Weise müssen durch entsprechenden Zug die Muskeln längs der Wirbelsäule deren Gleichgewicht erhalten, denn dies Gleichgewicht ist durch Emporheben des Armes an nur einer Körperseite gestört. Diese gesamten, wenn auch nur leichten Muskel-tätigkeiten zur Festlegung des Schulterblattes und des entsprechenden Abschnittes der Wirbelsäule bezeichnen wir als haltende (statische) Muskel-tätigkeit.

In dem angeführten Beispiel gehört zur Ausführung der Bewegung auch noch eine weitere Tätigkeit der Armmuskeln. Denn da der Arm durch das Ellenbogengelenk und das Handgelenk in sich beweglich gegliedert ist, so müssen, soll der Arm als Ganzes wie ein Stab gestreckt gehalten werden, sowohl die Beuge- wie die Streckmuskeln rund um das Ellbogen- wie Handgelenk herum zusammengezogen sein. Auch diese Tätigkeit können wir als „haltende“ (oder statische) bezeichnen.

Bei der Koordination einer jeden, selbst einfacheren Bewegung haben wir es also zu tun mit:

1. der eigentlichen bewegenden oder kraftgebenden,
2. der mäßigenden und richtunggebenden und
3. der haltenden (oder statischen) Muskel-tätigkeit.

Es erforderte also eine anscheinend so einfache Bewegung wie das Seithochheben des gestreckten Armes die Zusammenarbeit einer außerordentlich großen Zahl von Muskeln, deren jeder in den verschiedensten Abstufungen der Arbeitsgröße mitwirkt. Der eigentlich kraftgebende

Muskel, nämlich der Deltamuskel, leistet sogar eine maximale Arbeit, wenn der seitlich gehobene Arm zugleich durch Tragen eines Gewichtes belastet wird, oder wenn seiner Arbeit ein Widerstand entgegengesetzt wird, oder wenn er endlich in einer längeren ermüdenden Halte verharren soll. Die anderen Muskeln am Arm und an der Schulter befinden sich dabei nur in leichterer Zusammenziehung oder in geringer Spannung. Allen mitarbeitenden Muskeln aber muß unser Zentralnervensystem die entsprechenden stärkeren oder geringeren Bewegungsreize zuschicken, soll anders die gewollte Bewegung genau in der bestimmten Form, in dem bestimmten Umfang, ohne Störung des Gleichgewichts und in guter Haltung vor sich gehen. Je verwickelter eine Bewegung ist, um so umfangreicher gestaltet sich somit auch die koordinierende Tätigkeit des Zentralnervensystems.

Übrigens liegt die Sache durchaus nicht so, als ob die eigentliche bewegende Tätigkeit, die Muskelarbeit, welche einer Bewegungsform den Charakter verleiht, so daß wir sie demgemäß benennen, stets den Hauptanteil an der geleisteten Muskelarbeit besäße, und als ob die mäßigenden sowie die haltenden Muskelaktivitäten nur die Rolle unterstützender Begleitbewegungen spielten.

Bei allen Gleichgewichtsübungen ist z. B. die statische Tätigkeit diejenige, welche weitaus in den Vordergrund tritt und die Ursache der eigentlichen Anstrengung bedingt. Beim Gehen etwa über eine schmale Schwebekante ist die Gangbewegung eine recht unwesentliche gegenüber der stetigen und schwierigen Gleichgewichtserhaltung. Bei einer Rumpfsenkung vorwärts ist die Muskelaktivität der Rumpfbeugemuskeln geringfügig gegenüber der haltenden Tätigkeit der Streckmuskeln des Rückens, denn diese müssen dabei unausgesetzt der Rumpflast das Gleichgewicht halten, damit der Rumpf nicht vornüberfällt.

Weiter: Um aus dem Beugehang, z. B. am Reck, mich langsam wieder niederzulassen in den Streckhang, muß der gebeugte Arm gestreckt werden. Diese Streckung wird aber nicht etwa durch den Streckmuskel des Armes ausgeführt, vielmehr ist es der Beuger, welcher beim Beugehang in der Hauptsache das ganze Körpergewicht trägt und nun durch langsam fortschreitenden Nachlaß seiner Zusammenziehung den Rumpf sich senken läßt. Turnerisch sprechen wir von einer Streckung, — während in Wirklichkeit es sich um den Nachlaß einer Beugung handelt.

Je mannigfaltiger eine Bewegung ist, um so schwieriger gestaltet sich ihre Koordination. Schwieriger nicht sowohl hinsichtlich der ins Spiel tretenden Muskeln, welche lediglich den ihnen auf dem Wege der zugehörigen Bewegungsnerven zugeführten Reizen gehorchen, als schwierig hinsichtlich des nervösen Zentralorgans. Denn dieses muß im gegebenen Augenblick zahlreichen Muskeln mannigfache, in ihrer Stärke fein abgewogene Bewegungsreize zukommen lassen. Die Mög-

Darüberwiegen  
der statischen  
Tätigkeit.

Darüberwiegen  
der  
mäßigenden  
Tätigkeit.

Erlernen  
und Me-  
kanisieren  
schwieriger  
Bewegungs-  
aufgaben.

lichkeit dieses Vorganges wäre wenig begreiflich, wenn nicht unsere willkürlichen Bewegungszentren im Gehirn und Rückenmark die Fähigkeit besäßen, diesen komplizierten Vorgang für jede Bewegungsform, nachdem sie 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 unseren Zentralorganen zuletzt derart ein, daß der Entschluß des Willens, diese nun schon gekannte und somit den Bewegungsorganen geläufige Bewegung auszuführen, hinreicht, um die gesamten dazu nötigen Assoziationen im Zentralorgan und damit die ganze Summe von Bewegungsreizen in all ihren Abstufungen mit einem Schlage wie von selbst auszulösen. Diese Eigenschaft unseres Willensorgans macht es möglich, daß die sichere Beherrschung der koordinierenden Tätigkeit erlernbar ist, und daß die zusammensetzenden Grundformen aller möglichen Bewegungen als sicherer Besitz im Gehirn gewissermaßen aufgespeichert werden können. Je besser gekannt eine Bewegung ist, um so weniger ist eine bewußte koordinierende Tätigkeit notwendig.

Anders wird die Sache, wenn es sich um noch nicht gekannte neue Bewegungsformen, oder wenn es sich um Abänderungen bekannter Bewegungen handelt. Hier fehlt dem Nervensystem das schon vorhandene, das eingegrabene Erinnerungsbild. Dieses muß dann erst durch Versuche neugeschaffen, es müssen neue Muskelkombinationen gesucht, müssen gewissermaßen neu entdeckt werden.

Da bei einer noch nicht bekannten, nicht geläufigen Bewegungsform das Schätzungsvermögen über das aufzuwendende Kraftmaß unsicher ist, so wendet der Lernende, um nur ja sicher zu gehen, ein Übermaß von Kraftaufwand an. Vor allem sind es die haltenden Muskeln des Skeletts, welche dann ganz unnötig zusammengezogen und angestrengt werden. Krampfhaft ziehen sich die Streckmuskeln wie die Beugemuskeln zusammen und machen die Glieder steif und ungelenkt. Es werden ferner ganz unnützerweise Muskeln mit herangezogen, welche zur Ausführung der gewollten Bewegung überhaupt nicht in Frage kommen. Daraus ergeben sich zwecklose Mitbewegungen, welche durch besonderen Willenseinfluß unterdrückt werden müssen.

Unsicherheit,  
Steifheit und  
unnötige  
Mit-  
bewegungen  
bei Un-  
geübten.

Wer denkt da nicht an den Schüler, welcher, noch ungeübt, mit krampfhaftem Griff, zappelnd und mit ängstlichen Mienen zuerst seine Gerätübungen macht? Oder an den Neuling, der Radfahren lernen soll und, ungelenkt sitzend, mit steifem Arm die Griffe der Lenkstange fest umklammert. Wie spielend leicht faßt dagegen und bewegt der fertige Fahrer die Griffe der Lenkstange!

Das Erlernen einer jeden neuen Übungsart vollzieht sich auf ähnliche Weise. Wer ungeübt ist und eine ihm noch unbekannte Be-

wegungsform ausführen und koordinieren soll, verbraucht ganz bedeutend mehr Muskel- und namentlich auch mehr Nervenkraft als der bereits Geübte. Sowie aber eine Bewegung geübt ist und in den Kreis bereits gekannter Bewegungen fällt, sowie also ihre Koordination ganz oder in der Hauptsache bereits geläufig ist, so vollzieht sie sich auch mit dem mindestmöglichen Aufwand von Muskel- und von Nervenkraft. Sie geht leicht, d. h. ohne hinderliche, die Glieder steiflegende, statische Zusammenziehungen; sie geht in zweckentsprechender Form, d. h. unter Vermeidung unnötiger Mitbewegungen. Durch Übung findet also der koordinierende Wille schließlich die richtigste Lösung der gestellten Willensaufgabe, und diese richtigste Lösung ist zugleich die kraftsparendste, ja auch die gymnastisch schönste.

Die Schulung der koordinierenden Tätigkeit beginnt mit unserem Dasein. Unter mühsamen und zahlreichen Versuchen lernt das eben erst heranwachsende Kind zunächst richtig nach einem Gegenstand greifen, welchen es erlangen will, lernt weiter aufrecht sitzen, dann stehen, gehen, laufen, hüpfen, springen usw. Einen großen Kreis von Bewegungsformen, welche der koordinierenden Willenstätigkeit schon geläufig sind, bringt das Kind schon fertig zur Schule mit. Es bedarf keiner eigentlichen Elementargymnastik mehr. Die Grundlage ist gegeben, auf der sich dann weiterhin die Turnschule aufbaut.

So ist denn unser Turnen in seiner Fülle von Frei- und Gerät-Schulung der übungen in der Tat eine Schule der Koordination, d. h. der Geschicklichkeit und somit vielfach mehr Nerven- als Muskelgymnastik. Auf diesem Gebiete, nämlich auf dem der Geschicklichkeitsübungen, liegt die stärkste Seite des deutschen Schulturnens. Kein anderes gymnastisches System bietet eine solche Fülle mannigfaltigster Bewegungsaufgaben und ermöglicht eine gleich umfangreiche Schulung des Koordinationsvermögens. Wenn dem schwedischen Turnen, allerdings zumeist von oberflächlichen Beobachtern, häufig nachgerühmt wird, seine Übungen seien durchweg so leicht auszuführen, daß sie sofort von jedem gemacht werden könnten, dann wäre das sicher kein Vorzug, sondern begründete im Gegenteil einen Mangel. Es geht nimmer ohne Lernarbeit der Nerven ab, wenn man zahlreiche Bewegungsformen erst versuchen, dann beherrschen und schließlich deren Erinnerungsbilder im Zentralnervensystem gewissermaßen aufspeichern will. Der Geübte gelangt nur auf diesem Wege in den Besitz einer größeren Summe von Bewegungsformen, die ihm so geläufig sind, daß er sie nach Bedarf mit Leichtigkeit anwenden kann. Nicht nur das. Der reichliche Betrieb von Geschicklichkeitsübungen steigert auch die Fähigkeit unserer Zentralorgane, für irgendeine, auch ganz neue Bewegungsaufgabe in kürzester Frist und mit Sicherheit die richtigen Wege zu den ins Spiel tretenden Muskeln und Muskelgruppen zu finden. Mit einem Wort: das Ziel solcher Nervengymnastik ist sichere Beherrschung des Körpers

Koordination im deutschen Turnen.

Beherrschung des Körpers.

in allen Lebenslagen. Dies Ziel ist für die rechte Leibeserziehung mindestens ebenso wertvoll als die bloße Ausbildung der Muskulatur. Nur darf es nicht maßlos überschätzt und zum Hauptinhalt der Schulgymnastik werden, so daß letztere schließlich zu einer bloßen Bewegungsschule herabsinkt.

Reaktionszeit.

Die Übungen unserer Schulgymnastik werden ausgeführt auf Befehl. Dieser Befehl muß als Sinneseindruck zunächst zum Gehirn fortgepflanzt werden, muß hier ins Bewußtsein eintreten und durch die Aufmerksamkeit erfaßt werden. Es folgt dann nach gewisser Dauer die Willensanregung, und diese endlich muß die Bewegungsnerven entlang zum ausführenden Muskel laufen. Die Zeit, welche zum Ablauf all dieser Vorgänge, von der ersten Zeichengebung zur Erweckung einer Gefühlsregung bis zur Ausführung der durch die Zeichengebung oder den Befehl veranlaßten willkürlichen Bewegung nötig ist, nennen wir die Reaktionszeit. Ihre Dauer hat man für einfache zeichengebende Bewegungen durch das psychologische Experiment vielfach festzustellen versucht.

Dorheriges Koordinieren wohlgeordneter Bewegungen.

Ist eine Bewegung mehr verwickelter Art und nimmt die koordinierende Tätigkeit mehr in Anspruch, so muß auch die Reaktionszeit eine längere sein. Denn wohlkoordinierte Bewegungen muß sich unser Wille erst zurechtlegen, d. h. er muß sie vorher koordinieren. Bei schwierigeren Bewegungsformen wird diese vorherige Koordination dadurch erleichtert, daß diese Bewegungsform oder sagen wir Übung vor gemacht oder vorgeturnt und so dem Geiste ein Bild der Bewegung gegeben wird. Das erleichtert in hohem Grade die Überlegung: denn eine wohlkoordinierte Bewegung erfordert ebensowohl Überlegungszeit, wie ein jeder Denkkakt sie fordert.

Plötzliches Koordinieren.

Nun kommen aber — und dies gar nicht selten im Leben — auch Fälle vor, wo man Bewegungsanforderungen entsprechen muß, die ganz plötzlich an einen herantreten, wo also mit Zurechtlegung und Überdenken der auszuführenden Bewegung keine Zeit verloren werden darf. Dies kann nur gelingen auf Kosten der Genauigkeit der Koordination. Das heißt also: ganz plötzlich koordinierte Bewegungen fallen meist unordentlich aus. Indessen kommt es aber auch in solchen Fällen gar nicht auf die wohlgeordnete Form an, sondern lediglich auf den zu erreichenden tatsächlichen Zweck. Einem daherfliegenden Stein, einem überraschend losausenden Automobil weiche ich schnellstens aus, wenn mir mein Leben lieb ist, ganz gleich, ob dies in irgendeiner bestimmten und schönen Bewegungsform geschieht, — wenn ich nur nicht getroffen oder erfaßt werde! Der Ballspieler sucht den vom Gegner geschleuderten Ball zu haschen, zurückzuschlagen oder zurückzutreten, gleichviel, mit welcher Arm- oder Beinbewegung — wenn er ihn nur sicher auffängt oder abwehrt. Wenn ich ferner etwa zur Rettung meines eigenen oder eines anderen Lebens oder aus sonst einem drin-

genden Grunde über einen Zaun oder über eine Mauer u. dgl. schnellstens hinüber muß, dann überlege ich wahrhaft nicht erst lange, ob ich das mit Flanke oder Kehre oder Wende bewerkstellige, sondern ich mache nur, daß ich hinüberkomme, schnellstens! — ob mehr oder weniger kunstgerecht, ist gleichgültig! Nichts kommt in solchen Fällen auf die kunstgerechte Form an, sondern alles nur auf den tatsächlichen Bewegungszweck.

Die Notwendigkeit, solche plötzliche und schnellste Bewegungen herbeizuführen, d. h. die Schnelligkeit der Innervation zum Gegenstand der Übung zu machen, ist zweifellos eine ebenso berechtigte Seite der Nervengymnastik als auch die Übung in wohlkoordinierten, vorher zurechtgelegten, abgerundeten und kunstmäßigen Bewegungsformen. Die Eigenschaften, welche so erworben und angewendet werden sollen, sind: Geistesgegenwart und Schlagfertigkeit.

Geistesgegenwart und Schlagfertigkeit; deren Übung beim Spielen, Fechten und Ringen.

Zu diesen Schlagfertigungsübungen, welche weder im deutschen noch im schwedischen Turnsystem ihre Stätte finden, rechnen wir in erster Linie die feiner ausgebildeten Lauf- und Ballspiele; wir rechnen ferner dazu das Fechten und das Ringen.

Die Bewegungen beim Spielen, Fechten oder Ringen erfolgen (wenn wir von etwa betriebenen Vorübungen absehen) nicht nach Befehl, nicht nach gegebener Vorschrift, nicht nach dem erleichterten Vorbild des Dorturners, sondern auf selbstgefaßten Entschluß gemäß den plötzlich und unvorhergesehen eintretenden Ereignissen und Lagen im Verlauf eines Spiels, eines Fechtganges oder eines Ringkampfes. Es kommt ferner bei diesen Bewegungen vor allem darauf an, daß ein bestimmter Zweck sicher erreicht wird. Es gilt, Vorteile zu erlangen über den Gegner, unter Ausnutzung einer jeden sich anbietenden außerordentlichen Gelegenheit; es gilt, Angriffe unwirksam zu machen, mögen sie auch noch so unversehens eintreten; es gilt, auszuweichen oder dem dahinsausenden Ball geschickt zu folgen. Überlegungszeit ist da nicht viel gegeben. Auffassung der Lage, Entschluß, Ausführung des Entschlusses müssen in demselben Augenblick blitzschnell erfolgen.

Um die Reaktionszeit auf das denkbar geringste Maß herabzudrücken, wird durch einen Vorgang innerer Anspannung das gesamte Muskel- und Nervensystem in erhöhte Erregbarkeit versetzt, mit Energie gewissermaßen geladen. Für eine kurze Weile sehen wir dies z. B. beim Wettkämpfer, welcher an der Ablauflinie (am „Start“) gespannt dasteht, um dann unverzüglich, wie „aus der Pistole geschossen“, beim gegebenen Zeichen auch schon in voller Bewegung zu sein.

Abkürzung der Reaktionszeit.

Unausgesetzt muß solche Anspannung innegehalten werden beim Fechten und Ringen. Jeder auch nur momentane Nachlaß darin, der dem Gegner eine Blöße gibt, wäre hier verhängnisvoll. Diese an-

Innere dauernde Anspannung beim Fechten und Ringen.

haltende erhöhte Erregung des Nervensystems bewirkt, daß solche Übungen — ganz abgesehen von der etwa aufzuwendenden Muskelarbeit — auch ganz außerordentlich ermüden und erschöpfen. Wirklich kunstgerechtes Fechten und ernstgemeintes Ringen sind daher anstrengende Übungen für das Nervensystem.

Schlag-  
fertigkeit  
beim Spiel.

Anders bei den Spielen. Hier ist solche Spannung, ist solche Schlag- und Sprungbereitschaft nur für besondere Augenblicke des Spiels erforderlich. Anspannung wechselt fortwährend mit Zeiten der Entspannung oder der Erholung. So wird beim Spiel übermäßige Aufregung und erschöpfende Nervenspannung vermieden.

In der für das ganze Wesen eines Menschen und für zahlreiche Lagen des Lebens so wichtigen Übung und Entwicklung der Schlagfertigkeit, der Geistesgegenwart, der Schnelligkeit der Willensbildung und Willensübertragung ist daher das Spiel die zuträglichste und namentlich für die heranwachsende Jugend bestgeeignete Form. Unsere feineren Kampfspiele zeitigen zudem gegenüber dem Fechten und Ringen eine ungleich größere Verschiedenheit von Zufällen, von besonderen, neuen, so noch nicht dagewesenen Lagen. Sie sind wechselvoller in ihrem Verlaufe. —

Die hier als Schlagfertigungsübungen zusammengestellten Übungen des Fechtens, des Ringens und der Spiele zeigen im übrigen hinsichtlich ihrer Einwirkung auf den Körper große Verschiedenheiten. Denn man rechnet das Ringen bezüglich der Muskeltätigkeit dabei zu den schwersten allgemeinen Kraftübungen, das wirklich kunstgerechte Fechten zu den feinsten Geschicklichkeits- und lokalisierten Kraftübungen. Bei guten, frischen Spielen treten dagegen — neben der Geschicklichkeit im Ballfangen, -werfen und -treten — mehr die Schnelligkeitsbewegungen, insbesondere der Lauf, in den Vordergrund.

Beim Fechten kann die längere Anspannung des Nervensystems selbst nervenerschöpfend wirken. Das gilt natürlich nur für gute, leidenschaftlich kämpfende Fechter. Im übrigen ist für die noch nicht voll erwachsene Jugend auf unseren Schulen das Fechten eine Übungsart, die hier noch entbehrt werden kann. Wir wollen gewiß nicht übersehen, daß regelmäßiges Fechten neben der Belastung des Nervensystems, die mit zunehmender Fertigkeit sich immer mehr geltend macht, zu mancherlei besonders geschickten, ja sogar ziemlich umfassenden Muskelbewegungen erzieht. Keine Übung wird aber so leicht rein einseitig — und zwar, da von 100 Menschen etwa 97—98 Rechtshänder sind —, nur rechts betrieben als gerade das Fechten. Die Folge ist, daß häufig betriebenes Fechten den Körper äußerst ungleichmäßig entwickelt, und daß namentlich, wie Demeny gezeigt hat, die mächtigen Streckmuskeln des rechten Oberschenkels sich in geradezu entstellender Weise gegenüber den gleichen Muskelpartien des linken Beines entwickeln. —

Anders liegt die Sache bezüglich der Beteiligung des Nervensystems bei denjenigen Übungen, welche im deutschen Schulturnen nach dem Vorgange von Adolf Spieß eine so große Rolle gespielt haben und zum Teil noch spielen: nämlich den Ordnungsübungen und den Reigen. Wir wollen diese Übungsarten hier zusammenfassen unter der Bezeichnung „Aufmerksamkeitsübungen“.

Belastung  
des Nerven-  
systems  
durch die  
Aufmerk-  
samkeits-  
übungen.

Um eine Schar von Schülern oder Schülerinnen gemeinsame Übungen machen zu lassen, muß ich diese Schar in irgendeine geordnete Aufstellung bringen, zu einem Kreis, wenn es wenige sind, zu einer Reihe, zu einem Reihenkörper, in Staffeln usw. Das ist, möchte ich sagen, ein handwerksmäßiges Erfordernis jeglicher Art von Schulgymnastik. Das Spießsche deutsche Schulturnen ging aber weiter. Es war ihm gar nicht mehr darum zu tun, auf irgendeinem kurzen Wege — der gewiß nicht immer derselbe zu sein braucht — zu einer solchen Aufstellung zu gelangen. Vielmehr wurden diese vorbereitenden Bewegungen im Verbande einer Schülerschar so ausgebildet, daß sie zu einem förmlichen, selbständigen und recht verwickelten System taktischer Bewegungen wurden, den sogenannten Ordnungsübungen. Da sehen wir unsere Schüler und Schülerinnen angespannt, um die verschiedensten Formen von Vor-, Neben- und Hinterreihen, von Drehungen und Schwenkungen, von Gegen-, Schräg-, Winkel- und Durchzügen, Umkreisen und Durchschlängeln, Ziehen zum Viereck, zum Kreuz, zum Kreis, zum Stern usw. zu erlernen. „Der Leib der geordneten Schar“, so sagt Adolf Spieß, „bedarf ebensowohl der Übung wie der Leib des einzelnen.“ Im Sinne der Herdenerziehung ein recht hübsch geschliffenes Schlagwort!

Ich aber sollte meinen, daß wir auf unseren Übungsplätzen keine Schulklassen als Ganzes zu erziehen haben, sondern junge Menschen, deren jeder für sich im Leben in Frische, Gewandtheit und Tatkraft dazustehen hat.

Für den einzelnen Schüler ist die Bewegung bei diesen Ordnungsübungen eine so gut wie gänzlich unwirksame. Arbeit wird dabei ganz allein dem Gehirn zugemutet, und zwar durch die erforderliche Aufmerksamkeit auf die Befehle des Lehrers und durch die Einspannung in die vorgeschriebenen Folgen von Schritten und Schrittschen, Wendungen und Drehungen. Andauernde Aufmerksamkeit bedeutet aber für unser Nervensystem eine ähnliche Anstrengung wie eine andauernde maximale Zusammenziehung für den Muskel.

Bei den Reigen, mit welchen man im deutschen Turnen namentlich die Mädchen zu beglücken oder sagen wir besser zu behelligen pflegte, kommt zur angespannten Aufmerksamkeit auch noch die Belastung des Gedächtnisses hinzu. Eine Belastung, welche manche unserer Turnmeister sich mit Vorliebe auch bei zusammengesetzten Frei-, Hantel-

oder Keulenübungen leisten, in zahlreichen Zeiten, die schließlich gar noch ohne Befehl, nur zum Takt der Musik auszuführen sind.

Alles in allem: Der ausgedehnte Betrieb von Aufmerksamkeitsübungen, d. h. von Ordnungsübungen und Reigen, ist nichts anderes als eine Vergeudung der kostbaren, den Leibesübungen gewidmeten Zeit. Nicht nur das. Der geistigen Anstrengung durch den Unterricht in der Lernschule fügen solche Aufmerksamkeitsübungen nur eine neue Anstrengung, eine neue Belastung hinzu, — während es doch Aufgabe der Leibesübungen sein soll, gerade hier, soweit es wenigstens angängig ist, entlastend zu wirken.

Ermüdbarkeit des Nervensystems.

Unser Nervensystem ist in gleicher Weise der Ermüdung bei Leibesübungen unterworfen wie die Muskulatur, nur daß solche Ermüdungen des Nervensystems weit weniger örtlich beschränkt bleiben, als dies bei Muskeleermüdung der Fall ist, und weit eher das gesamte körperliche Befinden in Mitleidenschaft ziehen. Schon bei Beschreibung der Allgemeinerermüdung nach erschöpfenden Muskelleistungen sahen wir gerade die Beeinflussung des Nervensystems durch die im Blute kreisenden Ermüdungsstoffe in den Vordergrund treten: die verdrossene, reizbare Gemütsstimmung, das Gefühl der Erschlagenheit usw. An die schweren und andauernd nervösen Erscheinungen, wie sie sich nach anstrengendem und zu lang ausgedehntem Tränieren einstellen — ich meine das gefährdete Übertränieren (Overtraining) —, will ich nur im Vorbeigehen erinnern.

Wie die Muskulatur durch Übung immer weniger ermüdbar wird, so auch die Nerven. Schon bei den Erörterungen über die Koordination der Bewegungen durch unser Zentralnervensystem hatten wir betont, daß häufig in gleicher Weise ausgeführte Bewegungen dem Nervensystem schließlich ganz geläufig werden und dann bei Wiederholung auf nur geringen Willensanstoß hin fast wie von selbst erfolgen. Ein Unterschied in der Nervenarbeit, ähnlich etwa dem, der obwaltet, wenn ein Kind erst mühsam sich ein Klavierstück einübt, den Fingeratz ausprobiert, schwierigere Stellen häufig wiederholt, bis es schließlich das Stück sogar auswendig kann und beliebig oft herunterstürrt.

Geringere Ermüdbarkeit der Nerven bei automatischen und bei halb-automatischen Bewegungen.

Für die Bewegungen des Herzens, für die Bewegungen der Atmung sind Nervenzentren vorhanden, welche taktmäßig, rein automatisch, d. h. ohne Zutun unseres Willens, Zusammenziehung und Erschlaffung des Herzmuskels, Einatmung und Ausatmung bewirken. Auf die Herzbewegungen hat unser Wille gar keinen Einfluß; auf die Atembewegungen können wir wenigstens zeitweise willkürlich einwirken. Wir werden noch sehen, wie diese nervösen, unermüdbar tätigen Mechanismen sich dem Bedürfnis nach schnellerer und umfassenderer Arbeit augenblicklich, wo es nottut, anpassen, so daß wir es in der Hand haben, durch Hervorrufung dieses Bedürfnisses Herz und Lungen stärker arbeiten zu lassen, zu üben und zu kräftigen.

Diese rein automatischen, rhythmischen Bewegungsvorgänge beim Herzen und bei den Atemmuskeln sind vorbildlich gewissermaßen für die halb automatischen, rhythmischen Bewegungsformen der willkürlichen Skelettmuskeln. Ich erwähnte bereits vorhin die Ergebnisse von Versuchen mit dem Ergographen, wonach unsere Muskeln auf eine konstante kleinere Arbeitsgröße eingestellt sind derart, daß diese Arbeit in fortgesetzter Folge von Zusammenziehung und Erschlaffung stundenlang, ähnlich wie handwerkliche Hantierungen, ohne Ermüdung geleistet werden kann. Die Ursache dieser geringen Ermüdbarkeit liegt aber weniger in der Muskelsubstanz selbst als in der Fähigkeit der betreffenden Muskelnerven, in steter, gleicher Folge Reizstoß auf Reizstoß den arbeitenden Muskeln zuzufenden.

Die typischen halb automatischen Bewegungen sind aber die Fortbewegungsarten des Körpers, d. h. die Dauerbewegungen. Zuallererst wird so die Bewegung des Gehens halb automatisch, erfolgt fast von selbst nach geringstem Willensanstoß. Da der Gang alltäglich ausgeführt wird, so bewahrt das Rückenmark oder vielmehr bewahren die im Rückenmark gelegenen Bewegungszellen, welche wir als eine Zwischenstation zwischen den in der grauen Hirnrinde belegenen Bewegungszellen erster Ordnung und dem arbeitenden Muskel bezeichneten, ein sicheres Erinnerungsbild des Ganges mit all seinen Besonderheiten. Hier werden die Gehbewegungen ausgelöst auf leichten Willensanstoß hin ohne Inanspruchnahme der koordinierenden Tätigkeit. Allerdings nur der tagtäglich gewohnte Gang wird selbsttätig in dieser Weise reproduziert. Erfährt er Abänderungen, soll er schneller oder langsamer, ausholender oder kurzschrittiger ausgeführt werden, zwingt die besondere Beschaffenheit des Weges, zwingen kleine Verletzungen an Sehnen oder Gelenken zu anderem als dem gewohnten Ausstreiten, dann wird auch andauernd die Aufmerksamkeit, d. h. die koordinierende Willenstätigkeit in Anspruch genommen. Dann wirkt aber auch solch Gehen ungleich ermüdender als der gewohnte Alltagsgang, erfordert ungleich mehr Nerven- und ungleich mehr Muskelarbeit.

