

Vf 178838

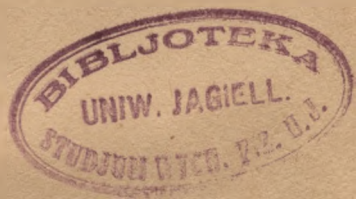
xr 002162167

Biblioteka Gl. AWF w Krakowie



1800053044

38853



L. 295

Unser Körper.

Handbuch

der

Anatomie, Physiologie und Hygiene der Leibesübungen. :

für Turnlehrer, Turner, Sportfreunde und Künstler. *w/t.1,*

Von

Dr. med. **J. A. Schmidt.**

Erster Teil.

Knochen, Gelenke, Muskeln.

Mit 278 Abbildungen
nach Zeichnungen des Verfassers.



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

Leipzig,

R. Voigtländer's Verlag.

1898.



Es folgen:

Zweiter Teil.

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

Dritter Teil.

Bewegungslehre.

Notiz für den Buchbinder.

Dieser Titel wird durch einen anderen, dem dritten Teil beizugebenden ersetzt werden; auch das Inhaltsverzeichnis folgt im dritten Teil.

I.

Knochen- und Gelenklehre.

§ 1. Allgemeine Eigenschaften der Knochen.

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

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

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

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

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

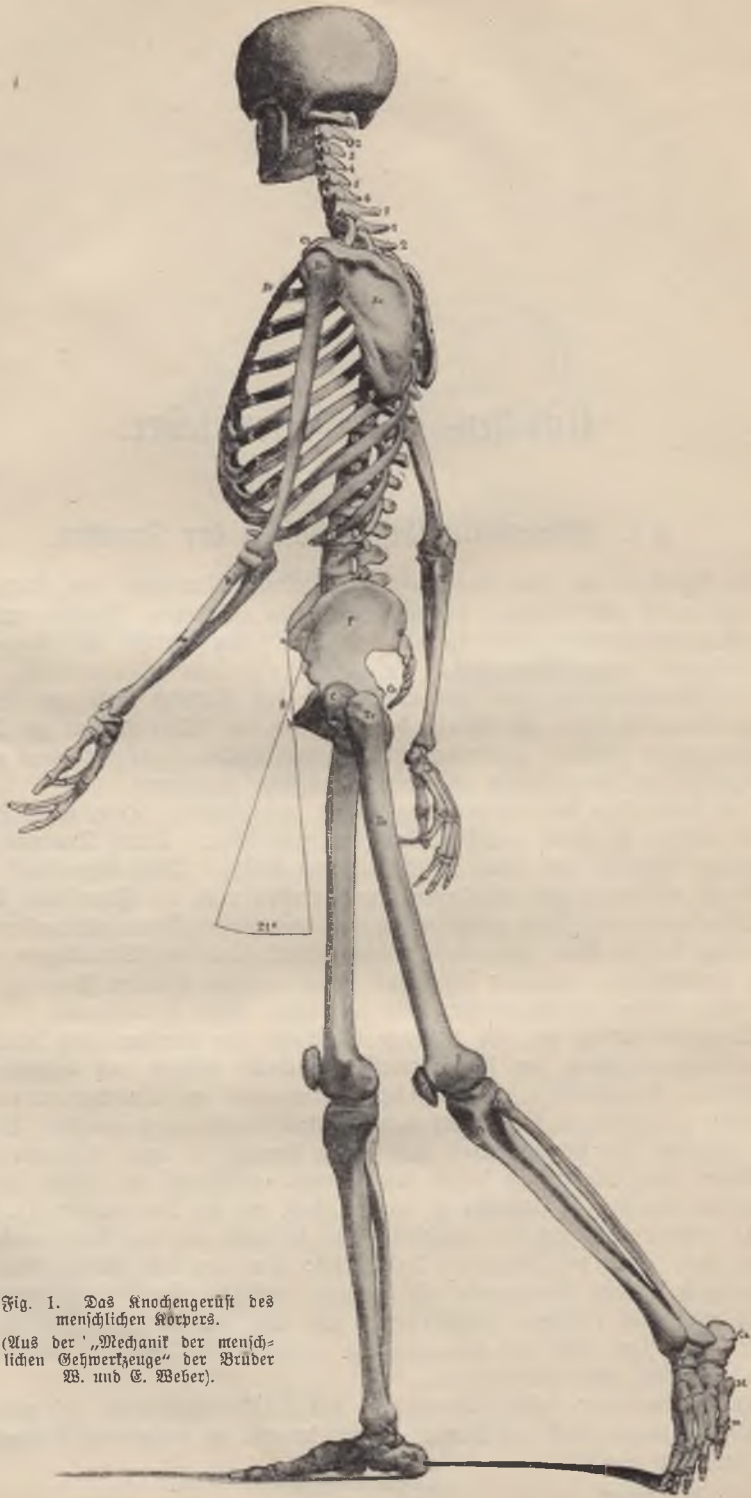


Fig. 1. Das Knochengeriſt des
menſchlichen Körpers.
(Aus der „Mechanik der menſch-
lichen Geſchwerkzeuge“ der Brüder
W. und C. Weber).

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

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

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

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

§ 2. Äußere Form der Knochen.

Nach ihrer äußern Form lassen sich die Knochen kurz einteilen in: lange, breite und kurze Knochen. Einteilung nach äußerer Form.

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

Sie bestehen aus einem Mittelstück, welches im Innern mit einer Markhöhle versehen ist (Diaphyse) und zwei Enden (Epiphysen) (s. Fig. 2).

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

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

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

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

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

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

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

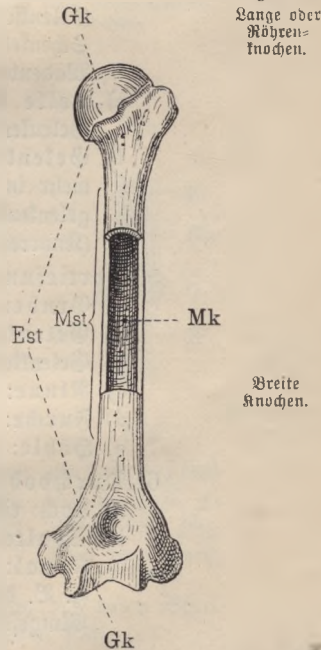


Fig. 2. Ein Röhrenknochen (Oberarm), in der Mitte zum Teil halb aufgelegt. Gk: Gelenkkopf; Est: Endflüde; Mst: Mittelstück; Mk: Markhöhle.

§ 3. Bezeichnung der einzelnen Knochenteile.

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

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

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

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

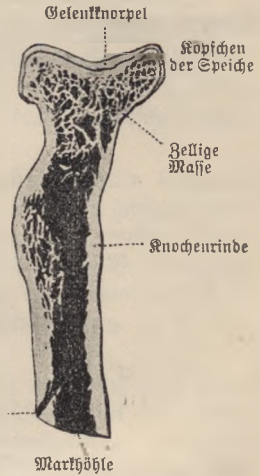
§ 4. Dichtigkeit der Knochen.

Ein Knochen hat nicht durchweg dieselbe Dichtigkeit. Wir unterscheiden:

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

b) Die schwammige oder zellige Masse (Fig. 3) besteht aus festen Knochenbälkchen und Knochenblättchen, die sich in allen möglichen Richtungen kreuzen und ein ganzes System von Zellen zwischen sich lassen. Letztere können zu kleineren oder größeren Höhlen (Markhöhlen) zusammenfließen. Die schwammige Substanz ist also ähnlich gebaut wie Badeschwamm.

Da mit Leichtigkeit des Knochens verbunden sein müssen: große Festigkeit und Tragkraft, kann die Anordnung der Knochenbälkchen auch derart sein, daß sie gleich einem System eiserner Gitterträger (Sparrenkonstruktion), wie solche zur Tragung von Brücken, Bögen u. dergl. angewendet werden, bestimmte statische Zwecke erfüllt. Das ist in hervorragendem Maße beim Kopf des Oberschenkels der Fall (s. u. Fig. 8); ebenso beim Ferseknochen.



Ernährungskanal

Markhöhle

Weinhaut.

§ 5. Weinhaut und Knochenmark.

Die Weinhaut oder Knochenhaut (Periost) ist eine dünne feste Haut, welche den Knochen umhüllt (Fig. 4). Sie vermittelt das Wachstum und die Ernährung der Knochen, ist daher Trägerin von Nerven und Blutgefäßen, welche von der Weinhaut aus durch die Ernährungskanäle des Knochens in diesen eindringen. Von der Weinhaut aus bildet sich bei Knochenzerstörung infolge von Verletzung, bei Knochenbruch u. dergl. neue Knochensubstanz (Fig. 5); umgekehrt stirbt ein Knochen ab, wenn er durch Entzündung (Knochenhautentzündung) oder durch Verletzung der ernährenden Weinhaut verlustig gegangen ist.

Das Knochenmark erfüllt als gelbes Mark die größeren Markhöhlen der Knochen, als rötliches Mark die kleineren Höhlen und Zellen der schwammigen Substanz. Das Knochenmark ist namentlich in den größeren Markhöhlen sehr fettreich. Es steht

in Beziehung zur Blutbildung: hier findet zum Teil die Erneuerung der roten Blutkörperchen des Blutes durch Umwandlung aus den weißen Blutzellen statt.

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

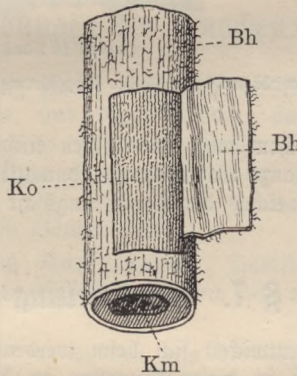


Fig. 4. Mittelstück eines Röhrenknochens. Bh: Weinhaut; ein Stück in der Mitte vom Knochen abgelöst und zurückgeschlagen. Ko: Knochenoberfläche. Km: Markhöhle.

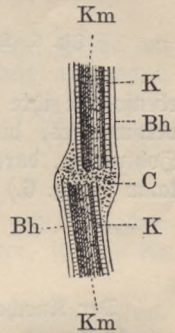


Fig. 5. Heilung eines Knochenbruchs. Km: Markhöhle. K: Knochenrinde. Bh: Weinhaut. C: neu gebildete Knochenmasse oder Callus.

Knochenmark.

§ 6. Feinerer Bau der Knochen.

Die feste Knochensubstanz ist von zahlreichen feinen Kanälchen durchzogen, welche Blutgefäße enthalten. Diese werden Gefäßkanälchen, oder, nach ihrem Entdecker, Haversische Kanälchen genannt. Um diese Kanälchen, welche bei Röhrenknochen

Feinerer Bau der Knochen.

parallel mit deren Längsachse verlaufen, ist die feste Knochenmasse in konzentrischen Scheiben oder Blättchen (Lamellen) gelagert.

Zwischen den einzelnen konzentrischen Schichten sieht man schon bei schwacher Vergrößerung kleine in zahlreiche Ästchen ausstrahlende Körperchen. Dieselben sind

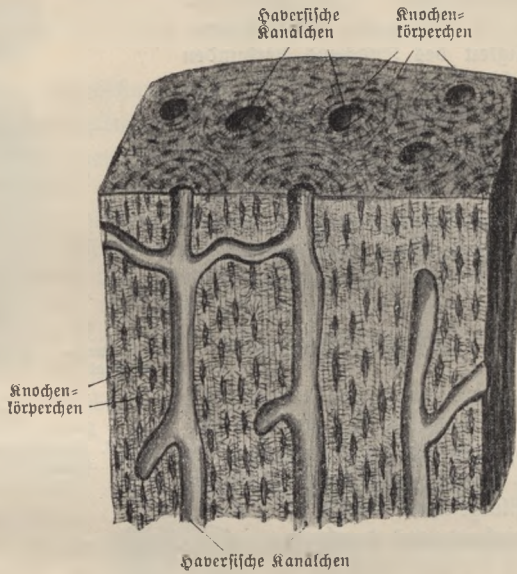


Fig. 6. Knochenstückchen bei 150facher Vergrößerung aus Quer- und Längsschnitt konstruiert.

ebenso wie ihre Ästchen hohl, und bilden ein unter sich wie mit den Gefäßkanälchen verbundenes, die ganze Knochenmasse durchziehendes System feinsten Röhrchen und Hohlräume, durch welches der Ernährungsflüssigkeit zu allen Teilen des Knochens gelangen kann. (Fig. 6.)

§ 7. Entwicklung der Knochen.

Entwicklung
der Knochen.

Der Knochen entwickelt sich beim werdenden Menschen aus Knorpel oder Zellgewebe derart, daß in diesen Geweben an bestimmten Punkten Kalksalze (Knochenerden) abgelagert werden, und von hier aus die Knochenbildung beginnt und fortschreitet. Diese Punkte heißen Verknöcherungspunkte (Ossifikationspunkte) oder Knochenkerne.

§ 8. Verbindungen der Knochen untereinander.

Verbin-
dungen der
Knochen.

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

Bänder.

Die Bänder sind Streifen oder Platten sehnigen Gewebes von weißlicher Farbe und außerordentlicher Festigkeit. Sie verschmelzen da, wo sie an den Knochen sich anheften, aufs innigste mit der Weinhaut. Als Beispiele für die Festigkeit der

Bänder mögen dienen die Bänder des Hüftgelenkes, welche im Mittel einen Zug von 380 kg, sowie die Bänder des Kniegelenks, welche im Mittel einen Zug von 315 kg aushalten können, bevor sie zerreißen (Fehler).

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

Knorpel.

Die Knorpel überziehen die Gelenkflächen der Knochen in allen Gelenken mit einem glatten festen Überzug; sie bilden bei einzelnen Gelenken zwischen den Gelenkenden im Gelenk selbst gelegene Polster, die Zwischenknorpel, welche Druck, Stoß und schwere Erschütterung in ihrer Wirkung abschwächen (z. B. Zwischenknorpel im Kniegelenk; Zwischenwirbelknorpel der Wirbelsäule); sie verbinden in den Knorpelfugen Knochen unmittelbar mit einander ohne Gelenkbildung (z. B. am Becken).

Knorpel kommen aber auch außer direkter Verbindung mit dem Knochengestüst vor, um bestimmten Körperteilen festen, aber elastischen Halt zu geben. Hierhin gehören die Knorpel des Kehlkopfgerüsts und der Luftröhren; die Ohrknorpel; die Knorpel der Nasenscheidewand, der Nasenspitze und der Nasenflügel; die Augenlidknorpel.

§ 9. Bewegliche Verbindungen der Knochen: Gelenke.

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

Gelenke.

Die das Gelenk zusammenhaltenden Bänder sind:

1. Die Gelenkkapsel oder das Kapselband. Dasselbe geht, ringsum geschlossen, vom Gelenkumfang des einen Knochens zu dem des andern, ist also ein fehnig-häutiger Cylinder oder Sack.

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

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

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

Die Hilfsbänder liegen außerhalb des Gelenkes in Verbindung mit der Gelenkkapsel. Eine Ausnahme machen nur das Kreuzband des Knie- und das runde Band des Hüftgelenks, die beide innerhalb der Gelenkhöhle liegen.

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

Zu einem Gelenk gehören also stets:

1. mindestens zwei überknorpelte Knochenenden;
2. das Kapselband oder die Gelenkkapsel;
3. die Gelenkschmiere.

Außerdem können dazu gehören: 1. Hilfsbänder; 2. Zwischknorpel.

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

§ 10. Die einzelnen Gelenkarten.

Gelenkarten.

Ein Versuch, die zahlreichen Gelenke des Körpers einzuteilen und bestimmten Gelenkarten zuzuweisen, gelingt immer nur unvollkommen. Man muß sich damit begnügen, die hervorstechendsten Formen zu sondern; für eine große Zahl von Gelenken ist aber eine Zuteilung zu dieser oder jener Gelenkart nicht thunlich.

Die Hauptarten sind:

Freie
Gelenke.

1. Freie Gelenke (Arthrodie). Dieselben erlauben die Bewegung nach jeder Richtung und sind die beweglichsten aller Gelenke. — Ein kugelig geformter Gelenkkopf bewegt sich in einer mehr oder weniger tiefen Gelenkgrube. Je flacher die letztere, und je kleiner ihre Fläche im Verhältnis zur Kugelfläche des Gelenkkopfs, um so freier nach allen Seiten die Bewegung (Schultergelenk), während die Beweglichkeit naturgemäß mehr eingeschränkt ist, wenn der kugelige Kopf — dem Kugelgelenk der Mechanik entsprechend (Fig. 7) — in einer tieferen Gelenkgrube sitzt (Hüftgelenk Fig. 8). Die allseitige Beweglichkeit bedingt, daß das Kapselband der freien Gelenke weit und dehnbar sei.

Scharnier=
gelenk.

2. Winkel- oder Scharniergelenke. Entsprechend dem

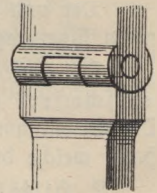
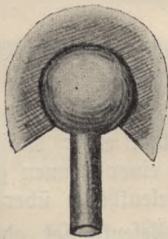
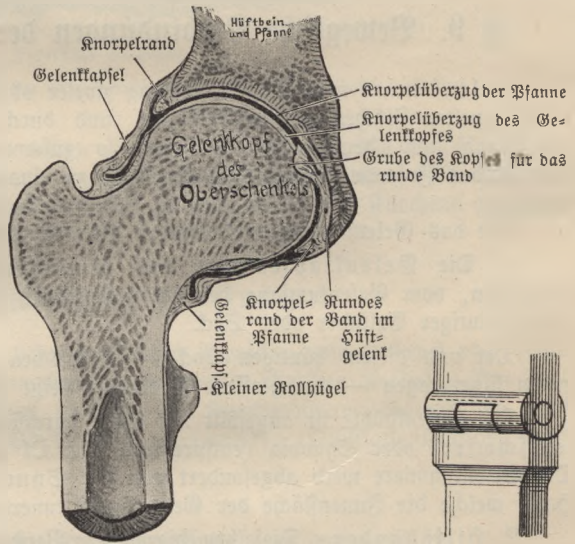


Fig. 7. Kugelgelenk der Mechanik.

Fig. 8. Ein Kugelgelenk (Hüftgelenk) im Durchschnitt.

Fig. 9. Scharnier.

Winkelgelenk der Technik (Scharnier Fig. 9), gestatten sie Bewegung nur nach einer sowie der entgegengesetzten Richtung: Beugen und Strecken. Bei den Scharniergelenken hat das eine Gelenkende die Form einer Rolle, der eine entsprechende Vertiefung am andern Gelenkende, in welche die Rolle hineinpakt, entspricht (Fig. 10).

Stets ist die Gelenkkapsel der Scharniergelenke verstärkt durch starke straffe Seitenbänder, welche andere Bewegungen als Beugung und Streckung verhindern. —

Die Winkelgelenke sind sehr zahlreich: die Gelenke der Finger und Zehenglieder, Ellbogen usw.

3. Sattelgelenk. Eine in einer Richtung konvexe, in der darauf senkrechten Richtung konkave Flächenkrümmung bildet eine Sattelfläche. Ist das eine Gelenkende derart gestaltet, so besitzt das andre Gelenkende die entsprechende Gegenkrümmung. Beispiele: Gelenk zwischen dem Mittelhandknochen des Daumens und dem großen vielseitigen Bein der Handwurzel; Gelenk zwischen Brustbein und Schlüsselbein.

Das Sattelgelenk gestattet Beweglichkeit in aufeinander senkrechten Richtungen. So vermag der Daumen Beugung und Streckung, Anziehung und Abziehung auszuführen.

4. Dreh- oder Kollgelenk. Ein solches kommt da zu Stande, wo ein Knochen sich um einen zweiten Knochen (Atlas um den Zahnfortsatz des 2. Halswirbels) oder um seine eigene Achse (Köpfchen der Speiche) dreht. (Fig. 11).

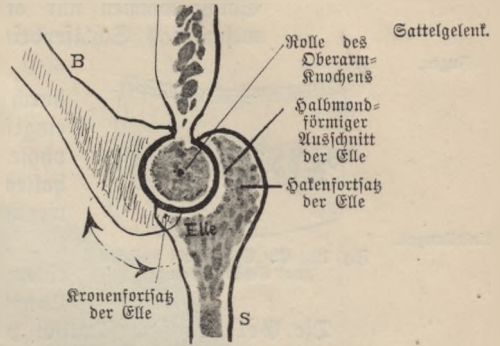


Fig. 10. Ellbogengelenk im Durchschnitte. S = Streckung, B = Beugung.

Sattelgelenk.

Drehgelenk.

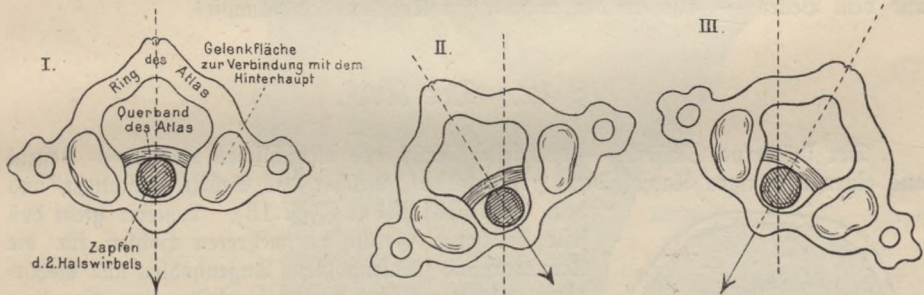


Fig. 11. Drehung des Atlas um den Zahn des 2. Halswirbels. I. Kopf gerade aus gehalten. II. Drehung des Kopfes nach links. III. Drehung nach rechts.

5. Gemischte Gelenke nennt man Vereinigungsformen mehrerer der vorgenannten Gelenkarten.

6. Straffe Gelenke (Amphiarthrosen) sind solche, wo die zum Gelenk vereinten Knochen sich mit platten oder nur mäßig gekrümmten Gelenkflächen an einander legen und durch starke straffe Bänder so fest zusammengehalten werden, daß nur eine ganz geringe Beweglichkeit vorhanden ist. Typisch sind hierfür die Gelenke der Hand- und Fußwurzel. Dadurch, daß hier eine Anzahl von straffen Gelenken nebeneinander angeordnet sind, deren sehr geringe Bewegungsmöglichkeiten sich addieren, ergibt sich doch ein gewisser Grad von Bewegungsfähigkeit und Elastizität verbunden mit außerordentlicher Festigkeit und Tragkraft.

Gemischte Gelenke.

Straffe Gelenke.

§ 11. Unbewegliche Knochenverbindungen.

1. Nähte (suturæ). Man unterscheidet:

a) wahre Nähte: Zwei breite Knochen werden durch wechselseitiges Ineinandergreifen ihrer stark ausgezackten Ränder aufs festeste zusammengehalten (Knochen des Schädeldachs). (Fig. 12.)

Unbewegliche Verbindungen der Knochen. Nähte.

- b) falsche Nähte: Aneinanderstoßen von Knochenrändern ohne Zacken. Solche kommen nur an den Kopfknochen vor, z. B. die Schuppennaht, welche das Schläfenbein mit dem Scheitelbein verbindet. (Fig. 14).

Fugen.



Fig. 12. Ein Stück Naht zwischen zwei Schädelknochen.

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

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

Die Gelenke sind sämtlich paarig — mit Ausnahme des Gelenks zwischen erstem (Atlas) und zweiten Halswirbel.

Die Fugen sind unpaar — mit Ausnahme der Fuge zwischen Kreuz- und Darmbein.

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

Die Fugen finden sich ausnahmslos an der Wirbelsäule, den Brustbeinstücken und dem Becken — also an den unpaarigen Knochen des Rumpfes.

§ 12. Der Kopf.

Knochen des Kopfes.

Der knöcherne Schädel — das feste Gerüst des menschlichen Kopfes — besteht aus einer eiförmigen Kapsel, dem Hirnschädel, welcher das Gehirn einschließt, und dem Gesichtsschädel (Fig. 13). Letzterer giebt das feste knöcherne Gerüst zu mehreren Höhlen für die Sinnesorgane (Nasenhöhlen, Augenhöhlen und Gehörgänge; letztere liegen am entferntesten von einander; näher die Augenhöhlen; die Nasenhöhlen stoßen zusammen) ab, sowie zu den Vorhallen für die Atemungs- und Verdauungsorgane (Nasen-, Mund- und Rachenhöhle).

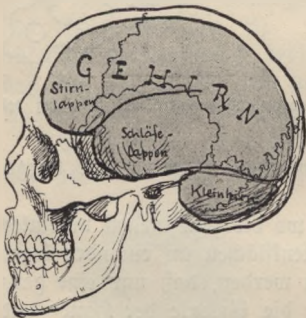


Fig. 13. Lage des Gehirns im Schädel.

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

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

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

§ 13. Die Schädelknochen.

Die Schädelknochen.

Die knöcherne Kapsel, welche das Gehirn umschließt und in ihrer Form und Ausdehnung sich nach der Gestalt des Hirnes entwickelt, die Hirnschale oder der Hirnschädel, zerfällt in den Schädelgrund und das Schädeldach oder Schädelgewölbe. Der umschlossene Raum heißt die Schädelhöhle.

Die Hirnschale wird gebildet von acht Knochen, und zwar:

4 paarigen:	{	2 Scheitelbeine,	
		2 Schläfenbeine	
und 4 unpaarigen:	{	Hinterhaupt-,	} bein.
		Keil-,	
		Stirn-,	
		Sieb-	

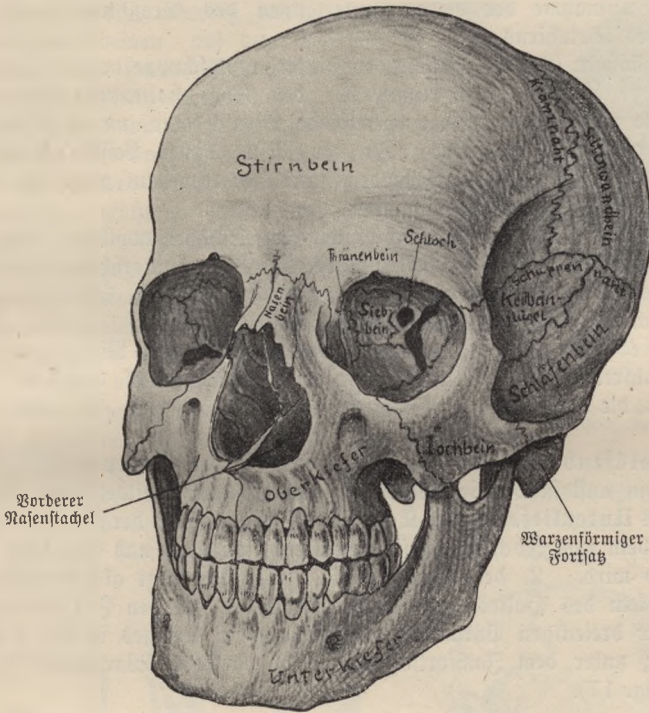


Fig. 14. Ansicht des Schädels eines Erwachsenen.

Das Stirnbein zerfällt in den muschelförmigen Stirnteil und den Augenhöhle=Stirnbein.

Am Stirnteil und für die Form des Gesichts besonders bestimmend die mehr oder weniger entwickelten Augenbrauenbogen, die Stirnhöcker und der den Übergang zur Nase bildende Stirn-Nasenmulde. Hinter letzterem, mit der Nasenhöhle in Verbindung stehend und nach den Augenbrauen hin verlaufend, liegen im Stirnbein die beiden Stirnhöhlen.

Den Augenhöhle=teil des Stirnbeins bildet die obere Wand der Augenhöhlen.

Die Scheitelbeine sind zwei schalenförmige viereckige Knochen.

Scheitelbeine

Das Hinterhauptbein zeigt einen muschelförmigen Hauptteil, die Hinterhauptschuppe, einen Grundteil und die beiden Seiten- oder Gelenkteile. Diese sind um das große Hinterhauptloch so gruppiert, daß der Grundteil vor demselben sich befindet, die Hinterhauptschuppe nach hinten, die Gelenkteile seitlich.

Hinterhauptbein.

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

Zwischen den Gelenkteilen befindet sich das ovale große Hinterhauptslöcher, durch welches das Rückenmark, aus dem Wirbelfanal kommend, in die Schädelhöhle tritt, um sich mit dem Gehirn zu verbinden.

Am Hinterhaupt oder Schuppenteil fällt an der inneren, der Schädelhöhle zugekehrten Fläche auf die kreuzförmige Erhabenheit, wodurch vier flache Gruben entstehen zur Aufnahme der beiden Hinterlappen des Großhirns sowie der beiden Halbkugeln des Kleinhirns.

An der äußern (hintern) Fläche der Hinterhauptsschuppe befinden sich verschiedene bogenförmige Linien, den Ansatz der den Kopf haltenden Nackenmuskeln bezeichnend. Je muskelkräftiger der betreffende Mensch war, um so kräftiger sind die Rämme dieser Linien entwickelt. In der Mitte dieser Leisten befindet sich der Hinterhauptstachel — beim Lebenden unter der Kopfhaut meist gut zu fühlen — für den Ansatz des starken Nackenbandes.

Keilbein.

Das Keilbein ist der feste Schlüsselstein des Schädelgewölbes. Nach hinten stößt es an den Grundteil des Hinterhauptbeines. Man unterscheidet an diesem sehr mannigfaltigen Knochentypus den Körper und die Flügel, letztere tragen zum Abschlusse der Schädelhöhle, Augenhöhle und Schläfengrube bei.

Siebbein.

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

Schläfenbein.

Die Schläfenbeine zerfallen: 1. in einen flachen Schuppenteil (der an das Seitenwandbein anstoßend, die Wand der Schläfengrube bildet) mit der Gelenkgrube für das Unterkiefer- oder Kaugelenk. Davor liegt der Fochfortsatz, welcher, mit dem Fochbein zum Fochbogen sich vereinend, für Form und Charakter des Antlitzes mitbestimmend wird. 2. den Warzenteil. Derselbe trägt als Anheftungsstelle für wichtige Muskeln des Halses den Warzenfortsatz. 3. den Felsenteil. Derselbe birgt in seiner dreieckigen Pyramide das Hörorgan, welches in der äußern Höröffnung kurz unter dem Fochfortsatz und dicht vor dem Warzenfortsatz nach außen mündet (s. Fig. 17).

§ 14. Nähte zwischen den Schädelknochen.

Die das Schädeldach bildenden Knochen sind durch folgende Nähte miteinander verbunden (Fig. 15):

Nähte der Schädelknochen.

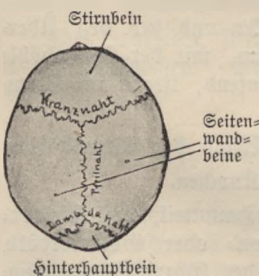


Fig. 15. Schädel von oben.

1. Die Kranznah: zwischen Stirnbein und Seitenwandbeinen.

2. Die Pfeilnah: in der Mittellinie des Kopfes die beiden Seitenwandbeine verbindend.

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

4. Die Schuppenah: verbindet das Schläfenbein mit den Seitenwandbeinen und dem großen Keilbeinflügel.

An dem Schädel des neugeborenen Kindes sind noch keine Nähte zwischen den ^{Fontanellen.} Knochen des Schädeldaches vorhanden. Der feste knöcherne Verschluss tritt erst nach vollzogener Entwicklung des Gehirns ein. An denjenigen Stellen, wo mehr als zwei Knochen zusammenstoßen, wie dies am Anfang und Ende der Pfeilnaht der Fall ist, befinden sich Lücken im knöchernen Schädeldach, die nur durch Hautbrücken überdeckt sind. Diese Lücken, in welchen also das Gehirn des kleinen Kindes nur von weicher Haut bedeckt ist, heißen Fontanelle n. Von diesen sind namentlich wichtig 1. die große oder Stirn-Fontanelle, viereckig geformt, zwischen Stirnbein und Seitenwandbeinen, auf dem Scheitel, kurz oberhalb der Grenze des Haarwuchses gelegen, und 2. die kleine oder Hinterhauptsfontanelle, zwischen Seitenwandbeinen und Hinterhauptsbein, am Hinterkopf gelegen, und dreieckig geformt. Die verschiedene Form der beiden Fontanelle n erklärt sich aus der verschiedenen Art der Entwicklung der Schädelknochen: während Seitenwandbein und Hinterhauptsbein von je einem Verknöcherungspunkt sich bilden, hat das Stirnbein deren zwei — als Stirnhöcker bleibend ausgeprägt, an mancher Stirn außerordentlich deutlich (Fig. 15 a).