In gleicher Weise wie das Gehen werden auch der Dauerlauf, das Rudern, das Radfahren, das Schwimmen in bestimmter, eingewöhnter Form der Ausführung zu halbautomatischen Bewegungen.

Da nun die genannten Bewegungsformen wichtige Leibesübungen darstellen, bei welchen es auf vollkommene Haltung, auf Schönheit und Kraft der Bewegung, auf Schnelligkeit und auf Leistungsfähigkeit ankommt, so ist es notwendig, ihre Eingewöhnung wo möglich von vornherein nur in vollkommenster Art herzustellen. Unser Rückenmark übt keine gymnastische Kritik: wird eine solche Bewegung immerzu mit denselben Fehlern und Unvollkommenheiten ausgeführt, so wird eben diese unvollkommene und fehlerhafte Form geläufig und halbautomatisch. Es kostet dann schon eine erhebliche Mühe, solche eingewöhnten

Erziehung  
halbauto-  
matischer  
Bewegungen  
zu guter  
Form.

mechanischen, stets wiederkehrenden Mängel zu beseitigen und eine neue, bessere Form der Bewegung dem Rückenmark als Erinnerungsbild einzuprägen. Wird dagegen bei der ersten Einübung stets streng auf gute Form gehalten, so bleibt solche als dauernder Gewinn.

Will man ein Rennpferd erziehen, so läßt man es zuerst von ganz leichten, kleinen Jungen oder Jockeys einreiten, damit das Tier unter möglichst geringer Last sich bequem und spielend schnellste Gangart angewöhne. Ist diese zur gewohnten Gangart geworden, so erfolgt sie auch stetig in gleichem Stil halbautomatisch, selbst wenn man einen schwereren, erwachsenen Reiter auf das Tier setzt.

Eine Eingewöhnung in guter Form oder in gutem Stil geschieht natürlich am leichtesten von vornherein beim Erlernen von neuen, noch nicht gekannten Bewegungsarten, wie z. B. Schwimmen, Rudern, Radfahren. Beim Gehen muß man dagegen mit schon vorhandenen Unvollkommenheiten und fehlerhaften Gewohnheiten in bezug auf Körperhaltung, Aufsetzen der Füße, selbst Ungleichheit der Schritte rechts und links, ferner auf Schwankungen des Oberkörpers u. dgl. rechnen. Darum ist im Schulturnen stets vorab eine straffe Gang- und Marschschulung am Platze.

Erholende  
Wirkung  
halbauto-  
matischer  
Bewegungen  
für das  
Gehirn.

Fragen wir uns nun, welche Vorteile diese halbautomatischen Bewegungsarten hinsichtlich der Nervenarbeit bieten, so ist der Hauptvorteil der, daß eben solche Nervenarbeit auf ein ganz geringes Maß zurückgeführt wird, daß namentlich die Arbeit des willengebenden Zentralorgans, des Gehirns, so gut wie ausgeschaltet bleibt. Darum ist trotz ungleich größerer Muskeltätigkeit bei halbautomatischen Bewegungen, d. h. bei Dauer- und Schnelligkeitsübungen, die Ermüdbarkeit weit geringer, als dies bei rein willkürlichen Bewegungen der Fall ist, also bei den Kraft-, Geschicklichkeits- und den Aufmerksamkeitsübungen.

Es wird mithin bei den halbautomatisch sich vollziehenden Dauer- und Schnelligkeitsbewegungen der denkbar geringste Aufwand von Willens- und Nervenkraft im Verhältnis zur mechanischen Leistung beansprucht. Sie wirken deshalb für das Nervensystem und insbesondere für das Gehirn erholend.

Nur dann tritt die kraftgebende Willensstätigkeit auch bei Schnelligkeits- und Dauerbewegungen stärker hervor, wenn solche Bewegungen über ihren eingewöhnten Rhythmus und über das ohne sonderliche Ermüdung mögliche Maß hinaus gesteigert werden zu Höchstleistungen, sei es in bezug auf Schnelligkeit, wie bei Wettübungen, sei es in bezug auf Dauer, die dann zur Überdauer wird. Bei derartiger Steigerung muß dann auch in ähnlicher Weise höchstmögliche Energie und Willensanstrengung aufgeboren werden, als wie dies bei Kraftübungen der Fall ist. —

Noch einige Worte über das Verhältnis von Takt und Automatie. Wir sahen, daß solche Bewegungen, welche stets unwillkürliche sind, wie Herzschlag und Atmung, sich in bestimmter Taktfolge vollziehen; wir sahen ferner, daß Bewegungen, welche ursprünglich rein willkürliche sind, dann zu halbautomatischen, d. h. zu halbwegs unwillkürlichen werden, wenn ihre Ausführung taktmäßig gestaltet wird. Diese Zurückdrängung der bewußten Willensbewegung wird noch mehr ausgesprochen, und die Automatie untergeordneter Nervenzentren wird noch mehr zu herrschenden, wenn die Bewegungen begleitet werden durch gleichzeitige, von außen zugebrachte Sinneseindrücke, die in genau demselben Taktmaß erfolgen. Namentlich gilt das von Gehörseindrücken. Lautes, taktmäßiges Zählen, taktmäßiges Aufschlagen mit irgendeinem festen Werkzeug, Liederklang, der laute Schall der Marschschritte reißen schon unwillkürlich eine marschierende Abteilung zu gleichem Schritt und Tritt hin. Noch mehr ist dies der Fall bei Marschmusik in scharfen Rhythmen und bei Trommelschlag. Solche rhythmischen Schalleindrücke verstärken in außerordentlichem Grade die Automatie der Bewegungen, ja regen dazu an, fast mächtiger als der Wille. Denn diese rhythmischen, gleichmäßigen Taktschläge, scharf markiert, stellen geradezu Bewegungsanreize dar, welche die willkürlichen Erregungen ausschalten und ersetzen.

Takt und Automatie.

Noch sinnfälliger wie beim Marsche tritt die Entäußerung des Willens, die Herrschaft der taktgebenden Musik hervor beim Tanze, und hier ganz besonders bei unseren bekannten Rundtänzen. Wie im Halbtraum vollziehen sich die eingelernten Bewegungen des Rundtanzes mechanisch zu den Klängen der Musik. In der Entäußerung und Einschläferung des Willens, in der Hingebung an die bewegungsweckenden Taktklänge der Musik, kurz, in dem rauschähnlichen Zustand, in welchen der Rundtanz versetzt, liegt zweifellos ein Hauptanreiz des Tanzens für das Nervensystem.

Auch daß die Innehaltung einer bestimmten Taktfolge bei schwerer körperlicher Arbeit in Verbindung mit dem Gehörseindruck rhythmischen Gleichklanges die Ermüdbarkeit stark herabsetzt, die Arbeit also leicht macht, ist eine Erbweisheit des Menschen von der Urzeit an. Von zahlreichen Völkerschaften kennen wir uralte Strophen und Liedchen, deren Weisen mit stark ausgeprägter und betonter Taktfolge die Arbeit im Hause und in der Werkstatt begleiten und erleichtern sollten. Nach dem Takt solcher Arbeitslieder wurde mittels der Handmühle das Getreide gemahlen, flog das Weberschiffchen, wurde die Wäsche geklopft usw. In seinem bekannten Buche „Arbeit und Rhythmus“ hat K. Bücher deren eine große Anzahl zusammengestellt. In ausgesprochenem Rhythmus hämmern der Schmied, der Schlosser, der Klempner, der Kessler, klopft der Schuster, sägt, hobelt und raspelt der Tischler. Wahre Trommelmärsche vollführen die Fleischer auf dem Hackbrett, die Küfer beim

Taktfolge bei körperlicher Arbeit.

Aufhämmern der Fahrreisen; zu fast melodischer Taktfolge vereint sich der Klang der Drehschlegel beim Drehen.

Satzliche  
Anwendung  
rhythmischer  
Ausführung  
bei Leibes-  
übungen.

So lage es nahe, die Erleichterung, welche Rhythmus und Takt der willengehenden Nervenarbeit bringen — und diese Krafterparnis ist der Grund jener handwerksmäßigen Gepflogenheiten —, auch nutzbar zu machen für das Gebiet der Leibesübungen und selbst solche Übungen taktmäßig ausführen zu lassen, welche an sich eine rhythmische Folge nicht bedingen. Ich habe bereits vorher darauf hingewiesen, daß das Zeitmaß einer jeden Bewegung sich aus deren besonderem Charakter zu ergeben habe. Die eine Bewegung bedingt, um wirksam zu sein, eine kraftvoll schnellende, die andere eine schwunghaft ausholende, die dritte eine gleichmäßig langsame und zügige Ausführung. Es hieße sie ihres besonderen gymnastischen Charakters entkleiden, wollte man sie alle in einen gleichmäßigen rhythmischen Gleichtakt einspannen.

Ja, noch mehr. Die taktmäßige Ausführung gibt allen solchen Bewegungen auch einen mehr oder weniger ausgesprochenen halb-automatischen Charakter, während doch gerade bei zahlreichen Übungen die Entwicklung fester, bestimmter Willensgebung ein hervorragend wichtiges Ziel leiblicher Erziehung ist. Wo es auf quantitative Muskelleistung ankommt, da ist die Taktarbeit am Plage — nicht aber, wo es die Erziehung der Willensarbeit, wo es qualitative Leistungen gilt. Im Gegenteil wirkt jede Gymnastik, welche darauf aus ist, die kraftgebende Willensanregung möglichst durch den taktgebenden Rhythmus zu erleichtern und schließlich zu ersetzen, auf die Dauer geradezu entmannend und entnervend. Nur ein Verkennen physiologischer Grundwahrheiten, nur psychologischer Unverstand konnte dazu führen, die taktmäßige Ausführung von Frei- wie Geräturnübungen, wo möglich zum Klang fragwürdiger Musik (Pianosorte in der Turnhalle!), als einen Gipfel gymnastischer Ausbildung hinzustellen. Immer wieder taucht so ein neues System sogenannter „rhythmischer Gymnastik“ auf. Auch hier wieder die im schlimmen Sinne des Wortes schulmeisterliche Ansicht, ob man nicht Menschen, sondern Schul- oder Turnklassen zu erziehen oder zu dressieren habe, und als ob für Schulturnabteilungen das ideale Vorbild ein mechanisches Theater mit automatisch sich im Gleichtakt bewegenden Puppen sei!

Tonische  
Automatie.

Neben der rhythmischen Automatie ist in unserem Nerven- und Muskelsystem auch noch eine andere Art so gut wie unwillkürlicher Bewegung oder Haltung tätig: das ist die tonische Automatie, d. h. die fast selbsttätige Gleichgewichtserhaltung durch dauernde leichte Muskelzusammenziehung oder Muskelspannung. Wir haben früher uns vor Augen geführt, daß die Erhaltung des Gleichgewichts, namentlich des bewegten Körpers, große Muskelgruppen in Anspruch nimmt und bei noch ungewohnten Haltungen sowie bei Ver-

Schiebungen des Schwerpunktes schwierig und mühsam ist. Dagegen kommt diese Gleichgewichtserhaltung dem koordinierenden Willen gar nicht mehr zum Bewußtsein, d. h. ist so gut wie automatisch geworden bei alltäglichen Bewegungen. So beim Gehen, beim Treppensteigen, beim Laufen usw., wo es sich doch stetig um starke Verlagerungen des Schwerpunktes handelt. Ganz automatisch ist auch die Gleichgewichtserhaltung dem geübteren Radfahrer geworden; er empfindet gar nicht, daß andauernde Spannungen der zahlreichen Becken- und Rückenmuskeln notwendig sind, um den Rumpf auf dem Sattelsitz zu balancieren, und daß diese Spannungen Änderungen eingehen müssen beim Fahren von Kurven. Und doch, wie mühsam mußte er das zuerst lernen! Wie unsicher fühlte er sich als Neuling auf der schwankenden Maschine! War er beim Erlernen des Radfahrens auf einer ovalen Radfahrbahn zuerst stets nach links herum gefahren und kann das dann leidlich, — wie kläglich fällt sein erster Versuch aus, nun auch einmal in umgekehrter Richtung, nach rechts herum sich auf seinem Stahlroß zu bewegen!

Wird der Körper schnell über eine stark gekrümmte Linie — z. B. Kreislinie, Spirale oder Teile einer solchen — bewegt, so sucht die Zentrifugalkraft den bewegten Körper aus dieser Linie in der Richtung der Tangente nach außen hinauszuschleudern. Um dem entgegenzuwirken, muß der Körper gegen das Zentrum des zu passierenden Kreisbogens hin geneigt werden, und zwar um so stärker, je kleiner der durcheilte Kreisbogen und je schneller die Fortbewegung ist. Diese Neigung der Längsachse des Körpers sehen wir besonders ausgesprochen beim Bogenfahren der Eisläufer, beim Reiter im Zirkus, beim Kurvenfahren des Radfahrers, — wo übrigens noch die Neigung oder Überhöhung der Fahrbahn zu Hilfe kommen muß; wir sehen sie beim Kreis-, Schlingel- oder Schneckenlauf des Turners. Übung und Erfahrung lehren uns zuerst das nötige Maß der Körperneigung, schließlich aber wird dies Maß in ganz zutreffender Weise und so gut wie selbsttätig dem Grad der Bewegung sowohl wie der Krümmung des zu durchmessenden Weges angepaßt, ohne daß sich der Schlittschuhfahrer, der Radler oder Läufer jedesmal über die wirklichen Kräfte Rechenschaft abzulegen braucht und mit bewußtem Willensakt seine Haltung für jeden Moment entsprechend einrichtet. — Dies nur ein Beispiel für die mannigfaltige Art selbsttätiger Gleichgewichtserhaltung durch die sogenannte tonische Automatie. Auch hier sind es besondere untergeordnete Nervenzentren, welche zu dieser Arbeit die Großhirnrinde entlasten. Diese Nervenzentren der Gleichgewichtserhaltung sind belegen im Klein- sowie im Mittelhirn.

Für den Ablauf der Vorgänge, welche bei Leibesbewegung und Leibesübung im Zentralnervensystem statthaben, kommt noch ein anderes stark in Betracht: das ist die seelische Stimmung, das Vorhandensein von Lust- oder von Unlustgefühlen. Wir haben gerade

Auto-  
matisches  
Gegen-  
wirken  
gegen den  
Einfluß der  
Zentri-  
fugalkraft.

Lust- und  
Unlust-  
gefühle und  
ihre Einfluß  
auf den Ab-  
lauf von Be-  
wegungen.

hiermit bei den Leibesübungen unserer Jugend in hohem Grade zu rechnen.

Gefühls-  
leben des  
Kindes.

Lustgefühle, wie Freude und Heiterkeit, Wetteifer, Empfindung der Leistungsfähigkeit und Kraft, daraus erwachsender Tatendrang und dergleichen, steigern die Herztätigkeit, versehen das Nervensystem wie die Muskeln in erhöhte Erregbarkeit und begünstigen schnellsten Ablauf aller Bewegungen. Für den rechten Erfolg der Schulgymnastik kann gar nicht genug beherzigt werden, daß das Schulturnen durchweht sein muß von frischem, fröhlichem Geiste und nach dem immer wieder angeführten Worte Guts Muths eine Arbeit sei „im Gewande jugendlicher Freude“. Dies ist besonders wichtig für die ersten Schuljahre, für das Kindesalter vor Beginn der Entwicklung. Denn beim Kinde ist die Sensibilität eine besonders starke; auf sein Seelenleben und namentlich auf seine Willenshandlungen wirken alle Gefühls-empfindungen und Gefühlsvorstellungen in weit höherem Grade bestimmend ein, als dies in späteren Lebensaltern der Fall ist. Darum suchen wir hier auch die geforderten Willensbetätigungen möglichst durch gleichzeitige Erweckung von Lustgefühlen zu erleichtern und bieten reichlichere Muskelbewegung dem Kinde in Form der Spiele, und zwar der Neck- und Scherzspiele, deren Hauptinhalt fröhliches Tummeln ausmacht: Haschen oder Zock, Suchs ins Loch, Ringschlagen, Katz und Maus, Schwarzer Mann, Jagdspiel, Urbär, Dritten abschlagen, und wie diese Spiele alle heißen mögen. Das frohe, ungebundene Tummeln auf dem Spielplatz, draußen unter freiem Himmelszelt, ist, wie Herbert Spencer mit Recht einst bemerkte, für die Jugend eine wahre Nervenstärkung. Die Summe von Bewegung, vornehmlich von Laufbewegung, welche das Kind bei lebhaftem Spiel „spielend“ bewältigt, die würde ihm schwer fallen, wenn nicht unmöglich sein zu erreichen, sollte das Kind dieselbe Bewegungssumme oder, besser gesagt, dieselbe Laufftrecke etwa auf Befehl des Lehrers ausführen.

Wekung  
der Willens-  
kraft.

Nur dürfen wir weiterhin hierbei nicht stehenbleiben. Beim reiferen Knaben und beim Jüngling soll vielmehr die Willensbetätigung zur Willenskraft führen, d. h. die Willensanregungen sollen stark genug sein, um nicht nur die Erleichterung durch begleitende Lustgefühle entbehren zu können, sondern um auch hemmende Unlustgefühle unwirksam zu machen und niederzuringen.

Solche Unlustgefühle können physischer Art sein und ihren Ursprung in unangenehmen, schmerzlichen Erregungen der Empfindungsnerven haben. Ich nenne da: Dehnungen und Pressungen der Bänder und Muskeln, unsanftes Anprallen und Anstoßen beim Gerätturnen; Erschütterung des Körpers bei heftigem Niedersprung; Püffe, Stöße, Tritte und Anwürfe beim Spiel; Kälteeinwirkung des Wassers beim Schwimmen usw. Alles das bleibt dem Jüngling, der Leibesübungen treibt, nicht erspart. Es können aber auch diese Unlustgefühle aus

einer Reihe von hemmenden Vorstellungen bestehen, wie Gefühl der Unzulänglichkeit und Besorgnis des Mißlingens, Furcht vor Verletzung, vor Gefahren usw. Im ersteren Falle, d. h. bei Überwindung physischer Unlustgefühle, sprechen wir gemeinhin von Abhärtung der Willenskraft, im letzteren Falle, wo es die Mißachtung von Gefahren gilt, von Mut. Die unbedingte Unterdrückung aller dieser unangenehmen Empfindungen und hemmenden Vorstellungsreihen durch den Willen hinterläßt aber auch erhöhtes Kraftbewußtsein. Dieses wird dann zu einem dauernden Lustgefühl, welches sich so stark geltend machen kann, daß von frischer, unternehmungsfreudiger Jugend der Wert einer körperlichen Leistung oft genug gerade danach bemessen und hoch eingeschätzt wird, wie sehr es dabei galt, physisches Ungemach und Schmerz zu überwinden und hohen Wagemut zu beweisen! Die Widerstandskraft und der Mut, welche so aus der Übung und Mehrung der körperlichen Leistungsfähigkeit herauswachsen, werden schließlich auch zur Charaktereigenschaft. Leichter vollzieht sich beim Mutigen der Entschluß zu bestimmten Willenshandlungen, schneller und sicherer die Umsezung des Entschlusses in die Tat.

Handelt es sich hier auch zunächst nur um physische Abhärtung und physischen Mut, — bei richtig geleiteter Erziehung und entsprechend entwickeltem Gefühlsleben gesellen sich dem bald auch edlere Motive hinzu. So gewinnt die Erziehung der Jugend zum Mute durch Leibesübung, Spiel und edleren Sport nicht nur eine hohe Bedeutung für die Charakterbildung des einzelnen, sondern macht auch das nachwachsende Geschlecht unternehmender und fähiger zur Lösung wichtiger Kulturaufgaben im Dienste des Vaterlandes und der Menschheit!

Charakter-  
bildung.

## VII.

### Einwirkungen der Leibesübungen auf die Atmung und die Lungenentwicklung.

Die Erzeugung von Wärme und Energie in unserem Körper geht einher mit stofflichen Vorgängen, welche eine Art von Verbrennung darstellen. Fortwährend muß dem Körper Sauerstoffgas zugeführt werden, um den Kohlenstoff der Nahrung zu Kohlensäure zu verbrennen; die Kohlensäure muß stetig aus dem Körper wieder entfernt werden. Diese Aufgabe löst die Atmung, indem fortwährend in regelmäßigem Rhythmus eine bestimmte Luftmenge in die Lungen ein- und gleich darauf wieder ausgeatmet wird. Die eingeatmete Außenluft enthält etwa 79% Stickstoffgas und 21% Sauerstoffgas. Die Ausatmungsluft dagegen hat zwar denselben Gehalt an Stickstoffgas,

Der Gas-  
wechsel in  
den Lungen.

welches gänzlich unverändert in die Lungen ein- und ausgeatmet wird, dagegen sind in der ausgeatmeten Luft nur noch 16 % Sauerstoffgas enthalten: 5 %, also ein Viertel ungefähr der eingeatmeten Sauerstoffmenge, sind bei jedem Atemzug im Körper zurückbehalten worden. Neu treten aber in der Ausatemungsluft etwa  $4\frac{1}{2}$  % Kohlenensäuregas auf, welches also der Ausatemungsluft im Körper beigemischt und so aus diesem entfernt wurde. Die Gesamtheit dieser Vorgänge nennen wir den Gaswechsel in den Lungen. Ihn stetig zu unterhalten, ist der Zweck der Atmung.

Atemgröße. Die Luftmenge, welche wir bei der Einatmung in den Körper einführen und bei der Ausatmung wieder aus demselben entfernen, kann verschieden groß sein. Ihre Größe richtet sich nach dem Bedarf, und der Bedarf richtet sich nach dem Umfang der Lebensäußerungen selbst. So wird der Bedarf ein größerer bei jeglicher umfanglicheren Muskelarbeit. Ob es sich handelt um eine kurze, anstrengende Höchstleistung, wie etwa das einmalige Heben einer sehr schweren Last, oder um eine weniger anstrengende, aber länger fortgesetzte Arbeit, wie etwa das allmähliche Heben des Körpergewichts auf eine bestimmte Höhe durch Bergansteigen, — in beiden Fällen muß, dem Umfang der Arbeit entsprechend, sowohl die Menge des zu verbrauchenden Sauerstoffs wie die Menge der auszuscheidenden Kohlenensäure anwachsen. Die Atemgröße muß steigen.

Steigerung  
der Atem-  
größe bei  
Muskel-  
arbeit.

Beim Erwachsenen beträgt nun im Mittelmaß während der Muskelruhe die ein- und wieder ausgeatmete Luft in runder Zahl etwa 500 ccm, d. h. ein halbes Liter Luft. Bei 15 Atemzügen in der Minute passieren also die Lungen des Erwachsenen bei Muskelruhe  $15 \times \frac{1}{2} = 7,5$  Liter Atemluft, in der Stunde  $60 \times 7,5$ , das sind 450 Liter, und endlich in 24 Stunden, einen Tag hindurch, ventilieren wir  $24 \times 450$ , das sind etwa 10 800 Liter Luft.

Die Atemgröße wächst bei jeder Form von Muskelarbeit. Schon beim behaglichen Spazierengehen ventilieren unsere Lungen  $2\frac{1}{2}$  mal so viel als in der Ruhe; beim Wandern steigert sich die Atemgröße um das 4—5fache, beim Bergsteigen und Radfahren um das 6fache und noch mehr. Bei angestrengtem Wettrudern stellte Kolb sogar ein Anwachsen des Atemumfangs um das 19—20fache fest. Wie dies möglich ist, werden wir gleich sehen. Betrachten wir vorher nur eine der angegebenen mittleren Ziffern. Bei mäßigem Wandern oder Marschieren haben Smith, Jung u. a. eine Steigerung der Lungenventilation um das 4fache gemessen. Smith z. B. gibt für die Ganggeschwindigkeit von 4,8 km in der Stunde, das sind  $12\frac{1}{2}$  Minuten für 1 km, eine Steigerung der Atemgröße um das 4,3fache an. Einen Kilometer in  $12\frac{1}{2}$  Minuten zurückzulegen, das ist ein so bequemer Wanderschritt, daß er selbst bei recht bescheidener Leistungsfähigkeit ganz gut sechs Stunden am Tage hindurch, etwa auf Morgen

und Nachmittag verteilt, innegehalten werden kann. Während dieser Marschstunden würde demnach die gesamte Atemgröße betragen: statt 7,5 Liter in der Minute  $4,3 \times 7,5 = 32,25$  Liter,

"	450	"	"	"	Stunde	1 935	"	und
"	2700	"	"	"	6 Stunden	13 610	"	

insgesamt ein Mehr von 10 910 Liter. Damit würde also eine solche sechsstündige Wanderung die Tagesmenge der ein- und ausgeatmeten Atemluft steigern von 10 800 Liter auf 21 710 Liter, d. h. mehr als verdoppeln.

Es ist unmittelbar ersichtlich, daß entsprechend dieser beträchtlichen Steigerung des Atemumfangs die Tätigkeit unserer Atemwerkzeuge erhöht sein mußte, mit anderen Worten: daß eine umfangreiche Atemübung stattfand.

Willkürliche Muskelbewegung irgendwelcher Art ist folglich an sich imstande, selbsttätig durch Steigerung der Atemgröße oder des Atemumfangs eine Mehrtätigkeit oder — sagen wir — Übung unserer Atemwerkzeuge herbeizuführen.

Übung  
der Atem-  
organe  
durch  
Mehrarbeit.

Fragen wir uns, wie diese Steigerung zustande kommen kann, so gibt es dazu zwei Wege: es kann entweder die Zahl der Atemzüge in der Zeiteinheit eine größere, die Atmung also eine schnellere werden, oder es kann der Atemumfang (die „Atemtiefe“) bei jedem Atemzuge zunehmen. Tatsächlich pflegt bei Dauerbewegungen nach Art des gegebenen Beispiels beides der Fall zu sein; nur wird, um dies vorwegzunehmen, die Zunahme der Atemgröße um so vorwiegender durch die Zunahme der Atemtiefe bei jedem Atemzuge bewirkt, je atemtüchtiger und atemgeübter einer ist.

Für gewöhnlich ist unser Atemgang rein automatisch. Regelmäßig geht er vonstatten auch im tiefsten Schlafe. Nur dann werden wir uns unserer steten Atemführung mehr bewußt, wenn besondere Umstände, z. B. Erschwerung oder Behinderung der Atmung, uns dazu zwingen. Die Änderungen der Atemgröße beim Sitzen, Stehen oder Gehen, die doch gar nicht so beträchtlich sind, drängen sich unserem Bewußtsein gar nicht auf. Anders schon, wenn wir in Hast mehrere Treppen hinaufsteigen oder gar laufen. Dann allerdings empfinden wir aufs heftigste, wie unser Brustkorb arbeiten muß, um sich aufs äußerste zu erweitern, wie er sich hebt und senkt, wie unsere Atemzüge immer schneller, ja keuchend werden, wie die gesamte Atmung sich immer mühevoller gestaltet, bis wir schließlich gezwungen sind, mit der überschnellen Bewegung innezuhalten, um uns zu „verschnaufen“, d. h. um den Atemgang wieder einigermaßen zur Ruhe kommen zu lassen. Aber das alles kam mit der Heftigkeit der Bewegung ganz von selbst, ohne Zutun unseres Willens. Unser Körper besitzt mithin Vorrichtungen, welche selbsttätig, d. h. ohne unsere Willensbeeinflussung, den Atemgang sowohl nach Zahl der Atemzüge wie nach Umfang der Atemtiefe

Auto-  
matische  
Atem-  
steigerung.

regulieren und die Atemgröße in Einklang bringen mit dem augenblicklichen Atembedarf.

Automatisches Atemzentrum im verlängerten Mark.

Es ist unser Nervensystem, welches eine solche regulierende Tätigkeit auf den Gang der Atmung ganz unabhängig von unserem Willen ausübt, indem es mit fast unbedingter Genauigkeit den Umfang und die Schnelligkeit der Atembewegungen dem jeweiligen Atembedarf anpaßt, und zwar augenblicklich. Der Sitz dieses regulierenden Atemzentrums ist belegen im verlängerten Mark, d. h. im Verbindungsteil zwischen Gehirn und Rückenmark. Man nannte diese Stelle auch den Lebensknoten, weil deren Verletzung sofortiges Aufhören der Atembewegungen und damit des Lebens zur Folge hat. Man stellte sich früher vor, daß der infolge von Muskelarbeit erhöhte Kohlen säuregehalt des Blutes dieses Nervenzentrum zu erhöhter Tätigkeit anrege. In jüngster Zeit haben es N. Zuntz und seine Schüler wahrscheinlich gemacht, daß auch bestimmte im Blute kreisende Stoffe, welche dem Stoffwechsel in den arbeitenden Muskeln entstammen, also Ermüdungsstoffe, das Atemzentrum reizen und damit die Atemsteigerung auslösen.

Reizung des Atemzentrums durch Ermüdungsstoffe.

Um ein sprechendes Bild zu haben von der so gut wie augenblicklichen Erregung des Atemzentrums bei heftiger Leibesübung, betrachteten wir einen Läufer, der auf dem Übungsplatz zu einem Wettlauf über 200 m antritt. Diese Strecke legt ein guter Läufer in 24, wenn nicht noch weniger Sekunden zurück. Eben steht ein solcher mit gewohnter ruhiger Atmung an der Ablaufstelle. Auf das gegebene Zeichen fliegt er über die ebene Laufbahn dahin, um in den wenigen Sekunden ans Ziel zu gelangen, — aber dies erreicht er fast atemlos, mühsam nach Luft ringend, mit kurzen, keuchenden Atemstößen, wobei die Brustwände heftig auf und nieder gehen. Kaum 24 Sekunden hatten also genügt, um die Atemarbeit von der Norm aufs Vielfache, bis zur äußersten Grenze der Atemmöglichkeit ansteigen zu machen. Allerdings handelte es sich dabei um eine ganz außergewöhnliche mechanische Leistung der Muskulatur — nämlich die, das ganze Körpergewicht in diesen wenigen Sekunden über die lange Strecke von 200 m dahinzuschleppen.

Steigerung zur Maximalgrenze der Atmungsfähigkeit.

Durch Ausnutzung dieser regulierenden Einrichtungen sind wir also imstande, unsere Atemgröße entweder nur so weit zu steigern, daß wir längere Zeit, ja stundenlang gleichbleibend umfänglichere Atemarbeit unterhalten, oder in kurzer Frist den Atemgang anzuwachsen zu machen bis zur Grenze der äußersten Leistungsfähigkeit der Atemwerkzeuge, bis hinan zur Atemerschöpfung. Ähnlich wie bei der Muskelarbeit haben wir es auch hier zu tun einerseits mit Dauerleistungen, die auf gleicher mittlerer Höhe bleiben, andererseits mit kurzdauernden Maximalleistungen. Beidemale ist damit erreicht eine Steigerung unserer Atemgröße weit über das gewohnte Maß hinaus.

Ein einfacher Versuch lehrt uns, daß wir nach einer gewöhnlichen Einatmung willkürlich noch ein großes Quantum Luft mehr einatmen können. Ebenso können wir nach einer gewöhnlichen Ausatmung mit einiger Anstrengung noch ein gut Teil Atemluft aus den Lungen mehr ausatmen oder ausblasen. Ein gewisses Quantum Luft muß auch nach der stärksten Ausatmung in den Lungen zurückbleiben. Die Luftmenge, welche wir für gewöhnlich bei Muskelruhe ein- und ausatmen, die „Atemungsluft“, beträgt, wie bereits angeführt, beim Erwachsenen etwa 500 ccm oder  $\frac{1}{2}$  l. Bei äußerster angestrenzter Einatmung können wir darüber hinaus noch mehr als das Dreifache, nämlich etwa 1600—1700 ccm, in die Lungen einpumpen. Diese Luftmenge bezeichnen wir als „Hilfsluft“. Andererseits ist es bei angestrenzter Ausatmung möglich, außer der „Atemluft“ noch weitere 1600 ccm aus der Lunge zu entfernen, die sogenannte „Ergänzungsluft“. Bei stärkster Ein- und Ausatmung atmen wir also eine Luftmenge ein und aus, die etwa  $1650 + 500 + 1600$ , das sind zusammen 3750 ccm beträgt, d. h. das Siebenfache der für gewöhnlich ventilierten Atemmenge. Wir nennen dieses gesamte Luftquantum, meßbar an dem sogenannten Spirometer (das von Hutchinson angegebene wird meist gebraucht), auch die Fassungskraft oder die vitale Kapazität der Lungen und benutzen solche Messungen zur Beurteilung der Atemkraft, ähnlich wie die Messungen mit dem Dynamometer zur Bestimmung der absoluten Muskelkraft dienen. Nach geeignetem regelmäßigen Betrieb von Leibesübungen sehen wir stets eine Zunahme der Fassungskraft der Lungen. Bei unseren Turnlehrerkursen, an welchen junge Leute, Lehrer und Studierende im Alter von 20—30 Jahren mit einer durchschnittlichen Lungenkapazität von 3200—3800 ccm teilnehmen, konnte ich eine längere Reihe von Jahren hindurch stets eine durchschnittliche Zunahme der Fassungskraft der Lungen von etwa 400 ccm nach ungefähr fünf bis sechs Monaten täglicher Leibesübung feststellen. — Bei der „schweren“ Mannschaft eines Berliner Rudervereins fand G. Kolb das hohe Durchschnittsmaß von 5600 ccm, bei der „leichten“ Mannschaft desselben Rudervereins eine durchschnittliche Fassungskraft von 4700 ccm. Das sind allerdings ganz außerordentliche Ziffern! Ich will dabei aber nicht den Hinweis unterlassen, daß wohl keine Leibesübung bei richtigem Betrieb derart die Atmung in Anspruch nimmt, vertieft und auch übt als gerade das Rudern.

Fassungs-  
kraft der  
Lungen oder  
vitale  
Kapazität.

Wir sehen also, daß allein schon durch tiefste Ein- und Ausatmung die Atemgröße auf das Siebenfache anwachsen kann. Wird bei solchem stark vertieften Atmen nun auch noch die Zahl der Atemzüge eine größere, steigt etwa um das Doppelte, d. h. von 15 auf 30 in der Minute, oder noch mehr, so erklärt sich leicht die Möglichkeit des Anwachsens des gesamten Atemumfanges bei gewissen Übungen auf das 12—15 fache, ja noch mehr, gegenüber der Atmung in der Körperruhe.

Möglich-  
keit des  
Anwachsens  
des Atem-  
umfanges.

Allerdings ist eine Steigerung in solchem Umfange nur auf ganz kurze Zeit erreichbar: sie führt bald weiter zur Atemerschöpfung oder Atemlosigkeit.

Welchen Wert hat es nun, durch Leibesübungen den Atemumfang gerade bis zur höchstmöglichen Ausdehnung zu steigern und wenigstens zeitweise kurzdauernde Maximalarbeit der Lungen herbeizuführen? Zur Beantwortung dieser Frage müssen wir noch auf einige grundlegende physiologische und hygienische Verhältnisse kurz zurückgreifen.

Be-  
rührungs-  
fläche  
zwischen  
Oberfläche  
der roten  
Blut-  
körperchen  
und der  
Lungenluft.

Der prompte Vollzug des Gaswechsels in unseren Lungen, die Aufnahme des Sauerstoffs aus der Einatemungsluft in das Blut mit Zuhilfenahme der roten Blutkörperchen, und weiter die Abgabe der Kohlensäure aus dem Blut an die einzuatmende Lungenluft sind rein physikalische Vorgänge. Sie vollziehen sich nur dadurch so vollkommen, so augenblicklich und so umfanglich, daß durch den Bau unserer Lungen innerhalb unseres Lungengewebes außerordentlich große Berührungsflächen gegeben sind zwischen der eingeatmeten Lungenluft und der Blutflüssigkeit. Berechnet man die Innenfläche eines Lungenbläschens und denkt sich die Flächen der (nach Huxley) 1700—1800 Millionen von Lungenbläschen ausgebreitet nebeneinander gelegt, so würden sie eine Fläche von 200 qm bedecken (Küß), und von dieser wieder kommen 150 qm, also die Bodenfläche eines schon ansehnlichen Schulsaales, allein auf die kleinsten Blutgefäße, nämlich die Haargefäße, welche die Lungenbläschen dicht umspinnen. Die Milliarden und Übermilliarden roter Blutkörperchen aber, welche in unserem Blute schwimmen und sich des Sauerstoffes in der Lunge zu bemächtigen haben, haben insgesamt eine Oberfläche, welche man für den Erwachsenen mit mittlerem Blutgehalt auf nicht weniger als 3200 qm berechnet hat. Da in den Lungen bei jeder Einatmung sich etwa 8% des Gesamtblutes des Körpers befinden, so ist die Oberfläche aller in den Lungen vorhandenen roten Blutkörperchen etwa 250 qm. Nur so wird es möglich, daß mit jedem Atemzug, bei nur sekundenlanger Berührung zwischen Blut und Einatemungsluft, sich die Blutkörperchen genügender Mengen von Sauerstoff zur Unterhaltung der Lebensprozesse bemächtigen können, — Mengen, die sehr beträchtlich werden, sobald auch noch umfanglichere Muskelarbeit zu unterhalten ist. Nun atmen wir für gewöhnlich nur mit einem Teil unserer Atemfläche, bei Körperruhe sogar nur mit einem Siebentel. Gleichwie aber der Muskel bei Nichtgebrauch verkümmert, so auch das Lungengewebe. Bei Ruhe oder nur mäßiger Körperbewegung sind es fast allein die unteren Lungenabschnitte, welche sich infolge der Tätigkeit des wirksamsten Atemmuskels, des Zwerchfells, am Atemgang beteiligen. Die oberen Lungenpartien, vornehmlich die Lungenspitzen, liegen dabei so gut wie müßig und werden untüchtig zur Atmung bei andauerndem Nichtgebrauch. Und doch bildet die volle Entwicklung der Atemorgane in einer allseitig ge-

richteten Leibesziehung eines der wichtigsten Übungsziele. Denn auf der geregelten und stets ausreichenden Arbeit der Atmungs- wie der Kreislauforgane baut sich zum großen Teile die ganze Fülle der Lebentätigkeiten auf.

Zunächst ist schon vom rein gymnastischen Standpunkt aus die Notwendigkeit umfassender Atemübung zu betonen. Denn genügt auch für den Gang des Alltagslebens mit mäßiger Anspannung der Körperkräfte eine mittlere Atemfähigkeit, so sind größere Leistungen nach Schnelligkeit, nach Dauer, ja auch nach Kraft nicht möglich ohne Atmungswerkzeuge, die derart geschult sind, daß sie mit Leichtigkeit und so gut wie augenblicklich den gewohnten Umfang der Atmung auf das Mehrfache, selbst auf das Vielfache steigern können. Vermögen das die Lungen nicht, ermüden die Atemwerkzeuge, so versagt auch die kräftigste Muskulatur. Die bestentwickelten Beinmuskeln taugen nicht zu schnellstem oder zu andauerndem Lauf, wenn die Lungen nur unvollkommen zu arbeiten imstande sind, — denn mit Recht ist gesagt, daß wir mehr mit den Lungen und auch mit dem Herzen laufen als mit den Beinen. Der Genuß frischen Wanderns, namentlich in die Gebirgswelt, ist voll nur dem gegeben, welcher den überaus gesteigerten Anforderungen an die Atemkraft stundenlang mit Leichtigkeit und ohne Beschwer zu genügen vermag.

Unsere Lungen sollen aber nicht nur solcher Leistungsfähigkeit wegen entwickelt werden, sondern — und damit kommen wir auf einen hygienisch wertvollen Gesichtspunkt — auch zur Widerstandskraft gegen krankmachende Einflüsse. Diesen sind aber die Atemwerkzeuge neben den Organen der Verdauung am meisten zugänglich. In erster Linie ist hier der mörderischsten aller Volkskrankheiten zu gedenken: der Tuberkulose. Sie nistet sich bekanntlich gerade an den Lungenspitzen zuerst ein. Diese bleiben jedoch unentwickelt, büßen an Elastizität ein und werden blutarm, wenn die Atemübung eine ungenügende ist. Daß tatsächlich Leibesübung nicht nur bei der Jugend, sondern auch bei Erwachsenen die Empfänglichkeit für Tuberkulose herabsetzt, zeigt der Einfluß des militärischen Lebens. Umfassende Erhebungen beim deutschen Heer haben ergeben, daß mit der Dienstzeit die Widerstandskraft gegen Tuberkulose wächst; ferner, daß die Mannschaften, welche tagtäglich in Wind und Wetter dem Waffendienst obliegen, weniger gefährdet sind und eine nicht unerheblich geringere Ziffer von tuberkulös Erkrankten aufweisen als die in Magazinen, Werk- und Schreibstuben u. dgl. beschäftigten Mannschaften. Bei ersteren waren in den Jahren 1890—98 1,84 vom Tausend an Tuberkulose erkrankt, von letzteren 4,9 (v. Schjerning).

Bei geringer Atemtätigkeit, d. h. wenn der Brustkorb in Folge schwächlicher Muskelentwicklung wie lahm herabhängt, oder umgekehrt, wenn der Brustkorb, faßförmig gestaltet, in Einatmungs-

Notwendigkeit umfassender Atemübung zur Ausführung größerer körperlicher Leistungen.

Erhöhung der Widerstandskraft gegen Erkrankungen der Lungen.

stellung verharret, kann der in den Luftröhren und Lungenbläschen angesammelte Schleim nicht ausgehustet werden. Da setzen sich dann leicht dauernde Katarre fest, während gut entwickelte Lungen in atemtüchtigem Brustkorb solcher Schädlichkeiten viel eher Herr werden.

Hat ferner eine Lungenentzündung ganze Abschnitte der Lungen einfach atemunfähig gemacht, so müssen die von der Erkrankung freigebliebenen Reste der Atemfläche den Atembedarf decken und können nur bei entsprechender Atemtüchtigkeit dies so lange bewirken, bis die Lösung der Entzündung den bisher ausgeschalteten Lungenabschnitten ihre natürliche Atemtüchtigkeit wieder gestattet.

Einflüsse  
des Schul-  
lebens auf  
die Lungen-  
entwicklung.

Und nun müssen wir auch noch auf die besonderen Einflüsse des Schullebens hinweisen. Das in der Schulbank sitzende Kind atmet nur ungenügend, nur mit einem kleinen Teil seiner Atemfläche. Namentlich werden die oberen Lungenabschnitte schlecht ventilert, was sich vor allem bei der Schreibhaltung geltend macht. Der Sitzzwang der Schule macht also das wachsende und regen Stoffwechsels bedürftige Kind während einer Reihe von Tagesstunden nur kümmerlich atmen, — und das auch noch in der oft recht fragwürdigen Schulluft. Kein Wunder, daß gerade in den ersten Schuljahren, wie die hohen Ziffern von zunehmender Blutarmut vom 6. bis 10. Lebensjahre beweisen, das Schulleben die Blutbildung und den Stoffwechsel stark beeinträchtigt.

Wichtigkeit  
der Atem-  
übung in der  
Schulzeit.

Alles das drängt dazu, bei den Leibesübungen der heranwachsenden Schuljugend die Lungenpflege durch Atemsteigerung zunächst und an erster Stelle zu beachten, und zwar in der Form der Schnelligkeitsübungen beim Spiel. Denn durch keine Art willkürlicher Atemübung kann eine derartige Zunahme des Atemumfanges erreicht werden als durch die unwillkürliche Atemsteigerung, welche bei den Schnelligkeits- und Dauerübungen statthat. Nach allen Durchmessungen wird hier der Brustkorb erweitert und, wie vorhin gezeigt, die gesamte Atemfläche zum Gaswechsel herangezogen. Dabei wird die Elastizität des Lungengewebes nicht nur vollkommen geschont, sondern auch günstig beeinflusst, — ähnlich, wie dies hinsichtlich der Elastizität des Muskels der Fall ist, wenn er aus größter Dehnung zur vollkommenen Zusammenziehung zu arbeiten veranlaßt wird. Von den Atemmuskeln werden zunächst zur umfanglichsten Leistung die stets tätigen oder eigentlichen Atemmuskeln herangezogen, also das Zwerchfell und die Zwischenrippenmuskeln — auch ein Umstand, welcher diese natürliche Atemübung der künstlichen weit überlegen macht. Bei größerer Atemsteigerung werden dann nach und nach auch die Hilfsmuskeln der Atmung beteiligt.

Hatte ich vorhin bemerkt, daß der Lauf beim Spiel bald mehr den Charakter einer Dauerübung, bald mehr den einer Schnelligkeitsübung trägt, so ist damit schon angedeutet, daß eine feste Grenze zwischen beiden nicht gegeben ist, — oder vielmehr, daß sich die Grenze ver-

schiebt je nach dem Grade der Übung und körperlichen Ausbildung. Eine Dauerübung ist für den Atemapparat eine solche, wo zwar der Atemumfang stark, um das Mehrfache, wie wir sahen, gesteigert ist, wo aber diese Steigerung unter voller Deckung des Atembedürfnisses gleichbleibend stundenlang unterhalten werden kann. Ist die Bewegung dagegen so schnell und so umfangreich und mit so hohem Stoffumsatz verbunden, daß das Atembedürfnis andauernd wächst, bis an und über die Grenze der Leistungsfähigkeit unserer Atemwerkzeuge, so muß schließlich der Punkt eintreten, wo die Lungen versagen und der physiologische Akt der Atemlosigkeit oder Atemerschöpfung sich einstellt und dazu zwingt, die Bewegung zu unterbrechen. Je nachdem die Stoffumsetzungen bei solcher Bewegung mehr oder weniger stürmisch auftreten und umfangreich sind, je nachdem die arbeitenden Muskeln bis zu einem gewissen Grade tränirt sind, und je nachdem der Übende volle Atemtüchtigkeit besitzt, tritt in solchem Falle der Zustand der Atemlosigkeit früher oder später ein, wird schneller oder langsamer überwunden.

Steigerung  
des Atem-  
gangs bei  
Dauer-  
übungen.

Atemlosig-  
keit nach  
Schnellig-  
keits-  
übungen.

Wie eingreifend auf den Körper der Zustand der Atemlosigkeit wirkt, und wie schnell sich danach die Leistungsfähigkeit wieder voll herstellt, das hängt indes außerdem auch von den Kreislaufstörungen ab, die damit verbunden sind. Ich werde daher bei der Erörterung der Beeinflussung unserer Kreislauforgane durch Übung ebensowohl auf den Akt der Atemlosigkeit nach Schnelligkeitsübungen wie auf den der Pressung bei anstrengenden Kraftübungen später zurückkommen müssen. —

Im vorhergehenden sprachen wir lediglich von derjenigen Atemübung, welche bei Leibesbewegungen auf indirektem Wege sich vollzieht; nämlich durch Erregung des unwillkürlich arbeitenden Atemzentrums. Dem steht gegenüber die direkte willkürliche Beeinflussung des Atemganges, welche in mannigfacher Weise möglich ist und demgemäß zu einem ausgebildeten System der Atemgymnastik geführt hat.

Willkürliche  
Atem-  
gymnastik.

Wir sind imstande, willkürlich unseren Atemgang zu verlangsamen oder zu beschleunigen; wir können nach Belieben flacher atmen oder tiefe, umfangreiche Atemzüge machen; wir können mehr mit den oberen Brustteilen oder mit den Flanken oder mit den unteren Lungenabschnitten (mit dem Zwerchfell) atmen. Wir können die Einatmung langsam, die Ausatmung kurz und stoßend erfolgen lassen oder umgekehrt. Statt in einem Zuge aus- und einzuatmen, können wir auch diese Bewegungen in mehreren Absätzen nur stoßweise erfolgen lassen. An jedem Punkte des Atemganges, sowohl nach einer Ein- wie nach einer Ausatmung, können wir eine Atempause eintreten lassen, d. h. den Atem anhalten, was dem Ungeübten eine kurze Weile von 10—12 Sekunden, dem mehr Atemgeübten aber schon bis zu 60—70 Sekunden gelingt.

Verbindung  
von Atem-  
übungen  
mit unter-  
stützenden  
Körper-  
bewegungen.

Um weiterhin diese willkürlichen Atembewegungen wirksamer und tiefer zu gestalten, läßt sich die willkürliche Ein- und Ausatmung verbinden mit bestimmten Bewegungen, die geeignet sind, bei der Einatmung den Brustkorb zu erweitern und hoch zu ziehen und umgekehrt bei der Ausatmung den Brustkorb zu verengern und seine Entleerung zu begünstigen.

In diesem Sinne ist schon allein das Einnehmen einer schönen geraden und aufrechten Haltung geeignet, den Brustkorb vorzuwölben und atemkräftiger zu gestalten, wie bereits oben näher ausgeführt war. Nun sind es auch vor allem die Übungen der sogenannten Haltungsgymnastik, welche zugleich der Atemgymnastik dienstbar gemacht werden, indem man solche Bewegungen oder Übungen miteinander verbindet, welche erst tiefe Ein-, dann tiefe Ausatmung begünstigen (oder umgekehrt) und im Zeitmaß ihrer Ausführung dem Zeitmaß des Wechsels von Ein- und Ausatmung angepaßt werden.

Übungen  
der Atem-  
gymnastik.

Diese Übungen der Atemgymnastik werden ausgeführt aus dem Stand, aus dem Sitzen und dem Liegen, wie es auch keinen Unterschied macht, ob bei der einen oder anderen Übung der Übende ganz frei steht, oder ob er Stütz oder Griff (z. B. bei der Spannbeuge) an irgendeinem Gerät nimmt. Ganz allgemein werden so bei diesen Atemübungen verbunden mit tiefer Einatmung: Heben der Arme vorn-auf oder Ausbreiten der Arme nach seitwärts; Führen der hochgehobenen Arme zum Hinterhaupt mit Drehung der Handteller nach oben; Ziehen der Schultern stark nach hinten; Heben der Schultern; Rückwärtsbiegen des Kopfes und namentlich der oberen Brustwirbelsäule (bei der „Spannbeuge“ zugleich mit Zusammenziehung der Bauchmuskeln, um lordotische Einbiegung der Lendenwirbelsäule zu verhindern); Aufrichten aus tiefer Kniebeuge und Emporrecken der Arme usw.

Mit tiefer Ausatmung werden verbunden die gegenteiligen Bewegungen wie: Senken der Arme, auch mit Andrücken der Hände seitlich gegen die Brustwand; Ziehen der Schultern nach vorn oder Senken der Schultern; Beugen und Senken des Rumpfes; Senken zu tiefer Kniebeuge usw.

Der Turnlehrer bedarf jedenfalls einer genügenden Kenntnis davon, welche Bewegungen zur Erweiterung und welche zur Verengung des Brustkorbes beitragen. Es wird vor allem auch wichtig sein, bei den Vorübungen zum Schwimmen (sogenanntes „Trockenschwimmen“) in richtiger Weise die Schwimm- mit den Atembewegungen zu verbinden, denn auf diese Verbindung gründet sich die Möglichkeit langen Dauer-schwimmens. Wird nicht jeder Schwimmstoß mit dem entsprechenden Atemzug verbunden, so wird der Atemgang gestört, er wird unregelmäßig, und es tritt schnell Atemlosigkeit ein, welche der Dauerbewegung ein Ende macht.

Man kann ferner das taktmäßige Atmen bewußt verbinden auch

mit anderen taktmäßigen natürlichen Bewegungen, so z. B. mit dem Marschieren, dem Steigen u. dgl. So kann man z. B. auf je vier, fünf oder sechs Marschschritte oder auf je zwei Steigeschritte eine Ein- und auf eine entsprechende Zahl von Schritten wieder je eine Ausatmung machen. Dabei beginnt man natürlich mit der kleineren Schrittzahl auf jeden Atemakt und steigert langsam bei zunehmender Atemtätigkeit.

Mit allen derartigen atemgymnastischen Übungen und Maßnahmen, die sich zuvörderst aufbauen auf der Verbindung von Haltungsübungen mit den entsprechenden Atembewegungen, läßt sich die Mechanik der Atmung wirksam verbessern, derart, daß schönes gleichmäßiges und tiefes Ein- wie Ausatmen ebenso zur Lebensgewohnheit wird wie auch eine gute Körperhaltung.

Es wird ferner durch diese Übungen, ebenso wie überhaupt durch geeignete Kräftigung der Hals-, Nacken-, Schulter- und Brustmuskeln noch ein anderes wichtiges Ziel erreicht: das ist die Kräftigung der der willkürlichen Beeinflussung unmittelbar zugänglichen Hilfsp Muskeln der Atmung. Das ist wertvoll deshalb, weil die Muskeln, welche hier in Betracht kommen, und an welchen zum Teil der Brustkorb und die Schultern vom Kopf und von der Wirbelsäule aus geradezu aufgehängt sind, bei Zunahme an Kraft und Spannung den Brustkorb heben, ihn entfalten und in eine mittlere Stellung bringen, aus welcher heraus ausgiebige Atmung am besten und leichtest erfolgt. Insbesondere hat die Hebung der oberen Brustöffnung (d. h. des vom ersten Brustwirbel, der ersten Rippe rechts und links sowie des Handgrieffes des Brustbeins gebildeten Ringes) den Erfolg, daß die durch die obere Brustöffnung gelegte Ebene sich mehr der horizontalen Richtung nähert, wodurch die hier liegenden Lungenspitzen größeren Raum zu ihrer Entwicklung gewinnen.

Das ist namentlich wichtig für den Schwächling, für Kinder und junge Leute mit plattem Rücken, mit schlechter Haltung, mit schwach entwickelter, dünner Muskulatur. Hier überwindet die Schwerkraft des abwärts hängenden Brustkorbes die Widerstandskraft der kümmerlichen Muskulatur und dehnt diese, anstatt von ihr gehoben und so getragen zu werden. Die Brust verharrt in Ausatemstellung. Das gibt dann das Bild des lahmen Brustkorbes, der sehr schmal, lang und flach ist, mit flügel förmig auf dem Rücken abstehenden Schulterblättern, breiten Zwischenrippenräumen, tiefen Gruben über und unter den Schlüsselbeinen. Eine so gestaltete Brust scheint vorausbestimmt zur Einnistung tuberkulöser Lungenerkrankung, und hier allerdings muß die Betätigung in Schnelligkeitsübungen unwirksam bleiben, ehe nicht die Muskelschwäche überwunden und durch geeignete Übung eine Kräftigung der Hals-, Brust-, Schulter- und Rückenmuskeln erzielt ist, hinreichend, um den Brustkorb zu heben, beweglich zu machen und den

Der-  
besserung  
der  
Mechanik  
der  
Atmung.

Kräftigung  
der Hilfs-  
atem-  
muskeln.

Atem-  
gymnastik  
für Schwäch-  
linge mit  
lahmem  
Brustkorb.

Lungenspitzen eine freiere Ausdehnung zu gewähren. Hier ist in der Tat durch geeignete Atemgymnastik viel zu erreichen — mehr als in solchen Fällen, wo durch übertrieben athletische Entwicklung der Hals-, Schulter- und Brustmuskeln der Brustkorb faßförmig geworden ist, starr in Einatmungsstellung stehenbleibt und nicht mehr imstande ist, eine ordentliche Ausatmung zu vollführen. Übrigens ist in letzteren Fällen meist auch der Herzmuskel unkräftig geworden und in seiner Leistungsfähigkeit beeinträchtigt.

Übung  
der Atem-  
mechanik,  
nicht zu ver-  
wechseln mit  
hygienischer  
Atemungs-  
übung.

Folgendes muß aber festgestellt werden. Die Hebung und freie Entfaltung des Brustkorbes macht diesen zweifellos erst vollkommen atemtüchtig. Schon in den früheren Erörterungen ist ausführlicher dargetan, wie wertvoll auch nach dieser Richtung hin die Erziehung zu schöner Körperhaltung mit gestreckter Wirbelsäule und

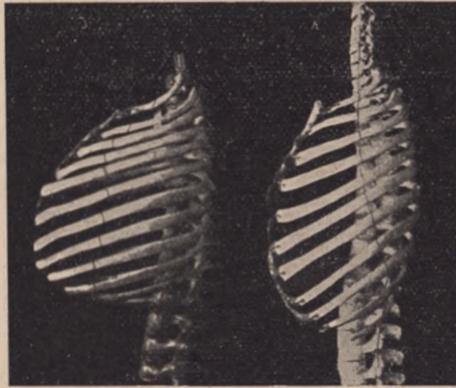


Fig. 34. Rechts lahmer schmaler und langer Brustkorb; links normaler frei entfalteter Brustkorb. Der lahme Brustkorb rechts zeigt breite Zwischenrippenräume. (Aus H. Bluntzki: Die Bedeutung der Leibesübungen für die gesunde Entwicklung des Körpers. München 1909.)

zurückgenommenen Schultern ist. Das ist also ein Übungsziel, welches unbedingt erreicht werden muß. Die sorgfältigen Messungen von Matthias-Zürich und Godin-Genf haben uns gezeigt, daß insbesondere in der Entwicklungszeit von 14—19 Jahren, in denen die Lunge stark wächst (um mehr als 63%), geregelte turnerische Leibesübungen geeignet sind, den Brustumfang und damit die Atemtüchtigkeit stark zu mehren, wie der Vergleich mit solchen jungen Leuten lehrt, welche in dieser Lebenszeit keine Übungen betreiben. Auch die schwedische Turnerschule ist in diesem Betracht hervorragend wirksam. Wenn aber die unbedingten Lobredner der schwedischen Schulgymnastik gerade die „Lungenweitung“ so sehr betonen, welche durch die Übungen des schwedischen Turnens erzielt werde, so dürfen wir doch nie vergessen, daß Verbesserung der Körperhaltung und Verbesserung auch der Atem-

mechanik doch noch lange nicht gleichbedeutend ist mit eingreifender wirksamer Atmungsübung und Lungenpflege. Nur in jenem Sinne Atemgymnastik treiben, ihr aber nicht die wirkliche eingreifende Lungenpflege durch Schnelligkeitsbewegungen zuzugesellen, das wäre gerade, als ob ich jemandem beibrächte, wie er sich tadellos auf ein Pferd zu schwingen und sich dort in schönster Haltung mit richtigem Zügelgriff zurechtzusetzen habe — ihn aber nicht wirklich reiten ließe.