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

Vorzeitige knöcherne Verwachsung der Schädelnähte hemmt die Entwicklung des Gehirns und kann so dauernde geistige Beschränkung (Kretinismus, Idiotie) verursachen. — Bei der oben erwähnten englischen Krankheit bedingt die Störung des

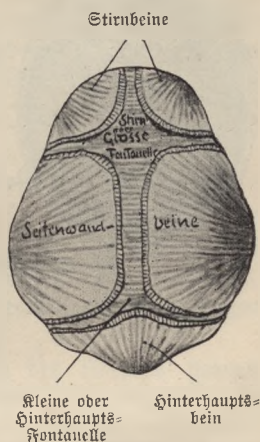


Fig. 15 a. Schädel des Neugeborenen von oben gesehen.

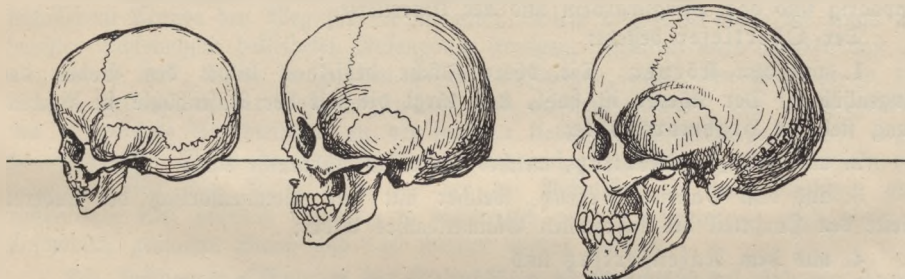


Fig. 16. Entwicklung des Schädels: I. Schädel des einjährigen Kindes; II. Schädel des 10jährigen; III. Schädel des Erwachsenen.

natürlichen Knochenwachstums auch einen verspäteten Schluß der Fontanelle n. Dieselben stehen dann oft noch im zweiten Lebensjahr weit offen, und lassen das Pulsiren der Gefäße des unter dem dünnen häutigen Verschluss liegenden Gehirns deutlich durchfühlen.

§ 15. Schädelgrund.

Am Schädelgrund finden sich drei Gruben durch Knochenerhabenheiten abgetrennt:

1. Die vordere Schädelgrube, zur Aufnahme der Stirnlappen des Großhirns;

Schädelgrund.

2. Die mittlere Schädelgrube, in Gestalt einer liegenden Acht ∞ , zur Aufnahme der Schläfenlappen des Großhirns;

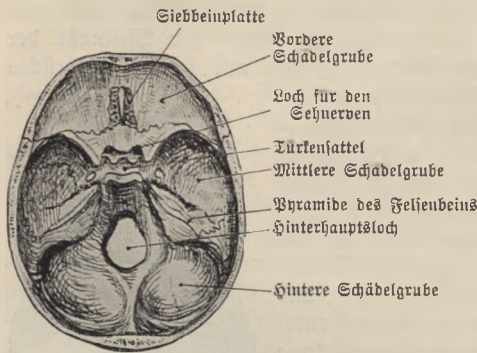


Fig. 17. Schädelgrund.

3. Die hintere Schläfengrube zur Aufnahme der Hinterlappen des Großhirns, sowie des Kleinhirns (Fig. 17).

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

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

§ 16. Die Gesichtsknochen.

Gesichtsknochen.

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

12 Gesichtsknochen sind paarig, und zwar zählen wir:

- 2 Oberkieferbeine,
- 2 Jochbeine,
- 2 Gaumenbeine,
- 2 Nasenbeine,
- 2 Thränenbeine,
- 2 Muschelbeine,

unpaarig sind das Pfflugschambein und der Unterkiefer.

Oberkiefer.

Der Oberkiefer besteht:

1. aus dem Körper. Die obere Fläche desselben bildet den Boden der Augenhöhle. Der Körper ist hohl, und birgt die mit der Nasenhöhle in Verbindung stehende Highmorshöhle;

2. aus dem Zahnfortsatz, welcher die obere Zahnreihe trägt;

3. aus dem Gaumenfortsatz, welcher mit dem Gaumenfortsatz der anderen Seite den Hauptteil des knöchernen Gaumendaches bildet;

4. aus dem Nasenfortsatz und

5. aus dem Jochfortsatz, der mit dem Jochbein verbunden ist.

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

Jochbein.

Das Jochbein bildet mit den Jochfortsätzen des Schläfenbeines (nach hinten) und des Oberkiefers (nach vorn) verbunden den Jochbogen, welcher die Schläfengrube unten überbrückt. Besonders starke Entwicklung der Jochbogen ist eine Rassen-eigentümlichkeit z. B. bei den Mongolen (Breitgesicht).

Unterkiefer.

Am Unterkiefer sind zu unterscheiden: Der Körper, Träger der unteren Zahnreihe, Unterlage des Kinns, je nach seiner Entwicklung und Gestaltung zum Gesamtausdruck des Antlitzes erheblich beiträgend, und die senkrecht aufsteigenden Äste. Am

Ende eines jeden der Äste befindet sich nach vorn der Kronenfortsatz — Ansatzpunkt eines der kräftigsten Raummuskeln, nämlich des Schläfenmuskels, — nach hinten der Gelenkfortsatz, welcher mit der entsprechenden Gelenkgrube des Schläfenbeins das Kiefergelenk bildet.

Das Kiefergelenk ist zwar seinem Bau nach ein Scharnier-Gelenk, wird aber durch das Vorhandensein eines Zwischenknorpels nach mehreren Richtungen hin beweglich. Daher kann der Unterkiefer nicht nur in umfanglichem Maße auf und ab — Öffnen und Schließen des Mundes — bewegt werden, sondern auch nach beiden Seiten — mahrende Bewegung beim Kauen —, ja ein wenig nach vor- und rückwärts.

Kiefergelenk.

§ 17. Höhlen und Gruben des Gesichts.

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

Gesichtsschädel als Ganzes.

Die Nasenhöhle ist durch eine in der Mittelebene des Körpers stehende dünne Platte, die Nasenscheidewand in zwei symmetrische Hälften geteilt. Die Nasenscheidewand ist hinten und oben knöchern (Pflugscharbein und senkrechte Platte des Siebbeins), vorn dagegen knorpelig. Eine jede Nasenhöhle wird durch drei Nasenmuscheln, welche zwischen sich und dem Boden der Nasenhöhle die drei Nasengänge — dieselben führen nach hinten zum Schlunde — lassen, noch besonders verwickelt gestaltet. Dadurch, daß die Nasenmuscheln ebenso wie Seitenwände und Scheidewand der Nase von der Nasenschleimhaut überzogen werden, erlangt die letztere eine erheblich größere Oberfläche.

Nasenhöhle.

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

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

Die Nasenhöhlen stehen jederseits in Verbindung mit der Highmorschöhle des Oberkieferbeins, der Stirnhöhle des Stirnbeins, sowie mit der Augenhöhle durch den Thränenanfang des Thränenbeins, in welchen Gang von den inneren Enden der Augenlider her die Thränenkanälchen münden, und die flüssige Absonderung der Thränenrüsen der Nase zuführen.

Die tiefe Augenhöhle hat die Gestalt einer vierseitigen Pyramide mit abgestumpften Kanten, deren Spitze nach hinten, d. h. in den Kopf hinein gerichtet ist. An der Spitze der Pyramide liegt ein rundes Loch, das Sehloch. Durch dasselbe tritt der Sehnerv vom Gehirn her zum Augapfel. Die Augenhöhle ist ausgefüllt mit

Augenhöhle.

Fettgewebe, in welchem nach vorn der runde Augapfel, am Sehnerven wie eine Kirsche auf ihrem Stiel sitzend, weiterhin die 7 Augenmuskeln, welche den Augapfel nach jeder Richtung hin drehen können, während einer das obere Augenlid hebt, eingebettet liegen. Endlich liegt in der Augenhöhle, nach außen und oben vom Augapfel, die Thränenendrüse.

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

Mundhöhle. Die Mundhöhle ist infolge der Beweglichkeit des Unterkiefers von wechselnder Gestalt und Größe. Ihre obere Wand wird vorzugsweise gebildet durch die knöcherne Gaumenplatte des Oberkiefers, vom Zahnfortsatz desselben Knochens und der oberen Zahnreihe hufeisenförmig umschlossen. Wenn die Gaumenplatten der beiden Oberkieferbeine nicht miteinander verwachsen, sondern spaltförmig offenbleiben, so daß Mund- und Nasenhöhle offen miteinander in Verbindung stehen, so entsteht die als „Wolfsrachen“ bezeichnete Mißbildung. Dieser Spalt kann als „Nasenscharte“ sich auch in die Haut der Oberlippe, bis zur Nase hinreichend, fortsetzen.

Die untere Wand der Mundhöhle wird durch Muskeln gebildet.

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

Schlafen-grube. Seitlich hinter den Augenhöhlen liegt beiderseits am Schädel eine große flache Grube, die Schläfengrube, welche durch den Jochbogen überbrückt wird. Sie setzt sich nach unten fort in die tiefe Flügelgaumengrube.

§ 18. Die Zähne.

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

In jeder Reihe befinden sich: vier Schneidezähne, in der Mitte unter der Nasenöffnung befindlich und meißelförmig zugespitzt; zwei Eckzähne oder Augenzähne, weil senkrecht unter dem inneren Augenwinkel stehend, mit zugespitzter Krone; vier Backzähne, die eine breitere, mit je zwei stumpfen Höckern besetzte Kaufläche besitzen; und sechs Mahlzähne (oder große Backzähne) mit je 4—5 Höckern auf der Mahlfäche.

Zahnwechsel. Diese bleibenden 32 Zähne brechen in bestimmter Reihenfolge hervor nach dem 7. Lebensjahr, der Zeit des Zahnwechsels, die meist mit dem 12. Lebensjahr beendet ist, mit Ausnahme des hintersten (3. Mahl- oder 5. Backzahn), der erst zwischen dem 18. und 24. Lebensjahr, zuweilen noch später, durchbricht, und darum auch Weisheitszahn genannt wird.

Vor dem 7. Lebensjahr tragen die Kiefer die Milchzähne, 20 im ganzen; in jeder Zahnreihe 4 Schneide-, 2 Eck- und 4 Backzähne. Sie brechen hervor zwischen dem 6. und 24. Lebensmonat, werden zur Zeit des Zahnwechsels verloren und durch die bleibenden Zähne ersetzt.

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

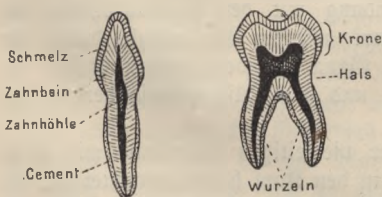


Fig. 18 u. 19. Durchschnitt eines Schneidez- und eines Mahlzahnes.

Dieser „Gesichtswinkel“ beträgt bei den sogenannten menschenähnlichen Affen gegen 50° ; beim erwachsenen Menschen $60-80^{\circ}$, und zwar beim Neger und Kalmücken $60-70^{\circ}$, beim Kaukasier oder Mittelländer $75-80^{\circ}$. Schädel mit einem

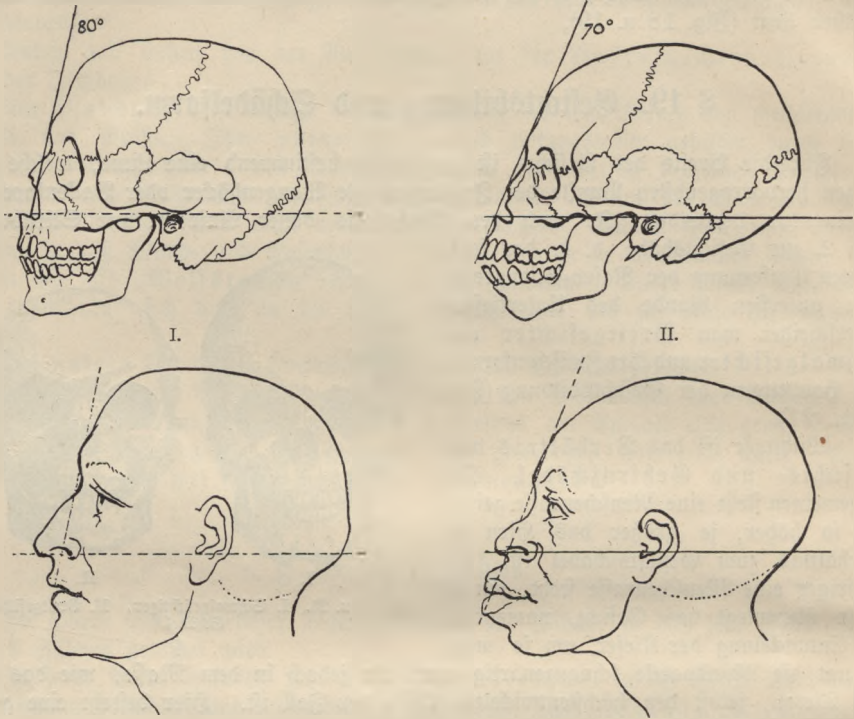


Fig. 22–25. Der Camper'sche Gesichtswinkel: I. beim Europäer; II. beim Neger.

Gesichtswinkel von nur 70° und darunter sind schiefzähmig, solche mit größerem Gesichtswinkel geradzähmig. Den Marmorbildern griechischer Götter und Heroen gaben

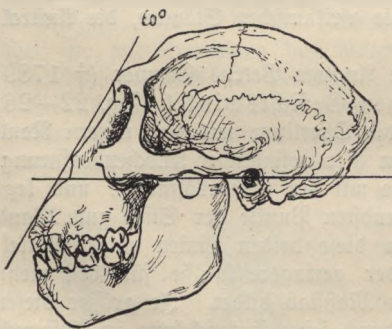


Fig. 26. Schädel des Gorilla mit dem Camper'schen Gesichtswinkel.

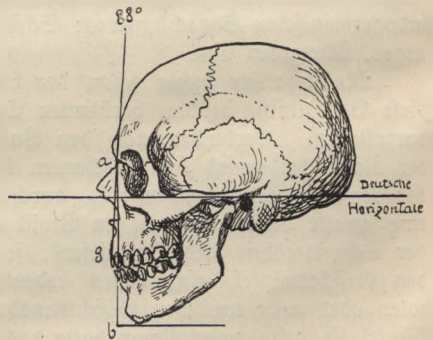


Fig. 27.

die Künstler, um den Charakter des Göttlichen und Übermenschlichen auszudrücken, einen — in der Wirklichkeit beim Menschen nicht vorkommenden Gesichtswinkel von

90—95°. Dies tritt namentlich in dem berühmten Kopfe des Zeus von Otricoli, wohl einem Abglanz des olympischen Zeus von Phidias, hervor.

Aus wissenschaftlichen Gründen, die hier nicht erörtert werden können, mißt man heute statt des Gesichtswinkels den sog. Profilwinkel, bezogen auf die „Deutsche Horizontale“. (Fig. 27).

Die „Deutsche Horizontale“ ist eine Linie, welche den tiefsten Punkt des untern Augenhöhlenrandes mit dem senkrecht über dem Centrum der Ohröffnung liegenden Punkt des oberen Randes des knöchernen Gehörganges verbindet. Diese Linie wird geschnitten von einer andern, die vom Mittelpunkt der Naht zwischen Stirn- und Nasenbein zum Mittelpunkt des unteren Randes vom Zahnfortsatz des Oberkiefers gezogen wird.

Die mit diesem „Profilwinkel“ erhaltenen Werte sind höher als die Ziffern, welche der Campersche Gesichtswinkel ergiebt. Man rechnet hier

- bis zu 82° Schiefzähler,
- 83—90° Gradzähler,
- 91° und darüber Übergeradzähler.

Weitere wichtige Maße für die Vergleichung der Schädel bietet die Betrachtung des Schädels von oben (Fig. 28 u. 29). Je nachdem die Eiform des Schädels

mehr breit oder schmal ist, unterscheidet man leicht breite und lange Schädel, sowie Zwischenstufen zwischen diesen. Um das Verhältnis von Länge und Breite des Schädels in genaue Zahlen zu bringen, mißt man die lange Achse des Schädels von vorn nach hinten und die größte Breite. Setzt man das für die Länge genommene Maß = 100, und rechnet dementsprechend das Breitenmaß um, so erhält man eine Ziffer, die als Längen-Breiten-Index oder kurz als Schädel-Index bezeichnet wird.

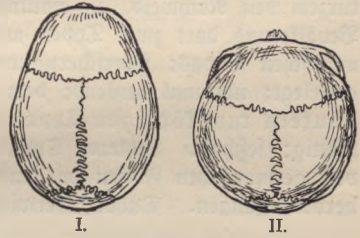


Fig. 28 u. 29. I. Langschädel. II. Breit-

Breit- und Langschädel.

Ist zum Beispiel die größte Länge eines Schädels = 192 mm, die größte Breite = 142 mm, so ist

$$192 : 142 = 100 : x, \text{ und}$$

$$\text{es ist also } x \text{ der Schädelindex} = \frac{142 \cdot 100}{192} = 73,9.$$

Es handelt sich bei diesem Beispiel um einen ausgesprochenen Langkopf oder Langschädel.

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

Hier handelt es sich um einen ausgesprochenen Rundkopf. Man teilt demgemäß die Schädel in folgende Stufen ein:

- | | Schädelindex |
|--------------------------------------|-------------------|
| 1. Langschädel (Dolichocephalen) | 75.0 und darunter |
| 2. Mittel-Langschädel (mesocephalen) | 75.1—79.9 |
| 3. Kurzschädel (Brachycephalen) | 80.0—85.0 |
| 4. Rundschädel (Hyperbrachycephalen) | über 85.1 |

Einfacher ist die Einteilung in Lang-, Mittel- und Rundköpfe, wobei 3 und 4 in eine Klasse zusammenfallen.

Für die Europäer hat man folgende beiden Hauptformen festgesetzt:

1. Langgesichtige Kurzköpfe;
2. Kurzgesichtige Langköpfe.

Dazu kommen als Mischformen:

3. Langgesichtige Langköpfe;
4. „ „ Mittelköpfe;
5. Kurzgesichtige Kurzköpfe;
6. „ „ Mittelköpfe.

Für Deutschland sind folgende Ziffern angegeben:

	nach Prozenten:		
	Langköpfe (bis 74.9)	Mittelköpfe (75—79.9)	Kurzköpfe (80 und darüber)
Deutsche insgesamt:	16	41	43
Norddeutsche (Friesen)	18	51	31
Mitteldeutsche	25	29	46
Süddeutsche (Altbaiern)	1	16	83
Tiroler (vom Unterinn bis Bozen)	0	10	90

Für Baden versuchte D. Ammon auf Grund sehr zahlreicher Messungen vor kurzem den Nachweis (die natürliche Auslese beim Menschen. Jena 1893), daß die Bevölkerung dort zwei Typen aufweise: einen mehr blonden langköpfigen germanischen Typus: Herrschernaturen von großer Intelligenz und Fassungskraft; ideal angelegt; national denkend; dem Fortschritt huldigend; wanderlustig; — und einen dunkeln rundköpfigen Typus: mäßig; arbeitsam; am Hergebrachten hängend; selbstsüchtig; feßhaft. Letzterer Typus, auf dem Lande vorherrschend, sei aus Mischung von germanischen Freien mit unfreien Mischlingen (Kelten; Römer; Hunnen u. s. w.) hervorgegangen. Daher überwiege bei den Städtern der erstere Typus.

Folgende Zahlenreihen seien hier kurz aus der Arbeit Ammons angeführt:

	1. Karlsruhe Landbezirk			Stadtbezirk		
		1. Eingewanderte	2. Halb-Städter (v. eingewanderten Vätern stammend)	3. Eigentliche Städter		
Langköpfe (Index unter 80)	12,2	14,9	25,9	33,3		
Kurzköpfe (Index über 85)	38,2	33,3	18,3	12,4		

(Die Mittelköpfe sind der besseren Übersichtlichkeit wegen nicht berücksichtigt).

	2. Freiburg Landbezirk			Stadt		
		1. Eingewanderte	2. Halb-Städter	3. Städter		
Langköpfe	12,2	12,4	22,5	43,7		
Kurzköpfe	38,2	31,3	27,7	14,8		

§ 20. Die Wirbelsäule (Fig. 30).

Wirbelsäule.

Die Wirbelsäule, die feste Grundsäule des Knochengerüsts, setzt sich zusammen aus 33 Wirbeln, von denen 24 freie Wirbel sind, während 5 derselben, mit einander verschmolzen, das Kreuzbein bilden, und 4 dem verkrümmerten Anhang der Wirbelsäule, dem Steißbein, angehören.

Wir zählen:

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

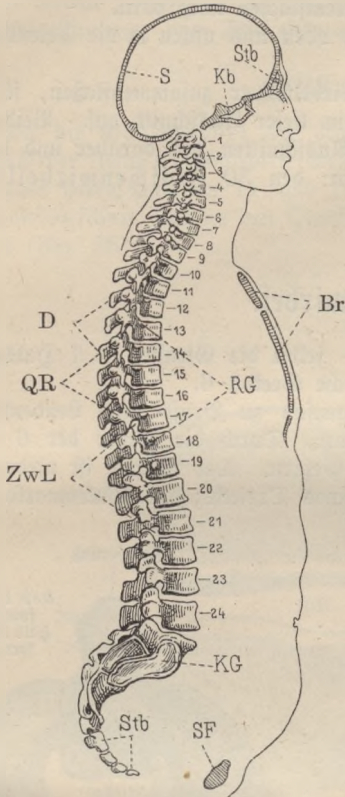


Fig. 31. Schema eines Wirbels. Ansicht von oben.



Fig. 32. Schema eines Wirbels (Brustwirbels) von der Seite gesehen.

Fig. 30. Die Wirbelsäule als Ganzes. — S Schädelbede. Stb Stirnbein. Kb Keilbein. D Dornfortsätze. QR Querfortsätze. RG Gelenkflächen für die Rippen. ZwL Zwischenwirbellocher. KG Gelenkfläche des Kreuzbeins zur Fuge mit dem Darmbein. Stb Steißbein. SF Schamfuge. Br Brustbein.

§ 21. Schema der Wirbel (Fig. 31 u. 32).

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

Schema der Wirbel.

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

An dem Wirbelbogen befinden sich 7 Fortsätze und zwar:

- | | |
|-------------------|---|
| 3 Muskelfortsätze | } einer unpaar: der nach hinten gerichtete Dornfortsatz,
paarig: die seitlichen Querfortsätze, |
| 4 Gelenkfortsätze | |

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

An der Stelle, wo Wirbelbogen und Wirbelkörper zusammenstoßen, fällt am oberen Rand ein flacher, am unteren Rand ein tiefer Ausschnitt auf. Beide Ausschnitte vereinigen sich mit den entsprechenden Ausschnitten des darüber und des darunter liegenden Wirbels zu rundlichen Löchern: den 30 Zwischenwirbellochern zum Austritt der Rückenmarksnerven.

§ 22. Halswirbel.

Halswirbel.

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

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

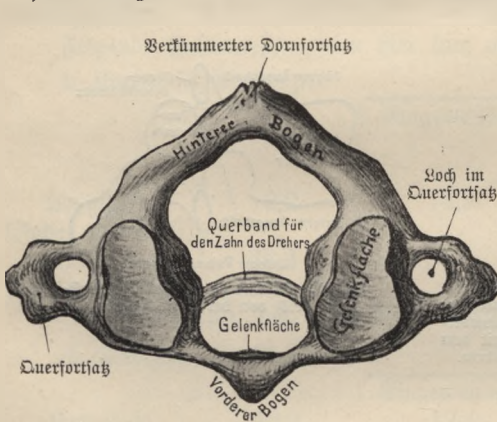


Fig. 33. Der erste Halswirbel.

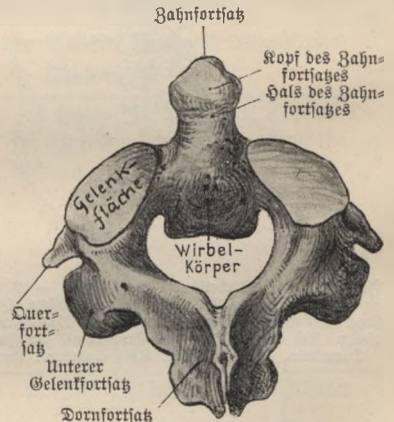


Fig. 34. Der zweite Halswirbel.

Die Dornfortsätze der mittleren Halswirbel sind gabelförmig gespalten. Am ersten Halswirbel ist der Dornfortsatz zu einem kleinen rundlichen Knopf verkümmert; wogegen der Dornfortsatz des 7. Halswirbels besonders lang, durch die Haut gut fühlbar und meist auch als rundlicher Vorsprung sichtbar ist.

Erster Halswirbel.

Der erste Halswirbel — Atlas genannt, weil er das Haupt trägt wie Atlas die Erdkugel — ist ringförmig, und entbehrt des Wirbelkörpers. Es fehlen ihm die Gelenkfortsätze, an deren Stelle obere Gelenkflächen vorhanden sind zur Ver-

bindung mit den entsprechenden Gelenkflächen des Hinterhauptbeins, während die unteren Gelenkflächen auf den entsprechenden Gelenkflächen des zweiten Halswirbels aufliegen. Die Hinterfläche des vorderen Bogens ist mit Gelenknorpel überzogen zur gelenkigen Verbindung mit dem Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels (Fig. 33).

Der zweite Halswirbel — Epistropheus — der Dreher, ein Name, der eigentlich dem Atlas gebührt, denn dieser dreht sich ja mit dem auf ihm lastenden Kopf um den Zahnfortsatz des Epistropheus, während das Senken und Aufrichten des Kopfes in dem Gelenk zwischen Atlas und Hinterhaupt stattfindet — ist ausgezeichnet durch den zapfenförmigen, vom Wirbelkörper nach oben aufsteigenden Zahn (Fig. 34).

Zweiter
Halswirbel.

§ 23. Brustwirbel.

Da die Brustwirbel die Rippen tragen, so haben sie an den Seiten der Wirbelkörper kleine überknorpelte Gelenkflächen: an den oberen 10 Brustwirbeln jederseits zwei halbe, und am 11. und 12. Brustwirbel eine ganze Gelenkfläche für die Rippenköpfschen, und an den Querfortsätzen kleine Gelenkflächen für die Rippenhöcker (Fig. 35).

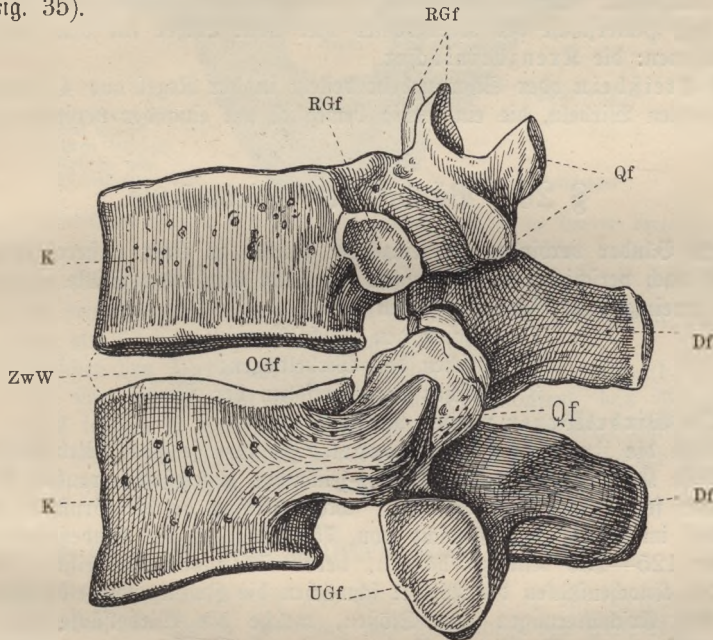


Fig. 35. Letzter Brust- und erster Lendenwirbel. — K: Wirbelkörper; OGf: Oberer, UGf: Unterer Gelenkfortsatz; Qf: Querfortsatz; Df: Dornfortsatz; RGf: Gelenkfläche für die 12. Rippe; ZwW: Lage des Zwischenwirbelknorpels.

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

§ 24. Lendenwirbel.

Die Lendenwirbel zeichnen sich durch ihre Breite und Höhe aus. Die Dornfortsätze sind hoch, schmal, und horizontal gerichtet.

Diese Bauart gewährt der Lendenwirbelsäule einen besonders großen Grad von Beweglichkeit (Fig. 35).

Lenden-
wirbel.

§ 25. Kreuzbein und Steißbein.

Kreuzbein.

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

Seine Form ist die einer umgestürzten, nach vorn gekrümmten Pyramide mit der Basis nach oben. Man unterscheidet an dem Kreuzbein eine vordere, hohl gekrümmte, und eine hintere, mit rauhen Leisten zum Ansatze starker Rückenmuskeln versehene Fläche; ferner zwei dicke Seitenflächen zur festen Fuge mit den Hüftbeinen.

Die Achse des Kreuzbeines liegt nicht in der Verlängerung der Achse der Wirbelsäule, sondern weicht nach hinten ab. Dadurch entsteht an der Vereinigungsstelle von Lendenwirbelsäule und Kreuzbein ein vorspringender Winkel, das Vorkirge, welches die Grenze des großen gegen das kleine Becken mit bilden hilft.

Das Kreuzbein setzt sich zusammen aus fünf mit einander verwachsenen falschen Wirbeln, es wird daher von der Fortsetzung des Rückenmarkskanals, dem Kreuzbeinkanale, durchbohrt. Entsprechend den Zwischenwirbellochern finden sich auf der Vorder- wie Hinterfläche des Kreuzbeines vier paar Löcher für den Durchtritt der Kreuzbeinerven: die Kreuzbeinlöcher.

Steißbein.

Das Steißbein oder Schwanzbein besteht in der Regel aus 4, zuweilen auch 5 verkümmerten Wirbeln, die ein wenig beweglich mit einander verbunden sind.

§ 26. Bänder der Wirbelsäule.

Bänder der
Wirbelsäule.

Starke Bänder verbinden die einzelnen Wirbel zu einer außerordentlich festen, wenn auch nach verschiedenen Richtungen hin leicht biegsamen Säule.

Die vereinigenden Bänder befinden sich:

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

1. Die Wirbelkörper werden vereinigt:

Zwischen-
wirbel-
knorpel.

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

Die Zwischenwirbelknorpel sind besonders dick im Lendenteil — wodurch dessen Biegsamkeit erhöht wird. Die Summe der Höhen aller dieser Knorpelscheiben beträgt den vierten Teil der gesamten Höhe der Wirbelsäule. Sie verlängern die Halswirbelsäule um $\frac{2}{5}$, die Brustwirbelsäule um $\frac{1}{7}$, die Lendenwirbelsäule um $\frac{1}{8}$. An Skeletten sind sie eingeschrumpft und müssen durch künstliche Mittel (Lederscheiben) ersetzt werden, wenn anders das Skelett die richtige Höhe besitzen soll, die sein Körper im Leben besaß.

Längsbänder.

Da die Zwischenwirbelknorpel bei Belastung allmählich etwas zusammengedrückt werden, bei Fortfall der Belastung wieder zu ihrer früheren Dicke aufquellen, so ist die Körperlänge frühmorgens nach der Nachtruhe eine größere als am Abend. Der Unterschied beträgt $1\frac{1}{2}$ —2 Centimeter.

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

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

Gelbe Bänder.

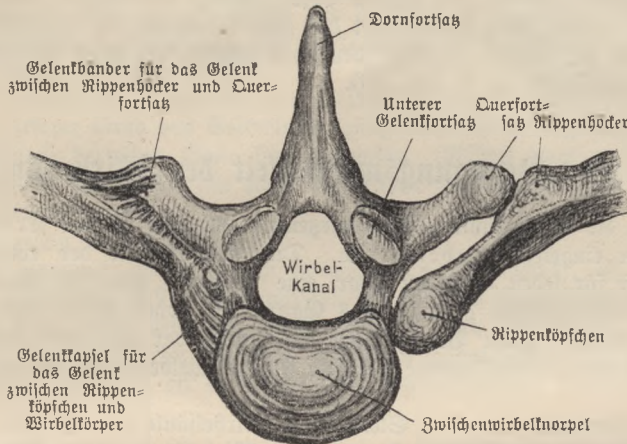


Fig. 36. Ansatz der Wirbelenden an einen Wirbel von unten gesehen. Links mit den Bändern dargestellt, rechts ohne dieselben.