Auch will ich nicht unbetont lassen, daß atemgymnastische Übungen zum mindesten ins Freie gehören, und daß dazu nicht die Luft in einem Gymnastiksaale, geschweige denn in einem Schulzimmer taugt. Um wirksam zu sein, müßte eine rechte Atemgymnastik tatsächlich die ganze Lungenfläche an der Atmung beteiligen und bis zur Maximalleistung der Atmungsorgane führen. Das ist aber auf dem Wege einfacher Atemübungen nicht möglich. Niemand kann willkürlich so viel und so tief atmen, daß seine Atmung bis zur Grenze der Atemnot führt, — aber spielend vermag man das mit einem kurzen schnellen Lauf zu erreichen.

Vor allem aber zeigt der Unterschied, der zwischen willkürlicher und unwillkürlicher Atemgymnastik hinsichtlich der Ermüdbarkeit besteht, schlagend die Überlegenheit der unwillkürlichen Atemübung. Selbst nach anstrengenden, stundenlangen Märschen, während deren die Atmung unausgesetzt um das Mehrfache gesteigert blieb, konnten Junk und Schumburger („Physiologie des Marsches“) in ihren Versuchen an kräftigen jungen Studenten eine Ermüdung der Atemmuskeln nur insofern nachweisen, als meist die Fassungskraft der Lungen (Vitalkapazität) unmittelbar nach dem Marsche geringer war als vorher; in sechs von den achtzehn Versuchen fand sie sich sogar etwas gesteigert.

Verschiedene Ermüdbarkeit bei willkürlicher und unwillkürlicher Atemübung.

Dagegen lassen sich willkürliche Tiefatmungen, selbst dann, wenn sie von förderlichen Armbewegungen begleitet sind, überhaupt nur ganz kurze Zeit ausführen. Schon nach wenigen Minuten wird eine solche Übung anstrengender, erfordert in steigendem Grade ein immer größeres Aufgebot von Willenskraft zur Unterhaltung des vertieftesten Atemganges und muß dann schließlich nach 6—10 Minuten — nur sehr Geübte kommen etwas darüber hinaus — unterbrochen werden. Mit einem Gefühl der Befreiung überläßt man dann die Atmung wieder ihrem gewohnten automatischen Gang. So groß also ist der Unterschied in der Ermüdbarkeit, je nachdem die gesteigerte Atemarbeit veranlaßt wird von automatisch arbeitenden Nervenzentren aus, oder eine rein willkürliche ist. Da die bewegenden Kräfte, die Atemmuskeln, in beiden Fällen die gleichen sind, so liegt eben die Ursache der verschiedenen Ermüdbarkeit lediglich in der Verschiedenheit der Nervenarbeit, wie sie hier besteht.

Die Anregung zu selbsttätig sich vollziehender Tiefatmung auf dem

Wege der Dauer- und namentlich der Schnelligkeitsübungen ist mithin für die Atemwerkzeuge die wirksamste und naturgemäße Übungsform normal sich entwickelnder Jugend. Sie wird aber wirksam ergänzt hinsichtlich der Mechanik der Atmung durch geeignete Atemgymnastik. Ja, letztere tritt bei Schwächlingen zunächst sogar in den Vordergrund.

## VIII.

### Beeinflussung des Herzens und seiner Tätigkeit durch Leibesübungen.

Abhängigkeit der automatischen Herzarbeit von der Größe des Sauerstoffbedarfs.

Von nicht minderem Bedeutsamkeit wie die Beeinflussung der Lungen und der Atmungsvorgänge durch die Leibesübungen ist deren Einwirkung auf die Herztätigkeit und den Blutkreislauf. Können wir die Atmung wenigstens zeitweise willkürlich beeinflussen und in gewissem Umfange sogar unmittelbarer Übung unterwerfen, so ist die Herztätigkeit vollkommen unabhängig von unserem Willen und vollzieht sich rein automatisch. Es sind aber dieselben Ursachen bei Leibesübung tätig, um ebensowohl die Atmung als auch die Arbeit des Herzens zu steigern: nämlich die Stoffwechselforgänge bei der Muskelarbeit. Bei der Einatmung wird in den Lungen das Blut angereichert mit Sauerstoffgas. Es sind die roten Blutkörperchen, welche sich hier des Sauerstoffs bemächtigen, um, durch den Kreislauf des Blutes im Körper umgetrieben, diesen Sauerstoff da in den Geweben wieder abzugeben, wo er zu den Verbrennungsprozessen benötigt wird. Bei der Muskelarbeit wird um so mehr Sauerstoff gebraucht, je stärker und umfangreicher die Muskelarbeit ist. Diesen Sauerstoff muß das Herz liefern, indem es durch entsprechend gesteigerte Tätigkeit mehr sauerstoffhaltiges Blut durch die arbeitenden Muskeln hindurchtreibt. Die Größe des Sauerstoffbedarfs ist es also, welche den Umfang der Herzarbeit vorschreibt. Dieser Bedarf kann auf das Vielfache anwachsen. So fand Zuntz bei einem mittelstarken Pferde den Sauerstoffverbrauch in der Minute bei Ruhe gleich 1300—1400 ccm; bei mäßiger Arbeit stieg der Verbrauch auf 4300—4500 ccm, bei stärkerer, aber noch stundenlang ausführbarer Arbeit auf das Sechsfache, nämlich auf 7500 ccm. Bei scharfem Trab, einer Anstrengung, die aber noch keine Höchstleistung bedeutet, sah er den Sauerstoffverbrauch sogar auf das 15—18fache anwachsen. Nun wird aber in der Ruhe nicht aller im Blute vorhandene Sauerstoff ausgenutzt, sondern bei einem gesunden Menschen mit normaler Blutzusammensetzung nur etwa die Hälfte. Daraus folgt, daß bei mäßiger Muskelarbeit der Sauerstoffbedarf zunächst gedeckt werden kann durch bessere Ausnutzung des im Blute

vorhandenen überschüssigen Sauerstoffs. Erst dann, wenn dieser Überschuß nicht mehr ausreicht, muß die Triebkraft des Herzens in Anspruch genommen werden, d. h. das Herz muß mehr Blut durch die arbeitenden Muskeln umtreiben; und zwar steigt von diesem Zeitpunkt an die Herzarbeit durchaus in gleichem Verhältnis zu dem Sauerstoffverbrauch in den Muskeln. Diese automatisch sich vollziehende Steigerung wird veranlaßt durch Reizstoffe, welche sich bei der Stoffumsetzung in den arbeitenden Muskeln bilden und auf das nervöse Zentrum der Herzarbeit erregend einwirken; es ist das also derselbe Vorgang, welcher auch bei der Arbeitssteigerung der Atemorgane auf das nervöse Atemzentrum statthät.

Bessere Ausnutzung des überschüssigen Sauerstoffs im Blute.

Wie wir sahen, wird in der Ruhe nur ein Teil des im Blute vorhandenen Sauerstoffs ausgenutzt, so daß bei leichterer Muskelarbeit ohne Steigerung der Herzthätigkeit einfach durch bessere Ausnutzung des Sauerstoffüberschusses der vermehrte Bedarf in den arbeitenden Muskeln gedeckt werden kann. Da nun der Sauerstoff des Blutes an die roten Blutkörperchen gebunden ist, so wird bei reichem Gehalt des Blutes an roten Blutkörperchen und entsprechend großem Sauerstoffüberschuß die vermehrte Herzkraft auch nicht so bald in Anspruch genommen und das Herz mehr geschont werden, als dies der Fall ist bei einem Blute, welches verhältnismäßig arm ist an roten Blutkörperchen. Dies gilt namentlich für Schnelligkeitsübungen. Mit anderen Worten: beim Blutarmen und Bleichsüchtigen ist schneller äußerster Herzarbeit notwendig und tritt schneller Herzermüdung als gebieterischer Abschluß starker Muskelthätigkeit ein, als wie dies beim Vollblütigen der Fall ist.

Ursachen der schnelleren Herzermüdung bei Blutarmut.

Es kommt weiter aber auch der Wassergehalt des Blutes in Betracht. Wenn das Herz bei jeder Zusammenziehung eine gleiche Blutmenge in das Schlagadersystem preßt, so macht es einen großen Unterschied, ob das Blut hinsichtlich des Gehalts an roten Blutkörperchen mehr oder weniger konzentriert ist. Ist das Blut verdünnt und wasserreich, so werden sich in einer bestimmten Blutmenge weit weniger sauerstofftragende Elemente befinden, als wenn es eingedickt und wasserärmer ist. Aus diesem Grunde gehen manche beim Tränieren zu hervorragenden Leistungen gültigen Vorschriften darauf aus, durch sparsamen Genuß von Flüssigkeiten das Blut möglichst einzudicken, sowie mittels stark eiweißhaltiger Nahrung den Hämoglobingehalt des Blutes zu vermehren. Von dem zu gleichem Zweck unternommenen Hervorrufen starker Schweißes ist man allerdings mit Recht mehr abgekommen. Übrigens tritt bei umfassenden Leibesübungen eine Entwässerung des Blutes, wodurch günstigere Arbeitsbedingungen für das Herz geschaffen werden, nicht nur durch Schweißverlust ein, sondern auch durch den bereits erwähnten Umstand, daß bei starker Muskelarbeit die tätigen Muskeln wasserreicher werden, und zwar um so mehr, je stärker

Wassergehalt des Blutes.

Eindickung oder Entwässerung des Blutes beim Tränieren.

sie arbeiten. Dies Wasser wird eben dem Blute entzogen und das Blut dadurch eingedickt. — Allerdings darf hier nicht unerwähnt bleiben, daß bei Dauerleistungen unter bestimmten Verhältnissen, zum Beispiel bei einem Marsch in großer Hitze, bei schwüler Luft und mangelnder Zufuhr von Getränken, die Wasserverarmung des Blutes auch ihre großen Gefahren haben und gar den Eintritt von Hitzschlag begünstigen kann.

Sind also die Sauerstoffreserven im Blute, wenn man den erwähnten Überschuß so nennen darf, erschöpft, so muß das Herz einfach um so größere Arbeit leisten oder um so größere Triebkraft entwickeln, je größer der Sauerstoffbedarf ist. Dieser Anforderung genügt das Herz, ähnlich wie die Lunge, nach zwei Richtungen hin. Es steigert erstens die Zahl seiner Zusammenziehungen in der Zeiteinheit bis auf das Mehrfache hin, und es preßt zweitens bei jeder Zusammenziehung eine größere Blutmenge in das Schlagader-system, oder, mit anderen Worten, es vermehrt sein Schlagvolumen.

Normale  
Herzarbeit  
und Art  
ihrer  
Steigerung.

Für gewöhnlich, d. h. während der Muskelruhe preßt die linke Herzkammer bei jeder Zusammenziehung oder bei jedem Pulsschlag eine Menge von 60—70 ccm Blut in das Schlagader-system des Körpers. Diese Pressung vollzieht sich unter einem Drucke von 2 m. Die Arbeit des rechten Herzens (oder der rechten Herzkammer), welches eine gleiche Blutmenge nur in die kurze Lungenschlagader zu werfen braucht, beträgt nicht mehr als ein Drittel von der des linken Herzens. Die Gesamtarbeit des Herzens beträgt bei jeder Herzzusammenziehung also nahezu 0,2 mkg, in der Minute bei 67 Pulsschlägen  $67 \times 0,2 = 13,5$  mkg, in der Stunde 815 mkg, so daß die Herzarbeit während des ganzen Tages auf etwa 20 000 mkg geschätzt werden kann. Man findet von einigen Forschern übrigens noch wesentlich höhere Werte angegeben.

Das Gewicht des Herzens beim Erwachsenen beträgt ungefähr 300—320 g. Die Summe der Herzarbeit in einer Stunde (bei Ruhe) ist somit dieselbe, als ob der Herzmuskel in dieser Zeit sein eigenes Gewicht um  $3,2 \times 815 = 2600$  m hochgehoben hätte! Vergleicht man diese Arbeitsgröße mit der unserer willkürlichen Skelettmuskeln (zum Beispiel beim Bergsteigen), so ergibt sich, daß unser Herzmuskel instande ist, die Arbeitssumme jener selbst um das 4—5fache zu übertreffen, auch wenn es sich um die an Dauerarbeit meist gewöhnten Muskeln (Beinmuskeln) handelt und sie unter den günstigsten Umständen arbeiten. Diese Überlegenheit des Herzmuskels hinsichtlich der Arbeitsfähigkeit hat folgende Gründe. Zunächst ist das stetig arbeitende Herz der best-trainierte Muskel des Körpers; es besitzt ferner besonders günstige Verhältnisse in der Blutz- und -abfuhr, wodurch die Anhäufung lähmender Ermüdungsstoffe nicht auskommen kann; es ist endlich den gewöhnlichen Gesetzen der Ermüdbarkeit entzogen dadurch, daß die Herz-tätigkeit von rein automatisch und rhytmisch wirksamen Nervenzentren

aus erfolgt. Nach dem Ergebnis zahlreicher physiologischer Versuche kann man annehmen, daß die Arbeit des menschlichen Herzens bei angreifenden Leibesübungen bis etwa auf das 4—6fache gesteigert werden kann. So wird sich zum Beispiel bei zehnstündiger körperlicher Arbeit mit dem 4fachen des Ruhewertes eine Gesamtsumme der Herzarbeit im Laufe des Tages von etwa 44 000 mkg ergeben! Dazu können aber noch eine Reihe anderer Umstände hinzutreten, welche gewissermaßen Hilfskräfte der Herzarbeit darstellen und auch ihrerseits zum besseren und schnelleren Vollzug des Blutkreislaufs mit beitragen.

Schon eine jede Muskelzusammenziehung fördert an sich die Blutbewegung. Zu dem arbeitenden Muskel strömt beträchtlich mehr Blut hin; der in Zusammenziehung befindliche fester und dicker gewordene Muskel drückt auf die schlaffen Wände der umgebenden Venen und hilft somit das Venenblut schneller fortzubewegen. Um so energischer wird dieser Einfluß sein, je größere Muskelmassen bewegt werden und je mehr Zusammenziehung und Erschlaffung der arbeitenden Muskeln in bestimmtem Rhythmus stetig abwechselnd sich folgen.

Eine fernere Hilfskraft zur Förderung des Blutlaufs in den Venen ist die Streckung in den Gelenken besonders nach vorheriger Beugung. Das Blut in den Venen fließt leichter zum Herzen, wenn sie gestreckt sind, während es bei Beugung und Drückung der Venen Hemmung erfährt. Instinktiv fühlt der, welcher etwa am Schreibtisch längere Zeit zusammengekauert saß, wie wohl es tut, wenn er sich dazwischen erhebt und tüchtig, die Arme nach oben, ausreckt. Man hat aus diesem Übergang aus der tiefen Hock- oder Kauerhaltung zur Aufrichtung mit emporgereckten Armen und leichtem Rückwärtsbiegen von Kopf und Brustwirbelsäule (verbunden mit tiefer Einatmung) eine besondere Übung gemacht. Diese Förderung des Blutkreislaufs in den Venen ist (neben anderen Gelenken) besonders ausgesprochen in der Schenkelbeuge, wo in dem Spalt zwischen Poupartischem Bande und dem Beckenrand (Schambeinkamm) die große Schenkelvene hinauf zum Herzen hin zieht. Diese Vene wird bei starker Streckung des Beines im Hüftgelenk erweitert (da ihre Wand mit der darüberliegenden Schenkelbinde verklebt ist), bei Beugung geknickt und zusammengedrückt. Bewegungen, welche in rhythmischem Wechsel von ausgiebiger Beugung und Streckung der Schenkel erfolgen, wie Marschieren, Bergsteigen, Laufen, Rudern, Radfahren und dergleichen, wirken an dieser Stelle also auf die Schenkelvene und deren Inhalt wie ein Saug- und Druckapparat, der das träge, in den Venen der Beine fließende Blut zum Herzen hinpumpt (Braune).

Vor allem aber sind die Atembewegungen eine wirksame Hilfskraft der Herztätigkeit. Bei der Einatmung erweitern die Atem-

**Förderung des Kreislaufs durch die Atmungs-tätigkeit.** Muskeln den ringsum luftdicht geschlossenen Brustraum und verdünnen die Lungenluft. Nach einfachen physikalischen Gesetzen wird hierdurch nicht nur die Außenluft durch den einzigen Zugang, nämlich durch Kehlkopf und Luströhre, in die Lungen angesaugt, sondern diese ansaugende Wirkung erstreckt sich auch im Innern des Brustraumes auf das zwischen rechtem und linkem Lungenflügel gelegene Herz, und da insbesondere auf die dünnhäutigen Vorkammern des Herzens, so daß diese sich füllen. Diese Saugwirkung ist vor allem wichtig für die Fortbewegung des Venenblutes aus der unteren Körperhälfte, welches, der Schwerkraft entgegen, in der unteren Hohlvene gesammelt aufwärts zum Herzen soll.

Umgekehrt wirkt die **Ausatmung**. Denn hierbei wird die Lungenluft zusammengedrückt und unter stärkeren Druck genommen. Dieser Druck erstreckt sich auch auf das Herz und fördert die Entleerung der Herzkammern in das Schlagadersystem. Je tiefer und heftiger Aus- und Einatmung erfolgen, um so mehr macht sich diese Unterstützung der Herzarbeit geltend, das eine Mal in bezug auf die Füllung des Herzens, das andere Mal in bezug auf seine Entleerung.

**Einwirkung des Vorgangs der Pressung auf das Herz und den Blutkreislauf.** Wir kommen damit auf die Vorgänge bei der Pressung, die mit jeder Anstrengung oder Maximalleistung der Muskeln vornehmlich der Arme und Schultern verbunden ist. Erinnern wir uns der früher gemachten Ausführungen, wonach eine volle Ausnützung der Kraft der Arme und Schultern nur möglich ist, wenn der sonst zur Ein- und Ausatmung auf- und abgehende Brustkorb vollständig festgelegt wird, um den von dort kommenden Schulter- und Armmuskeln sicheren und unbeweglichen Ansaß zu gewähren. Dieser physiologische Akt geht so vor sich, daß nach vorheriger tiefer Einatmung bei geschlossener Stimmritze die im Lungenraum eingeschlossene Luft unter möglichst hohem Druck versetzt wird, und zwar mittels einer heftigen Ausatmungsbewegung. Um diese zu bewirken, müssen sich vor allem die Bauchmuskeln, als die kräftigsten Ausatemungsmuskeln, im stärksten Grade zusammenziehen. Je nachdem das durch höchstarbeit von Muskeln der oberen Körperhälfte zu überwindende Hindernis nur eine flüchtige oder eine länger dauernde stärkste Anspannung verlangt, wird auch der Akt der Pressung nur ein augenblicklicher sein, oder sogar, wie zum Beispiel bei schwerem Gewichtheben, eine größere Zahl von Sekunden dauern. Im letzteren Fall ist auch seine Wirkung auf die im Brustraum eingeschlossenen Organe tiefgreifender und — sagen wir es schon vorweg! — bedenklicher.

**Blutleere des Herzmuskels während der Pressung.** Nämlich der außerordentlich hohe Druck, unter welchen bei dieser Pressung der gesamte Luftinhalt des Brustraumes gesetzt wird, erstreckt sich natürlich auch von außen auf das zwischen rechter und linker Lunge liegende Herz. Sein Inhalt wird schnellstens entleert in die Schlagadern, dagegen hindert dieser im Brustraum herrschende Druck

die Neufüllung der Herzkammern. Die in diese mündenden Venen können sich nicht entleeren. Die Folge davon ist eine Rückstauung im Venensystem des großen Kreislaufs, welches sich stark überfüllt. Daher sehen wir während der Anstrengung oder der Pressung das Gesicht sich stark röten, mit einem Stich ins Bläuliche; die größeren Hautvenen auf der Stirn, an den Schläfen, seitlich am Halse usw. treten prall gefüllt hervor, als wollten sie platzen. Gleichzeitig ist das Schlagadersystem des Körpers nur wenig gefüllt; die ernährende Kranzschlagader des Herzmuskels selbst hat sich fast entleert. Gerade in dem Augenblick also, wo das Herz zur Unterhaltung der maximalen Muskelarbeit, und ankämpfend gegen den Druckwiderstand der Lunge, stärker arbeiten soll, fehlt ihm selbst die nötige Sauerstoffzufuhr. Wir können dies Zusammendrücken des Herzens und der großen von ihm ausgehenden Aderstämme schon deutlich im Röntgenbild gewahren, wenn man die Nase zuhält, den Mund fest schließt und dann eine heftige Ausatmungsbewegung macht (Valsalvascher Versuch).

Sowie mit dem Aufhören der Anstrengung die Pressung endet, wird mit einem Schlag das Bild ein anderes. Mit hörbarem Zischen entweicht aus dem geöffneten Munde die bis dahin zusammengepreßte, mit Kohlenäure überladene Lungenluft, und es folgt eine tiefe Einatmung. Damit sind die Hindernisse für den Blutkreislauf überwunden — und mit sonst nicht vorhandenem Druck und in übergroßer Menge stürzt nun das zurückgestaute Venenblut in das rechte Herz, welches für einen Augenblick über die Norm ausgedehnt wird.

Blut-  
andrang  
zum rechten  
Herzen nach  
der  
Pressung.

Der Vorgang der Anstrengung wirkt also auf den Herzmuskel schädigend ein in zweierlei Weise:

1. während der Pressung durch Entleerung der ernährenden Schlagader des Herzens und infolgedessen mangelhafter Sauerstoffzufuhr zu dem arbeitenden Herzmuskel;
2. nach Aufhören der Pressung durch plötzliches Einstromen des zurückgestauten Venenblutes in das wenig widerstandsfähige rechte Herz und zunächst vorübergehende Dehnung dieses.

Der Akt der Anstrengung oder der Pressung wird bei den verschiedenartigsten Kraftübungen angewendet und ist bei keinem einigermäßen angreifenden gymnastischen System gänzlich vermeidbar. Werden aber häufig und so gut wie ausschließlich starke Kraftübungen, Heben und Stemmen schwerer und schwerster Gewichte, Ringen u. dgl. betrieben, so ist eine dauernde Schädigung des Herzmuskels schließlich eine notwendige Folge. Es stellen sich Herzerweiterung und Entartungszustände des Herzmuskels ein. Daß unverhältnismäßig oft Athleten, Rekordhelden im Hantel- und Gewichtstemmen, Preisringer u. dgl. schließlich an Herzleiden zugrunde gehen, ist eine Beobachtung, die doch immer wieder gemacht wird. Ich selbst habe Gelegenheit gehabt, wiederholt hervorragende und bekannte Schwergewichtssportler

zu untersuchen. Meist trat mir dabei der recht niederschlagende Gegensatz vor Augen, der zwischen dem muskelstrotzenden Oberkörper und dem matt schlagenden, schwachen Herzen bestand. Das sind Eindrücke, welche stets haften bleiben!

Für den Betrieb der Leibesübungen geht daraus zunächst der Satz hervor: heftige umfassende Kraftübungen sind für das Herz stets bedenklich und sollten vor vollendeter Entwicklung überhaupt nicht betrieben werden. Aber auch die örtlichen Kraft- und Geschicklichkeitsübungen, namentlich an den Geräten, werden vielfach mit dem Akt der Pressung verbunden. Vornehmlich ist es der noch Ungeübte oder

Unnötige  
Inanspruch-  
nahme der  
Pressung bei  
Ungeübten.

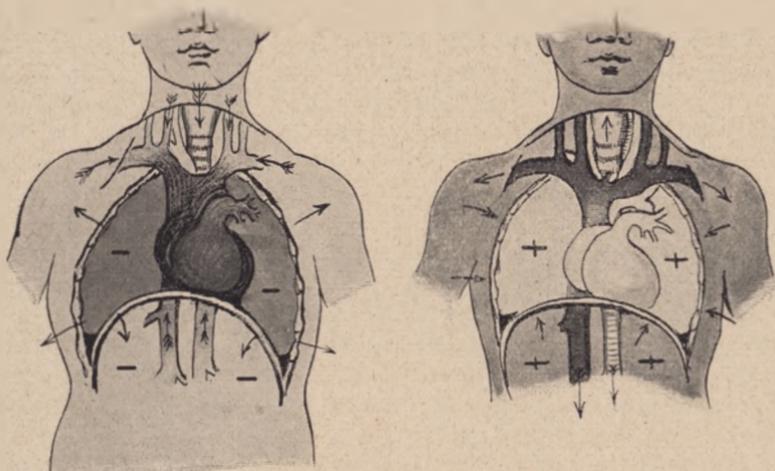


Fig. 35 und 36. Blutverteilung bei der Atemnot und bei der Pressung. — In Fig. 35 (Atemnot) sind die Lungen und das Herz blutüberfüllt; das Herz gedehnt; die Körpervenen blutleer; im Brust- und Bauchraum negativer Druck. — In Fig. 36 (Pressung) ist umgekehrt im Brust- und Bauchraum starker positiver Druck; Lungen und Herz sind blutleer; die Venen des Körpers stark blutüberfüllt. (Schematische Darstellung nach Demeny.)

mangelhaft Angewiesene, welcher immer wieder durch Anhalten des Atems sich die Ausführung einer Übung zu erleichtern sucht. Diese mißbräuchliche Anwendung der Pressung muß durch den Willen unterdrückt werden. Es ist eine wichtige Aufgabe des Turnlehrers, auf die regelmäßige Atemführung namentlich bei Gerätübungen genau zu achten. Manche selbst anstrengendere Übung gelingt ganz gut, wenn man wenigstens nach vorheriger Tiefatmung ganz langsam die Atemluft durch die eben geöffnete Stimmritze entweichen läßt. —

Betrachten wir gegenüber diesen Vorgängen bei der Anstrengung (Kraftübungen) die Vorgänge bei Schnelligkeitsübungen. Diese Übungen, so sahen wir, charakterisieren sich dadurch, daß bei ihnen in ganz kurzer Zeit eine außerordentliche Summe von Muskelarbeit

geleistet wird, die auf zahlreiche größte Muskeln so verteilt ist, daß keiner von ihnen bis zur Höchstleistung angestrengt wird. Diese plötzlich eintretende Arbeitssumme beeinflusst auch ebenso plötzlich die Herz-<sup>Atemnot und beginnende Herz-ermüdung nach Schnelligkeitsübungen.</sup> tätigkeit und führt, je nachdem, in wenigen Sekunden bis zur Höchstanstrengung der Herztätigkeit, ja bis zu Ermüdungserscheinungen des Herzmuskels.

Nehmen wir wieder das Beispiel der Laufstrecke von 200 m, welche im Wettlauf durchheilt werden soll, so ruft die hier so plötzlich entfaltete Energie in wenigen Augenblicken eine solche Atemsteigerung hervor, daß die vorher ruhige und normale Atmung in den 25 Sekunden zur Atemnot werden kann. Der Pulsschlag, vor dem Lauf ruhig und kräftig, 60—65 Schläge etwa in der Minute zählend, schnellst schon nach den wenigen Sekunden hinauf auf eine Ziffer von 160—180, ja bisweilen von 200—250 Schlägen auf die Minute gerechnet. Nicht nur das. Die Pulswelle wird auch ganz klein, der Puls schwer fühlbar, die Schlagader weniger gespannt, so daß sie sich leicht zusammendrücken läßt, ja, die Pulschläge fangen zuweilen an ungleich zu werden, setzen hier und da einmal aus: alles das Anzeichen einer beginnenden Herzererschöpfung. Diese zeigt sich bei einem noch Ungeübten auch darin, daß die Blutgefäße der Haut blutleer werden, das Antlitz daher todbleich und erdfahl erscheint. Die Lungen dagegen sind stark blutüberfüllt, die Einatembewegungen sind tief und schnappend, die Ausatmung ist ganz kurz und stoßend. Innerhalb des Brustraumes sind also die Verhältnisse entgegengesetzter Art wie bei dem eben beschriebenen Akt der Pressung oder Anstrengung: bei der Pressung stärkster positiver Druck im Brustraum, welcher das Blut in den Körpervenen zurückstaut, so daß Lungen und Herz ganz blutleer sind — hier bei der Atemnot umgekehrt, da der Brustkorb in Einatemstellung steht und die Ausatmung erschwert ist, negativer Druck im Brustraum, der ansaugend auf die großen Körpervenen wirkt, und daher die Blutüberfüllung der Lungen sowie der Verhöfe des Herzens. Mit dem Aufhören der Schnelligkeitsbewegung erholt sich das Herz sehr schnell. Sowie mit Eintritt der Muskelruhe den übermäßig gesteigerten Anforderungen an die Arbeit des Herzens ein Ziel gesetzt ist, werden auch die Zusammenziehungen des Herzens wieder langsamer und umfassender. Die Lungen werden durch den nun wieder besser in Gang kommenden Blutumlauf entlastet, die Atemnot geht damit vorüber. Wenn auch noch eine Reihe von Minuten die Zahl der Herzzusammenziehungen eine größere bleibt, ja oft noch nach einigen Stunden eine mäßige Beschleunigung des Pulses sich nachweisen läßt: die Kraft der Herzkontraktionen ist schnell wieder die normale, und der Kreislauf des Blutes ist bald wieder vollkommen im gewohnten Gange.

So hat denn der ganze Vorgang der Atemlosigkeit nach einer Schnelligkeitsbewegung auch nicht entfernt den bedenklichen Einfluß

Blutüberfüllung der Lungen.