3. An den Wirbelfortsätzen befinden sich

a) an den Gelenkfortsätzen Kapselbänder für die Gelenke der Wirbel, wie ein jedes Gelenk solche besitzt (Fig. 36),

Kapselbänder.

b) zwischen den Dornfortsätzen befinden sich die Zwischendornbänder, und über die Spitzen der Dornfortsätze hinlaufend das Spitzenband. Das letztere ist namentlich stark am Halssteil der Wirbelsäule und heftet sich als Nackenband an den Hinterhauptbecker fest. Hier ist bei stark gebeugtem Kopf das Band auch deutlich zu fühlen.

Zwischen-
dornbänder
und Spitzen-
band.

§ 27. Gelenke zwischen Kopf und Hals.

Das Gelenk zwischen Atlas und Hinterhaupt ist ein Charniergelenk und gestattet nur Senken und Heben (Biegung und Streckung) des Hauptes.

Gelenk
zwischen Atlas
und Hinter-
haupt.

Das Gelenk zwischen Atlas und zweitem Halswirbel ist ein Drehgelenk. Beim Drehen des Kopfes bilden also Kopf und Atlas ein Ganzes, und letzterer dreht sich um den Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels wie um einen Zapfen. Starke Bänder halten den Zahnfortsatz in seiner Lage: das Querband des Atlas, zwischen den Seitenteilen dieses Wirbels ausgespannt, und das Aufhängeband des Zahnfortsatzes, welches dessen Spitze am Borderrand des Hinterhauptloches befestigt.

Gelenk
zwischen Atlas
und 2. Hals-
wirbel.

Der Kopf mit dem Atlas kann sich nach rechts wie nach links um 45° drehen. Dies ist nur möglich dadurch, daß die Bänder zwischen Atlas und zweitem Halswirbel sehr dehnbar sind. Die sinnreiche Einrichtung, daß die Bewegungen des Kopfes auf zwei Gelenke an verschiedenen Stellen der Halswirbelsäule verteilt sind, ermöglicht die große Ausgiebigkeit dieser Bewegungen, ohne daß dabei der innerhalb der Halswirbelsäule liegende Teil des Rückenmarks gezerzt oder gedehnt wird.

§ 28. Die Wirbelsäule als Ganzes.

Wirbelsäule
als Ganzes.

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

Die einzelnen Glieder der Säule oder Röhre, die Wirbel, sind nicht gleich groß, sondern nehmen vom Hinterhaupt bis zum Kreuzbein an absoluter Größe und Höhe allmählich zu. Ebenso ist, wie oben schon gezeigt, die Höhe der Zwischenwirbelknorpel eine verschiedene (s. o. Fig. 30).

§ 29. Bewegungsmöglichkeit der Wirbelsäule.

Beweglichkeit
der Wirbel-
säule.

Von den die Wirbelsäule zusammensetzenden Gliedern ist das Kreuzbein, weil fest ins Becken eingeklebt, unbeweglich. Die Beweglichkeit der einzelnen Wirbel zu einander ist für jeden einzelnen zwar eine geringe. Aus der Summe aber der zahlreichen Teilbewegungen geht für das Ganze ein hoher Grad von geschmeidiger Biegsamkeit hervor. Diese Beweglichkeit ist gemäß der Art der Verbindung der Wirbelkörper durch zwischenliegende elastische Knorpelscheiben nach allen Seiten hin ermöglicht.

Sie ist aber nicht an allen Stellen der Wirbelsäule die gleiche. Namentlich im Brustabschnitt der Wirbelsäule, wo der Wirbelkanal enge, die Dornfortsätze schräg nach unten gerichtet und dachziegelförmig übereinander gestellt, ist die Beweglichkeit — ohnehin durch die angehefteten Rippen für die Beugung sehr beschränkt — eine nur geringe. Der Lendenwirbelsäule dagegen verleihen die größere Weite des Rückenmarkkanals, die dickeren Bandscheiben und die horizontal gerichteten Dornfortsätze eine um so größere Beweglichkeit, namentlich für Beugung und Streckung.

Die hauptsächlichsten Bewegungsrichtungen in der Wirbelsäule sind folgende:

Kumpf-
drehen.

1. Drehung um die senkrechte Achse:

a) Im Kumpfteil oder Kumpfdrehen. Diese Bewegung findet fast ausschließlich im unteren Abschnitt der Brustwirbelsäule, in der Gegend des 8. bis 12. Brustwirbels statt, und zwar in einem Winkel von 30° beiderseits.*) Kumpfdrehen rechts und links als Freiübung ist anscheinend als volle Vierteldrehung, also um einen rechten Winkel = 90° möglich, und wird daher auch so vorgeschrieben. Man überzeugt sich aber leicht, daß dieser Grad von Drehung nur so zu stande kommt, daß das Becken nebst den Oberschenkeln mit gedreht wird und seine Drehung zu der der Wirbelsäule sich hinzuaddiert. Ebenso wird der Kopf — wenn auch gegen die Vorschrift — unwillkürlich noch besonders nach der Drehungsrichtung hin bewegt.

Drehung des
Halses.

b) Im Halssteil. Weit größer ist die Achsendrehung des Halses bei leichter Drehung in der Regel mit geringer Wendung des Kopfes nach der entgegengesetzten Seite, bei stärkster Drehung dagegen stets mit einer leichten Neigung des Kopfes nach derselben Seite hin verbunden. Die mögliche Drehung des Kopfes mit dem Hals beträgt 70° und wird namentlich in dem Drehgelenk zwischen Atlas und zweitem

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

Halswirbel (45°) ausgeführt. Addiert man hierzu die Drehung in der Brustwirbelsäule und die des Beckens ($70 + 30 + 80 = 180^\circ$), so vermag man bei unverrückter Fußsohle das Gesicht nach jeder Seite um 180° herumzudrehen, kann also aus dem festen Stand durch äußerste Drehung des Gesichtes nach rechts wie nach links den ganzen Horizont — 360° — ringsum mit den Augen beherrschen.

2. Seitwärtsneigung:

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

Seitwärtsneigen des Kumpfes.

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

Seitwärtsneigen des Halses.

3. Beugung und Streckung:

a) des Kumpfes (Kumpfbeugen vorwärts und rückwärts), ist in der Brustwirbelsäule fast gleich Null. Sie vollzieht sich für den Kumpf nur in der Lendenwirbelsäule, dicht unter dem Brustkorb und dicht über dem Becken. Die Wirbelsäule macht also bei starker Beugung vorwärts keineswegs einen gleichmäßig gerundeten Bogen, wie man oft dargestellt sieht, sondern erfährt starke Knickung nur in

Beugen und Strecken des Kumpfes.



Fig. 37. Starke Beugung der Wirbelsäule. Dieselbe ist fast ausschließlich in der Lendengegend bewirkt.



Fig. 38.

der Lendengegend (Fig. 37). — Der Spielraum zwischen stärkster Beugung und äußerster Streckung beträgt nicht viel mehr als einen rechten Winkel (90° , Fig. 38).

b) des Halses. Die Beugung des Kopfes nach vorwärts und rückwärts vollzieht sich in leichteren Graden nur im Charnier zwischen Atlas und Hinterhauptbein. Erst bei stärkeren Graden der Bewegung kommt dazu eine Biegung der Halswirbelsäule. Der Gesamtumfang dieser Bewegung beträgt etwa 90° .

Beugen und Strecken des Halses.

§ 30. Die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule.

Der bewegliche Stab der Wirbelsäule ist mit seinem Endknochen, dem Kreuzbein, in dem geschlossenen Knochenring des Beckens eingefeilt. Das Becken ruht durch die beiden Hüftgelenke auf den tragenden Stützen des Körpers, den Beinen, und vermag

Natürliche Krümmungen der Wirbelsäule.

sich um eine durch die Hüftgelenke gelegene Querachse zu drehen: Beugung und Streckung. Damit der Körper aufrecht stehe, muß sein Schwerpunkt senkrecht über einem durch die Berührungspunkte beider Füße umschriebenen Gebiete des Beckens gehalten werden. Nun liegen die obersten Kreuzbeinwirbel, welche die Wirbelsäule und mit dieser die Last des Rumpfes aufnehmen, nur dann so weit über den Hüftgelenken, daß der Schwerpunkt bei aufrechter Haltung im Gleichgewicht schwebend erhalten werden kann, wenn das Becken um die beiden Hüftgelenke entsprechend gedreht oder geneigt wird. Diese Verhältnisse bedingen ihrerseits nun wieder, daß der Stab der Wirbelsäule kein gerader bleiben kann, sondern entsprechende Krümmungen erfahren muß, um auf dem Becken balanciert werden zu können (Fig. 39—41).

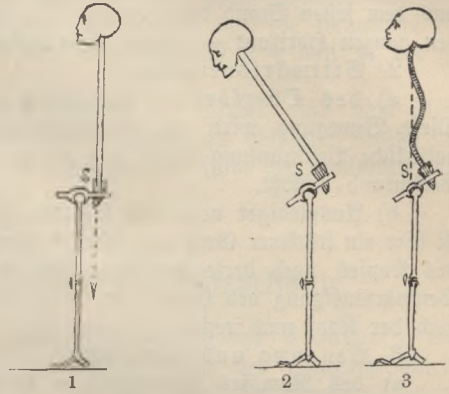


Fig. 39—41. S Schwerpunkt.

Die Wirbelsäule des erwachsenen Menschen ist nämlich dreifach — doppelt s-förmig = $\text{)} \text{ — in der Richtung von vorn nach hinten gekrümmt: im Halsteil nach vorn (lordotisch), im Brustteil nach hinten (kyphotisch), im Lendentheil wieder nach vorn (lordotisch).$

Diese natürlichen (oder physiologischen) Krümmungen sind keine angeborene Eigenschaft der Wirbelsäule, sondern gestalten sich erst mit dem fortschreitenden Wachstum als Folge der Belastung und des Muskelzuges, wie sie beim ersten Sitzen und später beim aufrechten Gehen auf den gegliederten und in sich beweglichen Stab der Wirbelsäule einwirken.

Entstehung
der Wirbel-
säulekrüm-
mungen.

Die Wirbelsäule des Neugeborenen ist gerade gestreckt und bleibt auch so während der ersten Lebensmonate, während das Kind dauernd liegt. Erst wenn das Kind beginnt sich aufrecht zu setzen, macht sich die Belastung des oberen Teils der Wirbelsäule durch Kopf und Arme geltend: der Kopf sinkt nach vorn zur Brust; die Wirbelsäule biegt sich und bildet einen einzigen nach hinten konvergen Bogen: (kyphotische) Krümmung des Brustteils nach hinten (Fig. 42, I). Versucht nun das Kind, nachdem es zu sitzen gelernt, auch dabei den Kopf zu heben, um nach vorn und aufwärts zu sehen — was nach genügender Erstarkung der Nackenmuskeln und Nackenbänder auch bald gelingt — so ist dies nur dadurch zu ermöglichen, daß im Gegensatz zur Gesamtkrümmung der ganzen Wirbelsäule der Halsteil derselben nach oben ausbiegt, in einem nach vorn konvergen Bogen. So entsteht zuerst die Krümmung des Halsteils nach vorn (Fig. 43, II).

Die dritte und wichtigste Krümmung, im Lendentheil der Wirbelsäule, entsteht mit dem ersten Einnehmen der aufrechten Stellung. Diese ist nur möglich, wenn das Hüftgelenk gestreckt, d. h. das Becken weit genug geneigt wird, um die obersten Kreuzbeinwirbel mehr über die Hüftgelenke zu bringen. Ohne solche Beckenneigung würde der Körper einfach hintenüberfallen. Da aber das Kreuzbein im Becken fest eingeklemt ist, also mit der zunächst senkrecht darauf stehenden Wirbelsäule der Beckendrehung folgt, so würde umgekehrt die Wirbelsäule mit dem Rumpfe als Ganzes nun nach vornüber sinken, wenn sie nicht im Lendentheil sich nach rückwärts umböge und so die

senkrechte Richtung wiedergewänne. Damit entsteht also die starke Krümmung im Lendentheil nach vorn. Dieselbe fällt um so stärker aus, je stärker geneigt das Becken gehalten wird (Fig. 44, III).

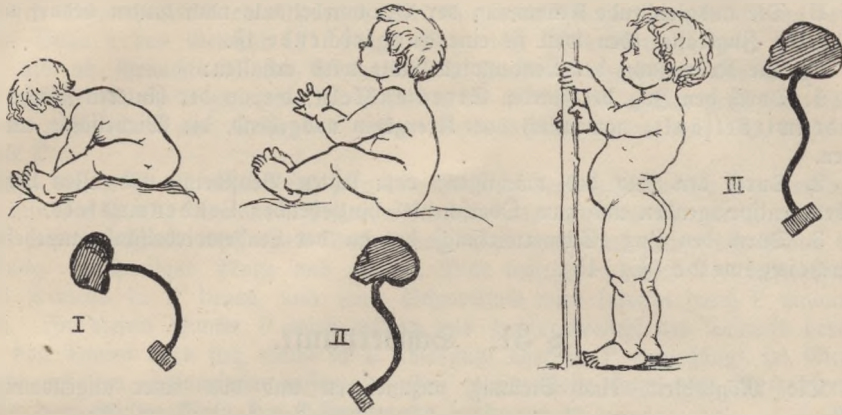


Fig. 42-44. Entstehung der Krümmungen der Wirbelsäule.

In den ersten Lebensjahren gleichen sich diese beim Sitzen, Aufwärtsrichten des Kopfes und aufrechtem Stehen entstehenden natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule in der gestreckten Ruhelage immer wieder aus, erst vom 7. bis 8. Lebensjahr werden sie dauernd, und bleiben auch in der gestreckten Ruhelage bestehen. Sie verstreichen natürlich zeitweise bei solchen Bewegungen des Rumpfes, die in entgegengesetzter Richtung auf die Wirbelsäule einwirken, oder werden zeitweise noch stärker ausgeprägt bei Rumpfbewegungen, die in gleicher Richtung einwirken.

Bedeutung ist das Vorhandensein der Wirbelsäulekrümmungen für die ungehinderte Thätigkeit des Gehirns, indem dieselben die erschütternde Gewalt aller Stöße, die, auf das Fußskelett treffend, zum Gehirn sich fortpflanzen, abschwächen. Der Einfluß aller der Stöße und Erschütterungen beim Laufen, Springen, Marschieren usw. würde ein schädlicher für die Hirnthätigkeit sein, wenn diese Stöße sich geradlinig zum Kopf fortpflanzen.

Folgende Zugkräfte sind es, welche die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule, wie sie beim Sitzen und aufrechten Stehen sich einstellen, zu stetig dauernden gestalten.

A) Für die Halskrümmung nach vorn sind wirksam:

1. Der Zug der massigen Muskulatur des Nackens, welche vom Hinterhaupt bis tief hinunter zur Brustwirbelsäule reicht.

2. Der Zug der Schwere des Brustkorbes mit seinen Eingeweiden. Da dieser

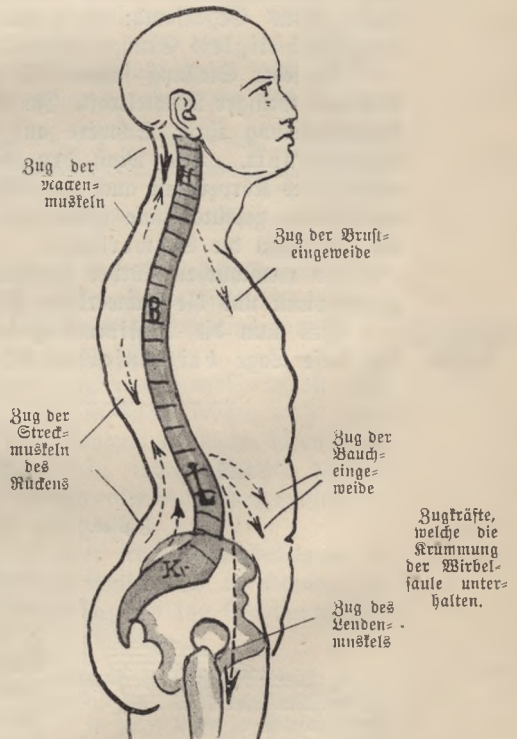


Fig. 45. Richtung der Zugkräfte, welche die Wirbelsäule in ihren Krümmungen erhalten.
H Hals-, B Brust-, L Lendenwirbelsäule;
Kr Kreuzbein.

Zugkräfte, welche die Krümmung der Wirbelsäule unterhalten.

Zug des Lendenmuskels

Zug der Baucheingeweide

Zug der Brusteingeweide

Zug der Nackenmuskeln

Zug der Streckmuskeln des Rückens

Zug am stärksten auf die oberen Rippen wirkt, die ihrerseits von Muskeln gehalten werden, welche ihren Ursprung an der Halswirbelsäule nehmen, so überträgt er sich schließlich auf letztere.

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

C) Die Krümmung der Lendenwirbelsäule wird erhalten:

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

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

3. Durch den Zug (Schwerwirkung) der an der Lendenwirbelsäule angehefteten Baucheingeweide (Fig. 45).

§ 31. Schwerpunkt.

Schwerpunkt.

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

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

In jeder Stellung suchen wir das Gleichgewicht zu erlangen, bald mit mehr, bald mit weniger Muskelkraft. Im Gleichgewicht sind die Glieder dann, wenn die Gesamtwirkung ihrer Schwere auf einen Punkt trifft, der unterstützt wird: den Schwerpunkt. Das Maß der Schwere der im Schwerpunkt vereinten Gesamtschwere des Körpers ist auch das Maß der Schwerkraft. Die vom Schwerpunkt auf den Boden gefällte Linie (Winkel oder Lot) giebt die Richtung der Schwerkraft an, und heißt die Schwerlinie.

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

Schwerpunkt bei einfachen Körpern.

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

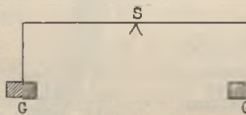


Fig. 46.

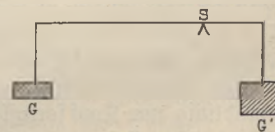


Fig. 47.

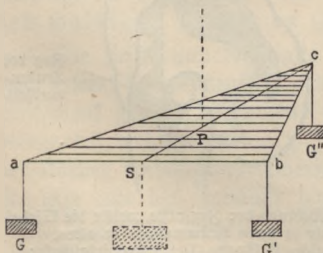


Fig. 48.

zum Beispiel an den Enden eines gewichtlosen Stabes zwei gleich schwere Gewichte G und G' aufgehängt, so sind diese Gewichte im Gleichgewicht, wenn der Stab genau in der Mitte, in S unterstützt wird — denn Gleichgewicht herrscht, wenn der Ort der Unterstützung so gewählt wird, das diesseits und jenseits das Produkt von Gewicht und Entfernung gleich groß ist (Fig. 46).

Sind dagegen die Gewichte G und G' un-

gleich schwer, so rückt der Schwerpunkt um so viel näher dem schwereren von beiden Gewichten, als dieses das andere an Schwere übertrifft (Fig. 47).

Denken wir nun an dem Stabe ab mit seinen beiden Gewichten G und G', in dessen Schwerpunkt S einen zweiten Stab horizontal gelagert angebracht, an dessen freiem Ende c das Gewicht G'' hängt (Fig. 48). Die Wirkung wird dann die sein, als ob Gewichte G und G' vereint am Punkte S angehängt wären, und der Schwerpunkt für Sc liegt, wenn die Gewichte G, G' und G'' gleich groß sind, näher an S, und zwar am Ende des ersten Drittels der Länge von Sc, also im Punkte P.

In diesem Punkte vereint sich also die Wirkung der drei Gewichte. — Verbindet man nun die Punkte abc durch Linien miteinander, so erhalten wir ein Dreieck, und wenn wir annehmen, daß dies Dreieck aus einer horizontal gelagerten Platte von durchweg gleichartiger Masse und gleicher Dicke bestehe, so wird der Schwerpunkt dieses Dreiecks in P liegen, und seine Schwerlinie wird lotrecht durch P hindurchgehen. In diesem Punkte P wird mithin das ganze Gewicht des Dreiecks vereint sein: das Dreieck wird sich, wenn in P unterstützt oder in P aufgehängt, im Gleichgewicht erhalten, balancieren lassen. — Auf solche Weise kann man für zahlreiche Körper von gleicher Masse die Schwerpunkte bestimmen.

Nicht so für unregelmäßig gestaltete Körper von ungleichmäßiger Masse. Hier muß der Schwerpunkt durch Versuche bestimmt werden. Namentlich gilt dies auch für den menschlichen Körper, dessen Gliedmaßen unregelmäßig geformt sind, und dessen Bestandteile nicht durchweg die gleiche Schwere besitzen (z. B. beträgt das spezifische Gewicht der Knochen 1,717, das der Muskelmasse 1,04), die zum Teil, wie Lungen und Darmkanal, mit Luft und leichten Gasen gefüllt sind. Hier ist eine genaue mathematische Bestimmung nicht möglich. Man hat hier den Schwerpunkt (schon Borelli, dessen grundlegendes Werk *De motu animalium* 1690 erschien, stellte diesen Versuch an) so bestimmt, daß man den zu untersuchenden Körperteil (von einer Leiche abgetrennte Gliedmaßen) oder den ganzen Körper auf ein genau balanciertes Brett legte, und so lange verschob, bis vollkommenes Gleichgewicht hergestellt war (Fig. 49). Der Schwerpunkt des Körpers lag dann genau über dem Unterstützungspunkt des Brettes. Braune machte die gleiche Bestimmung durch Aufhängen einer hart gefrorenen Leiche.



Fig. 49. Bestimmung des Schwerpunktes.

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

Für den lebenden aufrecht gestellten Körper ist aber jede Gliederbewegung, so das Heben eines Armes oder eines Beines, Neigen des Kopfes usw. im Stande, den Schwerpunkt zu verlegen, d. h. der menschliche Körper ist im labilen Gleichgewicht*).

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

Schwer-
punktsbestim-
mung für den
menschlichen
Körper.

Fortwährend muß unser Schwerpunkt balanciert werden, wie der Stab auf der Fingerspitze des Jongleurs. Es muß unsere Muskelthätigkeit durch immerwährendes Korrigieren bei jeglicher Bewegung dafür sorgen, das eine vom Schwerpunkt herabzufallende senkrechte Linie die Unterstützungsfläche, auf welcher wir uns befinden, noch treffe.

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

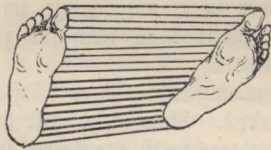


Fig. 50.

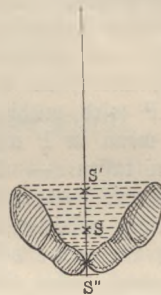


Fig. 51. Stellung der Füße bei Grundstellung. Der Schwerpunkt taum in S (Normalhaltung), in S' (Militärhaltung) oder S'' (mehr bequeme Haltung) fallen.



Fig. 52. abc Sohlendreieck.

wird (Fig. 50). Bei der sogenannten Grundstellung des Turn- und Gymnastplatzes, wo die Füße in einem nach vorn offenen rechten Winkel zu einander stehen, unter Berührung der Fersen, fällt die Schwerlinie in die Halbierungslinie dieses Winkels (Fig. 51). Steht der Körper nur auf einem Fuß, so fällt die Schwerlinie in ein Dreieck, das Sohlendreieck (Fig. 52 abc) dessen Ecken gebildet werden von dem Mittelfußköpfchen des Großzehs (a), des Kleinzehs (b), und von dem hintern Ende des Fersenhöckers (c). Am kleinsten wird die Unterstützungsfläche, und damit auch der Stand am unsichersten, beim Zehenstand.

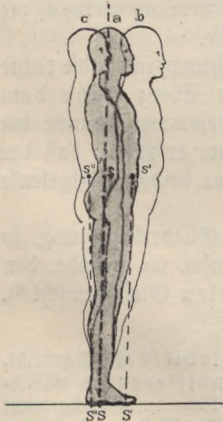


Fig. 53. Verschiebungen der Schwerlinie S, S', S'' bei mittlerer Haltung, Vornüber- und Hintenüberlegen.

Für die Sicherheit des Standes ist es nicht gleichgültig, in welchem Punkt der Unterstützungsfläche des Fußes die Schwerlinie fällt. Am sichersten ist der Stand, wenn die Schwerlinie in das vordere Ende des Sprungbeingelenkes — oder bei der Grundstellung in die Mitte der die Vorderenden der Sprungbeingelenke beider Füße verbindenden Linie fällt. Der Schwerpunkt kann aber so weit nach vorn gelegt werden, daß die Schwerlinie in die Fußspitze, entweder nach der Großzehseite oder der Kleinzehseite zu fällt, und so weit nach hinten, daß die Schwerlinie bis nahe an den Fersenrand geht. Geht der Schwerpunkt aber — beim Stehen auf einem Fuß — über einen dieser Punkte, oder — beim Stehen auf beiden Füßen — über die senkrechten Ebenen, welche durch die entsprechenden Punkte beider Füße gelegt sind, auch nur im geringsten hinaus, so fällt der Körper um. Da der Abstand

des vorderen Endes des Sprungbeingelenkes von der Fußspitze ungleich größer ist als der Abstand vom hinteren Fersenrand, so läßt sich der Schwerpunkt nach vorn viel mehr verschieben (nach vornüber legen) als nach hinten, d. h. die Gefahr des Umfallens nach vorn ist viel geringer als die Gefahr, nach hinten umzufallen (Fig. 53).

§ 32. Gleichgewichtserhaltung und Gleichgewichtsübung.

Ist schon für das Aufrichten aus der Ruhelage im Liegen oder Sitzen, und weiterhin für das einfache natürliche Stehen und Gehen die Erhaltung des Gleichgewichts, das Balancieren des Körpers, mit steter Muskelthätigkeit verknüpft, so ist dies noch in besonderem Maße der Fall, wenn entweder die natürliche Unterstützungsfläche des Körpers verkleinert wird, oder der Schwerpunkt des Körpers durch entsprechende Bewegungen erheblich verschoben wird, oder wenn der Körper eine Fremdlast zu tragen hat, deren Gewicht eine Verlegung des Gesamtschwerpunktes herbeiführt. Will man also gerade diejenigen Muskeln hervorragend bethätigen und üben, welche an die Wirbelsäule sich ansetzen und diese halten und balancieren, so wird dies am natürlichsten und auch erfolgreichsten dadurch geschehen, daß man die Gleichgewichtserhaltung erschwert und damit jene Muskeln zu erhöhter Thätigkeit zwingt. Solche Übungen nennen wir Gleichgewichtsübungen. Zur Erzielung einer schönen geraden Körperhaltung, zur Verhütung von krankhaften Verkrümmungen der Wirbelsäule (wovon unten noch näher die Rede sein wird), ja selbst zur Heilung leichter Verkrümmungen sind diese Übungen von Wichtigkeit.

Gleichgewichtserhaltung und Übung.

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

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

Verringerung der Unterstützungsfläche.

Für unser Schulkurven ist es namentlich der Schwebebalken oder die Schwebekante, welche zu zahlreichen Gleichgewichtsübungen dient. Gutsmuths hält das Seilgehen für übender als das Balkengehen — indeß die Erinnerung an berufsmäßige

Seilläufer und Seiltänzerinnen ließ wohl diese Übungen auf unseren Turnplätzen nicht aufkommen.

Die Füße werden beim Balken- oder Seilgehen auswärts gedreht, wodurch der Körper eine in schräger Richtung quer über die Fußsohle laufende, etwas breitere Unterstüßungsfläche erhält, auf der sich leichter waghaltend läßt als auf der in der Längsachse des Fußes verlaufenden ganz schmalen strichförmigen Unterstüßungslinie, die entsteht, wenn der Fuß auf dem Seil oder dem Balken geradeaus gerichtet ist (Fig. 54). Das Waghaltend des Körpers, die Verbesserung der Richtung der Schwerlinie, wird durch seitliche Bewegung der Wirbelsäule nebst Kopf und Schultergürtel als Ganzes im Vorderteil der Wirbelsäule bewirkt. Bei herabhängenden Armen sind es die rechts und links der Wirbelsäule entlang gelegenen Rückenmuskeln, welche die Wirbelsäule balancieren, d. h. seitlich hin- und herbiegen. Da aber diese Muskeln ohnehin schon zur Streckhaltung des Körpers bei erschwerter Gleichgewichtshaltung stark angestrengt sind, und dazu in ihrem Kraftmaß einander



Fig. 54.

die Wage halten, so vermögen sie der anderen Aufgabe, bei jeder kleinsten Schwankung durch stärkere Anspannung der einen oder anderen Seite die Wirbelsäule entsprechend zu verbiegen, kaum gerecht zu werden; über einen Balken oder ein Seil in gerader Haltung mit herabhängenden Armen zu gehen, ist außerordentlich schwierig. Es werden daher die Arm- und Schultermuskeln zu Hilfe genommen in der Weise, daß beide Arme seitlich erhoben werden, um, wenn erforderlich, durch leichtes Senken des einen und Heben des anderen Armes die Wirbelsäule seitlich zu verbiegen und die Schwerlinie damit etwas zu verlegen (Fig. 55). Noch leichter geschieht dies, wenn die ausgebreiteten Arme dabei einen langen, nicht zu leichten Stab, die Balancierstange, halten.



Fig. 55.

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

Hierhin gehört das Stelzenlaufen; ferner, als treffliche Gleichgewichtsübung das Schlittschuhlaufen; endlich das Radfahren, welches an die Thätigkeit der Gleichgewichtshaltung große Anforderungen stellt. Allerdings werden beim Radfahren die günstigen Einwirkungen auf die Rückenmuskulatur häufig durch schlechte vornüber gebeugte Haltung mehr wie geschmälert.

2. Verschiebungen des Schwerpunktes bei an sich schon erschwerter Gleichgewichtserhaltung. Ist schon das Waghaltend des Körpers im Stand bei solchen Bewegungen, welche eine stärkere Verschiebung des Schwerpunktes herbeiführen, wie z. B. bei der tiefen Kniebeuge, nicht ganz so leicht, so wird dies noch schwieriger, wenn der Körper bei solchen Bewegungen etwa nur auf einem Fuße, oder gar nur auf einer Fußspitze (Zehenstand) steht und das Standbein zudem auch noch in sich bewegt wird. Unsere zusammengesetzten Freiübungen enthalten zahlreiche derartige Bewegungen. In französischen Turnbüchern sind solche als Gleichgewichtsübungen (équilibrés) zu einer besonderen Übungsgruppe ausgesondert. Hierhin zählen z. B. Umfassen des gehobenen, in Hüft- und Kniegelenk stark gebeugten Beines in der Mitte des Unterschenkels mit beiden Händen bei gestrecktem Standbein (Fig. 56); Ausfallstellung mit

Ver-
schiebungen
des Schwer-
punktes durch
bestimmte
Bewegungen.

Lüften des hinteren Beins (Fig. 57); Spreizen des standfreien losen Beines nach allen Richtungen (Fig. 58); Beugen und Strecken des standfreien, in der Kniekehle



Fig. 56.

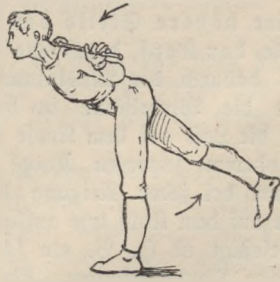


Fig. 57.



Fig. 58.

befindlichen Beines; Fußkreisen des gestreckt erhobenen Beines usw. Diese Bewegungen des standfreien Beines können noch verbunden werden mit Armbewegungen, welche ihrerseits das Waghaltendes Körpers entweder erleichtern oder erschweren.

Es kann auch ferner das Standbein bewegt, d. h. gebeugt und wieder gestreckt werden, während das standfreie Bein in Kniekehle — wird solche Übung auf der Schwebekante ausgeführt, so kann das standfreie Bein dabei abwärts hängen — über dem Boden gehalten wird (Fig 59).



Fig. 59.