Dermeid-  
barkeit der  
Atemnot  
durch  
Übung.

auf den Herzmuskel, wie das der Fall ist beim Akt der Pressung, und wie es der Fall ist bei der gleich noch zu besprechenden Übermüdung des Herzens. Was aber hier noch besonders ins Gewicht fällt, das ist der Umstand, daß sich der Zustand der Atemlosigkeit und der Herzerschöpfung nach Schnelligkeitsbewegungen um so weniger einstellt und um so mehr vermieden wird, je geübter einer ist: wer häufig Laufübungen betreibt, und wer sich regelmäßig am Spiel beteiligt, der lernt immer mehr mit seiner Atem- und Herzkraft haushalten. Er befindet sich dann auch in einem gewissen Grade des Träniertheits — und wir sahen schon, daß träniertheite Muskeln mit sparsamerem Stoffumsatz arbeiten. Der Akt der Pressung dagegen läßt sich, da er auf anatomisch-mechanischen Verhältnissen unseres Körperbaues beruht, weder vermindern noch abschwächen. Auch der Bestgeübte kann eine Maximalleistung seiner Arm- und Schultermuskeln nie anders bewerkstelligen, als daß er durch Festlegung des Brustkorbes diesen Muskeln den festen Anhaltspunkt schafft, von wo aus sie in vollem Grade wirksam werden können.

Vorteil  
kurzer  
maximaler  
Steigerung  
der Herz-  
arbeit.

Die schnelle Steigerung der Herzarbeit infolge einer Schnelligkeitsbewegung bis zur Höchstleistung des Herzens und die fast ebenso schnell sich vollziehende Wiedererholung des Herzmuskels und Rückkehr zur gewohnten Arbeitsgröße bedeutet für den Herzmuskel eine ähnlich vorteilhafte Übung, als wie sie bei den Skelettmuskeln gegeben ist, wenn diese aus voller Dehnung heraus bis zum Maximum ihrer Zusammenziehung in Anspruch genommen werden. Der Übungswert der Schnelligkeitsbewegungen für den Herzmuskel ist darum ein so großer und hygienisch wertvoller, weil diese Übungen jedesmal nur eine kurz vorübergehende Anstrengung und Ermüdung des Herzmuskels verursachen. Dem entspricht es denn auch, wenn bei orthodiographischen Untersuchungen mit Röntgenstrahlen von Dietrich und Moritz, von Smith u. a. nach einer selbst stärkeren Schnelligkeitsleistung das Herz verkleinert gefunden wurde, d. h. es zog sich infolge der Übung fester und vollständiger zusammen. — Bei den Röntgenaufnahmen, welche 1911 im sportwissenschaftlichen Laboratorium der Hygiene-Ausstellung in Dresden von Lipschitz gemacht wurden, war bei 65 Wettläufern in 43 Fällen Verkleinerung, in 19 Fällen Vergrößerung der Herzfigur vorhanden.

Dauer-  
arbeit.

Schnelligkeitsübungen, wie überhaupt die Übungen der sogenannten Leichtathletik (Springen, Werfen, Strecken- und Hindernislauf usw.) bedeuten, richtig betrieben, meist eine hervorragende Kräftigung des Herzens ohne Herzvergrößerung.

Ein gleiches gilt für Dauerübungen, wenn sie nicht zur Überdauer und Erschöpfung führen. Zuntz und Nikolai stellten mittels Orthodiographie folgendes über den Herzumfang bei einer Dauerbewegung (Treten am Bergsteigeapparat, wobei je nach Steile der

Unterlage und Größe der Schritte eine große Arbeitssumme erreichbar ist) folgendes fest:

1. Bei der Arbeit wird das Herz ein wenig größer;
2. nach der Arbeit wird das Herz plötzlich kleiner. Letzterer Umstand zeigt, daß
3. normalerweise nach jeder Herzzusammenziehung ein Restbestand von Blut im Herzen vorhanden ist, der also nach Muskelarbeit mit entleert wird. —

Nun ist zu Dauerbewegungen, wenn sie im rhythmischen Gleichmaß und mit mittlerer Geschwindigkeit vor sich gehen, unser Herzmuskel sehr leistungsfähig, so daß auch nur halbwegs Geübte mit Leichtigkeit Wandern und Marschieren, Bergsteigen, Rudern u. dgl. manche Stunden lang ertragen können. Zweifellos so lange, als die normale Blutverschiebung zu den Muskeln vorhanden ist. Anders, wenn Allgemeinerermüdung eintritt — deren Anzeichen die Umkehr der Blutverschiebung ist —, die dann auch den Herzmuskel übermüdet.

Dauerbewegungen.

Der ermüdete Muskel, das ist bereits oben bei der Besprechung der Muskelphysiologie hervorgehoben, ist bei Belastung leichter dehnbar. Die Blutmenge, welche das Herz bei jeder Zusammenziehung in die Schlagadern preßt und dementsprechend unter starken Druck nimmt, übt dabei umgekehrt einen Druck aus auf die Wände der Herzkammern, von welchen sie umschlossen ist. Da bei heftiger Muskelarbeit das Herz seine Arbeit steigert, nicht nur durch Vermehrung der Zahl seiner Zusammenziehungen, sondern auch dadurch, daß jedesmal eine größere Blutmenge in die Schlagadern zu pressen ist, so wächst demgemäß auch der Blutdruck innerhalb des Herzens. Je stärker ermüdet der Herzmuskel durch seine gesteigerte Inanspruchnahme ist, und je weniger kräftig und widerstandsfähig er von vornherein war, um so eher ist es möglich, daß die Wände der Herzkammern dem Druck nachgeben und eine passive Dehnung erfahren. Die Folge ist also: daß die Hohlräume der Herzkammern, diesem Druck nachgebend, erweitert werden. Herzerweiterungen unmittelbar nach heftigen Kraftübungen

Herzdehnung oder Erweiterung.

— also durch den Vorgang der Pressung hervorgerufen — hat man wiederholt durch sofort vorgenommene Feststellung der Herzgrenzen nachzuweisen versucht. Bekannt sind hier besonders die Untersuchungen von Schott in Nauheim, welcher Herzdehnung bei Ringern unmittelbar nach einem angreifenden Ringkampf nachwies, und zwar nicht nur durch Perkussion, sondern später auch orthodiagraphisch durch Röntgendurchleuchtung. Er sah die Herzerweiterung besonders dann sehr stark werden, wenn die Ringkämpfer (oder die Marschierenden) sich den Leib mit einem Gürtel oder Riemen stark umschnürt und dadurch das Zwerchfellatmen so gut wie unterdrückt hatten: eine Beobachtung, die auch Zunk und Schumburg bei ihren Marschversuchen machen konnten. Diese Feststellung ist wichtig für alle Turner und Athleten, welche von

Akute Herzerweiterung nach heftigen Kraftübungen, insbesondere bei Schnürringung um die Weichen.

Herz-  
erweiterung  
nach Dauer-  
übungen.

jeher, um den Oberkörper frei zu haben, die Befestigung der Hosen durch einen Gürtel oder Riemen um die Weichen lieben. Herzerweiterungen nach starkem Bergsteigen wies Mosso, nach Schneeschuh- oder Skilaufen Professor Hentschen in Upsala nach. Ob die Methoden, nach welchen die Wirkung einer solchen Überanstrengung des Herzens und speziell dessen Dehnung festgestellt wurde, ganz wurfsfrei sind, darüber ist hier nicht der Ort, mich näher auszulassen. Mag man noch so sehr geneigt sein, hier Einwänden Raum zu geben, so ist doch, wenn ich mir alle einschlägigen sicheren Angaben vor Augen halte, die Tatsache einer nach heftigeren Leibesübungen eintretenden Herzdehnung meines Erachtens über allen Zweifel sichergestellt. Nach einer Reihe von Stunden, oft erst nach einigen Tagen pflegt meist diese plötzlich entstandene Herzerweiterung wieder zurückzugehen. Allerdings nicht immer vollständig. Denn bei jungen frischen Leuten — es handelt sich in den mitgeteilten Beobachtungen um bereits Erwachsene! —, deren Herzwände ebensowohl kräftig als elastisch sind, pflegen solche kurz-dauernden Herzübermüdungen ein Wachstum der Herzmuskulatur zu hinterlassen derart, daß unter Verdickung der muskulösen Herzwände, aber auch unter Wahrung deren Elastizität das Herz eine dauernde Vergrößerung mit vermehrter Leistungsfähigkeit behält. Das Herz wird eben — bis zu einem gewissen Grad — um so größer, je mehr die Muskulatur, und zwar namentlich bei Schnelligkeits- und Dauerbewegungen umfassend in Anspruch genommen wird. Hentschen spricht geradezu von einem „Sportherzen“ als einem hervorragenden Erfolg sportlicher Übungen. Solches große „Sportherz“ wäre also wohl zu unterscheiden von einem krankhaft erweiterten Herzen. Bei keinem Organ liegen aber wohl nutzbringende Anstrengungen und schädliche, ja verderbliche Überanstrengung so nahe beieinander wie gerade beim Herzen.

Dauernde  
Ver-  
größerung  
des Herz-  
muskels:  
Sportherz.

Als Beweis für den Zusammenhang, der zwischen reichlicher Körperbewegung und Größe des Herzens besteht, hat man (Ranke) darauf hingewiesen, daß auf je 1000 Körpergewicht beim Schwein nur 4,52, beim Menschen über 5, beim Schnelllaufenden Hasen aber 7,70 und beim flüchtigen Reh gar 11,55 Herzgewicht kommen. Die Grober-Jena zeigte, macht sich dieser Unterschied auch bei ganz nahe verwandten Tierarten je nach deren Lebensweise geltend. So ist die verhältnismäßige Größe des Herzgewichts beim eingesperrten Stallkaninchen 2,40, beim wilden Kaninchen 2,76. Ähnlich liegt die Sache bei Vogelarten. Hier ist die verhältnismäßige Herzgröße (zu 1000 Körpergewicht) bei der Hausente 6,98, bei der Wildente dagegen 11,02.

Mäßige Vergrößerung des Herzens ist durchaus nicht gleichbedeutend mit Erkrankung des Herzens. Dagegen liegt geringere Leistungsfähigkeit und geringere Widerstandskraft vor, wenn das Herz zu klein ist. Das Herz bleibt aber zu klein, wenn in der Jugend das Maß an

Leibesbewegung und Leibesübung ein zu geringes war. Ob der Umstand, daß der Jüngling durchschnittlich ein kräftigeres Herz hat als das gleichalterige Mädchen, auf das größere Maß von körperlicher Bewegung und Übung beim Jüngling zurückzuführen ist, sei dahingestellt. Dagegen ist es eine häufig und schon seit Jahren beobachtete Tatsache, daß Tuberkulose auffallend häufig mit Kleinheit des Herzens verbunden ist. —

Die Herzvergrößerung, von der wir bisher sprachen, war die, wie sie nach häufig geübten Schnelligkeitsbewegungen eintritt. Bei einer ermüdenden Dauerübung stehen der Herzmuskel und die Herznerven unter dem Einfluß der im Blute umkreisenden Ermüdungsstoffe. Es war oben dargetan, daß große Herzschwäche, ganz kleiner, matter und häufig aussetzender Puls charakteristisch im Gesamtbild der Allgemeiner müdung des Körpers in die Erscheinung treten. Fortsetzung der Dauerbewegung in solchem Zustande kann nicht nur zu dauernden Folgen der Überarbeitung des Herzens führen, sondern womöglich selbst zum unmittelbaren Herzstillstand und damit zum Tode. Dem klassischen Beispiel des Atheners Eukles, des Siegesläufers von Marathon, welcher in einem Zuge die 42 km lange Strecke vom Schlachtfeld bis zur Hauptstadt durchläuft und dann nach überbrachter Siegesnachricht tot auf dem Marktplatz zu Athen zusammenbricht, hat der moderne Sport doch auch einzelne Unglücksfälle — Tod durch Herzerstüßung — an die Seite zu stellen. Solche Unglücksfälle treten dann am ersten ein, wenn nach einer Dauerleistung, die schon zu einem gewissen Zustand der Erschöpfung geführt hat, irgendein Umstand dazu zwingt, plötzlich noch eine unvorhergesehene Mehrarbeit zu leisten. Dieser erliegt dann der bereits stark geschwächte Herzmuskel. Namentlich ist es das Radfahren, welches wie keine andere Leibesübung geeignet ist, das Herz überanzustrengen. Verschiedene Fälle von plötzlichem Tode bei Radfahrern sind nachgewiesenermaßen darauf zurückzuführen, daß bereits stark ermüdete Fahrer mit dem Aufgebot aller Kräfte noch schnell eine stärker ansteigende Wegstrecke nehmen wollten. Die Ursache dieser allerdings nur ganz vereinzeltten Unglücksfälle ist, daß wohl bei keiner Art von Leibesübung sich das Eintreten von Übermüdung und Überanstrengung in so geringem Grade merklich macht wie gerade beim Radfahren. Allüberall stellen sich sonst bei übermäßiger Leibesübung gewisse Warnungszeichen für den Körper ein und mahnen zum Einstellen der Übung. Bei überlangen Märschen zwingt das Druckgefühl in den Knie- und Fußgelenken schließlich dazu, sich der Grenze zuträglicher Leistung bewußt zu werden; beim Laufen und Rudern erzwingt die Atemanstrengung und beginnende Atemnot Unterbrechung der heftigsten Bewegung; ein gleiches ist beim Dauerschwimmen der Fall. Beim Radfahren dagegen ist das Gefühl der Überanstrengung das denkbar geringste; die Atemsteigerung bleibt

über-  
 arbeitung  
 des Herzens  
 und ihre  
 Folgen.

Gefährdung  
 des Herzens  
 beim Rad-  
 fahren und  
 ihre Ur-  
 sachen.

verhältnismäßig in mäßigen Grenzen; daß seine Pulsziffer um mehr als das Doppelte in der Minute angewachsen ist, fühlt der Radfahrer gar nicht: und so steigert sich gerade hier die Anstrengung des Herzens am ehesten schon zur Überanstrengung, zur Erschöpfung. Kein Zweifel, daß neben der schweren Athletik übertriebenes Radfahren von allen Leibesübungen am meisten Anlaß zu dauernden Störungen der Herztätigkeit und bleibenden Herzerkrankungen gibt: zu Herzerweiterungen, zu nervösem Herzklopfen, zu Kurzatmigkeit usw. Es ist nötig, daß man beim Betrieb von Leibesübungen sich klar ist über die Folgen möglicher Überanstrengungen, damit man stets innerhalb der Grenzen des Zuträglichen bleibe. Der Spielraum dafür ist aber wahrlich weit genug gesteckt, um ohne Gefahr den Körper nach allen Richtungen hin aufs ausgiebigste zu betätigen und üben zu können. Vor allem muß betont werden, daß es wohl bei keinem Organ des Körpers hinsichtlich der Schätzung seiner Leistungsfähigkeit und der noch zuträglichen Inanspruchnahme so sehr darauf ankommt, in welchem Maße der Körper vorgeübt ist, als gerade beim Herzen. Bei keinem Organ bestehen auch bezüglich der physiologischen Einwirkungen der Leibesübungen so große Unterschiede je nach dem Lebensalter des Übenden. Denn die Leistungsfähigkeit des Herzens ist eine durchaus andere beim Knaben als beim Jüngling und als beim voll erwachsenen Mann. Das liegt vor allem an der Verschiedenheit der Wachstumsverhältnisse, welche für das Herz im Verhältnis zu den großen Blutgefäßen bestehen.

Wichtigkeit  
der  
Dorübung.

Verhältnis-  
mäßiges  
Wachstum  
des Herzens  
und der  
großen  
Schlagadern  
in den ver-  
schiedensten  
Lebens-  
altern.

Aus zahlreichen Messungen und Wägungen ermittelte der verstorbene Beneke in Marburg folgende Mittelzahlen. Beim Neugeborenen ist die durchschnittliche Körperlänge 49—52 cm; das Volumen des Herzens beträgt 20—25 ccm, der Umfang der Hauptschlagader oder der Aorta dicht an ihrem Ursprung aus dem Herzen 20 mm. Das weitere Wachstum stellt sich in folgender Tabelle dar:

Alter	Körperlänge in cm	Volumen des Herzens in ccm	Umfang der Aorta dicht am Herzen in mm
Schluß des 1. Lebensjahres	68—72	40—45	32
" " 3. "	88—90	56—62	36
" " 7. "	112	86—94	43
13.—14. Lebensjahr nach vollendeter Entwicklung	140—150	120—140	50
(17.—19. Jahr)	167—175	<b>215—290</b>	61,5
im reifen Mannesalter	167—175	260—310	68

Rechnet man die Zahlen gleichmäßig um auf eine Körperlänge von 100 cm, so ergeben sich folgende Verhältniszahlen:

Lebensalter	Verhältnismäßiges Volumen des Herzens in ccm	Verhältnismäßiger Umfang der Aorta in mm
nach der Geburt	40—50	40
Schluß des 1. Lebensjahres	46—54	45
"   "   3.   "	63—70	43
"   "   7.   "	75—80	39
13.—14. Lebensjahr	83—100	38
nach vollendeter Entwicklung	<b>130—168</b>	37,5
im reifen Mannesalter	150—180	40

Auf die gleiche Körperlänge berechnet, besitzt also der erwachsene Mann eine mehr als dreimal so große Muskelmasse des Herzens wie das neugeborene Kind, während der verhältnismäßige Umfang der Hauptschlagader (dicht am Herzen) derselbe bleibt.

Vom ersten Kindesalter bis zur vollendeten Entwicklung nimmt die Größe des Herzens zu um das Zwölffache, der Umfang der Hauptschlagader aber nur um das Dreifache. Dies ganz ungleiche Wachstum des Herzens und der Schlagadern lehrt uns folgendes: beim Kind ist das Herz verhältnismäßig klein, die Blutgefäße sind weit. Darum herrscht beim Kinde ein geringer Blutdruck, die Zahl der Pulschläge in der Minute ist größer, d. h. das Herz arbeitet schneller und treibt in schnellerem Strom die Blutflüssigkeit durch den Körper. Das ist physiologisch auch dadurch begründet, daß das Wachstum und der Stoffaustausch im Kindesalter einen größeren Stoffaustausch zwischen der ernährenden Blutflüssigkeit und den Geweben notwendig macht.

Kreislaufverhältnisse beim Kind.

Mit dem Beginn der Reifeentwicklung beginnt auch ein entscheidender Umschwung in dem Verhältnis der Herzgröße zur Weite der Schlagadern. In den Jahren der Entwicklung wird tatsächlich das Herz um das Doppelte größer. In derselben Zeit nimmt aber die Hauptschlagader nur wenig an Weite zu, nicht mehr als etwa um ein Fünftel. Nach vollzogener Entwicklung, d. h. beim Erwachsenen, entspricht also ein verhältnismäßig großes Herz einem engen Schlagadersystem, der Blutdruck ist ein hoher, das Herz muß langsamer und mit größerer Kraft arbeiten. Erinnern wir uns nun, wie tiefgreifend die verschiedenen Leibesübungen auf den Herzmuskel einwirken, so muß schon die einfachste Überlegung angesichts dieser Wachstumsverhältnisse uns sagen, daß unmöglich ein System von Leibesübungen den ersten Anforderungen praktischer Hygiene entsprechen kann, wenn es nicht diesen physiologischen Gesetzen Rechnung trägt.

Änderung der Kreislaufverhältnisse während der Entwicklung.

Kreislaufverhältnisse beim Erwachsenen.

Eine normale, ja kräftige Entwicklung des Herzens vor und während der Reifezeit ist für den Bestand der Gesundheit im ganzen Leben, ist für die Gesamthöhe der körperlichen Leistungsfähigkeit und Widerstandskraft von ausschlaggebender Bedeutung; was in diesen Jahren veräußt wird, ist später nie mehr einzuholen. Denn,

wie auch Matthias mit Recht hervorhebt, ein Organ ist am meisten durch Übung zu beeinflussen, wenn es sein stärkstes Wachstum erfährt. Kein Zweifel: beim heranwachsenden Kinde und in der Entwicklungszeit bedarf der Herzmuskel vor allem besonderer Wachstumsanregung, d. h. besonderer Übung. Die Übung des Herzens muß hier eine Hauptaufgabe der Leibeserziehung unserer Jugend bilden.

Befondere  
Einwirk-  
kungen des  
Schullebens.

Dies um so mehr, wenn wir die besonderen Einwirkungen des Schullebens dabei ins Auge fassen. Zur allseitigen Anregung des Stoffwechsels ist beim heranwachsenden Kinde ein reger, ungehinderter Blutkreislauf ein erstes Erfordernis, — und gerade der Blutkreislauf ist es, welcher durch das Stillsitzen in der Schulbank und bei den häuslichen Arbeiten erschwert wird. Denn es fallen hier die beiden wirksamen Hilfskräfte des Blutkreislaufs aus: nämlich ausgiebige Atmung, deren ansaugende Wirkung auf das Blut in den großen Venenstämmen wir kennen gelernt haben, und die Muskelbewegung. Das Herz arbeitet also während der Sitzhaltung unter ungünstigen Verhältnissen. Die Zunahme der Blutarmut und Bleichsucht während des Schullebens beruht zum großen Teil auf der Verkümmernng, welche die Tätigkeit der Lungen und des Herzens im Schulleben erfährt.

Wert der  
Schnellig-  
keits-  
übungen für  
die Herz-  
entwicklung  
im Jugend-  
alter.

Der Aufgabe aber, welcher wir hier gegenüberstehen, das Herz in rechter Weise zu üben, werden wir für die Schuljahre zumeist gerecht durch die Schnelligkeitsübungen, vornehmlich in Form der Bewegungsspiele, wozu dann noch Marsch- und Laufübungen, Wandern und Schwimmen treten. Gerade der Umstand, daß bis zur Entwicklungszeit und noch bis in diese hinein das Herz verhältnismäßig klein, das Schlagadersystem aber weit ist, so daß mit Leichtigkeit und unter geringem Druck das Herz die nötige Blutmenge stetig in die Adern zu pumpen vermag und der Kreislauf sich leicht vollzieht, gerade dieser Umstand macht die heranwachsende Jugend zu Schnelligkeitsübungen besonders tauglich. Herz- und Atemerschöpfung gleichen sich hier 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.

Auch noch während der Entwicklungszeit bleibt diese große Leistungsfähigkeit des Herzens bestehen. Die besten Stürmer im Fußballspiel sind oft junge Leute von 16—19 Jahren; gute oder hervorragende Leistungen im Wettlauf über kürzere Strecken werden schon in diesen Jahren erreicht und später kaum noch übertroffen, wenn nicht größere Übung und besonderes Tränieren aufgewendet wird.

Andere  
Verhältnisse  
beim Er-  
wachsenen.

Beim voll Erwachsenen aber bis zum kräftigen Mannesalter gestalten sich die Verhältnisse allmählich anders. Das verhältnismäßig große Herz muß hier mit starker Kraft unter hohem Druck das Blut in die engen Schlagadern pressen. Störungen der Herztätigkeit und

Herzanstrengung gleichen sich hier nicht so bald aus, und Schnelligkeitsübungen haben hier weit eingreifendere Wirkung. Dafür ist dies Alter mehr befähigt zu angreifenderen Kraft- und Dauerübungen.

So bedürfen also die Schnelligkeitsübungen bei der heranwachsenden Jugend einer grundsätzlichen Pflege, wenn anders die Leibesübungen in der Schule der allseitigen Entwicklung des Körpers und seiner wichtigsten Organe gerecht werden sollen.

Nur solche Arbeit, die häufiger auf das Mehrfache des Ruhewertes gesteigert wird, entwickelt die Fassungskraft und die Muskulatur des Herzens in genügendem Maße derart, daß das Herz jederzeit auch stärkeren Anforderungen gewachsen ist. Soll ein gesundes Wachstum und kräftige Entwicklung für den Herzmuskel des Kindes erzielt werden, so muß dem Herzmuskel zeitweise auch entsprechende umfassende, vorübergehend selbst maximale Arbeit zugemutet werden. Denn dieser Arbeit passen sich Wachstum und Entwicklung des Herzens an. Dies können aber die lokalisierten oder begrenzten Kraft- und Geschicklichkeitsübungen, welche den Hauptinhalt des schwedischen sowohl wie des deutschen systematischen Schulturnens bilden, nicht erreichen. Die Anregungen, welche sie dem Herzmuskel geben, sind zu gering und nur von flüchtig vorübergehender Art. Der deutsche Militärarzt Leitesdorfer zeigte durch seine Untersuchungen, wie geringfügig z. B. die Anregungen waren, welche durch zehn hintereinander ausgeführte tiefe Kniebeugen der Herztätigkeit erteilt werden. Bei dem 1. Internationalen Kongreß für Schulhygiene in Nürnberg 1904 trug der Breslauer Schularzt Dr. Samosch über seine sehr exakten und umfassenden Beobachtungen vor, welche ergaben, um wieviel nachhaltiger auf die Herztätigkeit der Kinder eine Spielstunde einwirkte als eine Schulturnstunde.

Die Wirkung der Schnelligkeitsübungen auf das Herz durch begrenzte Kraft- und Geschicklichkeitsübungen nicht erlenbar.

Indes nach alledem, was wir uns oben vor Augen geführt haben, bedurfte es kaum noch solcher Einzelbeobachtungen. Weder eine deutsche Turnstunde in Frei- und Gerätübungen noch eine schwedische Tagesübung können genügen, um diejenigen Anforderungen zu erfüllen, welche wir hinsichtlich der Herz- und Lungenentwicklung an die Leibesübungen unserer heranwachsenden Jugend stellen müssen. Die Schnelligkeitsübungen in freier Luft haben daher einen wesentlichen Bestandteil der körperlichen Erziehung unserer Jugend zu bilden. Ohne sie ist auch das feinst ausgeklügelte gymnastische System nur eine unvollkommene, nur eine halbe Sache.

## IX.

### Einfluß der Leibesübungen auf den Gesamtstoffwechsel des Körpers.

Auf den Einfluß, welchen die verschiedenen Arten der Leibesübungen auf den Gesamtstoffwechsel besitzen, braucht nur noch in aller Kürze eingegangen zu werden. Die hauptsächlichsten Gesichtspunkte, die hier in Betracht kommen, sind in den vorhergehenden Ausführungen bereits vorweggenommen.

Berechnung  
des Energie-  
aufwandes  
nach  
Kalorien  
und Meter-  
kilogramm.

Bei der Muskelarbeit, so sah<sup>n</sup> wir, werden chemische Spannkraft<sup>e</sup>, die im Muskelfleisch aufgespeichert waren, ausgelöst zu mechanischer Arbeit und mit Einbezug der unmittelbar nachfolgenden Vorgänge in Wärme. Jede, auch die geringste Muskelanstrengung führt in ihrem Verlauf eine nachweisliche Zunahme des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlensäureausscheidung mit sich. Die unmittelbare Messung des Gaswechsels beim arbeitenden Menschen, sowie die Kenntnis des Brennwertes der Nahrungstoffe, geben einen sicheren Maßstab, um die Größe des Energieaufwandes bei der Arbeit zu berechnen.

Dies Maß bestimmen wir bekanntlich nach Wärmeeinheiten oder Kalorien, d. h. nach derjenigen Wärmemenge, welche nötig ist, um ein Kilogramm Wasser um einen Grad Celsius zu erwärmen. Bei physiologischen Versuchen (wie in den oben angeführten Bestimmungen von Durig) rechnen wir auch mit „kleinen“ Kalorien, d. h. der Wärmemenge, die nötig ist, um ein Gramm Wasser um einen Grad Celsius zu erwärmen. Das Maß der Krafteinheit ist das Meter-Kilogramm, also die Arbeitsmenge, die erforderlich ist, um ein Kilogramm einen Meter hoch zu heben. Eine Wärmeeinheit oder (große) Kalorie entspricht einer mechanischen Arbeit von 425 mkg (die kleine Kalorie entspricht 0,425 mkg) — letztere Arbeitsgröße heißt daher auch mechanisches Wärmeäquivalent.

Mechanisches  
Wärme-  
äquivalent.

Vergleicht man den durch die Größe des Stoffumsatzes ermittelten Energieaufwand mit dem wirklich erzielten mechanischen Nutzeffekt, so gewinnt man ein Urteil darüber, inwiefern die Muskeln des Körpers ökonomisch gearbeitet haben, d. h. welcher innere Energieaufwand notwendig war, um diesen wirklichen mechanischen Nutzeffekt zu erzielen. Der tägliche Verbrauch eines gesunden Menschen, der keine besondere Arbeit leistet, beträgt zur Aufrechterhaltung der gewöhnlichen Lebensvorgänge im Körper, also Lieferung der gleichbleibenden Körperwärme von 37° Celsius, Unterhaltung der Atmung, des Herzschlags, der Verdauungsvorgänge usw., etwa 2100 Kalorien, die einem Energieaufwand von 892500 mkg entsprechen. Als mittlere Höchst-

Leistung an Muskelarbeit kann man für einen gesunden, wohlentwickelten Erwachsenen eine mechanische Arbeitsmenge von rund 300 000 mkg in 24 Stunden annehmen. Um diese mechanische Arbeitssumme zu leisten, ist nach Zunk noch ein Mehraufwand an Energie, d. h. an innerer Arbeit, nötig von 2200 Kalorien, entsprechend 935 000 mkg Arbeitswert. Dieser Mehraufwand käme also zu dem vorhin angegebenen Ruhewert hinzu. Entspricht der Aufwand innerer Arbeit von 935 000 mkg einer mechanischen Arbeitssumme von 300 000 mkg, so ist also vom ganzen Energieaufwand etwas weniger als ein Drittel zu wirklichem mechanischen Nutzeffekt verfügbar geworden. Dabei muß allerdings in Betracht gezogen werden, daß bei solcher Dauerarbeit — und nur durch Dauerarbeit lassen sich 300 000 mkg mechanischer Leistung erreichen — auch die Tätigkeit der Atem- und Herzmuskulatur eine entsprechende Steigerung erfahren muß. Auf die Unterhaltung dieser gesteigerten Arbeit der Atemmuskeln und des Herzmuskels — eine Muskelarbeit, welche in der Summe des mechanischen Nutzeffektes nicht mitrechnet — entfallen nicht weniger als 15 % der Gesamtarbeit bei solchen Dauerleistungen.