Wird bei gestrecktem Standbein das rückwärts gehobene und erst gestreckte freie Bein mit nach abwärts gerichteter Fußspitze in leichter Beugung, so daß seine Fußspitze über dem Boden hinstreicht, ihn aber nicht berührt, vorwärts gehoben und gestreckt, sodann mit der ganzen Fußsohle nach vorwärts niedergelegt, so daß es zum Standbein wird, während das bisherige Standbein in demselben Augenblicke nach hinten gestreckt mit seiner Fußspitze sich vom Boden erhebt usw., so haben wir die Übung des sogenannten langsamen Schritts. Diese Übung besitzt nicht nur als Vorübung für den militärischen Marsch überhaupt einen großen Wert, sondern sie stellt durch die Art, wie die Schwerlinie fortwährend von einem auf den anderen Fuß bei tadelloser gestreckter Haltung des Rumpfes sowohl wie des jeweiligen Standbeines verlegt wird, eine der wirksamsten Gleichgewichtsübungen dar (Fig. 60—62).

Bei allen diesen Übungen wird das Waghaltendes der Wirbelsäule auf dem Becken dadurch besonders erschwert, der Übungswert für die Muskeln, die um die Wirbelsäule gelagert sind (lange Rückenmuskeln) aber auch erhöht, daß eine Anzahl der das Becken haltenden und balancierenden Muskeln für die Beinbewegungen

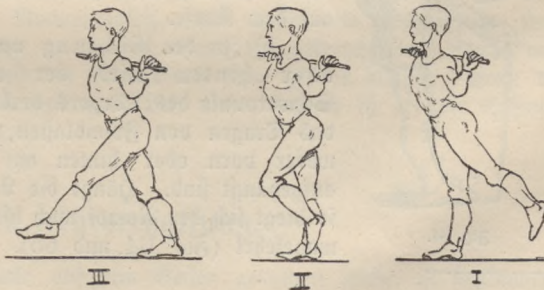


Fig. 60—62. Der „langsame Schritt“ in drei Seiten.

schon in Anspruch genommen sind. Es fällt ihre Mitwirkung an der Erhaltung des Gleichgewichts mithin aus, und muß durch vermehrte Arbeit anderer, bei der Gestreckhaltung der Wirbelsäule ins Spiel tretenden Muskeln — und dies sind gerade die langen Rückenmuskeln — ersetzt werden.*)

3. Verlegung des Schwerpunktes durch Fremdlast.

Schwer-
punktsver-
legung nach
oben durch
Fremdlast.

a) Der Schwerpunkt wird an eine höhere Stelle der Schwerlinie verlegt, sobald das obere Ende der Wirbelsäule, der Kopf, durch eine Fremdlast beschwert ist. Gleichzeitig wird dadurch die Muskulatur der Wirbelsäule gezwungen, unausgesetzt die Wirbelsäule in peinlich genauer Weise gerade zu tragen und die Last auf dem Kopfe zu balancieren, ähnlich wie ein Stock mit oberem schweren Knopf auf der Fingerspitze balanciert wird. Denn bei jeder Neigung der Wirbelsäule würde die Fremdlast, falls sie auf dem Kopf lose aufliegt, herunterfallen, oder wenn sie am Kopf befestigt ist (z. B. ein schwerer Metallhelm mit hohem Auffatz), mit dem Kopf umknicken. Nur bei tadellos gerader Haltung wird daher eine auf dem Kopf getragene Last sicher im Gleichgewicht erhalten, und da solche Haltung stete Anspannung der Streckmuskeln der Wirbelsäule erfordert, so ist das Tragen eines Gegenstandes auf dem Kopfe für diese Muskeln eine treffliche Übung (Fig. 63).



Fig. 63. Gerade Haltung der Wirbelsäule.

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

Der Wert, den die Schwerpunktsverlegung nach aufwärts durch Belastung des Kopfes als Gleichgewichtsübung besitzt, ist gymnastisch nicht ungenützt geblieben: Tragen eines schwereren Kiffens, eines Buches, einer „Turnkrone“ usw. auf dem Kopfe.

b) In der Richtung nach vorn oder hinten wird der natürliche Schwerpunkt des Körpers verlegt durch das Tragen von Fremdlasten, die entweder vorn oder hinten am Rumpfe aufgehängt sind. Hängt die Last vorn, so biegt sich der Rumpf nach hinten und umgekehrt (Fig. 64 und 65). Da im

Verlegung
des Schwer-
punktes durch
Fremdlast
nach vorn
oder hinten.



Fig. 64.



Fig. 65.

* Die unter 2 beschriebenen Freiübungen werden turnsprachlich als „Bein- und Fußübungen“ bezeichnet. Es ist zweifellos, daß die Erhaltung des Gleichgewichts bei diesen Übungen ungleich mehr Anstrengung erfordert als die Bein- oder Fußbewegung, und diesen Übungen ihren besonderen Charakter verleiht. Die turnsprachliche Bezeichnung deckt sich also durchaus nicht mit dem Wesen dieser Übungen.

Gehen der Schwerpunkt bei jedem Schritt nach vorn vor das stehende Bein gebracht werden muß, so würde bei stark belastetem und deshalb schon vorgebeugtem Rücken sehr leicht der Körper beim Gehen nach vorne stürzen. Die Schritte werden deshalb bei belastetem Rücken sehr vorsichtig gemacht und klein genommen. Erfahrungsgemäß benutzt der Lastträger mit einer starken Bürde auf dem Rücken gern einen Wanderstab, um ausgreifendere Schritte machen zu können und den Fallsturz nach vorn aufzuhalten.

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

c) Ist die eine Körperseite allein belastet, so wird das Gleichgewicht dadurch hergestellt, daß sich die Wirbelsäule nach der entgegengesetzten unbelasteten Seite seitlich verbiegt. Dies ist, wenn die Last seitlich auf einer Schulter ge-

Seitliche Belastung.



Fig. 66 (nach Leonardo da Vinci).

tragen wird, nicht möglich, ohne daß die belastete Schulter — anscheinend ein Widerspruch — höher zu liegen kommt als die unbelastete. Schon Leonardo da Vinci hat hierauf aufmerksam gemacht (Fig. 66).

Wenn zwei gleiche Gewichte an gleich langen Hebelarmen herabhängen, so halten sie sich die Wage. Wird der eine Hebelarm aber verlängert, z. B. auf das dreifache der ursprünglichen Länge, so wirkt daselbe Gewicht so, als ob es bei gleich langen Hebelarmen dreimal so schwer wäre, oder mit anderen Worten: es hält einem dreimal so schweren Gewicht an dem kürzeren Hebelarm die Wage. Daraus



Fig. 67.

folgt, daß ein seitlich ausgestreckter Arm genau so wirkt, als ob die betreffende Körperseite eine einseitige Belastung erfahren hätte, und daß er einer bestimmten Belastung der anderen Körperseite das Gleichgewicht zu halten vermag (Fig. 67). Diese Schwermwirkung eines Arms beträgt ungefähr $\frac{1}{14}$ des ganzen Körpergewichts, und ist etwa gleich dem Gewicht des Kopfes. Instinktiv wird daher beim Tragen einer Last an dem einen herabhängenden Arm der Arm der entgegengesetzten Seite seitlich erhoben. Dadurch wird die Last, oder doch ein Teil derselben balanciert, und die Notwendigkeit, die unbelastete Körperseite stark seitlich zur Gleichgewichtserhaltung zu beugen, wird in entsprechendem Maße verringert. Sie entfällt gänzlich, und die Wirbelsäule kann gerade bleiben, wenn die am senkrecht herabhängenden Arm getragene Last nicht schwerer ist als die Schwermwirkung des ausgestreckten Armes.

§ 33. Körperhaltung.

Die Art, wie die Wirbelsäule auf dem Becken getragen wird, ist bestimmend für die Körperhaltung. Da die Erzielung einer schönen graden Haltung im Stehen und Gehen eines der wichtigsten Ziele erzieherischer Leibesübung ist, so hat turnerisch die Kenntnis der Gesetze einer guten Körperhaltung, sowie die Kenntnis der vorkommenden individuellen Haltungsformen besonderen Wert.

Körperhaltung.

Gute Haltung ist für die rechte gesundheitliche Entwicklung bestimmter Körperteile, namentlich der Brust, eine Vorbedingung. So ist die Verbesserung fehlerhafter Haltung nicht nur aus Gründen gymnastisch-schöner Leibesbildung geboten, sondern sie vermag auch die Folgen krankhafter Anlagen, und dadurch die Verkümmern wichtiger Lebensorgane hintanzuhalten und zu verhindern.

Normalhaltung.

Als Normalhaltung bezeichnet man eine solche, bei der in aufrechter, gestreckter Stellung ohne besondere Muskelanspannung die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule eine schöne Wellenlinie bilden, deren Wellenberge oder Wellenthäler jeweils dieselbe Höhe haben (Hoffa). — In einem späteren Abschnitt wird darauf noch ausführlicher zurückzukommen sein (Fig. 68).

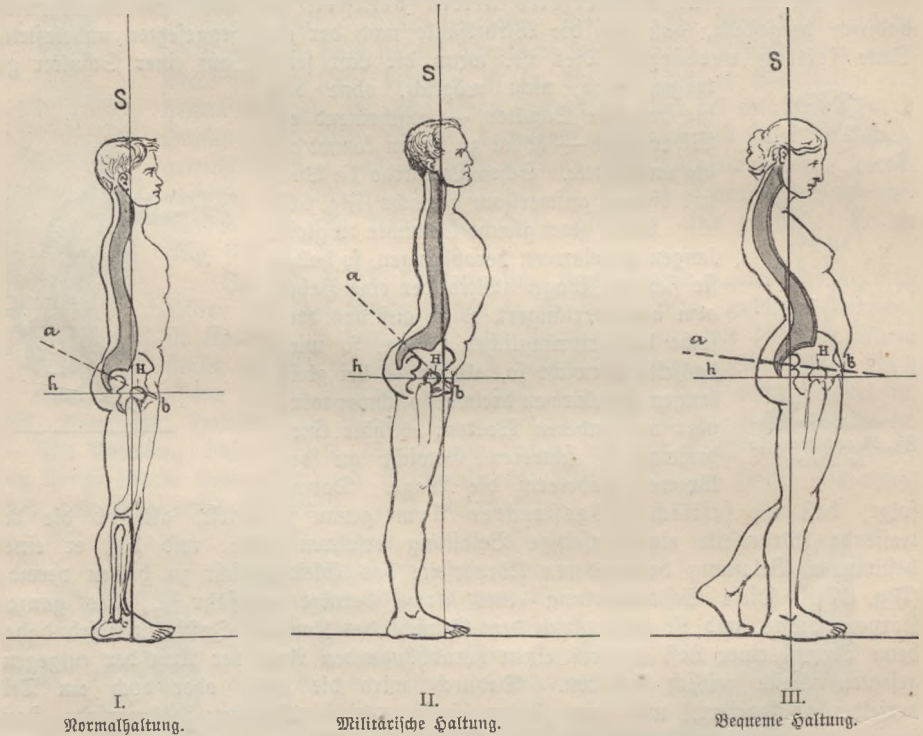


Fig. 68—70. H Hüftgelenk. h Horizontale. a b Linie der Beckenmeinung.

Durch Muskelanspannung, namentlich bestimmter Rücken- und Beckenmuskeln — wobei die langen Rückenmuskeln in der Gegend der Lenden und des unteren Abschnitts der Brustwirbelsäule zu beiden Seiten der Wirbelsäule als Wülste vorschlagen, so daß die Wirbelsäule in einer tiefen Rinne liegt — kann man aus der mehr ungezwungenen Normalhaltung übergehen in die militärische Haltung des Strammstehens. Dabei wird das Becken stärker nach vorn geneigt oder steiler gestellt; die Krümmung der Lendenwirbelsäule wird eine besonders stark ausgesprochene. Die Schwerlinie, welche bei der Normalhaltung die quere Verbindungslinie der Hüftgelenke (die Hüftachse) schneidet, geht bei der militärischen Haltung vor der Hüftachse her, und fällt in den vorderen Teil des Fußes statt in die Fußmitte

Militärische Haltung.

oder den vorderen Rand des Sprunggelenkes, wie dies bei der Normalhaltung der Fall ist (Fig. 69).

Die militärische stramme Haltung ist also kein eigentlicher Haltungstypus — auch der altgediente gedrückte Soldat hält sich im gewöhnlichen Leben nicht so wie beim Strammstehen auf dem Exerzierplatz — sondern eine durch Muskelausspannung bewirkte gymnastische Stellung, die eingenommen wird, um auf entsprechenden Befehl unmittelbar, ohne den allergeringsten Zeitverlust, aus dem Stand in ausgreifenden großschrittigen Marsch übergehen zu können. Diese Haltung drückt also die sofortige Bereitschaft zum Draufgehen, die gespannte Energie aus. Ein längeres Verharren in dieser Haltung wirkt sowohl infolge der Muskelausspannung als des Druckes, den der vornübergebeugte Körper auf die Fußspitzen (Köpfchen der Mittelfußknochen) ausübt, ermüdend. Langes, peinlich genaues Ausrichten der Reihen und Rotten, nachdem schon „Stillgestanden“ befohlen ist, wird daher für die Übenden leicht zu einer unangenehm empfundenen Anstrengung.

Den vollen Gegensatz zu dieser militärischen straffen Haltung bildet die schlaffe oder bequeme Haltung, die Haltung des Ausruhens. Übertragen ihre Hauptmerkmale sich dauernd auf die gewohnheitsmäßige Haltung beim Stehen und Gehen, so drückt sie dem ganzen Wesen den Charakter der Energielosigkeit und Schwäche auf (Fig. 70).

Bequeme
Haltung.

Bei der bequemen Haltung ist das Becken nur wenig geneigt, die Krümmung der Lendenwirbelsäule nach vorn gering; um so stärker ist die Krümmung des Brustteils nach hinten ausgesprochen; der Bauch ist vorgestreckt; der Rumpf weicht hinter die Hüften zurück; die Schwerlinie fällt hinter die Fußmitte mehr nach der Ferse zu. Während die straffe militärische Haltung verhaltene männliche Energie, sofortige Bereitschaft zu thatkräftigem Drauflosgehen bekundet, prägt sich in der bequemen Haltung mehr weibliche *Bartheit*, hingebende Schwäche und Versunkenheit in sich aus. Dort straffe, mit einem Übermaß von Muskelausspannung gestreckt gehaltene Glieder, hier alle Glieder in weichem Fluß möglichst ohne Muskelthätigkeit nur in den Gelenken und Bändern in sich zusammengehalten und balanciert. So wird z. B. der Rumpf auf dem Becken lediglich durch das vordere Verstärkungsband des Hüftgelenkes, das kräftige Vertinische Band gehalten. Während aus der straffen Stellung unmittelbar mit weitausgreifendem Schritt in den Marsch vorwärts übergegangen werden kann, der Körper vorschießt wie eine gespannte und plötzlich losgelassene Feder, muß aus der schlaffen Haltung der Körper sich erst in sich aufrichten, muß sich zusammenraffen, ehe er den Übergang von beschaulicher Ruhe zum Bewegen und Handeln vollzieht.

Der weiche Fluß der Gliedmaßen bei der bequemen Haltung macht letztere zu einer bevorzugten bei schönen weiblichen Standbildern, wobei allerdings der Körper meist nur auf einem Fuße ruht. Wenn aber auch bei dieser Handlungsform der weibliche Körper schöne Linien gewinnt, so ist dieselbe darum durchaus nicht verwendbar für das Mädchenturnen. Denn ästhetische Schönheit im Sinne der bildenden Kunst und gymnastische Schönheit als Ergebnis einer kräftig gerichteten leiblichen Erziehung sind zwei sehr verschiedene Dinge. Die Vermengung beider hat schon hinreichend Unheil im Mädchenturnen gestiftet.

Die straffe militärische und die bequeme Haltung sind also zwei Extreme: Die schöne Normalhaltung bildet die Mitte zwischen beiden. Die Erlangung letzterer ist ein gymnastisches Ziel, ein Turnziel, die straffe Haltung ist aber ein gymnastisches Mittel zur Erlangung dieses Zieles und gehört daher ebenso gut auf den Turn- wie auf den Exerzierplatz.

§ 34. Einige häufigere Haltungsformen.

Neben der oben kurz beschriebenen normalen Haltung der Wirbelsäule beim schönen geraden Stand giebt es noch einige häufiger vorkommende Abweichungen in der Form der natürlichen Wirbelsäulekrümmungen, die turnerisch unsere Beachtung verdienen. Diese sind:

Flache
Rücken.

1. Der flache oder flachhohle Rücken (Staffel). Die Wirbelsäule zeigt bei dieser Haltungsart ihre natürlichen Krümmungen kaum ausgesprochen. Der Rücken ist flach oder „platt wie ein Brett“; es fehlt fast gänzlich die hohle Einsattelung über dem Gefäß. Auch die ganze Wirbelsäule ist von der gestreckten Form, wie sie das Kind im ersten Lebensjahr zeigt, kaum abgewichen. Dabei ist die Brust platt, die Schulterblätter hängen nach hinten, so daß man unter dieselben greifen kann. Die Ursache dieser Haltungsart, welche in hervorragendem Maße der Entstehung von seitlicher Rückgratsverkrümmung Vorschub leistet, ist neben ererbter Anlage zu flachem Rücken vor allem in schwächerer Muskelentwicklung und mangelnder Muskelenergie zu suchen (Fig. 71).

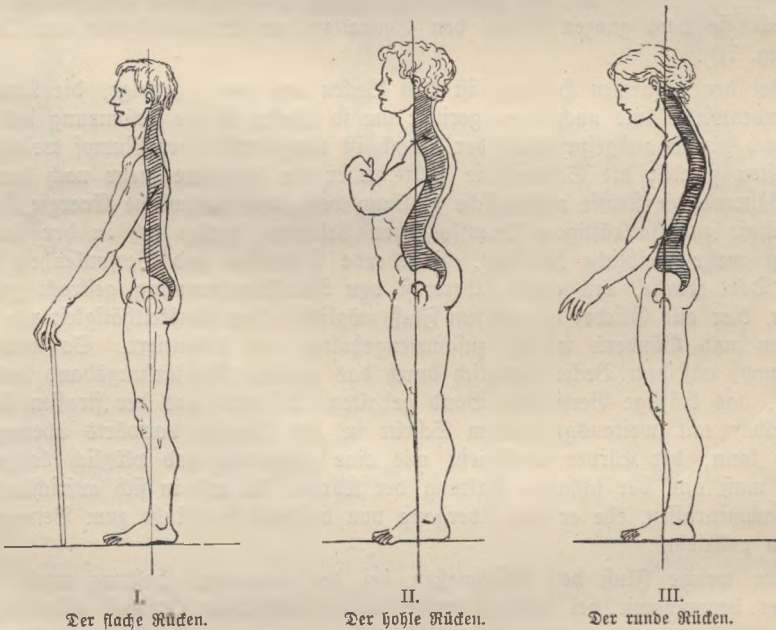


Fig. 71–73.

Andauerndes jahrelanges Liegen bei langwieriger Kränklichkeit, oder zu spät erlangte Gehfähigkeit infolge von Störung im Knochenwachstum (Rachitis) verschulden solche Muskelschwäche des Rückens.

Bei Kindern mit so gestalteter Wirbelsäule ist vor allem ein reichliches Maß von Bewegung vonnöten. Turnerisch sind am wirksamsten: eine straffe Geh- und Lauffchule; Gleichgewichtsübungen; Hängübungen an Rundlauf, Ringen und Reck. Die Hängübungen bewirken, wie später noch gezeigt werden soll, stärkere Beckenneigung und dementsprechende Biegung im Lendentheil des Rückgrats.

2. Der hohle oder hohlrunde Rücken. Das genaue Gegenteil des vorigen Typus. Während dort die natürlichen Krümmungen des Rückgrats kaum oder nur schwach ausgedrückt, auf einer frühen Entwicklungsstufe stehen geblieben sind, zeigen sich hier diese Krümmungen über das Durchschnittsmaß hinaus übertrieben. Namentlich tief ist bei mäßig vorgestrecktem Bauch die Lendeneinsattelung; das pralle Gefäß springt stark nach hinten vor; der obere Rücken ist rundlich gewölbt. Dieser Haltungsmodus, mit kräftiger Rückenmuskulatur verschwärt, schützt geradezu vor seitlicher Rückgratsverkrümmung — auch dies im geraden Gegensatz zum flachen Rücken. — Die tiefe Einsattelung über dem Kreuz macht sich bei Weibern mit hohlen Rücken besonders bemerkbar, da die mächtige Fettpolsterung des Gefäßes die Biegungslinie noch verstärkt (Fig. 72).

Hohlrunder Rücken.

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

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

Runder Rücken.

a) Der runde Rücken der Jugend (Fig. 73) ist in gesundheitlicher Beziehung meistens die wichtigste Form. Diese schlechte Haltung kommt vorwiegend in der schulpflichtigen Zeit vom 7.—16. Lebensjahre vor, bei Knaben wie bei Mädchen; bei letzteren angeblich etwas häufiger. Es ist dabei der Rücken in einem einzigen nach hinten konvergen Bogen gewölbt; der Kopf ist vornüber geneigt; die Brust namentlich in ihrem oberen Teil eingesunken. Die Schulterblätter hängen nach außen und stehen mit ihren inneren Rändern flügelartig ab; der Bauch ist vorgewölbt. Die ganze Haltung macht den Eindruck der Schläffheit und Schwäche. Dabei braucht nicht immer wirkliche Muskelschwäche vorhanden zu sein — manche Schüler, denen solche schlechte Haltung zur Gewohnheit geworden, sind auf Befehl leidliche Turner —, sondern diese üble Haltung ist vielmehr das Ergebnis mangelnder Willenskraft und Energie, der Bequemlichkeit, des Sichgehenlassens (Fig. 74).

a. Runder Rücken der Jugend.

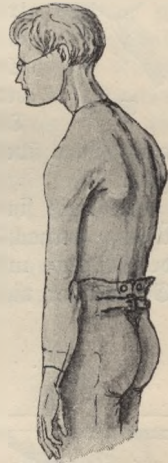
Mit Recht bilden solche Kinder eine stete Sorge für die Eltern, denn die vornübergeneigte Haltung hemmt die Athemthätigkeit und damit die Entwicklung der oberen Brustabschnitte, wodurch der Einwirkung verderblicher Lungenerkrankung Vorschub geleistet wird.

Was nun die Ursachen dieser schlechten Haltung betrifft, so ist letztere oft in der Familie ererbt oder eine Rassen-eigentümlichkeit.

Sie entsteht ferner häufig durch übermäßiges vornübergebeugtes Sitzen: so bei fehlerhaftem zu niedrig gebautem Schultisch oder Arbeitstisch im Hause; auch schlechter Bank mit mangelnder oder verkehrt angebrachter und daher nicht benutzter Rückenlehne zum Ausruhen der Rückenmuskeln; bei Schulbüchern mit zu kleinem Druck; bei schlechter Beleuchtung des Arbeitstisches und häufigem Lesen und Schreiben im Zwielicht; stundenlangem Klavierspiel usw. Wesentlichen Vorschub leistet bei alledem beginnende oder ausgebildete Kurzsichtigkeit.

Zur Bekämpfung des runden Rückens und der vornübergebeugten Haltung kann ein geeignetes Turnen sehr viel beitragen, und muß es auch, wenn anders das Jugendturnen Wert haben soll.

Vor allem ist eine moralische Einwirkung der Leibesübungen notwendig: dem Kinde muß ein gewisses Kraftgefühl, die Freude an straffem Wesen eingepflanzt

Fig. 74.
Runder Rücken.

werden; es muß unbedingt überzeugt sein, daß nur eine grade Haltung schicklich und schön ist; es muß lernen, nach dieser Richtung hin stets auf sich zu achten, muß immerfort sich zusammennehmen.

Unter den turnerischen Maßnahmen im einzelnen steht obenan eine stramme Ausbildung im Gehen und Marschieren. Namentlich ist hier der militärische Straffgang, fest, mit Aufsetzen jedesmal der ganzen Fußsohle gleichzeitig, sowie der sogenannte langsame Schritt, erst ohne Belastung mit Hüften fest, dann in Verbindung mit passenden, leichten Stabgriffen und Hantelübungen ausgeführt, von großer Wirksamkeit. Zur Kräftigung der Muskeln des Schulterrings und des Brustkorbes dienen geeignete Freiübungen mit Belastung, wobei auf schöne Haltung vor allen Dingen zu achten und zu dringen ist. Von den Gerätheübungen — Übungen im Gang sind hier vorzuziehen — gilt ein Gleiches. Neben den Turnübungen im engeren Sinn ist hier das Schwimmen von großem Nutzen.



Fig. 75.

Zur Erkräftigung der Rückenmuskeln sind Gleichgewichtsübungen dienlich, darunter auch die Belastung des Kopfes mittels eines aufgelegten und zu balancierenden Gegenstandes. Letztere Übung ist zur Bekämpfung des runden Rückens besonders dann wirksam, wenn der zu tragende Gegenstand (hohes Kissen, kleines bauchiges Gefäß und dergl.) nicht oben auf dem Scheitel, sondern mehr nach vorn, dicht hinter der Grenze des Haarwuchses getragen wird.

Der Übende wird dadurch gezwungen, den Kopf nach hinten übergestreckt zu tragen, also genau entgegengesetzt der fehlerhaften Haltung (Fig. 75).

Unnütz sind beim hohen Rücken die beliebten Geradhalter, wenn dabei die straffe Übung vernachlässigt wird. Denn die Wurzel des Übels: mangelnde Anspannung der Rücken- und Schultermuskulatur durch den Willen vermögen auch die besten Geradhalter nicht zu beheben. Zur Verhütung einer vornübergebeugten Haltung bei anhaltendem Lesen und Schreiben sind Vorrichtungen wie die Schreibstühle zum Auflegen des Kinns (Soennecken) oder ein Stirnrahmen (Staffel; Kollmann) von Nutzen (Fig. 76).



Fig. 76. Stirnrahmen.

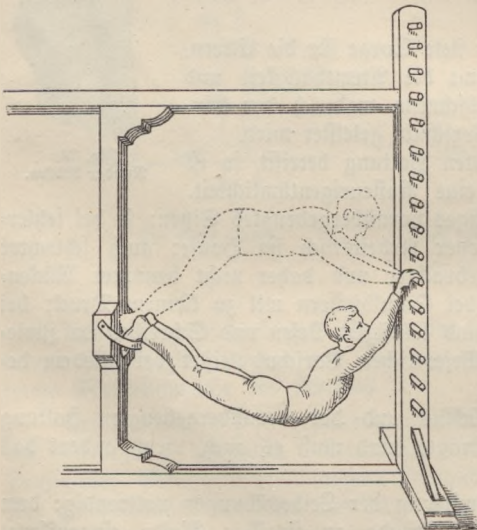


Fig. 77. Übung am Sprossenmast.

Bei höheren Graden des runden Rückens der Jugend ist neben der erzieherisch-turnerischen eine besondere ärztlich geleitete Behandlung angezeigt. Hier sind vor allem geeignete Übungen der schwedischen Heilgymnastik (Übungen am Streckgestell, sowie ferner am Sprossenmast, (Fig. 77), letztere auch durch Übungen an unseren Turngeräten, wie Barren, wagerechte und senkrechte Leiter ersetzbar), Massage des Rückens, Anwendung besonderer Apparate — z. B. des Beely'schen Redressionsapparates — usw. von Nutzen. Näher darauf einzugehen ist hier nicht der Ort.

b) Der runde Arbeitsrücken. Schwere körperliche Arbeit, die vorwiegend in gebückter Stellung ausgeführt wird, Hantieren mit mächtigem Werkzeug, häufige Überanstrengung der Muskeln, des Schultergürtels und der Arme führt langsam beim gereiften Manne zu einer dauernden Rückwölbung der oberen Brustwirbelsäule: dem Arbeitsbuckel. Die Arbeitsfähigkeit wird dadurch nicht beeinträchtigt (Fig. 78).

Runder
Arbeits-
rücken.

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



Fig. 78. Der runde Arbeitsrücken.

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

Nur bei mäßiger Geschwindigkeit vermag der Radfahrer in guter Haltung zu fahren, falls Sattel, Lenkstange und Pedale in ihrer Lage den Körperverhältnissen des Fahrenden entsprechen, und eine gute Haltung überhaupt gestatten. Nur zu oft ist dies nicht der Fall, und die Haltung der Radfahrer ist dann stets, auch bei langsamerem Fahren eine schlechte. Bei schnellerem Fahren wird aber jeder Radfahrer, durch die Unmöglichkeit, gegen den Druck der Luftschicht vor dem Haupte auszuatmen, gezwungen, das Gesicht zu senken. In geradezu horizontale Lage wird die Achse des Kopfes gesenkt beim schnellsten Fahren oder beim Fahren gegen den Wind. Dazu kommt noch das instinktive Bestreben, durch die vornübergebeugte Haltung dem Winde möglichst wenig Angriffsfläche zu bieten und den Widerstand der Luft möglichst zu verringern (Fig. 79).



Fig. 79.

Mag beim kräftigen Erwachsenen die häufigere oder doch nur zeitweise Annahme solcher vorgebeugter Haltung keine dauernde Wirkung auf die Form der Wirbelsäule und damit auf die gesamte Körperhaltung mehr haben: beim noch wachsenden Knaben oder Mädchen liegt diese Gefahr aber sicherlich vor. Verallgemeinerung des Radfahrens schon bei der heranwachsenden Jugend wird zweifellos gleichbedeutend sein mit Verallgemeinerung schlechter, vornübergeneigter Körperhaltung.



Fig. 80.
Der runde Greisenrücken.

c) Der Vollständigkeit halber sei noch der runde Greisenrücken erwähnt, eine Folge der durch das zunehmende Alter bedingten Muskelschwäche und des Knochenschwundes, welche die Wirbel einsinken machen (Fig. 80). Bei alten Frauen vermag das Korsett — dem man hier ausnahmsweise etwas Gutes nachsagen kann — diese Alterserscheinung durch die Stütze, welche es der Wirbelsäule verleiht, mehr hinten-

Runder
Greisen-
rücken.

zuhalten. Greifinnen bewahren deshalb meistens länger eine schöne Haltung als Greife. —

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

§ 35. Die seitliche Rückgratsverkrümmung.

1. Vorübergehende seitliche Rückgratsverkrümmung.

Seitliche
Rückgrats-
verkrüm-
mung.
Vorüber-
gehende
seitliche Ver-
krümmung.

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

Neigt sich das Becken dagegen um eine von vorn nach hinten gelegte Achse, welche die quere Achse im rechten Winkel schneidet, so kommt das eine Hüftgelenk höher zu liegen. Das Kreuzbein wird dann natürlich aus der senkrechten Richtung in eine schiefe gebracht, und die ganze Wirbelsäule würde dieser schiefen Richtung (od in Fig. 82) folgen, der Körper seitlich umfallen, wenn nicht die Lendenwirbelsäule eine Umbiegung nach der entgegengesetzten Richtung (od, Fig. 82) erführe. Eine zweite Krümmung oder Gegenkrümmung (zuweilen noch eine abermalige Gegenkrümmung weiter oben) bewirkt, daß der die Wirbelsäule krönende Kopf in die senkrechte Linie über die Beckenmitte gebracht und das Gleichgewicht hergestellt wird.

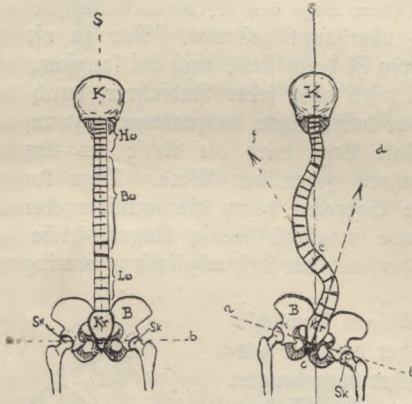


Fig. 81 und 82. Seitliche Rückgratsverkrümmung bei Schiefstellung des Beckens. S Schwerlinie; K Kopf; Hw Halswirbelsäule; Bw Brustwirbelsäule; Lw Lendenwirbelsäule; Kr Kreuzbein; B Becken; a b quere Hüftgelenkachse; Sk Oberhüftgelenkspf.

Eine solche Schiefstellung des Beckens mit ihren Folgen tritt in der Ruhestellung namentlich ungemein oft dadurch ein, daß der Körper nur auf einem Beine ruht, während das standfreie oder „Spielbein“ leicht gebeugt neben das Standbein gestellt wird (Fig. 83): bald mehr in der Richtung nach

vorn, bald mehr nach hinten oder seitlich oder endlich, indem das Spielbein das Standbein kreuzt. In jedem dieser Fälle wird aber die Körperlast nicht gänzlich auf das Standbein übertragen, wie es dann der Fall ist, wenn das standfreie Bein vom Boden abgehoben und gar für sich bewegt wird (so bei den früher beschriebenen Gleichgewichtsübungen), sondern ein kleiner Bruchteil der Körperlast wird vom Spielbein übernommen.

Obgleich das Stehen auf einem Bein ermüdender ist als das Stehen gleichzeitig auf beiden Beinen, so ist beim Ruhestand doch das Stehen auf einem Bein die gewöhnlichere Stellung. Bei dem Befehl „Rührt euch!“ wird daher fast stets das eine Bein entlastet und leicht vor oder seitlich gestellt. Tritt Ermüdung des Standbeines

ein, so wird gewechselt: die Körperlast überträgt sich auf das bisher standfreie Bein, während das ermüdete Bein in der Stellung als Spielbein sich ausruhen kann. Da nun das Standbein ganz gestreckt ist, das standfreie oder Spielbein aber in Hüft- und Kniegelenk gebeugt, mithin kürzer als das Standbein ist, so kann das standfreie Bein nur dann den Boden mit dem Fuß erreichen, wenn die betreffende Beckenseite mit dem Hüftgelenk gefenkt, das Becken also schief gestellt ist. Damit ist beim Stehen mit vorwiegender Übertragung der Körperlast auf ein Bein die Notwendigkeit einer vorübergehenden seitlichen Rückgratsverkrümmung gegeben.

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

In gleicher Weise wird Schiefstellung des Beckens bewirkt und damit entsprechende seitliche Krümmung der Wirbelsäule, wenn der Sitz ein schräger ist. Dies tritt bei Mädchen



Fig. 83. Krümmung der Wirbelsäule beim Krühen des Körpers auf einem Bein. Die Schwerlinie ist punktiert.

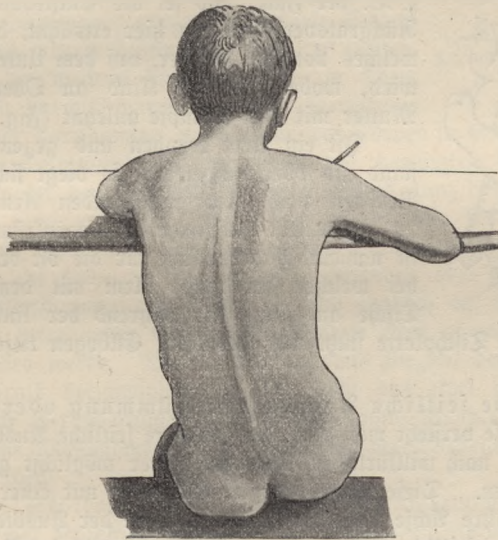


Fig. 84. Seitliche Rückgratsverkrümmung bei Sitz nur auf dem linken Gesäß.



Fig. 85. Krümmung der Wirbelsäule bei einseitiger Belastung durch Schultasche.

in der Schule dann z. B. häufig ein, wenn beim Eintreten in die enge Schulbank die Röcke nach der entgegengesetzten Seite zusammengefaßt und so beim Sitzen wie ein Wulst unter die eine Hinterbacke geschoben werden.

Es kann ferner beim Sitzen die Körperlast vorzugsweise auf einen Sitzknorren (meist ist es der linke) übertragen werden, ähnlich wie beim vorwiegenden Stand auf einem Bein, und dadurch Schiefstellung des Beckens entstehen (Fig. 84).

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

a) Einseitige Belastung des Körpers. Bei solcher ist, wie oben schon erwähnt, Herstellung des Gleichgewichts nur möglich durch seitliche Umbiegung der Wirbelsäule nach der unbelasteten Seite hin. Dabei ist gleichgiltig, ob die Last auf

den Schultern hoch getragen wird oder am herabhängenden Arm — hier ist namentlich an das Tragen schwerer Schulmappen bei Mädchen zu erinnern (Fig. 85) — oder ob die Last (z. B. bei Schülern eine Büchertasche oder ein mit umgeschnalltem Riemen zusammengehaltener Stoß von Büchern) im Ellbogenwinkel des gebeugten Armes mit Aufstützen auf den Beckenrand in der Hüftseite getragen wird.

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



Fig. 86.

c) Seitliches Anlehnen des Körpers mit Schulter oder Arm. Eine Biegung des Rückgrats erfolgt, wenn der Rumpf im Sitzen nach einer Seite hin sich neigt und durch Anlehnen mit der Schulter Halt gewinnt. Dies ist z. B. der Fall, und sei als Entstehungsursache für seitliche Rückgratsverkrümmung hier erwähnt, bei dem kleinen Kinde, welches von der Mutter, auf dem Unterarm sitzend, getragen wird, wobei sich das Kind an Oberarm und Brust der Mutter mit dem Rumpfe anlehnt (Fig. 86).

Ist ein Arm erhoben und gegen einen festen Gegenstand an- oder aufgelehnt, so biegt sich die Wirbelsäule im Brustteil nach dem aufstützenden Arme zu aus, während im Lendentheil entsprechende Gegenkrümmung erfolgt. Dies ist namentlich bedeutsam für die oft beliebte Schreibhaltung, bei welcher der rechte Arm mit dem Ellbogen auf dem Tische aufgestützt ist, während der linke Arm sich nur mit der Hand auf die Tischplatte stützt und der linke Ellbogen tiefer als die Tischplatte sich befindet.

2. Dauernde seitliche Rückgratsverkrümmung oder Skoliose.

Unter Skoliose versteht man eine oder mehrere seitliche Ausbiegungen der Wirbelsäule, welche auch nach willkürlicher Einnahme einer möglichst geraden Haltung nicht wieder verschwinden. Diese Ausbiegungen sind meist mit einer kleinen Drehung der Wirbelkörper um ihre Achse nach der konvexen Seite der Ausbiegung hin verbunden. Ist nur eine einzige seitliche Krümmung vorhanden, was beim Beginn der Verbildung gewöhnlich der Fall, so spricht man von einer einfachen Rückgratsverkrümmung. Treten eine oder mehrere Gegenkrümmungen hinzu, so spricht man von einer zusammengesetzten Rückgratsverkrümmung.

Mannigfache krankhafte Störungen können Ursache solcher Skoliosen sein. Die weitaus häufigsten Formen entwickeln sich aber infolge von ungleichartiger Belastung der Wirbelsäule, sei es, daß diese Belastung — und das ist die schulhygienisch wichtigste Form — durch gewohnheitsmäßig schlechte Haltung, namentlich beim Sitzen, eine ungleichartige wird und allmählich zur dauernden Entstellung führt: habituelle Skoliose; sei es, daß Knochenkrankung die Wirbelsäule nachgiebig gegen den Belastungszug gemacht hat: rhachitische Skoliose; sei es, daß durch Schiefstand der queren Beckenachse bei ungleicher Länge der Beine sich die Lendenwirbelsäule entsprechend krümmt: statische Skoliose.

a) Statische Skoliose oder: seitliche Rückgratsverkrümmung bei ungleicher Beinlänge. Besteht aus irgend einer Ursache — ungleiches Wachstum der Beine; frühere Gelenk- oder Muskelerkrankung an einem Bein usw. — eine dauernde Un-

Dauernde
seitliche Rück-
gratsver-
krümmung
oder Skoliose.

Statische
Skoliose.

gleichheit in der Länge beider gestreckten Beine, so liegt beim geraden Stehen das Hüftgelenk des längeren Beins höher als das des kürzeren; Hüftachse und Becken stehen schief, und der Kumpf würde sich nach der Seite des kürzeren Beins hinneigen und umfallen, wenn nicht die Wirbelsäule im Lendentheil sich entgegengesetzt umböge, so daß der Kopf wieder senkrecht über die Beckenmitte gebracht wird (Fig. 88).

Die Ungleichheit der Beine braucht dazu nicht so groß zu sein, um sichtlich einen hinkenden Gang zu verursachen. Nach Staffel und anderen ist diese seitliche Rückgratsverkrümmung häufiger, als man bisher annahm. Er fand in 230 Fällen 62 mal das linke Bein etwas verkürzt. Jedenfalls ist auf diese Möglichkeit bei allen Rückgratsverkrümmungen zu achten und die Beinlängen (die Entfernungen folgender, beim Lebenden gut durch die Haut fühlbarer Knochenpunkte sind an den beiden Beinen zu vergleichen: vorderer oberer Darmbeinstachel; großer Wollhügel; Schienbeinstachel; äußerer und innerer Fußknöchel) genau zu messen.

Bei Schiefstand des Beckens finden sich die an jedem Körper gut sicht- und durchfühlbaren vorderen Darmbeinstachel niemals in einer horizontalen Linie, wenn der Körper in Grundstellung gerade gestellt ist. Der Darmbeinstachel auf der Seite des verkürzten Beins steht tiefer. Erst wenn man nun unter den Fuß des verkürzten Beins ganz dünne Brettchen oder Scheiben von Pappe aufeinanderlegt, gelingt es, die gesenkte Beckenseite allmählich so weit zu heben, daß die beiden vorderen oberen Darmbeinstachel genau in einer Horizontalen stehen. Die Höhe der untergelegten Brettchen oder Pappscheiben giebt dann den Grad der Verkürzung des Beins — und zugleich an, um wie viel durch Sohleneinlage in dem betreffenden Schuh das verkürzte Bein zu verlängern ist, damit die Ungleichheit behoben werde. Dann wird auch mit Wegfall der Ursache die Verkrümmung des Rückgrats verschwinden — falls nicht das Übel schon lange Jahre unerkannt besteht und Veränderungen der Bänder und Knochen der Wirbelsäule noch besondere ärztliche Maßnahmen (z. B. Streckung der Wirbelsäule mittels geeigneter Apparate) erheischen.

b) Rhachitische Skoliose. Diese Form von Verkrümmung tritt infolge von Rhachitis oder englischer Krankheit meist in den ersten Kinderjahren vor dem schulpflichtigen Alter auf. Sie fällt lediglich der ärztlichen Fürsorge anheim und bietet kein besonderes turnerisches Interesse.

c) Habituelle Skoliose oder: seitliche Rückgratsverkrümmung aus gewohnheitsmäßiger fehlerhafter Haltung. Von allen nicht angeborenen Verbildungen am Körper ist — mit Ausnahme allein der Verunstaltung der Füße durch die Fußbekleidung — diese wohl die häufigste. Sie entsteht vorwiegend im schulpflichtigen Alter, vom 7. bis 12. Lebensjahre. Die Verbildung ist bei Mädchen wohl 5—6 mal so häufig als bei Knaben. Die Häufigkeit des Vorkommens ist oft eine erschreckend hohe. Einige Zahlen mögen dies darthun. W. Mayer fand unter 336 Mädchen nur 147 fehlerfrei. Die Zahl der Abweichungen in Haltung und Bau der Wirbelsäule war 43,65% im 7. Lebensjahr und stieg im 13. Lebensjahr bis zu 70,9%. — Guillaume fand unter 350 Knaben 18%, unter 381 Mädchen 41% mit Rückgratsverkrümmungen, Axel Key in Stockholm in den von ihm untersuchten höheren Mädchenschulen dagegen nur durchschnittlich 10,8% (jedes 9. Mädchen). Im 7. Lebensjahr hatte noch keins der Mädchen eine Verkrümmung; im 18. Lebensjahr war die Ziffer angestiegen auf 17,10% (jedes 6. Mädchen). — Schenk untersuchte

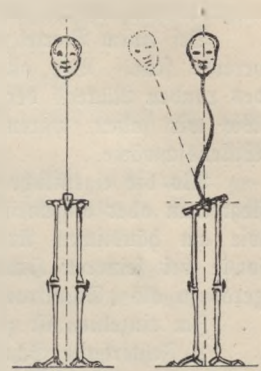


Fig. 87 und 88. Entziehung der statischen Skoliose.

Rhachitische Skoliose.

Habituelle Skoliose.

mit besonders genauen Methoden 200 Berliner Schulkinder. Nur 40 von diesen Mädchen zeigten ganz tadellosen Bau und Haltung der Wirbelsäule. —

Verkrümmung im Brustteil der Wirbelsäule nach rechts scheint etwas häufiger vorzukommen als die nach links. Die Angaben hierüber sind jedoch widersprechend.

Bei einem Viertel aller Befallenen soll die Skoliose, d. h. die Neigung zu solcher, vererbt sein. Vor allen sind es die Haltungstypen des flachen Rückens sowie des runden Rückens der Jugend, welche leicht zu seitlichen Verkrümmungen führen. Wie wir sahen, waren diese Arten schlechter Haltung Folge von Muskel- sowie Willensschwäche.

Entstehung
der
habituellen
Skoliose.

Als die eigentliche Gelegenheitsursache der seitlichen Rückgratsverkrümmung sieht man aber allgemein fehlerhafte Haltung beim Schreiben in der Schulbank wie am häuslichen Arbeitstische an. Schlechte Haltung beim Lesen und Zeichnen sowie bei feineren Handarbeiten kommt noch hinzu. Die Skoliose ist daher auch geradezu als „Schulkrankheit“ oder als „Sitzkrankheit“ bezeichnet worden.

Im einzelnen ist zu bemerken:

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

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

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

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

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

Wird eine solche falsche Schreibhaltung täglich eine Anzahl von Stunden eingenommen, so stellen sich allmählich bestimmte Veränderungen an den Wirbelkörpern und deren Wandern ein. Eine gewisse Weichheit der Knochen, wie sie bei schnell

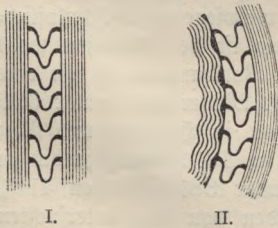


Fig. 89. Schema der Muskulatur längs der Wirbelsäule. I. normal; II. bei Verkrümmung der Wirbelsäule: während rechts die Muskeln gedehnt sind, sind sie links vollkommen entspannt.

wachsenden zarten und schwächlichen Kindern die Regel ist, begünstigt diese Änderung. Aber auch die Muskeln längs der Wirbelsäule werden mitbeteiligt, indem sie an der konvexen Seite der zunächst nur zeitweiligen Ausbiegung gedehnt werden, während sie an der konkaven Seite gänzlich entspannt bleiben und infolge des Nichtgebrauchs zu schrumpfen beginnen (Fig. 89). Da diese Muskeln — um schwächliche Kinder handelt es sich ja vorzugsweise — ohnehin schlaff sind, so vermögen sie nur im Beginn der entstehenden Verbiegung durch ihre Zusammenziehung die Krümmung selbstthätig wieder auszugleichen, und die Geradstreckung der Wirbelsäule wieder-

zugewinnen. Später ermüden sie bald bei dem Versuche; immer wieder sinken die Kinder in die fehlerhafte Haltung zurück, und sind sich schließlich deren gar nicht mehr bewußt. Die Verkrümmung ist so eine dauernde geworden.

Zwei verbildende Ursachen waren mithin gleichzeitig wirksam: Die einseitige Belastung der Wirbelknochen und die Ermüdung der Rückenmuskeln.

Man hat demgemäß drei Stufen der Erkrankung unterschieden:

I. Ein Ausgleich der Krümmung durch willkürliche Muskelthätigkeit ist noch möglich.

II. Die Wirbelsäule kann aktiv durch gewollte Muskelthätigkeit nicht mehr gestreckt werden, aber sie ist noch beweglich; die Krümmung läßt sich passiv (z. B. durch Zug oder im Hang) ausgleichen.

III. Die gekrümmte Wirbelsäule ist hinsichtlich der seitlichen Ausbiegungen fast ganz unbeweglich geworden. Durch Zug ist sie nicht mehr gerade zu strecken.

§ 36. Bekämpfung der seitlichen Rückgratsverkrümmungen.

Bekämpfung
der seitlichen
Rückgratsver-
krümmungen.
Vorbeugende
Maßnahmen.

A) Vorbeugende Maßnahmen. Dieselben sind zur Bekämpfung einer bei der Schuljugend so stark verbreiteten Verbildung weitaus am wichtigsten. — An der Spitze steht hier die allgemeine Kräftigung des Körpers und damit auch der Muskeln und des Knöchengerüsts durch reichliche Bewegung in freier Luft. Die geeignetste Form dafür sind die Jugendspiele, und zwar schon in den allerersten Schuljahren, denn gerade auf das zarte Alter vom 6. bis 9. Lebensjahre machen sich die schädigenden Einflüsse der Sizarbeit in der Schulbank am allermeisten geltend. Zu den Spielen hat sich später das Schwimmen und Schlittschuhlaufen zu gesellen. Was die eigentlichen Turnübungen betrifft, so haben dieselben auf Erzielung einer schönen geraden Haltung und Kräftigung der Rückenmuskulatur besonders hinzuwirken. Die Thatsache, daß nicht alle Kinder bei gewohnheitsmäßiger fehlerhafter Schreibhaltung skoliotisch werden, sondern nur die schwächlich beanlagten und weniger widerstandsfähigen, die Thatsache ferner, daß das weibliche Geschlecht in ungleich höherem Maße betroffen wird, giebt den Fingerzeig, daß auch beim Mädchenturnen keine weiche ästhetisierende Richtung am Platze ist, sondern ein genügendes Maß von Straffheit und Kraftentwicklung gefordert werden muß. Daß dadurch der weiblichen Anmut und dem weiblichen Wesen Eintrag geschehen könne, ist ein ganz ungegründetes Vorurteil. Auch der jugendliche Leib der Mädchen erfordert zu einer gesunden Entwicklung kräftiges Reigen und Bewegen, schnellen festen Schritt und munteren Lauf und nicht das immer noch viel beliebte, für die Kräftigung des Körpers und die wichtige Entwicklung wichtiger Organe gänzlich belanglose Übermaß von Ordnungsübungen und Reigen in tänzelnden Schritttchen.

Beim Schulunterricht ist vor allem auf gute Haltung beim Lesen und Schreiben stetig zu achten. Dazu ist zunächst eine zweckmäßige Gestaltung der Schulbank notwendig.

Die Anforderungen an eine richtig gebaute Schulbank sind kurz folgende:

1. Richtige Höhe der Schulbank. Dieselbe soll so beschaffen sein, daß bei senkrecht herabhängendem Unterschenkel der ganze Fuß auf dem Boden aufruhren kann. Als geeignetes Maß hat man $\frac{3}{11}$ der Körperlänge bezeichnet. — Da die Körperlänge der Kinder auch derselben Altersstufe eine recht verschiedene, so sollen in jeder Schulklasse Bänke in verschiedenen Größen vorhanden sein. Dann sind aber auch die Kinder dementsprechend nach der Körpergröße auf die Bänke zu verteilen, und es muß

die Gewohnheit entfallen, den Schülern, unbekümmert um richtig bemessene Bankhöhe, die Plätze nach ihren Leistungen zuzuweisen.

2. Das Sitzbrett muß eine angemessene Breite haben, so daß der Oberschenkel möglichst bis zur Kniekehle vollständig aufruhet. Das Sitzbrett gewährt festeren Sitz, wenn es keine horizontale Platte darstellt, sondern nach hinten zu für die Gefäßgegend ein wenig ausgehöhlt ist, oder leicht nach rückwärts geneigt ist.

3. Die Tischplatte soll nach dem Schüler zu leicht geneigt sein. Die Schrift von Buch und Schreibheft wird dadurch leichter übersehbar, und der Schüler hat weniger Veranlassung, sich mit dem Kopf stark vornüber zu beugen.

4. Wichtig ist die gegenseitige Stellung von Tisch und Sitz. Es ist hier zu unterscheiden:

a) der Abstand zwischen den Senkrechten der inneren Tischkante und der vorderen Sitzkante, oder die „Distanz“. Besteht zwischen diesen beiden Senkrechten ein Abstand, so bezeichnen wir dies als Plus-Distanz; fallen die beiden Senkrechten zusammen, so nennen wir dies Null-Distanz; überragt die innere Tischkante die vordere Bankkante, so haben wir eine Minus-Distanz (Fig. 90). Die

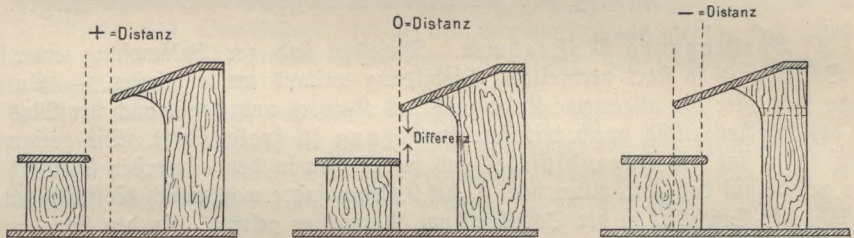


Fig. 90.

Plus-Distanz führt am ehesten zu schlechtem Sitz und ist daher überhaupt zu vermeiden. Für das Lesen ist eine Null-Distanz am geeignetsten. Für das Schreiben fördert die Minus-Distanz am meisten eine gute Geradhaltung; jedoch darf die Minus-Distanz nicht zu groß sein, weil sonst der Schüler leicht dazu verführt wird, die Brust wider die Tischkante anzupressen. — Um zweierlei Distanzen für Lesen wie Schreiben bei der Schulbank zu ermöglichen, hat man entweder die Tischplatte oder den Sitz in der Richtung von vorn nach hinten beweglich gemacht. Solche Distanzveränderung hat aber — so sinnreich auch bei manchen der zahlreichen Schulbankssysteme der betreffende Mechanismus erdacht ist — für die Handhabung beim Unterrichte doch manche unleugbare Uebelstände. Es wird daher vielfach eine unbewegliche Distanz — also die gleiche für Lesen wie für Schreiben — bevorzugt, und zwar die Null-Distanz.

b) Die Höhe der schrägen Sitzplatte über dem Sitzbrett oder die „Differenz“. Die Differenz soll so beschaffen sein, daß der Schreibende weder die Schultern beim Schreiben zu heben, noch den Kopf oder die Arme zu senken braucht. Im allgemeinen empfiehlt sich als Höhe der Tischplatte über dem Sitz die Entfernung des Sitzknorrens von der Ellbogen Spitze bei senkrecht herabhängendem Oberarme.

5. Um die Rückenmuskulatur zeitweilig ordentlich ausruhen und entlasten zu können, ist eine richtig geformte Rückenlehne an der Sitzbank, die auch das Kreuz und die Lendengegend stützen muß, am zweckmäßigsten. Eine senkrechte Rückenlehne, welche lediglich die Schulterblattgegend, allenfalls auch bei festem Gegenstemmen das Kreuz, nicht aber die untere Brust- und die Lendenwirbelsäule stützt, ist ungenügend. Eine bloße Kreuz- oder Kreuzlendenlehne ist solcher noch vorzuziehen. —

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

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

Die Steilschrift, bis zum Beginn des 18. Jahrhunderts die allgemeine Schriftart, und auch heute noch vereinzelt in Anwendung, hat neuerdings sowohl im Interesse einer guten geraden Schreibhaltung, wie namentlich zur Schonung der Augen, wieder eifrige Befürworter gefunden. Sie ist demgemäß auch in einer Anzahl von Schulen probeweise zur Einführung gelangt. Die Frage, ob die Steilschrift unbedingt der Schrägschrift vorzuziehen sei, ist zur Zeit noch eine offene. —

Um gerade Haltung des Kopfes beim Schreiben zu erzwingen, sind eine Reihe besonderer Vorrichtungen, namentlich für den Arbeitstisch im Hause in Gebrauch. Am einfachsten ist die verstellbare „Schreibstütze“ von Soenneken, die das Kinn stützt; ferner ist zu nennen der querovale, mit Kautschuk überzogene Eisenring von Kollmann (s. o. Fig. 76) oder der ähnlich gebaute Stirnrahmen von Staffel. Dagegen ist die Brille von Müller in Basel, bei welcher jede Senkung des Kopfes sich dadurch rächt, daß eine schwarze Klappe vor die Augen fällt, wohl als eine Quälerei zu betrachten. —

Indes die beste Schulbank taugt nichts, wenn zu anhaltend und zu viel in ihr geessen wird, wenn die Rückenmuskeln des Kindes übermüden und unfähig werden, gerade Haltung der Wirbelsäule zu wahren.

In radikaler Weise hat D. H. Jäger, der verdienstvolle Schöpfer der „Neuen (württembergischen) Turnschule“ die Gewöhnung der Jugend an die „Steharbeit“, d. h. den Ersatz der Sitzbank in der Schule durch ein Stehpult gefordert. Diese Forderung geht viel zu weit. Ihre Durchführung würde ganz allgemein bei unserer Jugend Plattfüßigkeit, X-Beine, Blutstauungen in den Venen und damit Blutadererweiterungen (Krampfadern) u. s. w. zur Folge haben.

Eine Abwechslung zwischen Sitz- und Steharbeit beim Unterricht ermöglicht das vom Turninspektor Hermann in Braunschweig 1882 angegebene und neuerdings verbesserte Arbeitssteh- und Sitzpult (Fig. 91).

Unter allen Umständen sollte es der Lehrer oder die Lehrerin nicht versäumen, zur Entspannung der Rückenmuskeln nicht nur, sondern auch zur Erhaltung frischen und geweckten Wesens während der Schulstunden die Schüler oder Schülerinnen häufiger eine Weile aus dem Sitz sich in den Stand erheben zu lassen. Ebenso empfiehlt es sich, zur Anregung des Blutumlaufs — die Beeinträchtigung von Atmung und Herzarbeit bei anhaltendem Sitzen wird später noch erörtert werden — die Kinder beim Stehen ab und zu einige Freiübungen (z. B. Aufwärts- und Vorwärtsstoßen der Arme, Unterarmschlagen, Armfreien, Kumpfdrehen und -beugen) machen zu lassen. Zu verwerfen ist dagegen die mehrfach empfohlene Vornahme von Atemübungen in der verdorbenen schlechten Schulluft. Auch nenne man derartige Vornahmen nicht gleich „Turnen in der Schulbank“, und wecke so die Vorstellung, als ob hier eine Art von Ersatz für eigentliches Turnen geboten werden könne. —

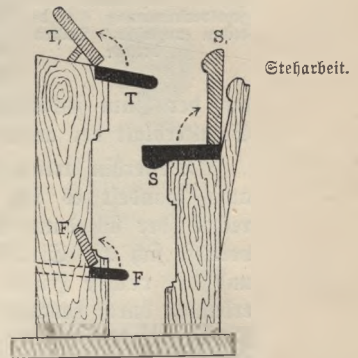


Fig. 91. Steh- und Sitzpult nach A. Hermann. T Tisch; S Sitzplatte; F Fußbank. Die Stellung derselben beim Sitzen ist schwarz, die beim Stehen schraffiert.

Belastung
durch Schul-
mappen.

Unter die vorbeugenden Maßregeln gehört endlich auch die Verhinderung einseitiger Belastung auf dem Schulwege durch das Tragen schwerer Schultaschen — ganz unglaublich schwere Schultaschen schleppen oft die Mädchen höherer Töchterschulen, namentlich wenn zu den Schulstunden auch noch Musikstunden hinzukommen — und in Riemen geschnallte Stöße von Büchern. Hier ist unbedingt der Gebrauch von Rückentornistern zu fördern. Doch dürfen auch diese nicht allzu stark bepackt werden.

Belastung
vorhandener
Rückgrats-
verkrüm-
mung.

B) Bekämpfung bereits vorhandener Rückgratsverkrümmung.
Was die Bekämpfung der Verkrümmung betrifft, so ist dieselbe um so leichter und aussichtsvoller, in je früherem Stadium der Erkrankung eingegriffen wird. Dazu ist es nötig, daß die Verkrümmung möglichst in ihrem ersten Beginn erkannt wird. Lehrer und Turnlehrer oder Lehrerinnen sollten hierfür ein geschärftes und geschultes Auge haben, um imstande zu sein, die Eltern des betreffenden Kindes frühzeitig auf die entstehende Verkrümmung aufmerksam zu machen (Fig. 92, vergl. dazu Fig. 63).

Erste An-
zeichen be-
ginnender
Rückgrats-
verkrüm-
mung.

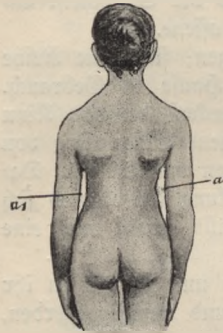


Fig. 92. Beginnende Rückgratsverkrümmung. a a., die beiden (ungleichen) Taillendreiecke.

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

Weiterhin treten Ungleichheiten in den Seitenkonturen des Rumpfes auf. Handelt es sich z. B. um eine beginnende Verkrümmung im Brustteil nach rechts (der sich dann Gegenkrümmung im Lendentheil nach links später anschließt), so vertieft sich die Einbiegung der Flanke oder der Taille auf der rechten Seite, und die rechte Hüfte tritt mehr vor. Am besten lassen sich diese Ungleichheiten erkennen durch genauen Vergleich der beiderseitigen „Taillendreiecke“, d. h. der freien Räume, die beiderseitig von dem inneren Rand der genau gleichmäßig herabhängenden Arme und dem Seitenrand des Rumpfes gebildet werden. Im gedachten Falle wird das linke Taillendreieck kleiner, flacher und mehr in die Länge gezogen erscheinen als das rechte, bei welchem die angeführte Einbiegung der Taille sich bemerkbar macht.

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

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

Bei leichten beginnenden Fällen führt ein geregeltes Turnen, welches vor allem auf die Kräftigung der Rückenmuskulatur gerichtet ist, verbunden mit Hebung des Ernährungszustandes durch entsprechende Kost und möglichst ausgedehntem Aufenthalt und Bewegung in freier Luft oft noch allein zum Ziele. Natürlich muß dabei nicht nur versucht werden, nach Möglichkeit alle fehlerhaften Gewohnheiten und deren Veranlassung zu beseitigen, sondern das betreffende Kind muß zu Beginn solchen geregelten Gesundheitsturnens sich eine Zeit lang von jeder Sitzarbeit in der Schulbank oder am häuslichen Arbeitstisch enthalten.

Turnerische
Maßnahmen
bei leichten
Fällen.

Die geeignetsten einschlägigen Übungen sind oben schon als zur Bekämpfung des runden Rückens der Jugend wirksam angegeben, also: Straffgang; langsamer Schritt; Frei-, Hantel- und Stabübungen; Gleichgewichtsübungen; Hangübungen am Gerät; Tragen eines Gegenstandes auf dem Kopfe u. dergl.

Ohne solche geregelte und mindestens zweimal täglich vorzunehmende Übungen ist auch hier das Tragen von Geradhaltern von fragwürdigem Werte. —

Weiterhin sind nun noch besondere Übungen zur Wiederkräftigung der an der konkaven Seite der Krümmung belegenen Rückenmuskeln, welche durch Nichtgebrauch zu verkümmern drohen, von Nutzen. Hier treten neben einseitigen Rumpfübungen, einseitigem Tiefatmen u. dergl. besonders bestimmte Widerstandsübungen der schwedischen Gymnastik in ihr Recht. Diese besonderen Maßnahmen vorzuschreiben ist aber nicht mehr Sache des Turnlehrers.

Unterstützt wird solche Einwirkung auf die Rückenmuskeln nur einer Seite durch die Anwendung des schiefen Sitzes (Unterschieben eines Buches oder eines Kiffens unter die der Krümmung im Brustteil entgegengesetzte Gesäßseite, oder stellbares schiefes Sitzbrett). Indem z. B. bei Rechtskrümmung die linke Gesäßseite erhöht wird, erhält die Wirbelsäule eine Richtung nach rechts und muß sich nach links hin umbiegen, d. h. genau entgegengesetzt der bestehenden Krümmung. Es ist damit ein Geradrichten bezweckt in demselben Sinne, wie man einen verbogenen elastischen Stab durch entgegengesetzte Biegung wieder gerade richtet (Fig. 93).