Zum Unterhalt dieser Lebensvorgänge, die mit steter Wärmezeugung verbunden sind, sowie zur Aufspeicherung der bei Arbeit verfügbaren Energie dienen die in den Körper eingeführten Nahrungsstoffe, sowohl das stickstoffhaltige Eiweiß als die stickstofflosen Kohlehydrate und Fette — soweit sie verdaut und dadurch in eine Form gebracht werden, die sie für den Stoffwechsel ausnützlich macht. Wir gehen von der Annahme aus, daß zur Erzeugung der Energie des Körpers die verschiedenen Nahrungsmittel je nach ihrem Verbrennungswert herangezogen werden, derart, daß je ein Gramm Eiweiß oder ein Gramm Kohlehydrat 4,1, ein Gramm Fett 9,3 Kalorien liefern und daß nach dem „Gesetz der Isodynamie“ sich die verschiedenen Nahrungsstoffe zur Erzeugung von Wärme und Arbeit bis zu einem gewissen Grade — denn eine bestimmte Zufuhr stickstoffhaltigen Eiweißes ist stets unerlässlich — vertreten können. Nun ist früher bei Besprechung der inneren Vorgänge bei Muskelarbeit bereits in Kürze ausgeführt, daß es kein einfacher Verbrennungsvorgang ist, der bei der Muskelarbeit Wärme und mechanische Kraft liefert, sondern daß verwickeltere stoffliche Vorgänge Energie im Muskel aufspeichern, die im Augenblick der Muskelzusammenziehung in mechanische Kraft sich umsetzt, während die unmittelbar darauf folgenden Verbrennungsvorgänge — im wesentlichen auf Oxidation der bei der Muskelarbeit auftretenden Milchsäure beruhend — sekundärer Natur sind. Auf diese Fragen sowie auf die Zusammenfassung und Ausnützlichbarkeit unserer gebräuchlichsten Nahrungsmittel hier einzugehen, liegt außerhalb des Rahmens dieser Betrachtungen.

Gehen wir davon aus, daß 1 g Fett den gleichen Verbrennungswert hat wie 2,43 g trockner Fleischaeser und 2,56 g Trauben-



zucker (in welchen die Kohlehydrate bei der Verdauung übergeführt werden). Zur Bestreitung der Verbrennungsvorgänge, die im Zusammenhang mit der Muskelarbeit stehen, werden in erster Linie die Kohlehydrate der Nahrung herangezogen, in zweiter Felt — vermutlich nach Umwandlung in einen kohlehydratartigen Körper. Inwieweit und in welcher Form bei Mangel an Kohlehydraten und an Fett auch das Eiweiß angegriffen wird, bedarf noch der genauen Feststellung, wenn auch Junz für reine Steigarbeit bei Hunden nachwies, daß bei Fütterung mit eiweißreicher Kost für dieselbe Arbeitsleistung eine gleiche Menge von Energie verbraucht wurde wie bei Fütterung mit Kohlehydraten oder bei reinem Fettverbrauch aus den Körperbeständen.

Werden dem Körper genau so viel Nahrungstoffe zugeführt, als er verbraucht, so spricht man von einem vorhandenen Stoffwechselgleichgewicht. Zur Zeit des Wachstums ist über die zum Ersatz nötige Menge hinaus noch ein Mehr von Nahrungstoffen erforderlich zum Aufbau neuer Körpergewebe. Wird dieses Mehr in den Jahren des Wachstums durch ein Übermaß angreifender Übung verbraucht, so ist Störung des Wachstums die Folge — wie man bei den schlecht entwickelten, oft auffallend im Wachstum zurückgebliebenen Kindern sieht, welche schon in ganz jungen Jahren zu gymnastischen Schaulstellungen herhalten müssen und entsprechendem steten Drill unterworfen sind. Andererseits können sich in unserem Körper weit über den Bedarf hinaus Reservestoffe aufspeichern. Den überwiegenden Teil dieser bildet das Fett des Körpers. Dazu kommt das Glykogen, ein zu den Kohlehydraten gehöriger, in der Leber wie auch in den Muskeln enthaltener Stoff, sowie endlich im Blute befindliches und zirkulierendes Eiweiß. Diese Reservestoffe werden bei außergewöhnlichem Bedarf in den Stoffwechsel einbezogen und verbrannt. Sie bilden somit eine Art Schutz für die Gewebs- und Baustoffe des Körpers, die sie vor Einschmelzung bewahren. Daß die Zersetzung der Reservestoffe, wo sie reichlich vorhanden sind, bei Muskelarbeit besonders heftig vor sich geht und daß dadurch die Atmung schnell und stark gesteigert wird bis zur Atemnot, ist bereits erwähnt. Man braucht sich nur zu erinnern, in welch kurzer Frist nach irgendeiner schnelleren oder angreifenderen Muskelbewegung ein Mensch außer Atem gerät, der träge in bezug auf Muskelarbeit dahinlebt, dafür aber um so reichlicher Fett angelegt hat. —

Das Verhältnis von Energieaufwand und wirklichem mechanischen Nutzeffekt ist ein sehr verschiedenes. Am günstigsten ist es bei gut geübten oder trainierten Muskeln, wo der Nutzeffekt auf etwa 33% des gesamten Energiewertes der umgesetzten Stoffe steigen kann. Wenig geübte und schlecht entwickelte Muskeln arbeiten dagegen weit weniger ökonomisch und bedürfen daher zur Leistung eines bestimmten mechanischen Arbeitswertes eines größeren

Stoffwechsel-  
gleich-  
gewicht.

Reserve-  
stoffe.

Verschieden-  
heit des  
Verhält-  
nisses von  
Energieauf-  
wand und  
mechani-  
schem Nut-  
effekt.

Stoffumsatzes. Der Energiewert wächst ferner verhältnismäßig schneller als der Arbeitswert, mit anderen Worten: der Stoffverbrauch wird ein unnötig großer und unvorteilhafter, wenn die Arbeit nicht zweckmäßig auf größere Muskelmassen verteilt war, sondern einzelne kleinere Muskeln übermäßig belastet. Ein gleiches tritt ein, wenn eine rhythmische Dauerarbeit, wie Gehen, Radfahren, Rudern, Schwimmen usw., stark beschleunigt wird. Eine Dauerarbeit kann also nicht nur am längsten durchgeführt werden, wenn sie in einem bestimmten gewohnten, d. h. halb automatisch gewordenen Zeitmaß durchgeführt wird — und dieses Zeitmaß braucht durchaus nicht ein besonders langsames zu sein —, sondern sie vollzieht sich dann auch mit der größten Ersparnis an Kraftaufwand.

Dagegen wird der Energieaufwand bei Dauerbewegungen sofort wieder dem mechanischen Nutzeffekt gegenüber unverhältnismäßig groß, wenn der glatte Vollzug der gewohnten Bewegung andauernd gestört ist, während eines Marsches z. B. bei irgendeiner an sich geringfügigen, aber bei jedem Auftreten schmerzhaften Zerrung an Sehnen oder Gelenken, bei starkem Druck der Schuhe oder Verletzung am Fuß u. dergl. Ebenso verhält es sich, wenn die Bodenbeschaffenheit eine schlechte ist oder widriger Wind den Luftwiderstand unverhältnismäßig erhöht. Die Berechnungen für den inneren Arbeitsaufwand bei den verschiedenen Leibesübungen sind also schon aus den genannten Gründen nur ganz überschlägliche. Sie genügen aber als Schätzwerte, um wenigstens eine annähernde Vorstellung der Arbeitssummen zu geben, welche unsere Muskulatur bei Kraft-, Dauer- und Schnelligkeitsübungen zu leisten vermag. Diese Arbeitssummen geben dann auch ein Maß an dafür, in wie hohem Maße zu ihrer Bestreitung die Stoffwechselvorgänge in Anspruch genommen werden mußten.

Die mittlere Leistungsfähigkeit eines gesunden Erwachsenen hatten wir oben mit 300 000 mkg nutzbarer Arbeit in 24 Stunden bewertet; bei Geübten und erst recht bei planmäßig Trainierten sind aber weit größere Arbeitsmengen möglich. Ich will da nur erwähnen, daß Jaffé bei einer kalifornischen Studentengruppe von Fußballspielern die außerordentlich große Tagessumme von 780 000 mkg mechanischer Arbeit errechnete. Das ist etwa das 2½fache dessen, was im Durchschnitt ein kräftiger Lastträger täglich leisten kann!

Zu den früher im Abschnitt IV gegebenen Beispielen über den Umfang der möglichen Muskelarbeit bei Kraftübungen, verglichen mit dem bei Dauerübungen, seien hier noch einige hinzugefügt, um neben der Größe des mechanischen Nutzeffekts auch die des gesamten Energieaufwandes als eines Maßstabes für den Umfang der dabei stattfindenden Stoffwechselvorgänge im Körper ins rechte Licht zu setzen.

Stellen wir an die Spitze das Bergsteigen, als diejenige Dauerübung, welche wohl am vorteilhaftesten (allenfalls das Dauerrudern in

Steigerung  
der mittleren  
Leistungs-  
fähigkeit  
bei gut  
Geübten und  
Trainierten.

Arbeitswert  
beim  
Bergsteigen.

richtiger Form kann ihm da zur Seite gestellt werden) die Atemmuskulatur übt, nach allen Richtungen hin den Brustkorb erweitern macht und die Fassungskraft der Lungen steigert. Die Ersteigung einer Höhe von 2200 m bei einem guten, stets mäßig mit 10 % ansteigendem Wege ist eine gut erreichbare Tagesleistung für einen nicht gerade ungebübten Bergsteiger. Nehmen wir an, der Bergsteiger habe ein Körpergewicht von 75 kg, seine Kleidung, Rucksack usw. wögen nur 5 kg, so setzt sich die mechanische Arbeit zusammen aus:

1. der senkrechten Erhebung von  $75 + 5 = 80$  kg auf 2200 m, das sind  $2200 \times 80 = 176\,000$  mkg, und
2. der Fortbewegung im horizontalen Sinne (22 km bei 10 % Steigung, berechnet nach der Formel: Gewicht multipliziert mit  $\frac{1}{12}$  der Wegelänge)

$$\text{das sind } 80 \times \frac{22\,000}{12} = 80 \times 1833,33 = 146\,666 \text{ mkg.}$$

Die Gesamtleistung bei dieser Bergbesteigung beträgt also an mechanischer Arbeit: 322 666 mkg, während der Energieaufwand mehr als das Dreifache beträgt.

Ohne auf die Einzelheiten in der Berechnung einzugehen, führe ich an, daß nach L. Jung beim Marsch in der Ebene und dem Zeitmaß 6 km in der Stunde (gute mittlere Marschzeit) auf 1 kg Körpergewicht über 1 km Weg entfallen 86,27 mkg mechanischer Arbeit. Das wären bei 75 kg Körpergewicht und gleichfalls 5 kg Belastung durch Kleidung usw.

$$86,27 \times 80 = 6901,60 \text{ mkg auf 1 km und}$$

$$41\,409,60 \text{ mkg auf 6 km (oder auf eine Stunde Marsch).}$$

Würde der Betreffende an einem Tage in gleicher Geschwindigkeit 45 km zurücklegen, wozu er  $7\frac{1}{2}$  Stunden Marschzeit brauchte — eine durchaus mittlere Leistung —, so wäre die Summe der mechanischen Arbeit

$$41\,409,60 \times 7,5 = 310\,572 \text{ mkg.}$$

Ebenso berechnete L. Jung für eine Radfahrt von 7 Stunden über 105 km bei 73 kg Körpergewicht eine mechanische Arbeitsleistung von 306 514 mkg.

Wir sehen also, daß drei mittelgute Dauerleistungen im Bergsteigen, im Marschieren, im Radfahren, als Tagesleistung ausgeführt, übereinstimmend einen wenig über 300 000 mkg reichenden mechanischen Arbeitsaufwand verlangen und dementsprechend einen mindestens dreimal so großen, also über 900 000 mkg liegenden Energieaufwand. —

Geringer sind die möglichen Arbeitssummen bei den reinen Schnelligkeitsübungen. So berechnete Maren, daß ein 75 kg schwerer Läufer bei 300 Lauffschritten in der Minute für jeden Lauffschritt 24,1 mkg Arbeit zu leisten habe. Bei einer Schrittlänge von

Arbeitswert  
beim Marsch  
in der Ebene.

Arbeitswert  
einer  
Radfahrt.

Arbeitswert bei  
Schnelligkeitsübungen:  
schneller Lauf.

1,5 m, die einem solchen Laufe bei mittlerer Körperlänge etwa entspricht, wäre das eine Schnelligkeit von 450 m in einer Minute, also die Leistung eines guten und geübten Wettläufers (die beste bis jetzt erzielte Leistung sind 48,20 Sekunden für 400 m Lauf). Die mechanische Leistung bei einem solchen Einminutenlauf wäre nach jener Berechnung

$$300 \times 24,1 = 7230 \text{ mkg,}$$

der gleich, als ob man eine Hantel von 50 kg 144 mal in einer Minute 1 m hoch stemmen wollte!

Wollte man aber anderseits mit einer solchen reinen Schnelligkeitsbewegung jene Arbeitsleistung von 300 000 mkg erreichen, die wir vorhin beim Bergsteigen, beim Radfahren und beim Marschieren als verhältnismäßig leicht erreichbar fanden — so müßte solcher schnellste Lauf über 450 m 41 mal an einem Tage unternommen werden. Und wenn wir die Marenische Angabe umrechnen auf den bei uns mit Vorliebe gepflegten 200-Meterlauf, so müßte 92 mal an einem Tage ein Wettlauf über 200 m unternommen werden, um jene Arbeitssumme zu erreichen. Jeder, der die Anstrengungen bei dieser Wettlaufstrecke kennt, wird zugeben, daß dies einfach unmöglich ist.

Anders liegt die Sache für den Dauerlauf, welcher, von wohlgeübten Läufern unternommen, sich in bezug auf den Energieaufwand und den Arbeitswert mit dem schnellsten Gehen ungefähr gleichstellt. Dazu braucht es nicht einmal der in jüngster Zeit wiederholt unternommene „Marathon-Lauf“ über 40 oder 42 km zu sein. — Der Lauf bei stundenlangem Spielen stellt in bezug auf Arbeitsleistung und Anregung des Stoffwechsels sich dem Dauerlauf zur Seite. Dauerlauf.

So gestatten also die Dauerübungen, wenn stetig, stundenlang, in angeübten und gewohnten Zeitmaß ausgeführt, unter günstiger ökonomischer Ausnutzung der Muskelkräfte die größten Summen mechanischer Arbeit allmählich anzuheufen, deren der Körper im Laufe eines Tages fähig ist. Anderseits ermöglichen es die Schnelligkeitsübungen dem Körper, das größte Maß von Arbeit in der Zeiteinheit — wenn diese auch nur eine kurze ist — auszuführen. Dieses Maß erreicht keine andere Art von Bewegung auch nur annähernd. Mechanische Leistungen wie die, in 10 Sekunden das Gewicht des Körpers über eine Strecke von 100 m dahinzuschleudern oder in etwas mehr als 30 Sekunden das Körpergewicht auf dem Fahrrad über  $\frac{1}{2}$  km dahinfliegen zu machen, stellen doch wohl das Höchste an Kraftleistung dar, deren in gleich kurzer Zeit die menschliche Bewegungsmaschine fähig ist.

Weit bleiben dahinter zurück die sogenannten Kraftübungen, weil sie sich unter viel ungünstigeren mechanischen Bedingungen vollziehen und in stärkerem Grade immer nur einzelne Muskeln und Muskelgruppen belasten. In Abschnitt V sind die Arbeits-

verhältnisse beim Stemmen schwerer Hanteln oder bei einer Übung, wie Klimmziehen am Recke bereits beleuchtet. Daß bei solchen Übungen und insbesondere bei schwinghaften (dynamischen) Geräteübungen Übungswerte vorhanden sind, welche den Dauerübungen abgehen, ist früher bereits ausgeführt. Im übrigen ist der verhältnismäßige Energieaufwand bei solchen Übungen insofern ein größerer als bei den Dauerübungen, weil die Muskeln dabei weit weniger ökonomisch arbeiten.

Nur bei gewissen Kraftleistungen im Ziehen, Tragen, Heben, Hämmern usw., welche nach entsprechender Eingewöhnung handwerks- oder berufsmäßig stundenlang fortgesetzt werden, lassen sich Arbeitssummen von großem Umfang erzielen, welche wenigstens einigermaßen heranreichen an die mechanische Arbeitsleistung, wie sie durch typische Dauerübungen, wie Gehen, Bergsteigen, Radfahren, Rudern und dergleichen, verhältnismäßig leicht erreichbar sind.

Insoweit es eine Aufgabe der Leibesübungen ist, den Stoffumsatz oder den Stoffwechsel des Körpers 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 besonderen Übungszwecken gerecht werden. Sie können darin von den Kraft- und Geschicklichkeitsübungen nicht ersetzt werden, deren Übungszweck und Übungswert eben ein anderer ist.

## X.

### Physiologischer Übungswert der verschiedenen Arten der Leibesübungen.

Gehen wir nun dazu über, die Ergebnisse unserer Betrachtungen zusammenzufassen und eine kurze Übersicht zu geben über die verschiedenen Formen der Leibesübungen und deren physiologische Werte.

Wir haben also zunächst zu unterscheiden zwei große Gruppen von Übungsarten. Die erste Gruppe besteht aus Übungen, deren jede für sich einen einheitlich in sich geschlossenen Bewegungsvorgang darstellt. Diese Übungen können in unendlicher Vielheit der Formen, frei aus dem Stande, aus dem Sitzen oder Liegen, ferner mit Geräten oder an Geräten erfunden und ausgeführt werden. Wir unterscheiden sie in umfängliche oder allgemeine Kraftübungen, in begrenzte oder lokalisierte Kraftübungen und in Geschicklichkeitsübungen. Ihnen gegenüber steht eine andere Gruppe von Bewegungsarten oder Übungen, welche sich

zusammensetzen aus einer rhythmischen Folge gleicher, sich stetig wiederholender Bewegungen, die beliebig lange durchführbar sind. Der Kreis der Formen ist hier ein beschränkter. Diese Bewegungsarten sind die Dauer- und die Schnelligkeitsübungen.

Zu den umfanglichen oder allgemeinen Kraftübungen rechnen wir das Ringen, das Hantelstemmen und das Heben schwerster Gewichte. Diese Übungen verlangen maximale Betätigung großer Muskelbezirke, unter Anstrengung, welche sich mit dem Akt der Pressung verbindet. Regen diese Übungen auch in starker, allerdings bald wieder vorübergehender Weise den Atemgang und die Herzthätigkeit an, so sind sie doch für Lunge und Herz von recht bedenklicher Einwirkung durch den Vorgang der Pressung. Dieser Vorgang unterbricht den Atemgang, legt den Brustkorb in äußerster Ausatmungsstellung fest und beeinträchtigt durch den überstarken Expirationsdruck im Brustraum die Elastizität der Lungen, so daß bei häufiger stärkster Pressung sich Lungenblähung (Lungenemphysem) auszubilden vermag. Ebenso kann durch denselben Akt der Herzmuskel geschädigt werden, weil gerade in dem Augenblick das Schlagaderstern und insbesondere die ernährende Schlagader des Herzens, die Kranzschlagader, leer ist, wo das Herz stärkster Blutzufuhr zur Unterhaltung seiner Arbeit bedarf. Das plötzliche Hineinschießen des zurückgestauten Venenblutes nach Aufhören der Pressung in die rechte Herzkammer und Herzkammer erzeugt leicht Dehnung des wenig widerstandsfähigen Herzens. Auf den Stoffwechsel wirken solche Kraftübungen immerhin angreifend. — Bezüglich des Nervensystems benötigen sie starke Willensanstrengung, um große Muskelbezirke zur Höchstleistung zu zwingen. Die angestregten Muskeln selbst nehmen stark an Kraft und Umfang zu, wobei sie sich allerdings mehr nach der Dicke des Muskelkörpers zu entwickeln als nach dessen Länge. —

Umfängliche  
oder all-  
gemeine  
Kraft-  
übungen.

Die begrenzten oder lokalisierten Kraftübungen sowie die Geschicklichkeitsübungen bilden den hauptsächlichsten Übungsstoff der verschiedenen Systeme der Schulgymnastik. Wenn auch zwischen diesen Übungsgruppen eine feste Grenze nicht zu ziehen ist, so kommt es doch bei den lokalisierten Kraftübungen mehr darauf an, einzelne kleinere Muskelbezirke zu starker, selbst zur Höchstleistung zu bringen und dadurch besonders zu üben und zu kräftigen. Die Geschicklichkeitsübungen haben dagegen vor allem die Übung der koordinierenden Hirn- und Nerventätigkeit und damit die volle Beherrschung des Körpers durch den Willen zum Ziel. Dabei werden gleichfalls einzelne Muskeln stärker, selbst bis zur flüchtigen Höchstleistung in Anspruch genommen, zahlreiche Muskeln aber nur in mäßigem oder geringem Grade zu wohlhabgewogener Mitarbeit bei der Lösung schwierigerer Bewegungsaufgaben herangezogen.

Begrenzte  
Kraft- und  
Geschicklich-  
keits-  
übungen.

Frei-  
übungen.

Die hierhergehörigen Übungen sind zunächst die Freiübungen aus dem Stehen, oder auch Sitzen und Liegen. Bilden sie einfache Bewegungen, werden sie häufig wiederholt, oder sind sie mit längerem Halten verbunden, so entsprechen sie mehr den begrenzten Kraftübungen und dienen zur Kräftigung bestimmter Muskeln und Muskelbezirke. So insbesondere der Rumpfs- (Rücken- und Bauch-) Muskeln bei den überaus wertvollen Haltungsübungen; — bei zusammengesetzten und schwunghaft auszuführenden Freiübungen — namentlich mit Belastung der Hände durch leichte Hanteln oder den Eisenstab — tritt die Übung der Geschicklichkeit mehr in den Vordergrund.

Gerät-  
übungen.

Noch weniger ist die Übung von Kraft oder von Geschicklichkeit auseinanderzuhalten bei den Geräteübungen, — allenfalls machen sich bei den in Abschnitt V nach Du Bois-Reymond unterschiedenen statischen Übungen mehr andauernde Höchstzusammenziehungen nach Art der reinen Kraftübungen geltend, während bei den schwunghaften oder dynamischen Übungen mehr flüchtige Höchstanstrengungen in die Erscheinung treten. Jedenfalls machen sich bei den Übungen im Hang oder Stütz am Reck, am Querbaum, am Barren, an der Leiter, an den Ringen, an den Kletterstangen Maximalleistungen einzelner Muskeln oder Muskelbezirke häufiger notwendig; bei den Übungen des gemischten Sprunges (Gerätespringens) am Bock, am Pferd, am Querbaum mit aufgelegtem Holzsattel, am Barren, beim Stabspringen (das namentlich beim Hochspringen gleichwertig einer „Gipfelübung“ am Gerät ist), ferner bei den Schwing- und Voltigierübungen am Pferd usw. tritt die sichere Beherrschung der Muskulatur zur Geschicklichkeit in den Vordergrund. Diesen Übungen fügen sich hinsichtlich ihres hauptsächlich Übungswertes an: das Freispringen über die Schnur oder über feste Hindernisse, wie Planke, Bretterzaun, Hürde, Graben usw., sei es nun, daß der Sprung mehr in die Höhe oder mehr in die Weite tragen soll. Endlich sind hierhergehörig die Übungen im Werfen mit leichterem und mittelschwerem Wurfgerät (Ball; Eisenkugel; Diskus; Ger; Speer; Hammer usw.). Alle diese Wurfübungen haben wie auch das Springen ausgesprochen dynamischen Charakter.

Frei- und  
Hindernis-  
springen.

Wurf-  
übungen.

Wirkung  
auf die  
Atem-  
organe.

Für die Ausbildung der Atmungs- und Kreislauforgane bedeuten die örtlichen Kraft- und die Geschicklichkeitsübungen eine wohl nutzbringende, aber doch auch schnell wieder vorübergehende Anregung. Sie können allerdings bessere Entfaltung des Brustkorbes, unter Umständen auch Verbesserung der Mechanik des Atmens erzielen: für die Ausbildung der Lungen in allen Teilen zur größtmöglichen Leistungsfähigkeit genügen sie indes weder nach Umfang noch nach Dauer. Insbesondere sind es die Hilfsmuskeln der Atmung, welche durch Frei- und Geräteübungen entwickelt werden, nicht aber die wichtigeren eigentlichen Atemmuskeln. Dazu kommt, daß

auch örtliche Kraftübungen, namentlich die mehr statischer Art, vielfach mit dem Vorgang der Pressung verbunden werden und dann auch deren bedenkliche Einwirkungen nicht vermissen lassen.

Hinsichtlich der Muskulatur ist bei richtiger und geschickter Auswahl der Übungen die Wirkung eine vortreffliche. Die Muskeln werden weniger zu athletischer, kurzer und dicker Form ausgebildet, sondern sie erhalten zwar kräftige, aber schlanke und lange Muskelkörper derart, daß sie tauglich werden zu weit ausholenden umfassenden Zusammenziehungen. Vor allem haben wir es durch die örtlichen Kraftübungen in der Hand, bestimmte und besonders wichtige Muskelgruppen eingehender auszubilden. Wir haben als solche der Ausbildung zumeist bedürftigen Muskelgruppen kennen gelernt die Muskeln am Rumpfe, soweit sie dienlich sind, um eine schöne gerade Haltung zu erzielen, den Brustkorb unter Zurücknehmen der Schultern zu entfalten sowie um die Bauchdecken fest, widerstands- und druckkräftig zu machen.

Der Hauptwert der begrenzten Kraft- und Geschicklichkeitsübungen liegt indes in der Ausbildung der Koordinationstätigkeit derjenigen Teile unseres Nervensystems, welchen die willkürlichen Bewegungen untergeordnet sind, mit anderen Worten: in der sicheren Beherrschung des Bewegungsapparates durch den Willen in allen möglichen Lagen. Wie der geübte Klavierpieler beim ersten Anblick eines Notenblattes sofort alle Tasten mit Sicherheit anschlägt, um ein verwickeltes Tonstück richtig erklingen zu lassen, so soll auch der koordinierende Wille lernen, mit ähnlicher Sicherheit sofort die zahllosen Enden der Bewegungsnerven anzuschlagen oder anzuregen zu einer wohlabgerundeten, harmonischen Bewegung, wenn solche verlangt wird. Daß bei diesen Übungen, insbesondere bei den Gerätübungen, auch Mut und Entschlossenheit geweckt und gestählt werden, ist noch besonders hervorzuheben. In jener Nervengymnastik liegt aber die Hauptbedeutung der Geschicklichkeitsübungen.

Gehen wir nun über zu den Schnelligkeits- und Dauerübungen, so rechnen wir zu diesen das Gehen, Marschieren und Bergsteigen, das Laufen, das Tanzen; ferner das Schwimmen, das Rudern, das Schlittschuh- und Schilaufen sowie das Radfahren. Alles das sind Bewegungsarten, welche der Fortbewegung des Körpers dienen. Kommt es bei allen diesen darauf an, den Körper zu einem bestimmten Ziel schnellstens hin zu bewegen, oder umgekehrt in einer bestimmten Zeit eine möglichst große Strecke zurückzulegen, so steigert sich bei den Schnelligkeitsübungen die Tätigkeit des Herzens und der Lunge bis zur Grenze der äußersten Leistungsfähigkeit, bis zum Beginn von Ermüdungserscheinungen. Es wird eine Maximalleistung dieser Organe herbeigeführt, gleichwie dies für den Muskel der Fall ist bei jeder Kraft-

Entwicklung  
der Mus-  
kulatur.

Übung der  
Koordi-  
nations-  
tätigkeit des  
Nerven-  
systems.

Schnellig-  
heits- und  
Dauer-  
übungen.

anstrengung. Wird der Gang der Bewegung aber so weit gemäßigt, daß sie auf einer gewissen Höhe dauernd dieselbe bleibt und nicht weiter zu größerer Schnelligkeit ansteigt, so kann sich ein Gleichgewicht herstellen zwischen den durch die Muskelarbeit gesetzten Anforderungen einerseits und der Leistungsfähigkeit des Herzens und der Atmungsorgane andererseits. Ist dies der Fall, so kann solche Bewegung in gleicher Form stundenlang fortgesetzt werden, d. h. sie wird zur Dauerbewegung.

Einfluß auf  
Herz und  
Lunge.

Der Hauptübungswert der Schnelligkeits- und der Dauerübungen liegt also in der rhythmisch stark gesteigerten Tätigkeit und dementsprechenden Übung und Kräftigung des Herzens und der Lunge. Bei den Schnelligkeitsübungen werden Lunge und Herz schnell bis zum Maximum ihrer Arbeitsmöglichkeit geführt. Bei den Lungen wird dann die gesamte verfügbare Atemfläche zur Mitarbeit in Anspruch genommen, während für gewöhnlich das atemfähige Lungengewebe nur zu einem Teile, der oft recht bescheiden ist, ins Spiel kommt. Allerdings, ist diese Höchstgrenze erreicht, so machen sich auch Ermüdungserscheinungen seitens der Atemwerkzeuge und des Herzens geltend: Atemlosigkeit einerseits, häufiger, kleiner, selbst aussetzender Puls andererseits. Der Zustand der Atemlosigkeit ist es insbesondere, welcher sofort zur Einstellung solcher erschöpfenden Schnelligkeitsbewegung zwingt. In der Ruhe geht er gewöhnlich schnell wieder vorüber. Zu beachten ist, daß durch geeignete Übung das Eintreten von Atemlosigkeit sich bis zu einem gewissen Grade vermeiden oder doch abschwächen läßt — im Gegensatz zur Pressung mit ihren Folgen bei anstrengenden Kraftübungen, die nicht vermeidbar ist.