Ist die Krümmung so weit fortgeschritten (II. Stufe), daß das Kind auch beim besten Willen die Krümmung nicht mehr ausgleichen kann, daß selbst (III. Stufe) im Streckhang infolge von Veränderungen der Wirbelknochen und -bänder eine Geradstreckung der Wirbelsäule nicht mehr erfolgt, dann ist nur noch eine fachmännisch geleitete orthopädische Behandlung am Platze. Eine reiche Anzahl sinnreich erdachter Apparate dient dazu, die erkrankte Wirbelsäule beweglich zu machen durch Zug und Druck, sie zu strecken, und endlich die gestreckte Wirbelsäule in der richtigen Haltung zu fixieren. —



Fig. 93. Schiefer Sitz. Die punktierte Linie zeigt die Form der verkrümmten Wirbelsäule.

Ganz allgemein sei an dieser Stelle Turnlehrern und Turnlehrerinnen der Rat erteilt, bei erkannter Rückgratsverkrümmung nicht selbständig deren Verbesserung unter Anwendung der bekannten Übungsvorschriften zu übernehmen, sondern jedenfalls auf vorherige ärztliche Untersuchung und Anweisung zu dringen. Einige glücklich gelungene Heilungen dürfen da nicht täuschen, denn nicht immer sind die Ursachen klar zu Tage tretend; bisweilen ist die Verkrümmung nur ein Anzeichen schwererer Erkrankung; oft genug bleibt auch bei anscheinend ganz leichten Fällen die turnerische Einwirkung ohne Erfolg. Da gebietet schon die Klugheit, daß man die Verantwortung unter allen Umständen dem Fachmann überläßt.

Der Brust-
korb.

Der Brustkorb.

§ 37. Brustbein und Rippen. (Fig. 94.)

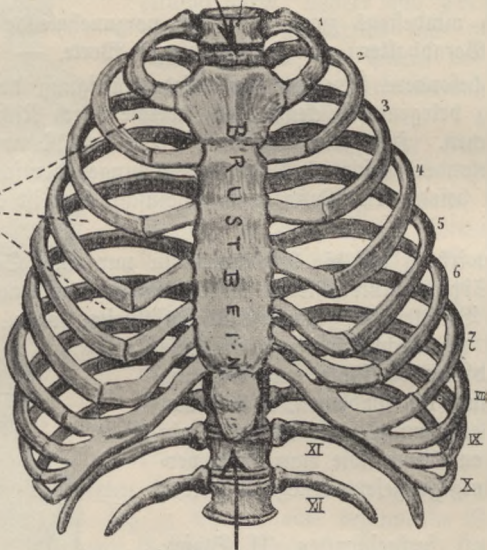
Der Brustkorb wird gebildet aus dem Brustteil der Wirbelsäule, den Rippen und dem Brustbein.

Brustbein.

Das Brustbein ist ein langer platter Knochen mit sehr dünner Rinde, daher sehr elastisch. Es besteht beim Erwachsenen aus drei miteinander verwachsenen Stücken,

Obere Brustöffnung

Brustwirbel

Zwischen-
Rippen-
Raume

Untere Brustöffnung

Fig. 94 Der Brustkorb.

die gemäß der Ähnlichkeit des Ganzen mit der Form eines antiken kurzen Schwertes als Handgriff, Körper (Klinge) und Schwertfortsatz bezeichnet werden.

Der Handgriff ist am oberen Rand halbmondförmig ausgeschnitten, und bildet die untere Begrenzung der Kehlgube; seitlich befinden sich die sattelförmigen Gelenkflächen für die Verbindung mit den Schlüsselbeinen. Mit den sieben oberen oder wahren Rippen ist das Brustbein durch Knorpel unmittelbar verbunden.

Die Rippen sind zwölf Paar reifenartige Knochen; bogenförmig gekrümmt und sehr elastisch (federnd). Eine jede Rippe liegt auf horizontaler Unterlage nicht ganz auf: Die Rippen sind keine Kreisabschnitte, sondern Teilstücke einer Spirale; sie zeigen sowohl eine

Flächenkrümmung wie ein Faßreifen, als sie auch um ihre eigene Achse gedreht sind.

Die sieben oberen Rippenpaare heißen wahre Rippen, und gehen mit ihren Knorpeln unmittelbar an das Brustbein; von den fünf unteren Paaren oder falschen Rippen stehen die drei oberen jede mit dem darüber liegenden Knorpel in Verbindung, während die 11. und 12. Rippe frei enden (freie Rippen).

Die Rippen sind ungleich lang. Am längsten sind sie vom 6. bis 9. Rippenpaar; von da ab nehmen sie nach unten wie oben stetig an Länge ab. Die Krümmung nach der Kante ist bei der ersten Rippe am meisten ausgesprochen.

An jeder Rippe unterscheiden

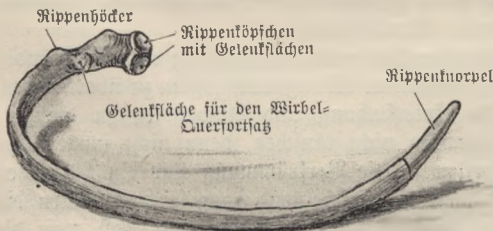


Fig. 95. Eine Rippe.

wir: 1. als hinteres Ende das Köpfchen, zur Verbindung mit dem Wirbelförper; das Köpfchen sitzt auf einem dünneren Teil des Knochens, dem Rippenhals; an der Stelle, wo die Rippe sich auf den Quersfortsatz des Wirbels anstößt und durch Bänder an demselben befestigt wird, befindet sich das Rippenhöckerchen; 2. die Rippenstange, deren Umbiegungsteil als Winkel bezeichnet wird; 3. das Knorpelstück (Fig. 95).

§ 38. Gelenke des Brustkorbs.

Jede Rippe ist — mit Ausnahme der 11. und 12. freien Rippen, die nur an die zugehörigen Brustwirbel anstoßen — mit zwei wenig beweglichen Gelenken an die Wirbelsäule angeheftet: 1. dem Gelenk zwischen Rippenköpfchen und Wirbelförper; 2. dem Gelenk zwischen Rippenhöcker und Quersfortsatz (s. o. Fig. 36).

Gelenke des Brustkorbs.

Was die Verbindung mit dem Brustbein betrifft, so ist das Knorpelstück der 1. Rippe gewöhnlich mit dem Handgriff des Brustbeins direkt verwachsen; die Knorpelstücke der 2. bis 7. Rippe sind durch straffe Gelenke mit dem Brustbein verbunden, dabei reicht die 5. Rippe schon an das Ende des Brustbeins, und die direkte Verbindung mit dem Brustbein wird für die 5., 6. und 7. Rippe nur dadurch möglich, daß ihre Knorpelstücke sich winklig nach oben umbiegen.

An den Knorpel der 7. Rippe und weiterhin jedesmal an den Knorpel der überliegenden Rippe schließen sich dann die Knorpelstücke der 8. bis 10. Rippe und bilden so die Rippenbögen, welche den Schwertfortsatz des Brustbeins zwischen sich nehmend, nach der Körpermitte zu winklig zusammentreten. Die Rippenbögen sind am Rumpf gut fühlbar, bei mageren Körpern auch deutlich sichtbar. Durch das Einsinken der Bauchwand in dem Winkel der Rippenbögen entsteht hier die sogenannte Herz- oder (richtiger) Magengrube.

§ 39. Der Brustkorb als Ganzes.

Der knöcherne Brustkorb stellt sich dar als ein faß- oder korbartiges Gerüst. Die Zwischenräume zwischen den knöchernen Sparren dieses Gerüsts sind durch Muskeln und Häute ausgefüllt, so daß das Ganze als rundum geschlossener „Brustkasten“ die Brusthöhle umschließt. Wir unterscheiden vordere, hintere und seitliche Brustwand. Die hintere Brustwand — im übrigen breit gestaltet, so daß der Mensch, im Gegensatz zu allen Tieren, auf dem Rücken liegend, schlafen kann — ist durch die Wirbelsäule scharf eingebogen. Auf dem horizontalen Durchschnitt ist daher die Gestalt der Brusthöhle eine bohnenförmige (Fig. 96).

Brustkorb als Ganzes.

Wird eine senkrechte Ebene durch die Seitenwände des Brustkorbs gelegt, so hat dieselbe die Gestalt eines Trapezes mit konvergen Seitenlinien.

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

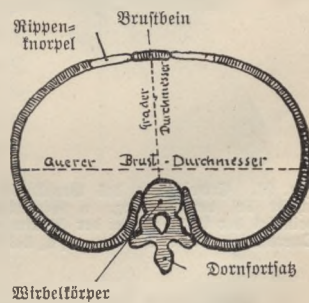


Fig. 96. Schematischer Durchschnitt des Brustkorbs.

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

Die untere weitere Brustöffnung wird umgrenzt vom letzten Brustwirbel, letzten Rippenpaar, den Knorpeln aller falschen Rippen, dem Knorpelstück der 7. Rippe und dem Schwertfortsatz des Brustbeins.

Der Brustkorb besitzt eine außerordentliche Elastizität. Eingedrückt schnell er bei Aufhören des Druckes sofort in seine Lage zurück: eine Eigenschaft, welche mit Erfolg zur künstlichen Atmung (s. d.) benutzt wird. Diese Elastizität ist mit großer Widerstandsfähigkeit verbunden: die Räder eines nicht zu schweren Wagens vermögen schon über einen kräftigen Brustkasten hinwegzugehen, ohne ihn einzubrechen. Daher ist es auch Athleten möglich, mit dem Brustkorb hochgeworfene Kanonenkugeln aufzufangen oder auf einem der Brust aufgesetzten Ambos schmieden zu lassen.

§ 40. Verschiedene Gestaltung der Brust.

Verschiedene
Gestaltung
der Brust.

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

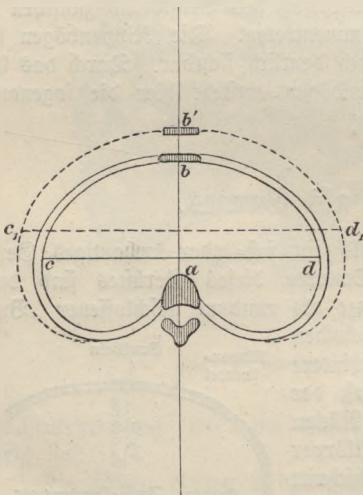


Fig. 97. Erweiterung des Brustkorbes im Querdurchschnitt bei der Atmung. a Wirbelskörper; b Brustbein bei der Aus-, b₁ bei der Einatmung; cd größter Querdurchmesser bei der Aus-, c₁ d₁ bei der Einatmung.

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

1. eine Vergrößerung des queren Durchmessers der Brusthöhle (Fig. 97);

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

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

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

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

Breite Brust.

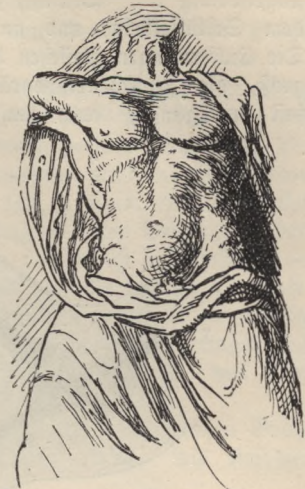
A) Die breite Brust. Eine stark vorspringende, volle und hochgewölbte Brust gilt als Zeichen vollendeter Kraft. Die antiken Bildwerke von Göttern und Heroen zeigen herrliche Bildung des Brustkorbes: die machtvolle Brust des Zeus in dem Fries des pergamenischen Altars macht den Donnerer, der Götter und der Menschen Vater kenntlich, obschon der Kopf der Figur nicht mehr vorhanden ist (Fig. 98).

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

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

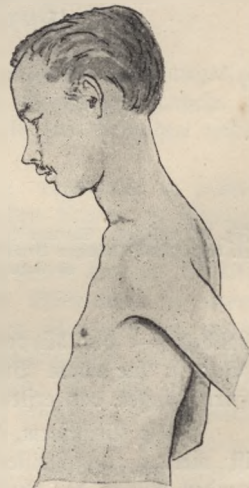
C) Die faßförmige Brust. Nicht immer ist die unter A beschriebene breite Brust auch der Ausdrück vollendeter Atemkraft. Im Gegenteil: wenn die Brust immer mehr die Form der Einatmungsstellung einnimmt und dauernd behält, so wird der Unterschied zwischen Ein- und Ausatmung und damit die Atemgröße überhaupt für die Brustatmung (die Zwerchfellatmung oder Bauchatmung bleibt hier außer Betracht) immer geringer. Wer die breite und mächtige Brust eines Athleten, welcher mit zentnerschweren Hanteln nur so spielt, genauer bei Ein- und Ausatmung betrachtet, wird bald gewahren, daß diese weiten Brustwände und massigen Brustmuskeln vom Atemgang kaum bewegt werden. Und in der That belehrt uns die Messung mit dem Bandmaß zuweilen, daß die Ausdehnungsfähigkeit der Brust bei solchen Kraftmenschen eine jämmerlich geringe sein kann. So maß Dr. Engel Reimers in Hamburg bei dem Athleten Luß eine Umfangszunahme der Brust bei tiefster Einatmung von nur 1,75 cm, bei dem verstorbenen Athleten Abs von 2,5 cm, also weit unter dem Mittelmaß liegende Werte. — Dies starre Stehenbleiben des Brustkorbes auf der Einatmungsstellung, sodaß die Atemfähigkeit schwere Beeinträchtigung erfährt, beruht in den meisten Fällen auf einer Erkrankung des Lungengewebes, der Lungenblähung (Emphysem der Lunge). Wir werden später darauf zurückkommen, namentlich auch auf den Zusammenhang, in welchem der physiologische Akt der Anstrengung oder der Pressung, wenn oft wiederholt, mit der Lungenblähung steht.

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



Schmale Brust.

Fig. 98. Brust des Heus vom pergamenischen Altar.



Faßförmige Brust.

Lahmer Brustkorb.

Fig. 99. Plattes Brustkorb eines Schwindjüchtigen.

Einatmungsstellung zu erheben. Beim sogenannten lahmen Brustkorb (Fig. 99) ist die Brust sehr schmal, flach und platt, auf dem Rücken stehen die Schulterblätter flügelartig ab. Deutlich ausgesprochen und tief sind am Hals die Gruben über dem Schlüsselbein, und an der oberen Brust die Gruben unter dem Schlüsselbein. Die Entfernungen zwischen den einzelnen, wie lahm abwärts hängenden Rippen sind groß, die Zwischenrippenräume breit; deutlich sind am Brustkorb — da es sich fast durchgängig auch um magere, in der Ernährung zurückgebliebene Personen

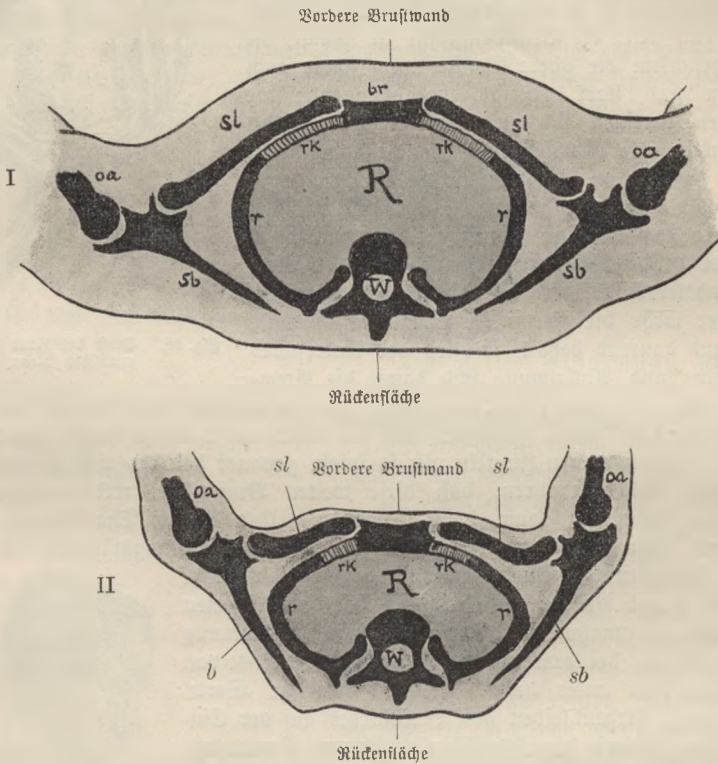


Fig. 100 und 101. Schematischer Horizontaldurchschnitt in der Gegend der oberen Brustöffnung I. beim gesunden, II. beim schwindsüchtigen Brustkorb. — R Lungenraum; br Brustbein; r Rippe; rk Rippenknorpel; W Wirbelloch; sb Schulterblatt; sl Schlüsselbein; oa Oberarmkopf (nach F. Niemeyer).

handelt — die Rippen unter den dünnen verkümmerten Brustmuskeln zu sehen (zu zählen); die obere Brustöffnung, in welcher die Lungenspitzen liegen, ist durch das Herabhängen der ersten Rippe außergewöhnlich enge. (Fig. 100 und 101.)

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

Es ist dort auch schon darauf hingewiesen, daß gerade hier ein richtig geleitetes Turnen von besonderem Werte ist, um die Muskelkraft und Energie des Willens zu heben. Weil bei lahmem Brustkorb der Einnistung von Tuberkeln in den Lungenspitzen in besonderem Maße Vorschub geleistet wird, ist dabei eine richtig geleitete

Gymnastik der Brust-, Schulter- und Rückenmuskeln, wodurch allein der Brustkorb gehoben und atemtüchtig gemacht werden kann, eines der wirksamsten Hilfsmittel zur Erhaltung von Gesundheit und Leben (s. u. „Atemgymnastik“). —

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

E) Die Hühnerbrust. Die Entstehungursache ist rachitische Knochenkrankung Hühnerbrust. in der Jugend. Bei der Hühnerbrust springt das Brustbein kielförmig vor, während rechts und links davon die ganzen Brustseiten muldenförmig vertieft erscheinen. Die Knorpelstücke der Rippen verbinden sich mit dem Brustbein nicht in einer Ebene, sondern in ausgesprochenen Fällen dieser Verbildung fast in einem rechten Winkel. Da der Rauminhalt der Brusthöhle bei dieser Verbildung — eine Beseitigung derselben ist höchstens in früher Jugend, wenn die Knochen noch weich sind, möglich — verkleinert wird, so besteht oft dabei ein ziemlicher Grad von Kurzatmigkeit. Unter allen Umständen sind die Lungen bei so gestaltetem Brustkorb wenig leistungsfähig, so daß sich hier alle Übungen, welche — wie z. B. die Schnelligkeitsübungen und die meisten Dauerübungen — die Lungenkraft stark in Anspruch nehmen, von selbst verbieten.

F) Die Trichterbrust. Bei derselben ist in der Mitte der vorderen Brust- Trichterbrust. wand bis zur Magengrube hinab eine trichterförmige Einsenkung. Als Ursachen seien Knochenkrankung und Vererbung genannt.

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

§ 41. Der Einfluß der Schnürbrust.

Der Gebrauch der Schnürbrust ist zwar ein alter und allgemein eingebürgerter, Einfluß der Schnürbrust oder des Korsetts. zeugt aber nichts destoweniger nicht nur von verdorbenem Geschmack, sondern ist geradezu wegen der verderblichen Folgen für die Gesundheit ein Vergehen wider die Natur.

In verschiedenen Perioden menschlicher Kulturentwicklung, namentlich in solchen ungesunder Verfeinerung und Überkünstelung, tritt das Bestreben hervor, zu Gunsten falscher ja geschmackloser Schönheitsideale, die natürliche Form und das Ebenmaß des allseitig wohl entwickelten menschlichen Körpers in diesem oder jenem Betracht künstlich zu entstellen und zu verunstalten. Schon im Ausgang des Mittelalters — wenn wir absehen von den raffinierten Toilettekünsten des sinkenden Altertums — wurde in der höfischen Gesellschaft eine möglichste Einengung der Lendengegend, um die Gestalt zierlich und schlank bei breiter Brust erscheinen zu lassen, für schön gefunden. Es waren hier nicht nur die Weiber, sondern mehr noch die vornehme Männerwelt, Ritter und Höflinge, welche zur Erzeugung einer dünnen Wespentaille die Weichen zwischen Brust und Becken möglichst durch Gürtel und Schnürleib zusammenschürten. Miniaturen und Stiche des 15. Jahrhunderts geben davon genügsam Kunde. Erneutes Aufleben und allgemeinere Verbreitung bei der Frauenwelt erfuhr später das Korset zu dem Zwecke, das Wachstum der Brüste zu verhindern. Diesem Streben verdankten die brettharten geraden Nieder ihr Dasein, die zur Zeit Philipps II. und seiner Nachfolger in Gebrauch waren, und uns auf den Frauenbildnissen jener Zeit, z. B.

des großen Velasquez, so abschreckend entgegneten. In den Volkstrachten einiger Gegenden am Nordrand der Alpen — namentlich in Oberbayern und Tirol — haben sich diese starren Mieder noch erhalten: thatsächlich mit dem Erfolg, die Brüste zu verkümmern, und die Mütter unfähig zu machen, ihre Kinder selbst zu säugen. Daher grade hier in den bairischen Alpen die künstliche Ernährung der Säuglinge, an Stelle

der natürlichen an der Mutterbrust, die Regel — und dadurch hier auch die größte Kindersterblichkeit von ganz Westeuropa.

Umgekehrt suchte das Korset des 18. Jahrhunderts — und diese Form ist im wesentlichen dieselbe, welche zur allgemein verbreiteten bei der Frauenwelt des 19. Jahrhunderts geworden ist — den weiblichen Geschlechtscharakter in der Form des Rumpfes besonders her-

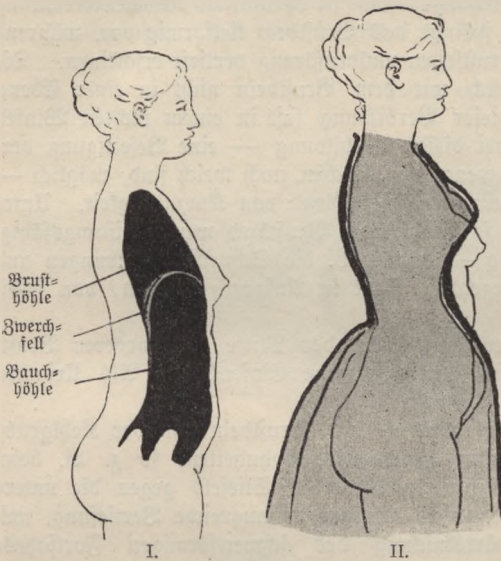


Fig. 102 u. 103. I. Weiblicher Körper ohne Korset. II. Formveränderung durch das Korset. Die ursprüngliche Form im Umriß mit eingetragen (nach Didion).

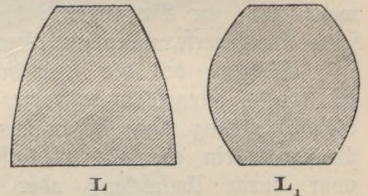


Fig. 104. L Querschnitt der Lunge normal; L₁ Querschnitt der Lunge im Korset.

vorzuziehen, überstark zu betonen. Die obere Brustgegend mit den Brüsten wird hoch- und vorgezwängt, mit Emporhebung der Schlüsselbeine und Schultern; die untere Brustgegend zusammengedrückt, der Unterleib wieder stärker hervorgewölbt. Die vordere Umrißlinie des Frauenrumpfes, im Profil gesehen, erhält damit eine übermäßige Betonung in den Erhebungen und Senkungen ihres Verlaufs, wird oft geradezu zum Zerrbild des Profils, wie es ein ebenmäßig entwickelter schöner Frauenleib zeigt (102 u. 103).

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

Verbildung
des Brust-
korbs.

1. Der Brustkorb, auf dem durch seine Seitenwände gelegten senkrechten Durchschnitt trapezförmig, wird durch den Druck der Schnürbrust umgekehrt kegelförmig zu gestalten gesucht. Die Brusteingeweide werden nach oben hinaufgedrängt, die untere Brustöffnung zusammengedrückt und ihre begrenzenden Wände einander genähert (Fig. 104). Infolgedessen verkrüppeln die unteren Rippen, während die oberen — bei frühem Tragen von Korsets — länger werden. Der Brustkorb als Ganzes verlängert sich.

Vorwiegend
Brustatmen.

2. Dadurch, daß die unteren Brustpartien zusammengedrückt und durch den festen Ring der Schnürbrust unbeweglich gemacht sind, wird das hier ausgespannte Zwerchfell, unser wichtigster Atemmuskel, entspannt und außer Thätigkeit gesetzt. Somit bleiben nur die oberen Lungenpartien noch atmefähig: die Atmung, für gewöhnlich in den breiteren unteren Lungenabschnitten vor sich gehend (Bauchatmen), wird

infolge des Korsettragens auf die oberen Lungengegenden beschränkt: wird zum Brustatmen.

Man hat die vorwiegende Brustatmung der modernen, von früh an an das Tragen des Korsets gewöhnten Europäerin als etwas dem Weibe von Natur eigen- tümliches angesprochen und seine Notwendigkeit in der Schwangerschaft begründet sehen wollen, weil wenigstens bei vorgerückter Schwangerschaft durch die Umfangs- zunahme des Bauchinhalts das Zwerchfell sich nicht mehr ungehindert heben und senken könne.

Läßt man die Atembewegungen in Gestalt einer Kurve mittels des Stetho- graphen aufschreiben — ein auf die Brust oder den Bauch aufgesetzter, oben winkelig umgebogener Schreibhebel zeichnet die Bewegungen der Brust oder des Bauches auf eine horizontal gleichmäßig fortbewegte Tafel oder auf eine durch Uhrwerk getriebene

Brust- und Bauchatmen bei Mann und Weib.

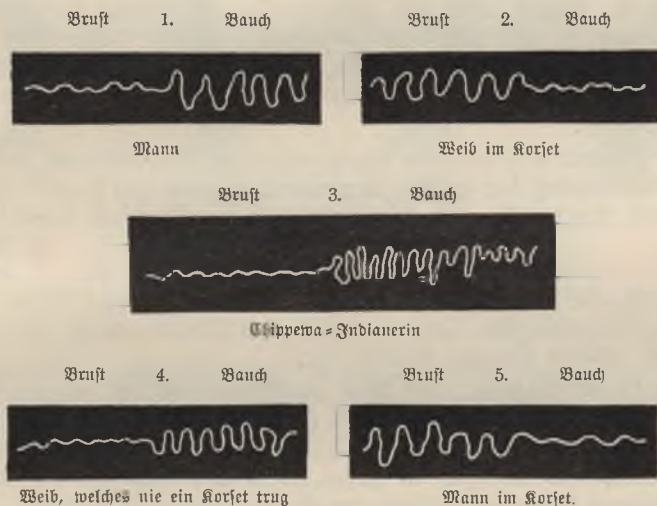


Fig. 105. Kurven der Brust- und Bauchatmung nach Ellis.

umlaufende Walze oder Trommel —, so erhält man für den Mann beistehende Kurven (Fig. 105, 1).

Wie man sieht, atmet die Brust nur flach bei der gewöhnlichen Atmung im Ruhezustand, während der Bauch bei jeder Einatmung stark sich vorwölbt (Erhebung der Kurve), bei der Ausatmung wieder einsinkt. Umgekehrt sind die Kurven, wenn man Brust- und Bauchatmung bei einem Weib mit Korset prüft (Fig. 105, 2).

Hier ist es also die Brust, welche bei der Atmung starke Hebungen und Senkungen aufzeichnen macht, während die Bewegungen der Bauchhaut nur wenig angedeutet sind.

Prüft man aber die Atmung in gleicher Weise bei einem weißen Weib, welches noch nie ein Korset trug, oder einer Indianerin, die ebenfalls nie ein Korset ge- kannt, so erhält man die Bilder Fig. 105, 3 und 4, also dieselbe Kurve wie beim Mann. Und umgekehrt, wenn man einen Mann in ein Korset schnürt, zeigt sich eine ähn- liche Atemform wie beim Weib im Korset — nämlich vorwiegend Brustatmen (Fig. 105, 5).

Daraus geht also hervor, daß die vorwiegende Brustatmung beim Weibe nur ein Ergebnis der unnatürlichen Einschnürung durch das Korset ist und keine Ge-

schlechtseigentümlichkeit darstellt. Denn das Weib, welches nie ein Korset getragen, noch — was im Endergebnis auf dasselbe hinauslaufen würde — in anderer Weise, etwa durch einen starren Gürtel zur Befestigung der Hüfte, die Taille stets eng zusammengepreßt trägt, zeigt genau so gut vorwiegende Bauchatmung in der Ruhe wie der Mann; während umgekehrt bei letzterem, sobald er sich in ähnlicher Weise wie unsere Weiber schnürt, der künstliche weibliche Atemtypus mit vorwiegender Brustatmung eintritt.

Für gewöhnlich, d. h. bei ruhigem Verhalten, wird beim Manne wie beim ungeschnürten Weibe die Atmung in den unteren Lungenabschnitten erwirkt, durch die Zwerchfellatmung, die sich eben in der Atembewegung des Bauches ausdrückt. Sobald aber stärkere Ansprüche an die Lungenatmung gestellt werden und der Atemumfang bis zum mehrfachen gesteigert werden muß, dann wird auch hier die Brustatmung mit herangezogen. Letztere dient also gewissermaßen zur Reserve für außerordentliche Fälle. Solche Reserve fehlt aber beim festgeschnürten Weibe: daher denn die Korsetträgerin bei jeder größeren Anstrengung, bei schnellem Laufen, Treppensteigen, Tanzen usw. leicht außer Atem gerät, und nicht so schnell ein ruhiges müheloses Atmen wiedererlangt.

Verkleinerung der Atemfläche überhaupt.

3. Aber nicht nur, daß stärkeren außergewöhnlichen Anforderungen an die Atmung infolge der Lahnlegung der unteren Lungenpartien durch das Korset schwerer entsprochen werden kann: nein auch die gewöhnliche Atmung bleibt eine ungenügende, da die Zusammenpressung der unteren Hälfte des Brustkorbes das Lungenvolum, und damit die Atemfläche, verkleinert. Die Folge davon ist: verminderter Gasaustausch bei der Atmung, unzureichende Sauerstoffzufuhr zum Blute und damit Verkümmern der wichtigsten Formbestandteile des Blutes, nämlich der roten Blutkörperchen; mit anderen Worten: Bleichsucht.

Bleichsucht.

Blutarmut und Bleichsucht, die beim weiblichen Geschlecht so ungemein häufig geworden sind (Mazel Key fand bei den von ihm untersuchten höheren Mädchenschulen, daß schon im 13. Lebensjahr 39,7 Prozent aller Schülerinnen bleichsüchtig waren; vom 16. Lebensjahr ab hielt sich die Ziffer auf 40,2 Prozent und darüber), werden in ihrer Entstehung durch das Tragen von Korsets zweifellos begünstigt.

Schnürfurche der Leber.

4. Der unmittelbare Druck des Korsets auf die seitlichen Brustwände drückt die Rippenbögen fest gegen die Unterleibsorgane ein. Hier ist es vorab die Leber, welche solch schädlichem Drucke unterliegt und eine Einschnürung ihrer Oberfläche, die sogenannte, dem Verlauf des rechten Rippenbogens entsprechende Schnürfurche zeigt.

Verchiebung des Magens.

5. Noch unheilvoller äußert sich aber diese Einschnürung der Rumpfmittle auf die Lage des Magens. Brust- und Bauchraum bilden im Rumpfe einen länglichen, in der Querrichtung ziemlich gleich weiten Hohlraum, der nur durch das verhältnismäßig dünne Zwerchfell in zwei Abschnitte geschieden wird. Dieser Hohlraum als Ganzes erhält in der Mitte infolge der Schnürringung eine starke Verengerung und damit eine an die Form einer Sanduhr erinnernde Gestalt. Nun liegt aber gerade an der Stelle der Verengerung der Magen, und wird, da er nicht genügend Platz in dem engen Ring findet, nach abwärts gedrückt. Normalerweise ist der Schlauch des Magens quer gelagert. Der Einfluß des zusammenschnürenden Korsets oder fest angezogenen Gürtels zwingt ihn aber immer mehr zu einer senkrecht nach unten gerichteten Stellung, indem der Magenaustritt, der Pförtner, nach abwärts sinkt, bis ins Becken hinunter. Ein Heer von Magenbeschwerden und nervösen Krankheitserscheinungen, Beeinträchtigung des Ernährungszustandes und Verarmung des Blutes an roten Blutkörperchen (Bleichsucht) ist die Folge solcher Verlagerung. Es sei übrigens bemerkt, daß auch ohne

Leibgürtel.

Korset die Befestigung der oft zahlreichen und schweren Rösche an einem einschnürenden festen Rockbund, daß das Tragen eines fest angezogenen Riemens oder Gürtels quer um den Leib beim Weibe sowohl wie beim Manne ähnliche Wirkungen hervorruft (Fig. 106 u. 107).

Gesteigert wird diese Zusammenpressung der Rumpfhöhle in ihrer Mitte bei vornübergebeugtem Sitzen (Fig. 108 u. 109), so bei der Arbeiterin, die feinere Hand-

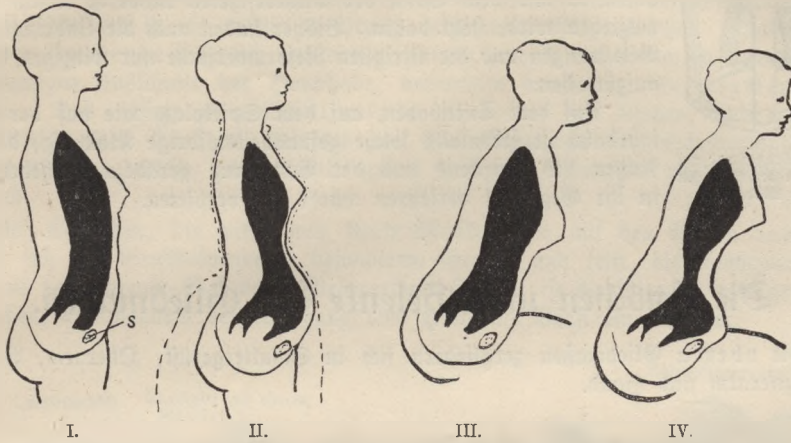


Fig. 106—109. Gestaltung der Leibeshöhle I. im Stehen ohne, II. mit Korset; III. im Sitzen ohne, IV. mit Korset. Man sieht bei II. und IV. die Einschnürung der Leibeshöhle in der Magenengegend (nach Dickinson).

arbeit fertig; bei der armen Näherin, die tagelang an der Nähmaschine sitzt, und dem wohlhabenderen Fräulein, das in schlechter Haltung regelmäßig auf dem Rad spazieren fährt. Beim Turnen, Spielen, Rudern, Radfahren usw. ist das Tragen zusammenpressender Gürtel (schon Zahn verbot den Gebrauch des „Schmachtriemens“) ebenso zu verbieten, wie das Korset für Mädchen.

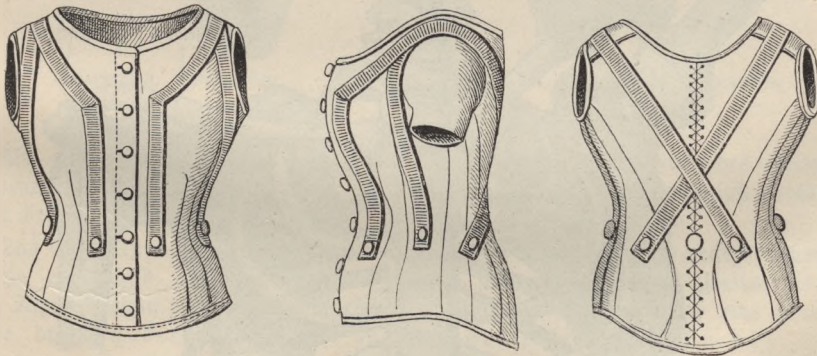


Fig. 110. Leibchen als Ersatz für das Korset nach Meynert.

Als Ersatz für das Korset ist bei heranwachsenden Mädchen ein Leibchen zu empfehlen (Meynert hat u. a. ein solches angegeben), mit stärkeren aufgesteteten Bändern, an welche die Rösche angeknöpft werden. Die Bänder sind so angebracht, daß die Last der Rösche und Unterhose sich möglichst auf Rücken und Schultern ver-

Ersatz des Korsets

Für kleinere Mädchen (Schulkinder) thun Traggurte zum Anknöpfen der Röcke dieselben Dienste (Fig. 111).

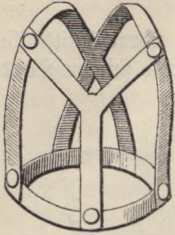


Fig. 111. Traggürtel zum Anknöpfen der Röcke für kleine Mädchen.

Einigermaßen Spielraum für die Atmung der unteren Lungenabschnitte gewähren Korsets mit seitlichen breiten Gummieinlagen.

Ob unsere Frauenwelt in absehbarer Zeit sich noch zu einer allgemein durchgeführten gesundheitsmäßigen Reform der Kleidung aufraffen und dem Bann der Allherrscherin Mode in diesem Punkt entziehen wird, steht dahin. Bisher haben auch die eindringlichsten Belehrungen und die eifrigsten Reformversuche nur winzigen Erfolg aufzuweisen.

Auf dem Turnboden, auf dem Spielplatz, wie auf der Radfahrbahn ist jedenfalls solche gesundheitswidrige Kleidung, die den Nutzen des Turnens und der Bewegung geradezu aufheben und in ihr Gegenteil verkehren würde, zu verbieten.

Knochen und Gelenke der Gliedmaßen.

Die Knochen und Gelenke der Gliedmaßen.

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

§ 42. Schultergerüst (Fig. 112).

Schultergerüst.

Das Schultergerüst oder der Schultergürtel besteht jederseits aus dem Schlüsselbein und dem Schulterblatt. Der Gürtel ist nach vorn, wo die Schlüsselbeine mit der Handhabe des Brustbeins verbunden sind, geschlossen,

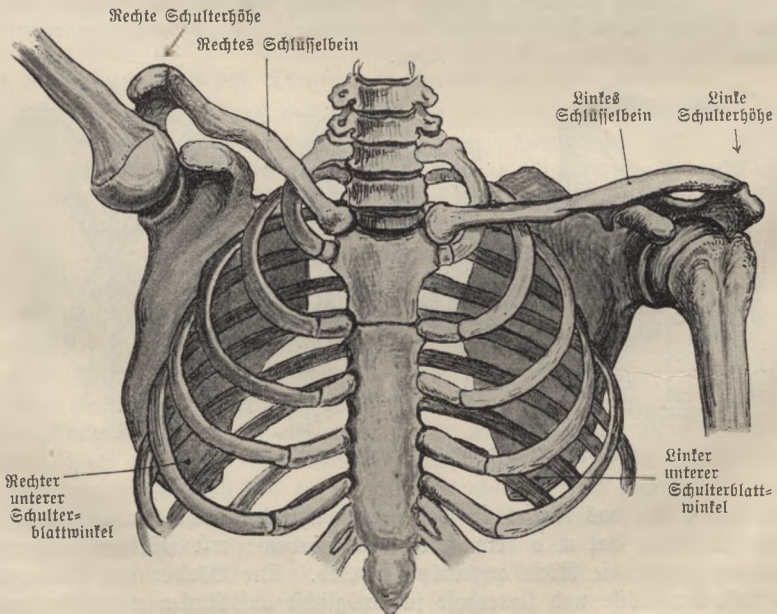


Fig. 112. Schultergürtel (bei hochgehobenem rechten Arm).

nach hinten aber offen, da sich die Schulterblätter nicht berühren. Den oberen Gliedmaßen ist hierdurch eine besondere Beweglichkeit gegenüber den unteren Gliedmaßen eigen, denn der Beckengürtel ist ringsum geschlossen. Insbesondere ist das Schulterblatt einer großen Beweglichkeit fähig, indem es sowohl nach verschiedenen Richtungen verschoben, als auch um seine Winkel gedreht zu werden vermag.

Das Schlüsselbein bildet die Verbindung der oberen Gliedmaßen mit den ^{Schlüsselbein.} Knochen des Rumpfes oder Stammes; es ist der Strebepeiler des Schultergelenks. Das Schlüsselbein ist ein mäßig S-förmig gekrümmter Röhrenknochen. Das innere dicke oder Brustende stützt sich auf das Brustbein, und ist mit diesem, d. h. dem halbmond förmigen Ausschnitt der Handhabe, beiderseits durch ein Sattelgelenk verbunden. Das äußere oder Schulterende ist breiter und dünner, und verbindet sich mittels eines straffen Gelenkes mit der Grätenecke des Schulterblatts zur Schulterhöhe, welche das Schultergelenk zwischen Oberarm und Schulterblatt überdacht.

Bei Menschen, die viele und starke Muskelarbeit mit den Armen verrichten, verdickt sich das Brustbeinende in besonderem Grade, und tritt, die Krümmung des Knochens vermehrend, stark vor. Bei zarteren Frauen ist die Biegung weniger ausgesprochen, und dadurch der Übergang vom Hals zur Brust ein sanfterer.

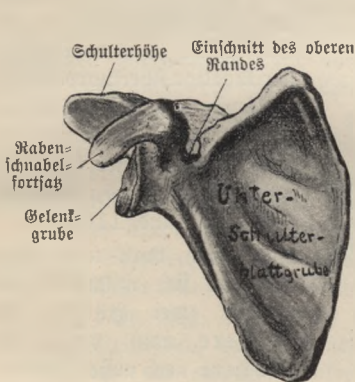


Fig. 113. Schulterblatt. Vorderansicht.

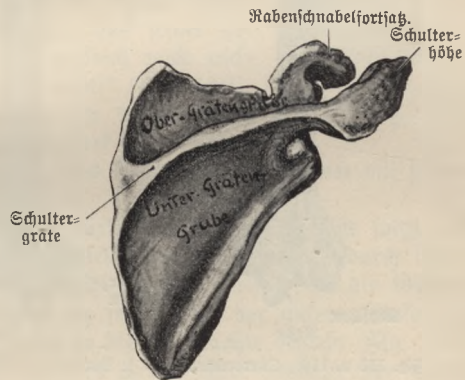


Fig. 114. Schulterblatt. Hinteransicht.

Als alleiniger Vermittler der Verbindung zwischen den Knochen des Stammes und denen der oberen Gliedmaßen ist das Schlüsselbein sehr beweglich, weshalb Brüche desselben nicht so leicht in tadellos genauer Richtung heilen.

Das Schulterblatt ist ein flacher, stellenweise sehr dünner dreieckiger Knochen, ^{Schulterblatt.} der wie ein Schild auf dem Brustkorb liegt. Es reicht von der zweiten bis zur achten Rippe. Man unterscheidet am Schulterblatt eine vordere und eine hintere Fläche, drei Ränder, drei Winkel und zwei Fortsätze (Fig. 113 u. 114).

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

Der untere Schulterblattwinkel ist abgerundet; der obere innere spitzig ausgezogen; der obere äußere aufgetrieben, massiv, mit senkrecht gestellter ovaler Gelenkgrube für das Schultergelenk. Dieser Gelenkteil ist durch eine Furche, den Hals, abgegrenzt.

Die Schultergräte verlängert sich zur Grätenecke oder Schulterhöhe, mit kleiner Gelenkfläche zur straffen Verbindung mit dem Schlüsselbein.

Zwischen der Gelenkfläche für das Schultergelenk und dem Einschnitt des oberen Randes entspringt ein dicker Fortsatz, der Rabenschnabelfortsatz. Derselbe überwölbt das Schultergelenk, und kreuzt sich mit dem Schlüsselbein, nach vorn und außen sich gleich einem halbgebogenen Finger krümmend. Der Rabenschnabelfortsatz ist Ursprungspunkt für wichtige Oberarmmuskeln (kurzer Kopf des 2köpfigen Armmuskels und Rabenarmmuskel).

Das Oberarmbein besteht aus Mittelstück und zwei Endstücken. Das obere Ende, der kugelige überknorpelte Gelenkkopf für das Schultergelenk, heißt der Kopf des Oberarms, einer Einschnürung, dem Hals, aufstehend (Fig. 115 und 116).

Nach vorn und außen befinden sich unterhalb des Kopfes zwei Höcker: der kleinere nach vorn, der größere nach außen stehend; sie setzen sich in zwei raube

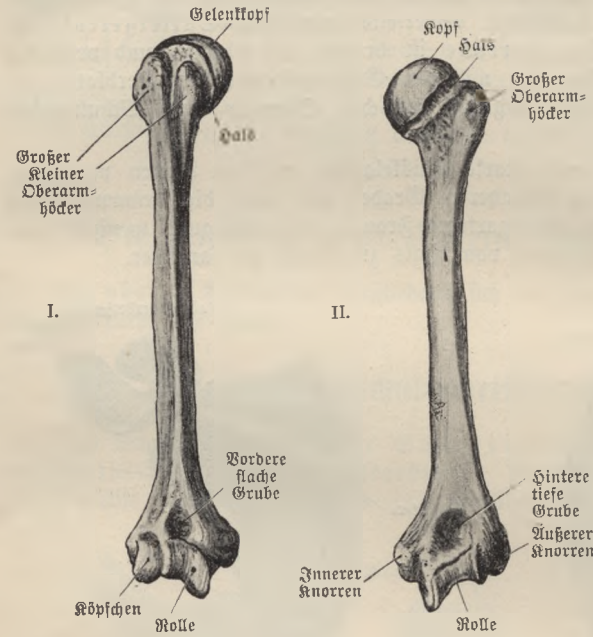


Fig. 115 u. 116. Oberarmknochen. I. Vorder-, II. Hinteransicht.

Leisten zum Muskelansatz fort. Zwischen beiden Höckern eine Furche für die lange Ursprungssehne des zweiköpfigen Armmuskels.

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

a) Die Rolle, ein querer, tief gefurchter Cylinder, der von dem großen Halbmondausschnitt der Elle im Ellbogengelenk umfaßt wird; darüber eine vordere flache und hintere tiefe Grube: in erstere greift bei stärkster Neigung im Ellbogengelenk der Kronenfortsatz der Elle ein, in letztere bei stärkster Streckung der Hakenfortsatz der Elle (s. o. Fig. 10).

b) Das kugelige Köpfchen zur Verbindung mit der Speiche.

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

Zwischen dem inneren Knorren und der Rolle ist eine Furche zur Aufnahme des Ellenbogennerven.

§ 43. Das Schultergelenk.

Es ist das beweglichste Gelenk des Körpers, da dem großen runden Oberarmkopf nur eine flache Gelenkgrube am Schulterblatt entspricht, und die Gelenkkapsel weit und schlaff ist. Durchbohrt wird letztere von der Sehne des langen Kopfes des zweiköpfigen Armmuskels, welche in der Gelenkhöhle selbst vom oberen Rand der Schultergelenkfläche des Schulterblatts entspringt.

Der Oberarm ist allseitig im Schultergelenk beweglich, nur die Bewegung nach aufwärts ist dadurch beschränkt, daß bei seitlich wagerecht nach ausgedehntem Arm der äußere größere Oberarmhöcker an das Schultergewölbe — welches von der Grätenecke des Schulterblatts und dem Schulterende des Schlüsselbeins gebildet wird — anstößt. Die Hebung des Arms aus der Seithehalte zur Hochhehalte vollzieht sich weiterhin dann nicht mehr im Schultergelenk, sondern im Gelenk zwischen Brustbein und Schlüsselbein, so daß die ganze Schulter sich mithebt. Und zwar ist die Hebung der Schulter, oder vielmehr der Schulterhöhe soweit möglich, daß die Schulterhöhe, im mittleren Ruhestand in einer horizontalen etwa mit dem zweiten Brustwirbel liegend, höher als der untere Kinnrand steht. Dabei dreht sich das Schlüsselbein aus seiner gewöhnlichen horizontalen Lage nach auf- und zugleich nach rückwärts, und zwar um einen Winkel von etwa 50° (Fig. 112). Eine von seinem Schulterende gefällte Senkrechte würde durch die Achselhöhle gehen. Das Schulterende markiert sich deutlich durch eine Einsenkung am Schlüsselbeinursprung des Deltamuskels, der hier mit seinem Muskelfleisch in einem starken Wulst beginnt.

Dieser Bewegung des Schlüsselbeins oder vielmehr der Schulterhöhe folgt nun auch das Schulterblatt, und zwar dreht sich dasselbe um eine senkrecht durch seinen oberen äußeren Winkel am Gräteneck gehende Achse in der Weise, daß die Grätenecke nach oben geht, der innere obere Winkel sich senkt, und der untere Winkel sich von der Wirbelsäule weit entfernend, nach außen in die Achselhöhle begiebt (Fig. 117). Bei Figuren mit möglichst senkrecht hochgehobenem Arm springt deshalb der untere Winkel des Schulterblatts im Seitenkontour des von vorn gesehenen Kumpfes unterhalb der Achselhöhle stark vor — so bei Darstellungen des Gekreuzigten mit parallel nach oben angehefteten Armen. — Der Muskel, welcher die Hebung der Schulter als ganzes, sowie zum Teil auch die Drehung des Schulterblattes bewirkt, ist der Trapez- oder Rappenmuskel (s. d.).

In ähnlicher, wenn auch nicht so stark ausgesprochener Weise ändert sich die Stellung der Schulterblätter bei jeder Hebung und Senkung der Schultern überhaupt.

Sind die Schultern gesenkt, so steht der innere Rand der Schulterblätter senkrecht abwärts, parallel der Wirbelsäule; sind die Schultern gehoben, so steht der äußere Schulterblattrand senkrecht, und der innere hat die Richtung von oben innen nach unten außen.

Die gewohnheitsmäßige Mittellage der Schultern ist individuell sehr verschieden. Bei zarten, muskelschwachen und energielosen Individuen läßt die geringe Spannung und Schwäche der die Schultern haltenden und hebenden Muskeln die Schultern herabhängen: „niedere“ Schultern. Umgekehrt bei kräftigen Menschen, mit starker Spannung der Nackenmuskeln, sind die Schultern hochgezogen: „hohe“ Schultern.

Schultergelenk.

Mechanismus des Hochhebens der Arme.



Fig. 117. Drehung des Schulterblatts bei Hochheben des Armes.

Heben und Senken der Schulter.

Sind solche besonders stark ausgesprochen, so braucht man schon die Bezeichnung: „der Kopf steckt zwischen den Schultern (Fig. 118 und 119).

Im ersteren Falle — bei herabhängenden Schultern — erscheint der Hals lang, im letzteren kurz, wenn auch die Halswirbelsäule selbst in beiden Fällen gleich lang ist. Die großen Unterschiede, welche bei kurz- und langhalsigen Personen hinsichtlich der Form des Halses bestehen, sind also nicht bedingt durch Verschiedenheiten in der absoluten Länge der Halswirbelsäule, sondern durch die Art, wie die Schultern getragen werden.

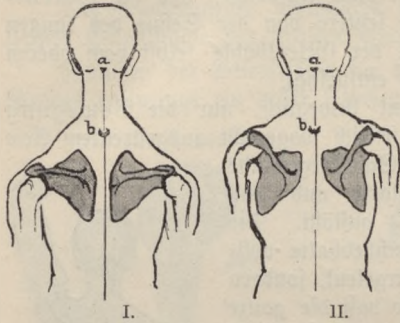


Fig. 118 u. 119. I. Herabhängende Schultern und langer Hals. II. Hochstehende Schultern und kurzer Hals. a Hinterhauptstachel; b Dornfortsatz des 7. Halswirbels. a b Länge der Halswirbelsäule.

Ein kurzer gedrungener Hals besteht also bei kräftiger Hals- und Schultermuskulatur, sowie bei Hochstand des Brustkastens. Bei sackförmiger Brust (s. v.) ist dann gedrungener Hals oft mit Kurzatmigkeit verbunden. Bei langem Hals — Schwanenhals — ist die Hals- und Schultermuskulatur stets schwächlich und schlaff.

Noch auf eins sei aufmerksam gemacht. Der Umstand, daß das Schultergelenk seinen Drehpunkt nicht unmittelbar an der Schulterhöhe hat, sondern unterhalb derselben, während die Armlänge oder vielmehr die Länge des Oberarms gewöhnlich von der Schulterhöhe bis zum Ellenbogen gemessen wird, bewirkt, daß bei solcher Messung der wagerecht erhobene Oberarm um ein Achtel seiner Länge kürzer erscheint, als der herabhängende Oberarm. Beim herabhängenden Arm wird der Abstand der Schulterhöhe vom Gelenkkopf der eigentlichen Armlänge hinzugerechnet (L. da Vinci).

§ 44. Der Vorderarm.

Der Vorderarm.

Zwei Knochen bilden die feste Unterlage des Vorderarms:

Die Elle und die Speiche, erstere an der Kleinfingerseite gelegen, die Speiche an der Daumenseite (Fig. 120).

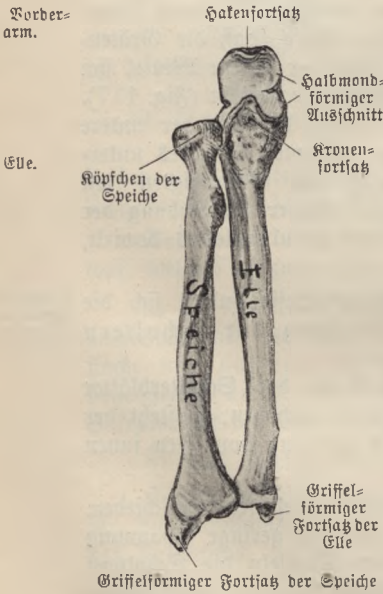


Fig. 120.

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

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

Das untere dünne Ende bildet das Köpfchen mit einer Gelenkfläche zur Verbindung mit der Hand-

wurzel; am hinteren Umfang des Köpfchens der griffelförmige Fortsatz der Elle.

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

Das obere Ende zeigt das runde Köpfchen mit flach ausgehöhlter Gelenkgrube; darunter ein rauher Höcker: Ansatzstelle des zweiköpfigen Armbeugers.

Das dreieckige Mittelstück wendet seine schärfste Kante der Elle zu.

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

Unterschiede von

Unterschiede von Elle und Speiche.

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

Speiche:
unten dick;
Köpfchen am oberen Ende;
liegt im halbmondförmigen Ausschnitt der Elle; —
ragt mit ihrem unteren Ende weiter nach unten als die Elle;
geht die Hauptverbindung mit dem größten Knochen der ersten Handwurzelreihe ein.

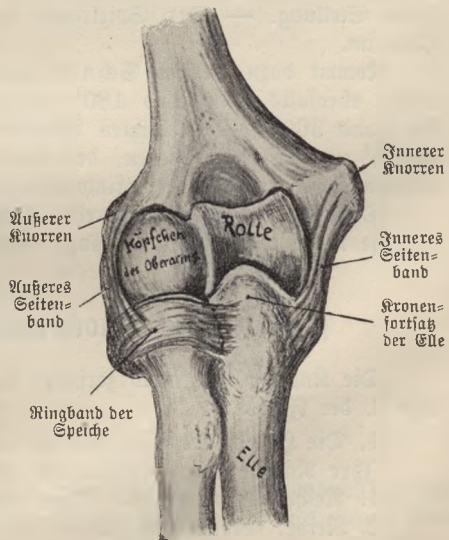
Diese Verschiedenheiten ermöglichen, wie wir unten noch sehen werden, die außerordentliche Beweglichkeit des Unterarms und der Hand.

§ 45. Das Ellbogengelenk.

Das Ellbogengelenk vereinigt in sich drei Knochen: Oberarm, Elle und Speiche, und setzt sich aus drei verschiedenen gelenkigen Verbindungen (im Gegensatz zum Kniegelenk) zusammen (Fig. 121).

1. Gelenk zwischen Elle und Oberarm, nach Art eines quergestellten Scharniers gebaut; mit einer Gelenkkapsel und zwei seitlichen Verstärkungsbändern, die jede seitliche Verbiegung nach der Ellen- wie nach der Speichenseite hindern. Die einzig mögliche Bewegung ist mithin Beugung und Streckung.

Der Umfang der Beugung findet seine Begrenzung durch das Eingreifen des Kronenfortsatzes in die vordere Oberarmgrube, sie ist möglich bis zu einem spitzen Winkel. Der Umfang der Streckung wird bestimmt durch das Eingreifen des Hakenfortsatzes in die hintere Oberarm-



Ellbogengelenk.

Fig. 121. Ellbogengelenke geöffnet.

grube: die Streckung ist dadurch nur bis zu dem Punkte möglich, wo Oberarm und Elle eine einzige gerade Linie bilden. Niemals bilden Ober- und Unterarm einen nach hinten offenen Winkel. Der Gesamtspielraum der Beugung und Streckung beträgt etwa 150° (s. v. Fig. 10).

2. Gelenk zwischen Speiche und Oberarm. Die Speiche steht mit dem vorigen Gelenk nur in sehr lockerer Verbindung, so daß sie zwar der Beuge- und Streckbewegung folgt, aber ganz ungehindert in ihrer Sonderbewegung ist.

Drehung der
Speiche.

3. Gelenk zwischen Elle und Speiche. Durch ein besonderes Ringband ist das Köpfchen der Speiche an die halbmondförmige Grube der Elle festgehalten und dreht sich darin um seine eigene Achse. Da die Speiche kein gerader Knochen ist, sondern gekrümmt, und zwar so, daß ihr unteres Ende nach außen vor der Elle liegt, so bewirkt die Drehung des Knochens um seine Achse, daß das untere Ende einen Kreisbogen beschreibt. Das untere Ende der Speiche biegt sich also, die in ihrer Lage verbleibende Elle kreuzend, und sich über dieselbe lagernd, nach innen von der Elle (Fig. 122). Da die Hand mit ihrer Daumen- oder Vorderseite vorzugsweise mit der Speiche verbunden ist, so folgt die Hand dieser Bewegung, und wird mithin, während bei paralleler Lage von Speiche und Elle die Handfläche, den Daumen außen, nach vorne oder oben sieht, so gedreht, daß nun der Daumen nach innen zu kommt, und der Handrücken nach vorn oder oben sieht. Letztere Bewegung heißt Einwärtswendung des Daumens oder der Hand (Rißhaltung oder Pronation) — dabei ist also die Speiche der Elle übergelagert und kreuzt dieselbe —, während die Rückführung des einwärts gewendeten Daumens nach außen Auswärtswendung des Daumens (Kammhaltung oder Supination) heißt — wobei Speiche und Elle parallel gerichtet, nebeneinander lagern.

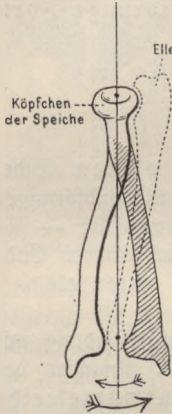


Fig. 122. Drehung der Speiche um die Elle.

Die Bewegung der Aus- und Einwärtswendung der Hand vollzieht sich unabhängig von Beugung und Streckung des Unter- zum Oberarms in jeder hier möglichen Stellung. — Der Spielraum des Daumens beträgt 180° bei feststehendem Oberarm.

Die Bewegung der Aus- und Einwärtswendung der Hand vollzieht sich unabhängig von Beugung und Streckung des Unter- zum Oberarms in jeder hier möglichen Stellung. — Der Spielraum des Daumens beträgt 180° bei feststehendem Oberarm.

Kommt dazu die im Schultergelenk mögliche Drehung des Oberarms — welche ebenfalls annähernd 180° betragen kann — so nähert sich der Drehwinkel der Hand 360° , also 4 rechten Winkeln: d. h. wir können die herabhängende Hand beinahe um sich selbst drehen, den Handteller sowohl auf dem Wege der Auswärtswendung, wie auf dem der Einwärtswendung nach außen kehren.

Diese Vereinigung der Drehungsachse des Oberarms mit der Drehungsachse der Speiche nennt man auch die Längs- oder Konstruktionsachse des Armes.

§ 46. Das Knochengeriüst der Hand. (Fig. 123.)

Knochen der
Hand

Die Knochen der Hand zerfallen in die 1. der Handwurzel, 2. der Mittelhand und 3. der Finger.

Handwurzel.

1. Die Handwurzel besteht aus 8 Knochen, die in zwei Reihen geordnet sind. Ihre Namen sind vom Daumen an gezählt.

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

2. Reihe: Großes und kleines vielseitiges Bein, Kopfbein, Hakenbein; (Fig. 124)

zu merken in dem Verschen:

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

Von den vier Knochen der ersten Reihe helfen nur die drei ersten das Gelenk mit dem Vorderarm (Speiche) bilden. Von den Knochen der zweiten Reihe ist mit

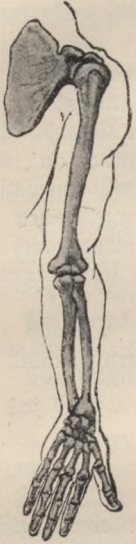


Fig. 123. Schulterblatt, Arm und Handknochen.

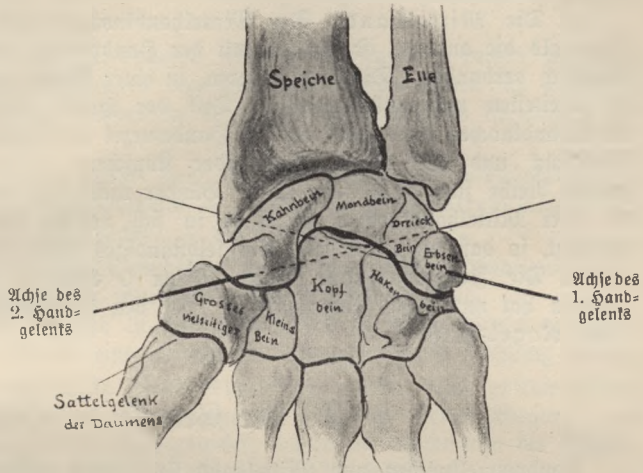


Fig. 124. Die Handwurzel nach der Handfläche zu gerichtet.

dem ersten, dem großen vielseitigen Bein der Daumen, d. h. dessen Mittelhandknochen, durch ein Sattelgelenk verbunden.

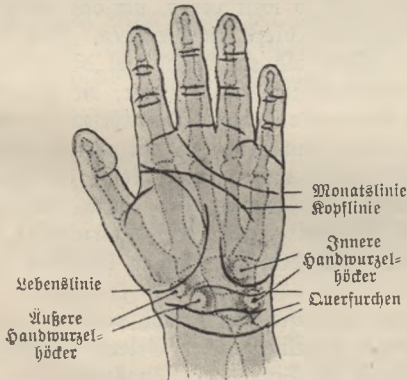


Fig. 125. Handriller mit seinen Furchen.



Fig. 126.

Die Eckknochen beider Reihen springen an der inneren oder Hohlhandfläche als die vier Handwurzelhöcker sichtbar vor, also Kahn- und großes vielseitiges Bein an der Daumenseite, Erbsen- und Hakenbein an der Kleinfingerseite (Fig. 125).

Das Ganze der Handwurzel ist nicht platt, sondern gebogen wie ein Halbring, dessen konvexe Seite nach dem Handrücken, dessen konkave Seite nach dem Handteller gerichtet ist.

Zwischen den Eckknochen oder Handwurzelhöckern ist ein starkes Band ausgespannt, das quere Handwurzelband. Dasselbe hält:

1. die beiden Knochenreihen der Handwurzel in ihrer bogenförmigen Wölbung fest; und ist
2. eine schützende Brücke für die vom Vorderarm zu den Fingern verlaufenden Sehnen. (Fig. 126.)

Mittelhand.

2. Die Mittelhand. Der Mittelhandknochen sind fünf; der des Daumens, kürzer als die andern, ist für sich mit der Handwurzel durch ein Sattelgelenk stark beweglich verbunden. Die vier anderen, in einer Ebene nebeneinander liegend, bilden den breitesten und unbeweglichsten Teil der Hand. Man unterscheidet an jedem Mittelhandknochen das obere an die Handwurzel anstoßende Ende, das prismatische Mittelstück und das untere Ende oder Köpfehen. — Die Handwurzelknochen der zweiten Reihe sind durch feste straffe Bänder nicht nur unter sich, sondern auch mit den drei Mittelhandknochen zu einer in sich nahezu unbeweglichen Knochengruppe vereinigt, so daß die Mittelhand kein selbständiges Glied darstellt.

Finger.

3. Die Fingerglieder. Wir zählen 5 erste, 5 zweite und 4 dritte (der Daumen hat nur zwei) Fingerglieder. An den äußeren Fingergliedern befindet sich je ein Nagelwulst.

§ 47. Die Gelenke der Hand.