Gefahr bei  
Überdauer.

Bei Dauerübungen wird der Atemumfang um das Mehrfache gesteigert; zugleich aber tragen die rhythmischen Bewegungen dabei sowie die Tiefatmung zur anhaltenden Erleichterung des Blutumlaufs im Venensystem des Blutkreislaufs bei und entlasten das Herz bei seiner Mehrarbeit in nennenswertem Grade. Nur wenn die Dauer gesteigert wird zur Überdauer, die Dauerübung weit über die Grenze des Gewohnten und Zuträglichen hinaus verlängert wird, dann tritt auch eine starke Beeinträchtigung der Herzarbeit ein, und zwar durch den Einfluß der immer mehr im Blute sich anhäufenden und umkreisenden Ermüdungsstoffe. Die Herzarbeit wird unzureichend, es tritt Herzdehnung ein, bald nur vorübergehender Art, bald auch dauernde Schäden hinterlassend; ja, der Herzmuskel kann schließlich vollständig versagen. —

Einwirkung  
auf den  
Stoffwechsel  
und die  
Muskeln.

Für den Stoffwechsel bedeuten die Schnelligkeits- und Dauerübungen, weil sie große bis größte Arbeitssummen anhäufen und dementsprechenden Energieaufwand bedingen, eine außerordentlich starke Belebung. Ebenso werden die Muskeln zwar stark betätigt, aber nicht nach Art von Höchstanstrengungen. Bei Schnelligkeits-

übungen tritt daher örtliche Ermüdung der arbeitenden Muskeln kaum ein. Ist hier doch die Arbeit verteilt auf die massigen Bein- und Hüftmuskeln, welche über die Hälfte der gesamten Körpermuskeln ausmachen. Diese Verteilung ist es ja auch, welche die Dauerübungen so lange auszudehnen gestattet. Nur bei übermäßiger Ausdehnung einer Dauerbewegung treten auch Erschöpfungszustände der Muskulatur auf.

Wichtig ist das Verhalten des Nervensystems. Schnelligkeitsübungen bedingen nur dann kurze äußerste Willensanstrengung, wenn sie den Charakter von Wettübungen tragen, so daß im Laufen, Rudern, Schwimmen usw. die höchstmögliche Beschleunigung der Fortbewegung über eine gewisse Strecke erstrebt wird. Im übrigen haben mäßige Schnelligkeitsübungen und haben insbesondere auch die Dauerbewegungen, weil sie halbautomatisch, mehr von Bewegungszentren zweiter Ordnung aus erfolgen, einen erholenden Charakter für die Hirn- und Nervenarbeit. Sie gestatten daher auch während der Bewegung, während des Wanderns, des Bergsteigens, des Ruderns, bei guten, glatten Straßen selbst auch während des Radfahrens vollen Naturgenuß mit seinen erhebenden Einwirkungen auf das Gemütsleben. Nur bei übermäßig ausgedehnten Dauerbewegungen beeinflusst die starke Allgemeinerermüdung, ja Erschöpfung auch das Nervensystem in schwerer Weise, macht aber schließlich schneller und vollständiger wieder einer gänzlichen Erholung Platz, als dies etwa bei geistiger Überanstrengung oder bei heftigen Gemütserschütterungen der Fall zu sein pflegt. —

Einwirkung auf das Nervensystem.

Erwähnt sei noch, daß bei den winterlichen Leibesübungen, wie Schlittschuh- und Schilauflauf, sowie beim Schwimmen als besonderer Übungswert der starke Wärmeverlust durch die Haut hinzukommt, der durch entsprechende Wärmeerzeugung mittels kräftiger Bewegung ausgeglichen wird und den Körper gegen den Einfluß starker Schwankungen der Außentemperatur abhärtet.

Wir haben nun noch zwei besondere Gruppen von Übungsarten zu nennen: das sind die Aufmerksamkeitsübungen und die Übungen der Schlagfertigkeit.

Zu den Aufmerksamkeitsübungen zählen wir die sogenannten Ordnungsübungen und die Reigen. Auch lang ausgespinnene Frei-, Hantel-, Stab- und Keulenübungen, die in vielen Zeiten auszuführen sind, können den vorwiegenden Charakter von Aufmerksamkeitsübungen tragen.

Aufmerksamkeitsübungen: Ordnungsübungen.

Die Ordnungsübungen sind rein taktische Bewegungen im Gemeinkörper von Übenden. Im Grunde handelt es sich dabei um die Aufstellung einer Turnklasse zur Ausführung irgendwelcher gemeinsamer Bewegungen und die Änderung solcher Aufstellung als Endzweck. Wir sahen aber, wie in der Spießschen Turnschule diese taktischen Bewegungen in ihrer Mannigfaltigkeit zum Selbstzweck erhoben worden

Ordnungsübungen.

sind. Mag zur Bildung der verschiedenen bei Aufzügen, Paraden und vor allem im Gefecht nötigen Formationen einer Truppe das Einüben solcher Formationen auf militärischen Exerzierplätzen eine wohl unbestreitbare Notwendigkeit sein, — der Betrieb eines nicht nur gleich umfangreichen, sondern noch darüber hinausstrebenden Ordnungsdreills bei unserer Jugend ist ein unentschuldbarer Mißbrauch der Zeit, welche wirklicher Leibesübung zu widmen ist. Und diese Zeit ist doch wahrhaftig knapp genug bei uns bemessen! Alle jene Aufmärsche, Reihungen, Schwenkungen usw. haben auf diejenigen Organe des Körpers, welche in erster Reihe bei den Leibesübungen unserer Jugend zu entwickeln und zu kräftigen sind, auf die Muskulatur, auf die Lungen, auf das Herz usw. so gut wie gar keinen Einfluß. Dagegen verlangen sie eine unablässige geistige Anspannung und Aufmerksamkeit und belasten gerade das Organ, welches durch den Schulunterricht schon genugsam in Anspruch genommen ist: nämlich das Gehirn. Sie sind für eine bewegungsfrohe Jugend, die sich nach den Sitzstunden auf der Schulbank gerne einmal auf dem Übungsplatz austummeln möchte, eine wahre Tortur.

Reigen.

Genau so liegt die Sache bei den landesüblichen Reigen der deutschen Turnschule, bei welchen zum Takte eines Liedes ganze Folgen solcher komplizierter taktischer Bewegungen abgeschrieben werden, in figurenreichen Aufmärschen und Durchschlingungen der übenden Schar. Hier tritt dann zu der steten Anspannung noch hinzu die Belastung des Gedächtnisses. Dagegen ist nichts einzuwenden gegen eine wirklich künstlerische Erweiterung und Neuschöpfung von tanzartigen Liedreigen. In Schweden, wo man alte, reigenartige Volkstänze neu belebt hat und in Stockholm z. B., in dem wohl einzig dastehenden Freilichtmuseum auf „Skansen“, tagtäglich während der Sommermonate von Mädchen und Burschen aus den verschiedenen Landschaften des Reiches aufgeführt sehen kann, macht sich deren gelegentliche Nachbildung in den Mädchenschulen ganz von selbst. Solche anmutigen Vorführungen wird der, welcher sie dort gesehen, stets als schöne Erinnerung bewahren. Erfreulicherweise sind auch bei uns im letzten Jahrzehnt wieder zahlreiche alte herzige Volkslieder und -weisen neu gesammelt und neu belebt worden. In manchen Mädchenschulen, auch bei unseren Wandervögeln finden diese Volkstänze verständnisvolle Pflege. Was dagegen sonst in Deutschland von „Reigengeschritten“ am Schreibtisch zusammengebraut wurde, das sind fast durchgängig frostige hölzerne Kunstprodukte, von denen auch nicht ein einziges in all den Jahren über die vier Wände des Turnsaals hinaus bekannt und volkstümlich geworden ist. Die Einübung solcher Reigen wird darum auch von den Mädchen viel mehr als Plage, denn als Genuß empfunden. Von irgendeinem gymnastischen Wert ist, wie gesagt, dabei so gut wie gar keine Rede. Eine Veredlung der Tanzkunst tut uns gewiß

allenthalben not, — die Schule und der Turnsaal ist aber gewißlich nicht diejenige Stätte, von wo aus uns solche Neukunst erblühen kann und soll. —

Was nun endlich die Schlagfertigungsübungen betrifft, so ist ihr bestimmender Charakter: unvorhergesehenen plötzlichen Bewegungsanforderungen schnellstens gerecht werden zu können. Wir rechnen hierhin die Spiele, das Fechten und das Ringen. Von diesen besitzen die Spiele in hohem Maße alle Vorzüge der Schnelligkeitsübungen, das Fechten die Einwirkungen begrenzter Kraft- und Geschicklichkeitsübungen, während das Ringen zu den anstrengendsten umfangreichen Kraftübungen zählt. Gemeinsam ist diesen drei Übungen nur das Erfordernis: Bewegungen schnellstens und sicher zu koordinieren, welche einen bestimmten Zweck nach frei gefaßtem Entschluß sicher erreichen, sei es in Abwehr, sei es in Angriff. Beim Spiel ist dies immer nur für bestimmte Augenblicke, für einzelne Gelegenheiten im Gange des Spiels erforderlich. Daher bleibt beim Spiel der den Schnelligkeits- und Dauerübungen eigene erholende Charakter für die Nerventätigkeit gewahrt. Fechten und Ringen, Auge in Auge und Brust an Brust mit dem Gegner, erfordern dagegen unablässige Spannung der Aufmerksamkeit und können geradezu zur Erschöpfung des Nervensystems führen, — wenigstens wenn es sich um geübte, einander ebenbürtige und leidenschaftlich kämpfende Gegner handelt.

## XI.

### Das Übungsbedürfnis in den verschiedenen Lebensaltern.

Auf Grund aller bisher gegebenen Darlegungen sei zum Schluß noch eine kurze Übersicht über die hauptsächlichsten Übungsbedürfnisse in den verschiedenen Lebensaltern zusammengestellt. Denn wie die Leistungsfähigkeit in dieser oder jener Übungsart verschieden ist je nach dem Alter, in dem man steht, so wechseln auch die zur Erlangung eines vollkräftigen Daseins förderlichsten, ja notwendigen Übungen. Eine rechte systematische Leibeserziehung und Leibespflege kann sich aber nur auf der Erfüllung der obwaltenden Übungsbedürfnisse in den verschiedenen Lebensaltern aufbauen.

Die ersten Kindheitsjahre vor dem Eintritt in die Schule kommen als Grundlage späterer Leistungsfähigkeit für uns hier insofern in Betracht, als das Wachstum und die Festigung des Knochengewebes und als die Erlangung einer gesunden Frische, Lebensfülle und

Widerstandskraft im folgenden Schulalter daran geknüpft ist, daß der natürliche Bewegungs- und Spieltrieb des Kindes sich reichlich entfalten kann. Es ist daher eine wichtige Frage der öffentlichen Gesundheitspflege, daß durch die Einrichtung von Kinderspielplätzen in allen Vierteln der Städte dem heranwachsenden Geschlecht Gelegenheit geboten wird zum Spielen und Tummeln mit Altersgenossen, zu Sandspielen und spielartigen Beschäftigungen im Freien. Müssen doch etwa 10% der Kinder, welche in das schulpflichtige Alter gelangt sind, als noch nicht schulreif noch vom Schulbesuch zurückgestellt werden, während die Hälfte der in die Schule aufgenommenen Schulkreuzen eine kümmerliche Entwicklung namentlich der Rumpfmuskeln aufweist, wodurch der späteren Entstehung von Verkrümmungen der Wirbelsäule schon der Boden vorbereitet ist. Den Kindern reichliche Bewegung im Freien zu schaffen, wenn es nur eben die Witterung zuläßt, ist daher auch die vornehmste Aufgabe der Kindergärten.

Erste  
Schulzeit  
vom 6.—9.  
Lebens-  
jahre.

Das der Lernschule im 6. oder 7. Lebensjahre überwiesene Kind hat vor allem sich zu gewöhnen an die stundenlange Sitzarbeit in der Schulbank. Kein Zweifel, daß diese auf die Tätigkeit und Entwicklung der Atmungs- wie der Kreislauforgane und damit auch die Blutbildung hemmend und beeinträchtigend einwirkt. 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. Dem Blutkreislauf werden nicht die fördernden Anregungen zuteil, welche durch Tiefatmung und Muskelbewegung bewirkt werden. Bei anhaltendem Sitzen arbeitet das Herz unter erschwerenden Umständen. Hierzu gesellt sich noch die Schädigung, welche das Einatmen der oft recht bedenklich schlechten Schulluft bewirkt. Man hat zwar neuerdings (Flügge, Reichenbach) leugnen wollen, daß schlechte, verdorbene Schulluft das Kind schädige. Vielmehr sei es die Temperatursteigerung im Schulraum, die ungünstig auf das Kind einwirke. Übrigens zeigte Rubner, daß in derartig verschlechterter Luft die gesamte Atemgröße herabgesetzt wird: es wird weniger Sauerstoff ein- und weniger Kohlensäure ausgeatmet. Nun kommt es aber weniger darauf an, ob die Schulluft direkt krank machende Eigenschaften enthalten kann, als darauf, daß der Jugend in diesen zarten Jahren die zweifellos bedeutamen günstigen Einwirkungen zuteil werden, welche freie Luft und Licht mit sich bringen. Diese Einwirkungen sind für das gesunde Gedeihen der Schulkinder unerlässlich.

Denn es gilt nicht nur, jene Schädigungen hintanzuhalten oder — da sie nicht ganz vermeidbar sind — möglichst wieder auszugleichen. Das Kind bedarf auch der steten Anregung zu allseitigem kräftigen Wachstum, der Belebung seines Stoffwechsels.

Diese Anregungen werden ihm, hinreichende Nahrungszufuhr vorausgesetzt, vor allem gegeben durch Bewegung, und zwar durch Bewegung, die umfänglich genug ist, um den Blutumlauf rege zu gestalten und zu beschleunigen. Und nun sahen wir, daß gerade die Sitzhaltung dem in ausgesprochener Weise entgegenwirkt.

Es liegt also die Aufgabe vor als die dringlichste in dieser Zeit der ersten Schuljahre: einerseits alle Organtätigkeiten zu beleben und das allseitige Wachstum des Körpers anzuregen, andererseits die Schäden, welche die Eingewöhnung an das Schulleben mit sich bringt, auszugleichen. Beim Kinde vom 6. bis 9. Lebensjahr kann es gar nicht unsere Aufgabe sein, Übungen betreiben zu lassen, welche einzelne Muskeln belasten und kräftig auszubilden suchen. Dazu ist beim Kinde in diesen Lebensjahren die Muskulatur noch zu schwach und zu wenig entwickelt. Hier kann es sich nur darum handeln, solchen Bewegungen und Übungen Raum zu geben, welche sich auf große Muskelmassen verteilen und zugleich auch die Atmung und den Blutkreislauf kräftig anregen. Das ist zunächst das wichtigste Übungsbedürfnis. Diesem entsprechen die Schnelligkeitsbewegungen, und zwar in der Form der kindlichen Bewegungsspiele, also die einfachen Laufspiele mit Nachlaufen, Haschen und Fangen usw. Diese Spiele lassen zugleich den nervenstärkenden Einfluß der Lustgefühle und der Freude zur Geltung kommen und geben Spielraum der freien Willensbetätigung, so daß die Turnstunde nicht auch noch zu einer geistigen Dressurstunde gemacht wird.

Selbstverständlich sind die Spiele im Freien vorzunehmen, — denn auch die bestgelüftete Turnhalle kann niemals den Einfluß ersetzen, welchen die Atmung frischer, reiner Luft und der Aufenthalt unter freiem Himmel im Sonnenlicht auf den Stoffwechsel und die Blutbildung besitzen.

Spiele im Freien.

Zwingt dann ab und zu schlechtes Wetter, zwingen anhaltender Regen oder Winterkälte dazu, den bedeckten Raum aufzusuchen, so mögen die Kinder lernen, sich geordnet aufzustellen in guter, gerader Haltung. Man kann sie dann muntere Gehübungen im Gleichtritt machen lassen, sowie Hüpfübungen; weiterhin: Leichte, elementare Freiübungen mit Fassen von Holzstäben oder ohne Handgerät, Gleichgewichtübungen auf der Schwebekante, einfache Rumpfübungen aus dem Sitzen und Liegen auf der niedrigen Turnbank (mit gegenseitiger Unterstützung beim Rückwärtsbiegen oder Aufbiegen des Rumpfes), kleine Sprungübungen u. dgl.

Erste leichte Übungen im bedeckten Raum.

Übrigens will ich den Hinweis nicht unterlassen, daß dem Kinde, welches wir zu reichlicherer Bewegung veranlassen, auch die entsprechende körperliche wie geistige ausgedehnte Ruhe zur Erholung nottut. Reichlich bemessene Schlafzeit in gut gelüftetem Schlafzimmer ebenso wie angemessene Ruhezeiten im Laufe des Tages sind vor allem

Schlafzeit und Ruhepausen.

geboten bei schlecht entwickelten, zarten, blutarmen und leicht erregbaren Kindern. Nur wenn diese Vorbedingung erfüllt ist, können auch diese Spiele und leichten Übungen ihren gesundheitlichen Wert hier voll entfalten. Die richtige Mitte zu halten zwischen Verzärtelung und Verweichlichung einerseits, Überlastung in geistiger wie körperlicher Hinsicht andererseits ist gerade bei schwächeren Kindern eine schwierige Aufgabe. Denn es ist das eine so bedenklich und verkehrt wie das andere! Die richtige Forderung einer geistigen wie körperlichen Erziehung in der Schule, welche möglichst den Anlagen und Fähigkeiten des einzelnen Kindes entspricht, also eine „individualisierende“ ist, scheitert zumeist an der Größe der Schulklassen. Insbesondere gilt dies für die Volksschule. Gleichwohl sind auch in dieser Hinsicht beachtenswerte Ansätze vorhanden, um eine Besserung der bisherigen Verhältnisse zu erzielen durch gesonderte Erziehung der körperlich wie geistig Schwachen. Für die geistige Erziehung in der Volksschule ist hierher zu rechnen die in Deutschland nun fast allenthalben verbreitete Einrichtung von Hilfsklassen oder Hilfsschulen für Schwachbefähigte.

Hilfsschulen  
und Förder-  
klassen.

Für diese geistig und meist auch körperlich minderwertigen und daher nur beschränkt bildungsfähigen Kinder ist geeignete körperliche Betätigung ein ganz unentbehrliches und wertvolles Erziehungsmittel. Neben der Beschäftigung mit Handarbeiten leichterer Art sollen darum auch einfache turnerische Bewegungen und Übungen den Körper dem Willen dienstbarer machen und an ihrem Teil mit dazu beitragen, um der geistigen Unbeholfenheit und Schwäche überhaupt entgegenzuwirken. Dem dienen zunächst die kleineren, leicht erlernbaren Scherzspiele und reigenartige, mit kleinen Liedverschen zu begleitende Kinderspiele, wie sie sonst nur im Kindergarten zu betreiben sind. Da ferner bei diesen Kindern der Hilfsschule nicht nur die Willensbildung, sondern auch, wie die hier so sehr häufigen Sprachfehler schon zeigen, die Willensübertragung und -ausführung nur mangelhaft entwickelt sind, so werden wir gerade hier von der Erleichterung Gebrauch machen, welche in der taktmäßigen Ausführung für das Nervensystem liegt. Wenn wir oben, wo von vollsinnigen normalen Kindern die Rede war, im Interesse gesunder und kraftvoller Willensbetätigung forderten, daß die Taktübungen nicht vorherrschen, sondern nur in einer gewissen Beschränkung Anwendung finden sollten, so liegt hier, bei den nervös belasteten Kindern, die Sache anders. Hier haben wir in der erleichternden, die automatisch arbeitenden Zentren des Nervensystems in Anspruch nehmenden Taktausführung ein hervorragendes Mittel, um der Beherrschung des Körpers durch den Willen die Wege zu bahnen. Geh- und Hüpfübungen, selbst leichte Tanzschritte nach lautem Zählen, mit Handklappen oder mit Gesang, rhythmische Freiübungen, dazu Springen und Laufen bilden neben den einfachsten Kinderspielen hier den Turn-

stoff. Eigentliches Gerätturnen ist, abgesehen von bestimmten ganz leichten Übungen am niedrigen Reck (Hangstand 3. B.), am Ribbstol usw., vollkommen entbehrlich. —

Einer besonders sorgfältigen körperlichen Erziehung bedürfen auch die Schüler der sogenannten Förderklassen, wie sie Sickinger zuerst in Mannheim eingeführt hat. Denn es handelt sich in den aus Repetenten zusammengesetzten Förderklassen um Kinder, welche zumeist infolge von Krankheit oder Körperschwäche in der Schule zurückblieben. Man hat ferner auch den Versuch gemacht, blutarmen, engbrüstigen und schlecht entwickelten Kindern besonderen Turnunterricht erteilen zu lassen, wobei die Atemtätigkeit durch Kräftigung der den Brustkorb umgebenden Muskeln und die Förderung der Blutbildung im Vordergrund stehen soll. Nun erreicht man aber letzteres viel besser und sicherer dadurch, daß man für solche Schwächlinge Waldschulen oder Freiluftschulen errichtet, in denen sie monatelang tagsüber sich aufhalten, beköstigt werden und nicht nur alle freie Zeit des Tages mit Spielen im Freien zubringen, sondern auch, wenn es die Witterung eben zuläßt, im Freien ihren Schulunterricht (meist nicht länger als 25 Minuten hintereinander, worauf jedesmal eine ebenso große Spielpause folgt) haben. Solche Wald- oder Freiluftschulen, deren erste 1904 in Charlottenburg eröffnet wurde, bestehen bereits in zahlreichen Städten und wirken ungemein segensreich. — Die Verbreitung und Dervollkommnung aller dieser Einrichtungen, denen noch die Ferienkolonien und namentlich die Ferienspiele beizuzählen wären, bildet eine wichtige Aufgabe der Schulgesundheitspflege. —

Die Gründe, welche uns für die ersten Schuljahre die Spiele im Freien als die wertvollste und zuträglichste Form erzieherischer Leibesübung hinstellen ließen, gelten auch für die Zeit vom 9. bis zum 12. Lebensjahr. Hier können aber die Spiele schon reicheren Inhalt erstreben, so daß sie nicht nur Bewegung und Freude gewähren, sondern auch höhere Anforderungen an Gewandtheit und Schnelligkeit stellen, ja selbst Schlagfertigkeit erstreben. Dazu dienen zunächst die einfacheren Ballspiele, wie Kreisball, Jagdball, Ball mit Freistätten u. dgl. Zu diesen tritt dann schließlich der treffliche Schlagball, um noch auf Jahre hinaus ein bevorzugtes Spiel zu bleiben, sowie der Barlauf. Von sonstigen natürlichen Übungen im Freien sind neben dem Freispringen zu betreiben: der schnelle Lauf über kurze Strecken bis zu 50 m, im 11. und 12. Jahr auch schon bis zu 100 m; der Dauerlauf in langsamer Steigerung von fünf Minuten bis hinauf zu zehn Minuten, im Anfang im Wechsel von Marsch- und Lauffschritten, dann als reiner Lauf, wobei auf die Formen des Schlingellaufs sowie des Schneckenlaufs besonders hingewiesen sei. Die als „Laufen am Ort“ bezeichneten Tretbewegungen haben mit der eigent-

Schulzeit  
vom 9. bis  
zum  
12. Lebens-  
jahr.

Ballspiele,  
Lauf-  
übungen  
und kleine  
Wand-  
rungen.

lichen Laufbewegung gar nichts zu tun, sondern stellen lediglich eine ziemlich geringwertige Beinübung dar. Außer diesen Übungen und Spielen auf dem Turn- und Spielplatz soll die Schuljugend auch hinausgeführt werden zu Wanderungen in Flur und Wald unter frohem Liederklang. Die Ausdehnung solcher Wanderungen, die in munterem Schrittmaß vorzunehmen sind, muß dem Kräftezustand der Kinder gemäß bestimmt werden und darf keinesfalls bis hin zum Eintreten stärkerer Allgemeiner müdung führen. Ziffern für die zuträglichste We gelänge bei solchen Schulausflügen können nicht gegeben werden, weil je nach Witterung und Luftwärme, Windrichtung und Windstärke, Beschaffenheit der Wege und Straßen, etwaiger Überwindung von Anhöhen und Bergen usw. jedesmal die Verhältnisse verschieden liegen. —  
 Schulbäder in der Form warmer, allmählich mehr abgekühlter Brausen dienen wesentlich zur Belebung der Hauttätigkeit sowie des Blutkreislaufs („Gymnastik der Hautblutgefäße“: E. du Bois-Reymond). Nach dem 10. Lebensjahre werden im Sommer nicht nur kühle Dölbäder in Fluß oder See zuträglich, sondern es kann hier auch mit dem gymnastisch, wie schon früher wiederholt betont, überaus wirksamen Schwimmen begonnen werden. Die Vorübungen zum Schwimmen (sogen. „Trockenschwimmen“) sind mit Beginn des Sommerhalbjahres bereits in den Turnstunden vorzunehmen. Daß diese Übungen des Trockenschwimmens zugleich zu Atemübungen ausgebildet werden können, ist oben schon bemerkt (S. 105).

Schulbäder  
 und  
 Schwimmen.

Für die Pflege geregelter Leibesübungen an unseren Schulen ist täglich eine Schulstunde anzusetzen. In dieser täglichen Turnstunde sollen aber durchaus nicht ausschließlich oder auch nur vorwiegend die Übungen des Schulturnens im engeren Sinne, d. h. Ordnungs-, Frei- und Gerätübungen betrieben werden, vielmehr sollen die natürlichen Übungen des Laufens, Springens und Werfens neben den Spielen im Mittelpunkt der körperlichen Erziehung der heranwachsenden Schuljugend stehen. Neben der täglichen Turnstunde ist wöchent lich ein von Schularbeiten freier Spielnachmittag sowie allmonatlich ein Wandertag anzusetzen. Die hierzu nötige Zeit an unseren Schulen muß gewonnen werden. Es ist ein U n d i n g, daß etwa 25—30 Stunden in der Schulbank — abgesehen von außerdem 10—18 Stunden Schularbeit im Hause — nur 2 oder 3 Turnstunden in der Woche gegenüberstehen. Das ist ein ungenügendes Verhältnis zwischen der für die geistige und der für die körperliche Erziehung aufgewandten Zeit. Dessen wurde auch die Schulverwaltung inne, als sie zunächst in Preußen an den Tagen, wo keine Turnstunde ist, wenigstens ein 3 e h n m i n u t e n t u r n e n einführte auf dem Schulhof, auf dem Schulflur oder gar im Schulzimmer selbst unter Benutzung der Schulbänke als Turngeräte. Vorzugsweise handelte es sich bei diesem Zehnminutenturnen um Haltung- und Atemübungen. Sollen diese wirksam und wertvoll

ausgestaltet werden, so ist dazu seitens des Lehrers oder der Lehrerin nicht nur volles Verständnis für diese Aufgabe notwendig, sondern auch eine außergewöhnliche Sorgfalt in der Leitung des Ganzen. Leider ist diesen Vorbedingungen meist nur recht mäßig genügt worden, so daß diese, anfänglich als erster Schritt zur täglichen Turnstunde begrüßte Einrichtung manchenorts geradezu längst in Verfall geraten ist. Unsere Lehrer und Turnlehrer hatten noch nicht erfaßt, welche Aufgaben in der körperlichen Erziehung unserer Jugend als grundlegend wichtige gelten müssen. Aber auch bei bester Handhabung dieser Übungen sind und bleiben ganze 10 Minuten nur ein kümmerlicher Notbehelf.

Was nun die Auswahl der für die Altersstufe von 9—12 Jahren erspriechlichsten Übungen unseres eigentlichen Schulturnens angeht, so sind hier die Hauptgesichtspunkte: Erzielung einer guten Körperhaltung und munteren, ausgreifenden Ganges in solcher, Kräftigung der Rückenmuskeln mit besonderer Berücksichtigung der langen Streckmuskeln des Rückens sowie derjenigen breiten Rückenmuskeln, welche die Schultern zurückziehen, die Schulterblätter der Wirbelsäule annähern und die Brust vorwölben, Kräftigung der Bauchmuskeln. An den Geräten sind leichtere Geschicklichkeitsübungen vorzunehmen mit Bevorzugung der Übungen aus dem Hang und unter Vermeidung solcher Übungen, welche den Charakter von Kraftübungen an sich tragen und Anstrengung, d. h. den Akt der Pressung hervorrufen. Der Stütz am Barren darf nur flüchtig eingenommen werden; ein längeres Verweilen im freien Stütz (Schwingen im Stütz, Stützeln, Stützhüpfen usw.) ist in diesen Jahren meist eher schädlich als nutzbringend und soll nicht eher vorgenommen werden, als bis die das Schulterblatt haltenden Muskeln hinreichend erstarkt sind, um solche Übungen in bester Haltung, ohne EinSinken des Halses und des Kopfes zwischen die Schultern zu gestatten. Auch Übungen im Liegestütz an der Bank, der Schwebekante oder am Boden sind erst dann vorzunehmen, wenn beim Liegestütz vorlings die Wirbelsäule, ohne in der Lendengegend einzusinken, zugleich mit den Schenkeln in vollkommener gerader Streckung gehalten werden kann, wenn ferner beim Liegestütz seitlings eine durch die beiden Schulterhöhen gezogene Linie genau senkrecht zur Achse der Wirbelsäule steht und letztere selbst keine seitliche Einbiegung zeigt usw. Die Springübungen sind zu erweitern durch Hinzunehmen des Hüpfsprungs (von einem auf dasselbe Bein) als Vorübung zum Dreisprung in Hupf, Tritt und Sprung. Der Sprung soll ferner gehen über niedrige feste Hindernisse, wie z. B. den oberen Einsatz eines Sprungkastens, über niedrige Hürden sowie über Springgräben. Mit dem Gerätspringen (Bock, Kasten usw.) werden die ersten leichteren Übungen begonnen. —

Für die zahlreichen Kinder dieser Altersstufe, welche leichte Haltungs-

Ortho-  
pädisches  
Sonder-  
turnen.

fehler und Wirbelsäuleverbiegungen ersten Grades aufweisen, ist ein orthopädisches Sonderturnen unter Leitung von besonders dazu geschulten Kräften einzurichten. Schulkinder, bei denen bereits ausgesprochene Skoliose zweiten oder dritten Grades besteht, gehören indes in die Behandlung des orthopädisch geschulten Arztes, dem entsprechend vorgebildete Turnlehrer oder Turnlehrerinnen lediglich als Helfer oder Helferinnen zur Seite stehen können. —

Die Zeit  
vom 12.  
bis zum  
15. Lebens-  
jahr für  
Knaben.

Das 12. bis 15. Lebensjahr, welches bei den Knaben zur Entwicklungszeit erst hinüberleitet, während bei einem Teil der Mädchen im 14. und 15. Lebensjahre die Entwicklung bereits eingesezt hat, ist ausgezeichnet durch das nun beginnende stärkere Wachstum der Lungen und des Herzens. Kräftige Anregung der Herz- und Lungentätigkeit fördert dies Wachstum; daher sind diejenigen Spiele, welche stärkere Bewegung verlangen, das sind Laufübungen im schnellen Lauf bis 150 m und darüber, im Dauerlauf bis zu zwölf Minuten, hier besonders am Platze. Dazu kommt das Schwimmen in der wärmeren Jahreszeit, der Eislauf, das Schilaufen, das Rodeln im Winter. Desgleichen sind Wanderungen im munteren Marschschritt nun häufiger und mit weitergesteckten Zielen vorzunehmen, so daß die Schüler die Freude empfinden, eine ansehnlichere, tüchtige Leistung im Wandern vollbringen zu können.

Insbesondere lassen sich mit der Jugend, wenn sie das 12.—13. Lebensjahr zurückgelegt hat, nun auch mehrtägige Wandersfahrten während der Ferienzeit unternehmen. Die Jugend unserer höheren Schulen, die sich in den „Wandervogel“-Vereinigungen zusammenschloß, gab in hervorragender Weise das Beispiel, wie sich mit dem geringstmöglichen Aufwand von Geldmitteln Wandersfahrten durch unsere landschaftlich so mannigfaltigen deutschen Gaue unternehmen lassen. Diesem Vorbild folgend, hat man nun auch an zahlreichen Orten fünf- bis siebentägige Wanderungen für unsere Volksschuljugend ins Leben gerufen. Durch die sorgfältigen Untersuchungen von Dr. Roeder und Wienecke-Berlin wissen wir, daß solche längeren Wanderungen auf das Wachstum der Jugend nach Gewicht wie Körperlänge einen Einfluß ausüben, der noch nach mehreren Monaten durch gesteigerte Zunahme des Wachstums nachweisbar ist. —

In den eigentlichen Turnstunden sind allenthalben während dieser Altersstufe die Anforderungen an Geschicklichkeit wie an Kraft zu steigern. Das gilt schon von den sogenannten Freiübungen, welche zu wirksamen Einzelübungen auszugestalten sind, und die nicht in zusammengesetzten Freiübungen mit zahlreichen Zeiten zu betreiben sind. Mit Recht fordert Neuendorff, daß diese „Frucht des pädagogischen Rationalismus“ aus der Schule verschwinde. Wertvoll bleiben allerdings auch in diesen Jahren eingreifende Haltungsübungen, deren Notwendigkeit schon oben betont ist. Bei den Knaben kann jetzt auch der

Ausbildung von Entschlossenheit und frischem Wagemut schon breiterer Raum gegeben werden: durch Springübungen nach Höhe und Weite; durch die Übung des Dreisprungs; durch die Überwindung von Hindernissen, die im schnellen Lauf durch den Sprung zu nehmen sind: wie Hürde, niedrige Planke, Bretterzaun und Graben. In gleicher Richtung sind wirksam die Übungen des gemischten Sprunges (Gerätspringen) über Bock und Kästen; die Springübungen am Pferd, am Barren und am niedrigen Reck.

Daß in diesen Jahren bei den Mädchen bereits die Reifeentwicklung einzusetzen pflegt, ist oben schon bemerkt. Selbstverständlich bedingt dieser Umstand besondere Rücksichtnahme — wie überhaupt nach dem 12. Lebensjahre die Leibesübungen der Mädchen einen anderen Charakter annehmen müssen als die der Knaben. Über diesen Punkt herrscht vielfach noch Unklarheit, weshalb hier kurz einige ausschlaggebende Gesichtspunkte angegeben sein mögen.

Vor dem 10.—12. Lebensjahr, welche Altersstufe daher auch als die „neutrale“ bezeichnet wird (Strag), sind die Unterschiede im Körperbau der Mädchen und dem der Knaben noch geringfügig, so daß kein Anlaß vorliegt, die Leibesübungen der Mädchen wesentlich anders zu gestalten als die der Knaben. Allerdings sind die Neigungen der Mädchen schon in früher Jugend anders geartet als die der Knaben. Letztere gefallen sich schon früh darin, als künftige Krieger ihren Spielen einen soldatischen Charakter zu geben, im Helm zu prangen und den Kinderjäbel zu schwingen, während die Mädchen sich noch mit ihren Puppen und deren Kleiderschmuck beschäftigen. Ebenso erwacht bei den kleinen Mädchen schon früh die Vorliebe zu Ringelreigen und Tanz, geschritten beim Klang von Kinderliedchen, eine Vorliebe, die der Knabe vermissen läßt. Nach dem 12. Lebensjahre treten aber auch bereits Änderungen im äußeren Körperbau auf, welche Berücksichtigung bei der Auswahl der zu betreibenden Leibesübungen erheischen.

In den Jahren von 12—15 ist zwar das Längenwachstum der Mädchen stärker, wogegen von nun ab hinsichtlich der Muskelkraft wie der Fassungskraft der Lungen die Mädchen hinter den gleichaltrigen Knaben zurückbleiben. Zugleich wird das Becken der Mädchen breiter, die Schenkelköpfe stehen weiter auseinander; leichter als bei den Knaben stellen sich infolge der Muskelschwäche Haltungsfehler ein. Es sind ferner bei den Mädchen die Gelenke biegsamer als bei den Knaben. Kurz, es bestehen eine Reihe von Besonderheiten des weiblichen Körperbaues im anatomischen Sinne, welche erkennen lassen, daß in bezug auf die Leistungsfähigkeit für bestimmte Leibesübungen die beiden Geschlechter verschieden befähigt sind. Der Eintritt in die Jahre der Reifung bedingt auch physiologisch weitergehende Unterschiede. Die regelmäßig alle vier Wochen eintretende Menstruation hat für eine Reihe von Tagen vermehrten Blutandrang zu den Unterleibsorganen zur Folge

Mädchen-  
turnen  
nach dem  
12. Lebens-  
jahr.

und bewirkt, daß gerade in diesen Tagen alle heftigeren Erschütterungen des Körpers oder daß plötzliche Änderungen in der Blutverteilung (z. B. durch schnelles Eintauchen in kaltes Wasser beim Baden) oft dauernde Schäden in dem regelmäßigen Verlauf der Menstruation, in der Lagerung der Unterleibsorgane usw. zur Folge haben. Keine Frage ist es, daß nach dem 12. Jahre das Mädchenturnen doch etwas anderen Charakter tragen muß als das Knabenturnen. Nicht als ob hier das Wort geredet werden soll jener weichlichen Art von Leibesübung, die man im Namen der „Ästhetik“ vor einigen Jahrzehnten als die angemessenste Form für die körperliche Erziehung unserer Mädchen hielt, jenen Übungen mit „schön abgerundeten Bewegungen“, ferner Eindrillen von allen möglichen Schrittartern, Hüpfen und Hopfen sowie den Überschwang nutzloser Ordnungsübungen und Reigen. Noch weniger soll hier die bald aus England, bald aus Amerika bei uns importierte „kallisthenische“ Gymnastik empfohlen werden. Beileibe nicht! Wir wünschen unseren Mädchen eine kräftige wirksame Art der Körpererziehung, aufgebaut auf den Grundlagen gesunder und natürlicher Übungsbedürfnisse, wie sie in den vorhergehenden Abschnitten dieses Buches entwickelt sind. Es soll hier in wenigen kurzen Zügen dargelegt werden, nach welcher Richtung hin vorwiegend der Übungsstoff für die weibliche Jugend zusammengestellt werden muß.

Da ist nun hinsichtlich der schulmäßigen Übungen des Turnens vorab zu bemerken, daß gerade bei den Mädchen die Erziehung zu schöner Körperhaltung besonders zu betonen ist. Denn diejenigen Übungen, welche zur Entwicklung und Kräftigung der Rücken- und der Bauchmuskeln vor allem dienlich sind, haben für die Mädchen grundsätzlich erhöhte Bedeutung. Die größere Häufigkeit von Haltungsfehlern und Verbiegungen der Wirbelsäule belehrt uns ja schon, daß diese Muskelgruppen bei den Mädchen noch mehr schwache Stellen des Körpers sind, als dies bei den Knaben der Fall ist. Ebendarum war es gerade für das Mädchenturnen geboten, zahlreiche Übungen der schwedischen Schulgymnastik herüberzunehmen und Geräte wie Sprossenwand (oder Ribbstol) und Langbank in unsere Turnhallen einzuführen.

Bezüglich des Geräteturnens sei darauf aufmerksam gemacht, daß das weibliche Geschlecht, schon wegen seines geringeren durchschnittlichen Körpergewichts — wenigstens nach dem 15.—16. Jahre —, ferner auch wegen größerer Biegsamkeit in dem Lendenteil der Wirbelsäule zu zahlreichen Übungen im Hang an der wagerechten und schrägen Leiter, am Ribbstol, an den Ringen, an den Kletterstangen, mehr Eignung besitzt und in manchem Betracht leistungsfähiger erscheint als das männliche Geschlecht. Umgekehrt fallen den Mädchen Übungen im Stütz wesentlich schwerer als den Knaben und Jünglingen. Nur besonders kräftige Mädchen bewahren dabei eine gute Haltung. Das gilt insbesondere für den freien Stütz (Querstütz) am Barren. Übungen

wie Stützeln, Stützhüpfen u. dgl. sind aus dem Schulturnen der Mädchen ganz zu streichen. Ihr Wert ist im günstigsten Falle ein fragwürdiger, während für den vorurteilsfreien Beobachter feststeht, daß in den meisten Fällen — ich denke da an alle die trefflichen Turnerinnen, welche ich nun seit 24 Jahren bei den Turnprüfungen beobachten konnte — diese Übungen die Körperhaltung geradezu schädigen. Anders liegt die Sache bezüglich der Geschicklichkeitsübungen am Barren, die nur einen flüchtigen Stütz verlangen.

Gegenüber veralteten, aber immer noch nicht ausgestorbenen Vorurteilen sei hervorgehoben, daß mindestens in demselben Maße wie den Knaben unseren Mädchen Bewegung in freier Luft zu Spiel und natürlichen Leibesübungen nottut. Schon die oft erschreckend große Häufigkeit der Blutarmut und Bleichsucht bei den Mädchen, die namentlich während und kurz nach der Entwicklungszeit auftritt, lehrt uns, wie notwendig gerade in diesen Jahren reichlicher Aufenthalt und entsprechende Bewegung im Freien für die Gesunderhaltung der heranwachsenden Mädchen und Frauen ist. Daher denn auch der Betrieb der winterlichen Leibesübungen, ferner des Wanderns, des Bergsteigens ebensowohl wie der des Schwimmens gleich wohlthätig ist für die Mädchen wie für die Knaben und jungen Männer.

Einschränkungen sind nur zu machen zunächst bezüglich des Springens. Gewiß sollen auch unsere Mädchen den Sprung nach Höhe und Weite üben, allein ihre Leistungsfähigkeit im Sprung ist stets — hier spricht der besondere Bau des weiblichen Körpers mit — eine recht beschränkte, namentlich wenn es sich um breithüftige Mädchen mit verhältnismäßig kurzen Beinen handelt. Geradezu bedenklich ist schon wegen der starken Erschütterung der Bauchorgane der Tiefsprung — dessen Übungswert auch nicht so groß ist, als daß er nicht ganz gut gemißt werden könnte —, ferner das Sturm- und das Stabspringen. Ebenso halte ich den Grätschsprung über das Pferd oder den quergestellten Bock als wenig geeignet für das Mädchenturnen. Daß einzelne schlankgebaute kühne Turnerinnen solche Sprünge ganz gut auszuführen vermögen, darf uns nicht in unserem Urteil beirren.

Im schnellen Lauf stehen die Mädchen den gleichaltrigen Knaben und Jünglingen ziemlich weit nach — trotz des klassischen Beispiels der schnellfüßigen Atalante und der Spartanerinnen sowie der Leistungen von Frauenabteilungen unserer Sport- und Turnvereine im Staffellauf.

Man hat sich neuerdings auch für die Wurfübungen bei Mädchen begeistern wollen. Mag eine kleine Riege tüchtiger Turnerinnen sich auch einmal am Speerwurf erfreuen — bei einer großen Turnklasse von 40—50 Schülerinnen, der etwa fünf Wurfspeere zur Verfügung stehen, ist der tatsächliche Übungswert für jedes einzelne Mädchen ein so außerordentlich geringer, daß damit nur die Zeit vergeudet wird.

Auch athletische Kraftübungen, wie Hantelstemmen, Stein-

stoßen oder gar der Ringkampf, gehören nicht auf den Übungsplatz unserer Mädchen. Dagegen sei auf die besondere Eignung der Mädchen zu einer so wertvollen Übungsart, wie es das Schwimmen ist, nachdrücklich hingewiesen. —

Beginn der Reifeentwicklung beim männlichen Geschlecht mit dem 15.—17. Lebensjahr.

Im 15.—17. Lebensjahr beginnt in der Regel die Reifeentwicklung beim männlichen Geschlecht. Neben der geschlechtlichen Entwicklung ist das physiologisch hervorstechendste Kennzeichen dieser Lebensjahre das außerordentliche Wachstum des Herzens bei enger bleibenden Schlagadern. Damit verbunden ist gewöhnlich ein stärker einsetzendes Längenwachstum des Körpers. Was den Weiterbetrieb der Leibesübungen auf den Grundlagen betrifft, welche in den vorangegangenen Lebensjahren gelegt waren, so sind die Spiele nun immer mehr zu feinen Kampfspiele auszugestalten. Gelegentliche Wettspiele dienen dazu, die Höhe der erlangten Spielfertigkeit zu erproben, und beleben den Spieleifer. Neben dem Schlagball begeistert sich nun die frische Jugend auch für den unschätzbaren Fußball (ich meine den Fußball ohne Aufnehmen oder Association), auch Torball (Kriкет), Feldball, Korbball, Faustball, Tamburinball — letztere drei Spiele neben dem Tennis auch für die Mädchen geeignet — sind zu betreiben. Dazu kommen dann noch die neuerdings stärker gepflegten Kriegs- oder Geländespiele. In den Turnstunden können bei den Übungen an Geräten stärkere Anforderungen an Kraft, Geschicklichkeit und Wagemut gestellt werden. Dies um so mehr, als nach den verdienstvollen Erhebungen von Prof. Matthias-Zürich sowie von Prof. Godin-Genf die besondere Inanspruchnahme des Schultergürtels durch turnerische Geräteübungen besonders geeignet ist, während der Reifungszeit und in den ersten Jahren darüber hinaus den Brustumfang sowie die Schulterbreite in wirksamer Weise zu vergrößern. Für die Schnelligkeitsübungen steht die Leistungsfähigkeit gegen das 16. und 17. Lebensjahr hier auf der Höhe und gestattet gelegentliche Erprobung in Wettkämpfen über kurze und mittlere Laufstrecken (100—500 m und mehr); im Marschieren und Bergsteigen sind ansehnlichere Leistungen schon gut durchführbar; die Muskulatur ist ferner kräftig genug entwickelt, um mit dem ersten Betrieb des Ruderns — falls Gelegenheit dafür vorhanden ist — zu beginnen. Für Schüler höherer Lehranstalten erhöhen gelegentliche Ruderwettkämpfe zweifellos die Freude an dieser herrlichen Leibesübung. Ein regelrechtes sportliches Tränieren zu solchen Ruderregatten halte ich aber für Schüler als nicht geeignet. — Angreifende Kraftstücke, wie das Stemmen schwerer Hanteln u. dgl., sind auch jetzt noch bedenklich.

Vollendung der Entwicklung im 17.—20. Lebensjahr.

Im 17.—20. Lebensjahr vollendet sich die Entwicklung, vollendet sich ferner, wenigstens in der Hauptsache, das Längenwachstum, und es beginnt ein stärkeres Breitenwachstum. Die Eignung zu

jeder Art von Leibesübung nimmt stetig zu. Insbesondere ist nun die Muskulatur stark genug geworden, um neben kühnem Gerätturnen sich auch in Kraftleistungen, so im Ringkampf und schließlich auch im Hantelstemmen und Steinstoßen, zu versuchen — allerdings noch in mäßigem Umfange und unter keinen Umständen sportmäßig. Das ist einer späteren Altersstufe vorzubehalten. Zu Leistungen im Rudern ist der Körper nun voll geeignet. Ein gleiches gilt für das Radfahren, wobei ich indes auf die früher gemachten Ausführungen betreffs der Gefährdung des Herzens verweise, welche übermäßiges Radfahren mit sich führt. Da in diesem Zusammenhang das Radfahren — weil es nicht zu den von der Schule aus betriebenen Leibesübungen gehört — bisher unerwähnt geblieben war, so sei bemerkt, daß ich das Radfahren früher als um Beginn des 14. Lebensjahres für eine mindestens bedenkliche Sache halte. Dies darum, weil das Radfahren die Jugend zu schlechter, vornübergebeugter Haltung veranlaßt (runder Rücken), weil es sie von dem weit zuträglicheren Fußwandern entwöhnt und endlich gar zu leicht Gelegenheit zu Übertreibungen gibt. —

Nun sind aber hinsichtlich der gesamten Altersstufe der Entwicklung vom 15. bis zum 20. Lebensjahr wichtige Unterschiede in der Auswahl der bestgeeigneten Leibesübungen zu machen je nach der beruflichen Laufbahn der jungen Leute. In der Zeit vor dem 14. und 15. Lebensjahr hatten wir lediglich zu rechnen mit den Verhältnissen des Schullebens, welche für alle Kinder dieser Altersklasse gleiche Übungsbedürfnisse bedingen. Anders mit der Entwicklungszeit. Hier kann es sich handeln um junge Leute, welche auch dann noch ihre Schulstudien fortsetzen, in Gymnasien, Realschulen, Fachschulen usw. bis hin zu den Hochschulen. Für diese gelten insbesondere die oben aufgestellten Grundsätze hinsichtlich der Art und des Maßes der zu betreibenden Leibesübungen. Wir dürfen dabei aber beileibe nicht vergessen, daß die große Masse der heranwachsenden Jugend des Volkes bald nach dem 14. Lebensjahr bereits einer Berufstätigkeit zugeführt wird und den Hauptteil der Tagesstunden zubringt in der Werkstube, im Fabriksaale, im Kontor, in der Schreibstube. Hier in der Lehrlingszeit tut vor allem not reichliche erholende Bewegung im Freien, also Jugendspiele, Wanderungen, Schwimmen usw. Denn hier gilt es vor allem, diejenigen ungünstigen Einwirkungen einigermaßen auszugleichen, welche die Fabriks-, Handwerks- und kaufmännische Arbeit im geschlossenen Raum mit oft mehr als fragwürdiger Luft ausübt. Das Hallenturnen in den Vereinen kann hier die Bewegung im Freien nicht ersetzen. Wohl aber ist es geeignet, den verbildenden Einflüssen entgegenzuwirken, welche mit den verschiedenen gewerblichen Tätigkeiten häufig verbunden sind. Manche gewerblichen Arbeiten nehmen einseitig nur einzelne bestimmte

Besondere  
Verhältnisse  
für die  
Lehrlinge im  
gewerblichen  
Berufe mit  
dem 15.  
Lebensjahr.

Muskeltätigkeiten stark in Anspruch, manche stellen überhaupt keine Anforderungen an die Muskeltätigkeit, um so mehr aber wird dabei Beschäftigung in dauernd schlechter Körperhaltung begünstigt. Hier ist in der Tat auch ein richtig geleitetes, allseitig die Muskulatur entwickelndes Turnen von Wert, ganz unbeschadet seiner sonstigen, oben hervorgehobenen Vorzüge für diese Altersstufe. Aber mag man letztere noch so hoch einschätzen, — es ist und bleibt doch nur eine halbe, eine unvollkommene Sache ohne die Ergänzung durch ausgedehnte regelmäßige Bewegung und Übung in freier Luft. Die Tatsache, daß in manchen Hauptstätten der Industrie die größere Hälfte aller Arbeiter der Lungen- und Nervenkrankheit zum Opfer fällt, muß unbedingt zu ernstem Nachdenken auch darüber auffordern, wie die rechte Volkserholung und Volkskräftigung beschaffen sein soll, um auch an ihrem Teil den bestehenden unheilvollen Einflüssen Abbruch zu tun, und zwar durch Erhöhung der Widerstandskraft der gewerblichen Jugend. Gerade hier liegt noch ein reiches Arbeitsfeld vor uns. —

Und nun noch kurz einiges über die einschlägigen Verhältnisse bei den voll Erwachsenen. — Über das 20. Lebensjahr hinaus bis etwa zum 30. liegt dasjenige Alter, welches zur Entfaltung von Geschicklichkeit, von Schnelligkeit, von Kühnheit und Wagemut die höchsten Leistungen auf dem Gebiet der Leibesübungen zu erreichen gestattet. In diesen Lebensjahren ist es auch weniger bedenklich als in anderen, wenn sich besondere Liebhabereien geltend machen, so daß der eine lieber turnt, der andere lieber rudert, Fußball spielt, schwimmt oder Rad fährt. Damit will ich keinesfalls der Einseitigkeit das Wort reden, aber sie ist gerade hier am wenigsten schädlich. Übertreibungen allerdings richten sich stets von selbst. —

Die Zeit vom 30. bis zum 40. Lebensjahr bezeichnen wir allgemein als die der voll erreichten Manneskraft. In der Tat ist dann auch die Leistungsfähigkeit in bezug auf Kraft- wie auf Dauerübungen die größte. Dagegen hat die Eignung zu Gewandtheit und Geschicklichkeit hier bereits nachgelassen und kann durch Übung nicht mehr gesteigert werden. Noch mehr ist vermindert die Befähigung zu Schnelligkeitsbewegungen. Denn der Gipfel hierfür liegt wohl meist in der Zeit vom 17. bis zum 24. Lebensjahr.

Ist das 40. Lebensjahr vollendet, so befindet sich die leibliche Leistungsfähigkeit bereits nach allen jenen Richtungen hin auf der absteigenden Linie. Die Wände der Schlagadern werden starrer und büßen an Elastizität ein. Bald früher, bald später beginnen sich Kalksalze in ihnen abzulagern. In entsprechendem Maße wird auch die Arbeitsfähigkeit des Herzens eine geringere. „Der Mensch ist so alt wie seine Arterien“ ist ein Satz, der mit Rücksicht auf diese Alterserscheinungen im Bereich der Kreislauforgane seine volle Berechtigung

hat. Ist stärkerer Fettsatz vorhanden — und solcher entwickelt sich in der Zeit vom 40. bis zum 50. Lebensjahr gewöhnlich am stärksten —, so setzen sich die Fettmassen nunmehr mit Vorliebe im Gekröse des Darms und in den Bauchdecken ab. Damit werden die Bewegungen des Zwerchfells stark behindert, und nimmt dementsprechend der Umfang der Atemtuchtigkeit ab: die Fassungskraft der Lungen erweist sich als in stärkerem Grade verringert. Von selbst verbieten sich nun heftigere Schnelligkeitsübungen, weil sie alsbald starke Atemlosigkeit verursachen. Ebenso wirken umfängliche Kraftübungen, weil mit dem Vorgang der Pressung verbunden, verhängnisvoller auf den Herzmuskel und den Blutkreislauf ein. Die geschilderte Abnahme der Leistungstuchtigkeit unserer Atem- und Kreislauforgane gestaltet eben den Ausgleich solcher Vorgänge mit denen der Atemlosigkeit und der Pressung immer langsamer und schwieriger. Dagegen ist die Fähigkeit zu Dauerübungen, zu ansehnlichen Fußwanderungen, ausdauerndem Bergsteigen, selbst weiteren, in mäßiger Geschwindigkeit ausgeführten Rad- und Rudersfahrten oft noch in überraschendem Maße vorhanden. Nützlich sind in diesen Jahren noch immer regelmäßige Freiübungen sowie zur Erhaltung einer gewissen Geschicklichkeit und Geschmeidigkeit selbst auch leichtere Gerätübungen. Bezüglich dieser sei aber hervorgehoben, daß alle gewalttätigen Bewegungen, daß Überschläge, Sturzhang, Felgen u. dgl. zum mindesten überflüssig, ja, wegen der Beschaffenheit der Blutgefäße hier sogar bedenklich und daher zu meiden sind. Allerdings walten da große Unterschiede ob. Solche, die sich stetig im Übungsstande befinden haben, wahren sich Frische, Elastizität und Leistungsfähigkeit oft noch weit über die gewöhnlichen Altersgrenzen hinaus. Ungeübte, verweichtliche Schwächlinge sind dagegen manchmal in den sonst noch besten Jahren bereits untüchtig und früh gealtert. —

Das aber, hoffe ich, ist uns im Laufe dieser Darstellung von neuem klar vor die Seele getreten: daß Leibesübungen, wenn sie in richtiger Art und in richtigem Umfang betrieben werden, ein sicheres, einem jeden zugängliches und anderswie nicht zu ersetzendes Mittel bilden, um in allen Altersstufen das möglichst hohe Maß von Gesundheit, Tüchtigkeit, Arbeitsfähigkeit und voller, köstlicher Lebensfreude und Lebensgenusses zu erwerben!



Von Ferdinand August Schmidt erschienen ferner:

## **Unser Körper**

Handbuch der Anatomie, Physiologie und Hygiene der Leibesübungen.  
5., neubearbeitete Auflage. 1920. XVIII, 637 Seiten mit 571 Abbildungen und  
einem Anhang: Erste Hilfe bei plötzlichen Unglücksfällen.  
Fest gebunden.

In erster Reihe für alle Männer und Frauen, die sich durch Leibesübungen  
gesund, stark, frisch und froh erhalten wollen, insbesondere für Turner und  
Turnlehrer, Schulmänner und Erzieher, Ärzte, besonders Schulärzte, Offiziere,  
Bildhauer und Maler, Sportfreunde, z. B.: Athleten, Bergsteiger, Fußballspieler,  
Lawn-Tennis-Spieler, Radfahrer, Reiter, Ruderer, Schwimmer. — Keinen besseren  
Hausfreund kann sich ein Turner oder Sportfreund wünschen als seinen „Schmidt“,  
der ihm ein treuer Berater, ein Hüter seiner Gesundheit ist.

## **Erste Hilfe bei plötzlichen Unglücksfällen**

Eine kurze Anleitung.

Kl.-8°. 48 Seiten und 26 Abbildungen. Kartoniert.

---

Prof. Dr. Karl Cotta:

## **Turngeschichte**

Leitfaden für den Unterricht in der Turngeschichte.

6., verbesserte Auflage. 1919. Kl.-8°. 8 Seiten. Kartoniert.

Eine bei aller Knappheit sehr ausgiebige Darstellung der Geschichte des  
deutschen Turnens.

---

Rudolf Schulze:

## **Aus der Werkstatt der experimen- tellen Psychologie und Pädagogik**

Berufsberatung und Begabungsforschung.

Zum Selbststudium und zur Belebung des psychologischen Unterrichts  
an Seminaren und anderen höheren Unterrichtsanstalten.

4., erweiterte Auflage. 1921. 8°. X, 390 Seiten mit 702 Abbildungen. Gut geb.

Von demselben Verfasser erschien:

## **Die moderne Seelenlehre**

Berufsberatung und Begabungsforschung.

3., verbesserte Auflage. 1921. 8°. V, 151 Seiten mit 175 Abbildungen. Gut geb.

---

Ausführliches Verlagsverzeichnis durch jede gute Buchhandlung oder direkt von  
R. Voigtländer's Verlag, Leipzig, Marienstraße 12

---



Instytut Wydział Fizyczny  
Katedra  
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

A

263

Biblioteka Gł. AWF w Krakowie



1800052908









**KOLEKCIJA  
SWF UJ**

**263**