Gelenke der Hand.

Handwurzelknochen und Mittelhand sind durch feste Bänder zu einem äußerst starken und widerstandsfähigen Ganzen verbunden (durch Aufschlagen mit der Handwurzel Steine zu zertrümmern ist ein altes Kunststückchen von Jahrmarkts-Athleten), dem gleichwohl nicht eine außerordentlich vielseitige Beweglichkeit fehlt.

Man gruppiert zweckmäßig diese Knochenverbindungen in zwei Handgelenke.

Das erste Handgelenk wird gebildet von der Speiche und der ersten Reihe der Handwurzelknochen. Die Elle reicht nicht so weit herab, um das dreieckige Bein, den dritten Knochen der ersten Handwurzelreihe direkt zu berühren. Das Erbsenbein, der vierte Knochen der ersten Reihe, ist nichts als ein Anhängsel des dritten. Beim ersten Handgelenk stellt die Speiche gewissermaßen die Pfanne, die Handwurzelknochen der ersten Reihe stellen den Gelenkkopf dar. Das Gelenk ist ein Scharniergelenk, dessen Fläche jedoch von einem Rand zum andern gekrümmt ist.

Das zweite Handgelenk, zwischen erster und zweiter Reihe der Handwurzelknochen, ist ebenfalls ein Scharniergelenk. Es zeichnet sich durch eine gebrochene Gelenkfläche aus, derart, daß nach dem Daumen zu die erste Wurzelreihe den Kopf, die zweite die Pfanne bildet, während nach dem Kleinfinger hin dies Verhältnis umgekehrt ist.

Die Achsen dieser beiden Scharniere verlaufen aber nicht parallel, sondern sie kreuzen sich. Die Bewegung in jedem einzelnen dieser Gelenke erzielt also keine einfache Beugung und Streckung der Hand im Sinne der Längsachse von Unterarm und Hand, sondern die Bewegung ist bei beiden Gelenken schräg gerichtet.

Beugung (nach der Handfläche) bloß im ersten Gelenk wendet die Hand zugleich der Speiche zu.

Streckung (nach dem Handrücken) bloß im ersten Gelenk wendet die Hand zugleich nach der Elle zu.

Umgekehrt im zweiten Gelenk: Hier neigt die Beugung zugleich nach der Elle, Streckung zugleich nach der Speiche zu.

Dadurch daß sich diese Bewegungen im gleichen oder im entgegengesetzten Sinne verbinden können, und eine Bewegung bloß im ersten oder zweiten Handgelenk für sich allein nicht stattfindet, vielmehr stets beide Gelenke an der Bewegung teilnehmen, ergeben sich vier Biegungsrichtungen der Hand:

1. Biegung nach der Hohlhand: Beugung in beiden Gelenken. Die gleichseitigen Neigungen nach der Speiche im ersten, nach der Elle im zweiten Handgelenk heben sich gegenseitig auf. — Die Biegung nach der Hohlhand ist möglich bis zu einem Winkel von 65°.

2. Biegung nach dem Handrücken oder Streckung in beiden Gelenken. Die entgegengesetzten Begleitbewegungen von Elle und Speiche heben sich wiederum auf. — Die Biegung nach dem Handrücken oder Streckung der Hand ist möglich bis zu einem Winkel von 60°.

3. Biegung der Hand nach der Speich- oder Daumenseite. Im ersten Gelenk Biegung nach der Hohlhand — Beugung, im zweiten Gelenk entgegengesetzt Biegung nach dem Handrücken — Streckung.

Da Streckung und Beugung sich aufheben, so bleiben die Begleitbewegungen — in beiden Fällen Biegung nach der Speiche — sich verstärkend übrig.

Die Biegung nach der Speiche ist nur möglich bis zu einem Winkel von 20°, da der Griffelfortsatz der Speiche eine weitere Bewegung in dieser Richtung hemmt.

4. Biegung nach der Elle oder Kleinfingerseite. Im ersten Gelenk Biegung nach dem Handrücken — Streckung, im zweiten Gelenk Biegung nach der Handfläche — Beugung, die sich gegenseitig aufheben: bleibt also die Begleitbewegung nach der Elle, bis zu einem Winkel von 30° möglich.

Gehen diese vier Bewegungen in einander über, so macht die Hand eine kreisende Bewegung.

Zur Ausführung dieser Bewegungen dienen vier besondere zu den vier Ecken der Handwurzel gehende Muskeln.*)

Dadurch, daß die beiden Handgelenke stets zusammen bewegt werden, bildet trotz der mannigfaltigen Bewegungen der Übergang von Arm zu Hand niemals eine scharfe Knickung wie bei den anderen Gelenken, sondern stets eine runde Biegung, was der Bewegung der Hand besondere gefällige Anmut verleiht.

*) Nennen wir die Biegung nach der Handfläche = B,
 " " " " " dem Handrücken = S,
 " " " " " der Daumenseite = D,
 " " " " " der Kleinfingerseite = K,
 so bewegt sich: Gelenk I: 1. B + D
 2. S + K
 Gelenk II: 1. B + K
 2. S + D.

Daraus folgt:	Erstes Gelenk:		Zweites Gelenk:	
1.	B + D	vereint mit	B + K.	D und K heben sich auf, bleibt B.
2.	S + K	" "	S + D.	D und K heben sich auf, bleibt S.
3.	B + D	" "	S + D.	B und S heben sich auf, bleibt D.
4.	S + K	" "	B + K.	B und S heben sich auf, bleibt K.

§ 48. Die Fingergelenke.

Finger-
gelenke.Gelenke des
2. bis 5.
Fingers.

1. Gelenke des 2. bis 5. Fingers. Die vier Mittelhandknochen, welche mit ihren oberen Enden an der 2. Handwurzelreihe festliegen, tragen auf ihren Köpfen die vier dreigliedrigen Finger: Zeige-, Mittel-, Ring- und Kleinfinger (Fig. 127).

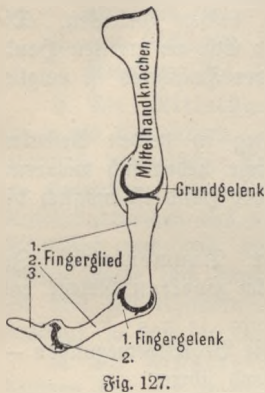


Fig. 127.

Die Gelenke zwischen Mittelhandknochen und erstem Fingerglied nennt man Grundgelenke der Finger. Es sind freie Gelenke mit großer Beweglichkeit nach der Hohlhand hin (Biegung) und geringeren nach den Seiten (Auseinanderspreizen oder Abziehen und Wiederaneinanderlegen der Finger oder Anziehen). Die Streckung im Grundgelenk kann ein wenig über die geradlinige Stellung nach dem Handrücken zu hinausgeführt werden — doch sind je nach Übung und Straffheit der Bänder die individuellen Unterschiede hier nicht unbeträchtlich. Im Mittel beträgt der Gesamtspielraum der Beugung und Streckung in den Grundgelenken über 90°. Durch Verbindung der Beuge- und Streckbewegung mit der Bewegung des An- und Abziehens kann jeder Finger im Grundgelenk eine kreisförmige Bewegung machen.

Die Fingergelenke zwischen jedem 1. und 2., und jedem 2. und 3. Fingerglied sind reine Scharniergelenke, gestatten nur Beugung bis zum rechten Winkel und Streckung bis zum geraden.

Die Fingerglieder sind — vom ersten zum dritten Glied abnehmend — ungleich lang, und hierdurch zum Umfassen von Gegenständen von verschiedenster Größe und Gestalt, also zur Greifthätigkeit, besonders geeignet.

Was die Bänder der Grund- und Fingergelenke betrifft, so sind außer der Gelenkkapsel bei den eigentlichen Fingergelenken — wie bei allen Scharniergelenken — noch starke Seitenbänder vorhanden, welche jede seitliche Ausbiegung verhindern.

Gelenke des
Daumens.

2. Gelenke des Daumens. Das Gelenk zwischen 1. und 2. Daumenglied ist von demselben Bau wie die anderen Fingergelenke. Anders das Grundgelenk des Daumens — zwischen Mittelhandknochen des Daumens und erstem Daumenglied — in welchem nur Beugung und Streckung, noch dazu in geringem Maße, möglich ist, indem die Beugung einen halben rechten Winkel eben erreicht; die Streckung bis zur Geraden geht. Nur bei einzelnen Personen vermag der Daumen in diesem Gelenk nach hinten zu eingeknickt zu werden — Überstreckung —, was dann als absonderliches Kunststückchen gilt.

Sattelgelenk
des Dau-
mens.

Was dem Grundgelenk an Beweglichkeit abgeht wird aber mehr als aufgewogen durch das Gelenk zwischen Mittelhandknochen des Daumens und Handwurzel, ein ausgesprochenes Sattelgelenk. Dieses Sattelgelenk des Daumens giebt dem Bau der Hand das charakteristische Gepräge gegenüber dem Fuße.

Nicht nur, daß hier der Daumen sich zur Hohlhand, ja etwas zum Handrücken hin zu bewegen vermag, daß er ferner zur Reihe der anderen Finger hin an- und wieder abgezogen werden kann: die Befestigung des Mittelhandknochens des Daumens am großen vielseitigen Bein, welches seinerseits aus der Reihe der Handwurzelknochen stark hervorspringt, ermöglicht es dem Daumen, parallel dem Handteller nach dem Kleinfingerrand sich zu bewegen; sich mit seiner Hohlhandfläche der Hohlhandfläche der anderen Finger beliebig gegenüber zu setzen; mit seiner Spitze die Spitzen aller anderen Finger zu berühren. Sind im letzteren Falle die Finger haftenartig ge-

krümmt, so kann der Daumen mit jedem dieser eine Art von Zange darstellen zum Erfassen der mannichfachsten Gegenstände. Diese Bewegungsmöglichkeit des Daumens wird Gegenstellung des Daumens genannt. Dem Großzeh des Fußes geht sie ab. Die Möglichkeit der Gegenstellung ist es, welche in Verbindung mit der besonderen Größe des Daumens die Menschenhand zu einem so vollkommenen Werkzeuge gestaltet. Die Hand der Affen ist zwar ähnlich gebaut: indes ihr schmaler Bau und ihr kurzer Daumen geben der Affenhand vorzugsweise die Eigenschaft eines Kletter- und Greiforgans (Fig. 128 und 129), welches bei weitem an die Vollkommenheit der Menschenhand, das „Werkzeug aller Werkzeuge“, nicht heranreicht. Eine schmale lange Menschenhand nähert sich also dem Affentypus und entspricht nicht dem Ideal einer möglichst vollkommenen Menschenhand, mag auch ein überfeinerer Geschmac schmale Hände namentlich bei der Frau für schön halten.



Die Hand als Werkzeug.

Fig. 128 u. 129. Hand des Gorilla.

Dadurch daß der Mittelhandknochen des fünften, des Kleinfingers, nach der Hohlhand zu etwas beweglich ist, kann in Verbindung mit der Gegenstellung des Daumens der Handteller zu einem kugeligen Hohlraum gewölbt werden. Die Hohlhand wird so zum Schöpfen von Flüssigkeit befähigt (Becher des Diogenes), und vermag in Verbindung mit den gebogenen Fingern eine Kugel von der Größe einer Billardkugel fast vollkommen zu umgreifen.

So ausgerüstet mit einer vielfältigen Beweglichkeit, in Bewegung gesetzt durch zahlreiche Muskeln (27 Knochen zählt das Handskelet, welche durch 40 Muskeln bewegt werden), versehen namentlich an den Fingerenden mit reichlichen Tasterneben, welche die denkbar feinste Abschätzung über Lage, Oberfläche, Gestalt, Beschaffenheit, Temperatur u. s. w. der umgebenden Dinge der Außenwelt gestatten, versehen ferner mit Muskelnerven, welche das feinste Muskelgefühl, und staunenswert genaue Kraft- wie Gewichtabschätzung vermitteln, ist die Menschenhand, zugleich Sinnesorgan wie Arbeitsinstrument, das vollkommenste aller Werkzeuge in der Natur.

Nichts naheliegender als der Gedanke, die Fertigkeit der Hand, welche einer so staunenswerten Ausbildung fähig ist, planmäßig bei der Jugend zu schulen und zu entwickeln. Indes ein Organ, welches im Leben in so unendlich mannigfacher Weise praktisch bethätigt wird, widerstrebt einer jeden rein formalen Gymnastik. Darum laufen die mit langsamem Erfolg fortschreitenden Bemühungen, die Entwicklung der Handfertigkeit in die Erziehungsgegenstände der schulpflichtigen Jugend einzureihen, darauf hinaus, daß die Geschicklichkeit der Hand möglichst an bestimmten praktischen Hantierungen zu entwickeln versucht wird. Schon die Philantropisten — Gutsmuths schrieb eine Anweisung zur Kunst des Drehens, Metallarbeitens und Schleifens als Anhang zu seiner grundlegenden Gymnastik für die Jugend — pflegten solch praktischen Handfertigkeitunterricht. Die neuere Bewegung, von Dänemark (Rittmeister Clauson von Raas 1876) ausgehend, fand in Deutschland ihren Mittelpunkt in dem „Deutschen Verein für Knabenhandarbeit“, und ihren Hauptförderer in dem Abgeordneten von Schenkendorf.

Beim Turnen in Frei- und Gerätübungen kommt die Hand wenig zu ihrem Rechte. Das Gerätturnen in Stütz und Gang entwickelt zwar die Muskelkraft bestimmter Muskeln der Hand, ist aber belanglos für deren feinere Bewegungsfähig-

Handfertigkeitsunterricht.

keit, ja vermag solche sogar zu beeinträchtigen. Die Gelenke der Handwurzel werden namentlich stark in Anspruch genommen beim Fechten, beim Reulenschwingen, sowie beim Stabwinden — bei übertriebener Übung nicht immer zum Vorteil der Gebrauchsfähigkeit der Hand. Einen unverkennbaren Vorzug haben hier die Ballspiele, welche die Greifthätigkeit der Hand zu hoher Vollkommenheit ausbilden.

Knochen und
Gelenke der
unteren
Gliedermaßen.

Knochen und Gelenke der unteren Gliedmaßen.

Die unteren Gliedmaßen gliedern sich in: Beckengürtel, Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß.

§ 49. Der Beckengürtel.

Beckengürtel.

Der Knochenring des Beckens wird gebildet von den beiden Hüftbeinen und dem Kreuzbein (Fig. 130).

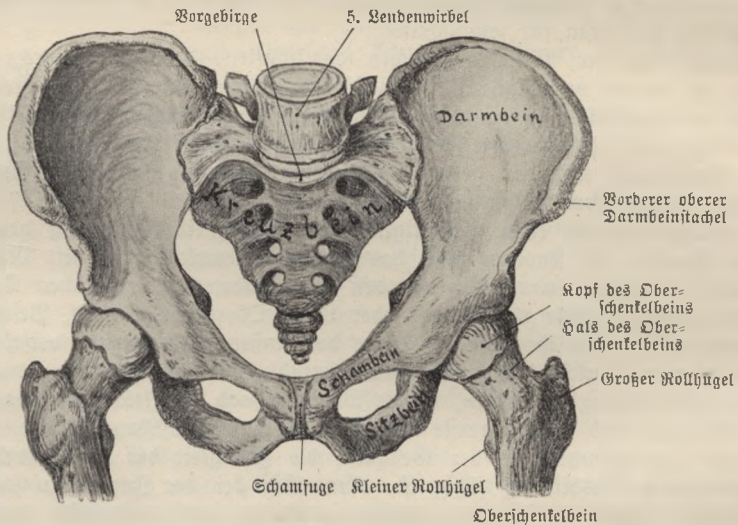


Fig. 130. Das Becken von vorn gesehen.

Becken.

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

Das Hüftbein zerfällt beim Kinde in drei Knochen:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Das Darmbein über | } der Gelenkpfanne des Hüftgelenkes. |
| 2. Das Sitzbein unter | |
| 3. Das Schambein nach innen von | |

Beim Erwachsenen schmelzen die drei Teile des Beckens zu einem Knochen zusammen (Fig. 131).

Darmbein.

a) Das Darmbein. Der dickste Teil des Knochens, der Körper, nimmt an der Bildung der Pfanne für den Kopf des Oberschenkels teil, und bildet den oberen Teil der Pfanne. Darüber erhebt sich die dünnere Platte oder Darmbeinschaukel

mit einer äußeren und einer inneren Fläche. Die innere Fläche wird durch einen von hinten und oben schräg nach unten und vorn gehenden Vorsprung, der sich als innere Bogenlinie auf das Schambein hin fortsetzt, in eine kleine untere (Seitenwand des kleinen Beckens) und größere obere (Seitenwand des großen Beckens) Abteilung geteilt. Die größere obere Abteilung ist vorn am Schaufelstück konkav ausgehöhlt und glatt — Darmbeingrube —, nach hinten rauh mit einer ohrmuschelförmig gestalteten überknorpelten Fläche zur festen Verbindung (Knorpelfuge) mit der entsprechenden Fläche des Kreuzbeins.

Der Begrenzungsrand des Darmbeins zerfällt in folgende Abschnitte:

1. Der obere Rand oder Kamm des Beckens, in der seitlichen Bauchgegend als untere Grenze der Bauchweiche gut durchföhlbar, manchmal auch sichtbar, breit, abgerundet, mit äußerer, mittlerer und innerer Leize zum Anfaß für die drei breiten Bauchmuskeln.

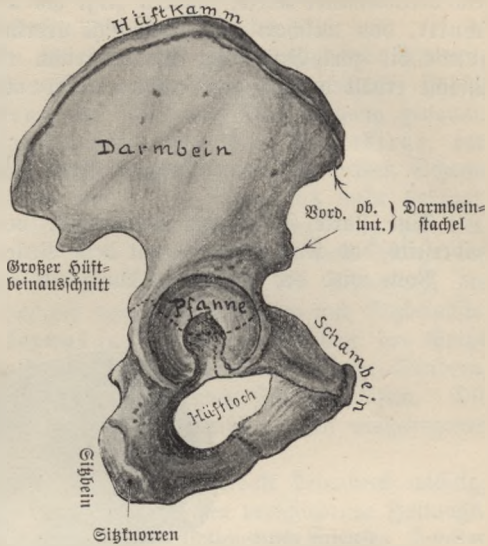


Fig. 131. Seitenansicht des Beckens.

2. Der vordere Rand | jeder derselben mit halbmondförmigem Ausschnitt,
 3. Der hintere Rand | dessen Ecken als oberer und unterer Stachel bezeichnet werden.

Der vordere obere Darmbeinstachel, gut durchföhlbar, und an nicht allzu fettreichen Leibern auch unter der Haut erkenntlich, ist als Messpunkt für die Feststellung verschiedener Körperverhältnisse wichtig. Namentlich läßt die Lage der beiden oberen Darmbeinstacheln leicht erkennen, ob das Becken wagerecht steht, oder seitlich schief gerichtet ist. — Dem vorderen oberen Darmbeinstachel als Anfaßpunkt für Muskel und Bänder werden wir später noch begegnen.

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

b) Das Sitzbein. Das Sitzbein hat einen ab- und einen aufsteigenden Ast und einen Körper. Der Körper bildet die untere Wand der Hüftgelenkspfanne; der hintere Rand des Körpers bildet den unteren Teil des großen Hüftbeinausschnittes und endet im Sitzbeinstachel.

Sitzbein.

Der absteigende Ast endet im dicken und rauhen Sitzknorren.

c) Das Schambein. Der Körper des Schambeins bildet die innere Wand der Pfanne. Der horizontale Ast geht nach vorn und innen, und ist mit einem scharfen, nach innen am Schambeinhöcker endenden Kamm (Schambeinkamm) versehen: Fortsetzung der inneren Bogenlinie des Darmbeins.

Schambein.

Der absteigende Ast vereinigt sich mit dem aufsteigenden Sitzbeinast nach hinten; nach innen aber mit dem gleichnamigen Knochen der anderen Seite zur festen Verbindung in der Mittellinie des Körpers gelegenen Schamfuge (die Symphyse).

Scham- und Sitzbein umgeben das unten und hinten von der Pfanne gelegene Hüftloch.

Die kugelig ausgehöhlte Hüftgelenkgrube oder Pfanne wird also von den drei Stücken des Hüftbeines gemeinsam gebildet. Die rauhe Umgrenzung der Pfanne ist kein vollkommener Kreis, sondern zeigt am unteren und inneren Umfang einen Auschnitt, von welchem aus eine nicht überknorpelte vertiefte Stelle, die Pfannen-grube bis zum Grund der Pfanne reicht. Die überknorpelte Gelenkfläche der Pfanne erhält dadurch eine halbmondförmige Gestalt.

§ 50. Fugen und Bänder am Becken.

Fugen und Bänder des Beckens.

Eine starke Fuge oder Knorpelhaut verbindet in der Kreuz=Darmbeinfuge beiderseits das Kreuzbein fest mit dem Becken.

Vorn wird der Beckenring durch die Schamfuge geschlossen.

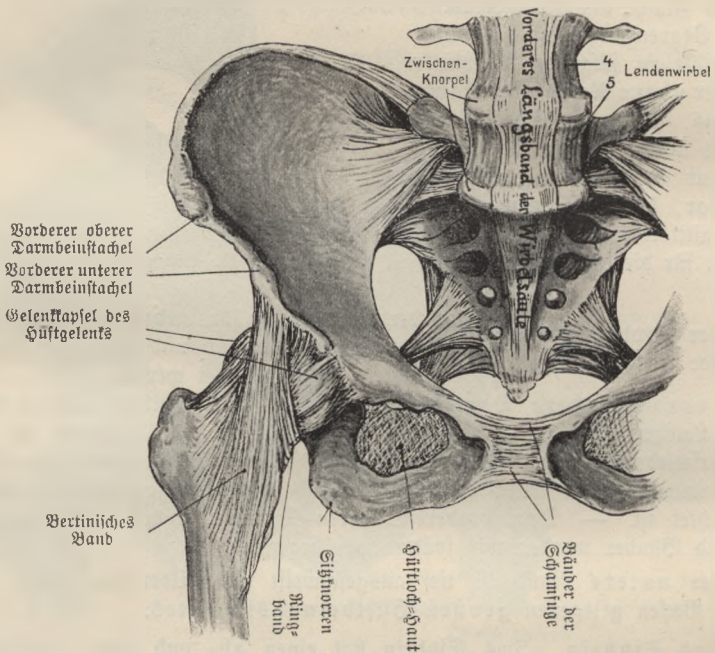


Fig. 132. Bänder des Beckens und des Hüftgelenks.

Feste Bänder verstärken den Zusammenhalt dieser Fugen.

Bänder, welche vom Kreuzbein zum Sitzknorren und zum Sitzbeinstachel ziehen, verwandeln die hinteren Hüftbeinausschnitte in Löcher. Diese starken Bänder helfen den Boden des kleinen Beckens bilden und sind zugleich Ansatzstellen für Muskeln (Fig. 132).

§ 51. Das Becken als Ganzes.

Das Becken als Ganzes

Setzt man ein ausgelöstes knöchernes Becken auf die drei Punkte: rechter und linker Sitzknorren und Steißbeinspitze, so hat es in der That Ähnlichkeit mit einem Wasserbecken, dessen Wand vorn und hinten so ausgebrochen ist, daß nur zwei Seiten-

stücke — die Darmbeinschaukeln — stehen geblieben sind. Die vordere große Lücke wird von den Bauchdecken, die hintere kleinere von den letzten Lendenwirbeln geschlossen.

Das Becken teilt man ein in das große und kleine Becken.

Das große Becken ist gewissermaßen nur die breite Umrandung des kleineren.

Das kleine Becken bildet eine nach unten kegelförmig sich verengende Höhle. Der obere Eingang des kleinen Beckens oder schlechtweg Beckeneingang genannt, wird gebildet vom obern Rand der Kreuzbeinbasis, oder dem Vorgebirge, der Bogenlinie der beiden Darmbeine und dem Schambeinkamm der beiden Schambeine. Beim männlichen Becken, wo das Vorgebirge des Kreuzbeins mehr vorragt, ist diese Grenzlinie des Eingangs zum kleinen Becken etwas herzförmig gestaltet, beim weiblichen Becken oval. Die hintere Wand des kleinen Beckens bilden die vordere Kreuzbein- und Steißbeinfläche, die vordere Wand die Schamfuge, die Seitenwände die das rechte und linke Hüftloch umgebenden Scham- und Sitzbeinäste.

Kleines
Becken.

Die untere Öffnung oder der Beckenausgang wird gebildet von der Spitze des Steißbeins, den Kreuzbein-Sitzknorren-Bändern und Kreuzbein-Sitzstachel-Bändern, den Sitzknorren, den aufsteigenden Sitzbein-, den absteigenden Schambeinästen. Die Gestalt des Beckenausgangs ist herzförmig, wobei das Steißbein den eingebogenen Rand des Herzens darstellt.

Zur Feststellung der Beckenweite (diese für den Geburtsakt besonders wichtig) sowie der Beckenneigung, welche letztere, wie wir sahen, bei den verschiedenen Haltungsarten verschieden sein kann, dienen Verbindungslinien zwischen bestimmten Punkten des Beckens.

Die wichtigste dieser Linien ist der gerade Beckendurchmesser: Verbindung der Mitte des Vorgebirges mit dem oberen Rand der Schamfuge. Derselbe wird rechtwinklig gekreuzt vom queren Durchmesser, welcher die entferntesten Punkte des Beckeneingangs mit einander verbindet.

Der Winkel, welchen der gerade Beckendurchmesser mit dem Horizont bildet, giebt die Beckenneigung an. Im Mittel beträgt derselbe 60° — 65° .

§ 52. Geschlechtsunterschiede des Beckens.

Das Becken bildet in seinem Bau das beständigste und unanfechtbarste geschlechtliche Merkmal des menschlichen Skeletts, und bedingt einen Unterschied, der kaum noch verborgen werden kann: Frauenzimmer in männlicher Tracht, z. B. auf der Bühne, werden leicht an der Breite des Beckens (Ausbiegung der Hüften) als solche erkannt.

Geschlechts-
unterschiede
im Bau des
Beckens.



Fig. 133. Seitenansicht des Beckens vom Menschen.



Fig. 134. Seitenansicht des Beckens vom Gorilla.



Fig. 135. Seitenansicht des Beckens vom Gibbon (nach Huxley).

Beim Tiere stehen die schmalen Darmbeine senkrecht. Auch das Becken der höheren Affen ist steil gerichtet (Fig. 133—135). Es ist eine Folge des aufrechten Ganges der Menschen, daß sich die Darmbeine nach außen richten, und eine Stütze für die Baucheingeweide bilden. Dazu kommt beim Weibe noch die Notwendigkeit,

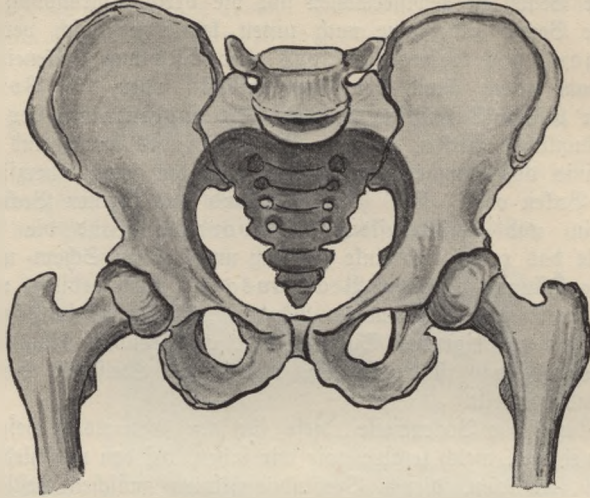


Fig. 136. Männliches Becken.

der Leibesfrucht einen sicheren Halt zu bieten, was besondere Unterschiede im Bau des männlichen und weiblichen Beckens bedingt. Das männliche Becken ist mehr eng und hoch; das weibliche Becken weit und kurz; dadurch stehen beim Weibe die Pfannen der Hüftgelenke sowie die Sitzknorren weiter auseinander — letzteres für

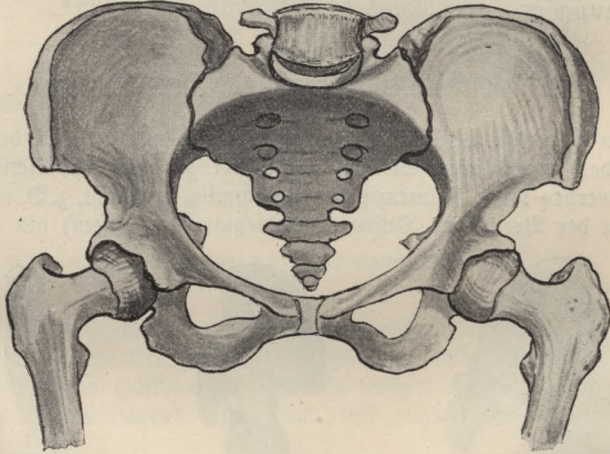


Fig. 137. Weibliches Becken.

die richtige Form des Sattels beim Fahrrad für Mädchen wichtig —, und müssen die Oberschenkel, wenn die Unterschenkel parallel dicht nebeneinander stehen sollen, mehr nach innen geneigt sein, konvergieren. Beim Mann ist der Eingang zum kleinen Becken mehr herzförmig, beim Weibe breitoval (Fig. 136 und 137).

Nicht bei allen Menschenrassen sind die Geschlechtsunterschiede im Bau des Beckens gleich ausgeprägt. Im allgemeinen um so weniger, je niedrig stehender die betreffende Rasse. Bei den central-afrikanischen Völkern, ebenso bei den Frauen der Araber sind die Weiber in der Rückenansicht wenig von den Männern zu unterscheiden — etwaigen Unterschied in der Kopfbehaarung natürlich außer Acht gelassen. Am meisten ausgesprochen ist die rundliche Fülle der Hüften bei der Europäerin, auch abgesehen davon, daß die Modetrachten hier die Hüftbreite noch zu übertreiben suchen (Norset).

Bemerkenswert ist, daß die weiblichen Figuren antiker Bildwerke meist ein ziemlich enges Becken zeigen. Vergleicht man entsprechende antike und neuzeitliche Bildwerke mit einander, so fällt gleich auf, daß bei letzteren die Hüften der im Alter der Reife dargestellten Weiber weit ausladender gebildet sind. Ob dies thatsächlich darauf hinweist, daß die Europäerin der Neuzeit breithüftiger ist als die Griechinnen zur Zeit eines Phidias und Praxiteles waren, mag dahingestellt sein.

§ 53. Das Oberschenkelbein.

Das Oberschenkelbein ist der größte und schwerste Knochen des Körpers. Es zerfällt in Mittelstück, oberes und unteres Ende (Fig. 138 und 139).

Das Mittelstück ist etwas nach vorn gekrümmt, auf dem Durchschnitt dreieckig gestaltet. Die hintere Kante ist besonders als rauhe Linie ausgesprochen.

Das obere Ende trägt den runden Oberschenkelkopf. Die Form des Kopfes beträgt $\frac{2}{3}$ einer Kugeloberfläche. Auf seiner Kruppe zeigt der Kopf eine kleine rauhe Grube: Ansatze des runden Gelenkbandes im Innern des Hüftgelenks. An den Kopf schließt sich der lange Hals. Hals und Kopf stehen in stumpfem Winkel zum Mittelstück. Am Übergang vom Hals zum Mittelstück stehen zwei Höcker: die Kollhügel. Der große Kollhügel nach außen, als starker, am Körper sehr gut durchfühlbarer, auch im äußeren Umriß sich deutlich ausprägender Knochenvorsprung; nach innen und tiefer liegt der kleine Kollhügel. Die Kollhügel sind die Hebelarme für die Drehmuskeln des Schenkels. Nach vorn und hinten sind die Kollhügel durch vorspringende Knochenleisten verbunden, namentlich stark ausgesprochen ist diese Leiste nach hinten, wo sie eine tiefe Grube, die hintere Kollhügelgrube bildet.

Das untere Ende des Oberschenkelbeins trägt die beiden Gelenkknorren: innere und äußere. Nach vorn sind dieselben durch eine überknorpelte Stelle verbunden: hier gleitet die Kniescheibe mit ihrer überknorpelten hinteren Fläche auf und nieder. Nach hinten liegt zwischen den Knorren die tiefe (nicht überknorpelte) Kniekehlegrube.

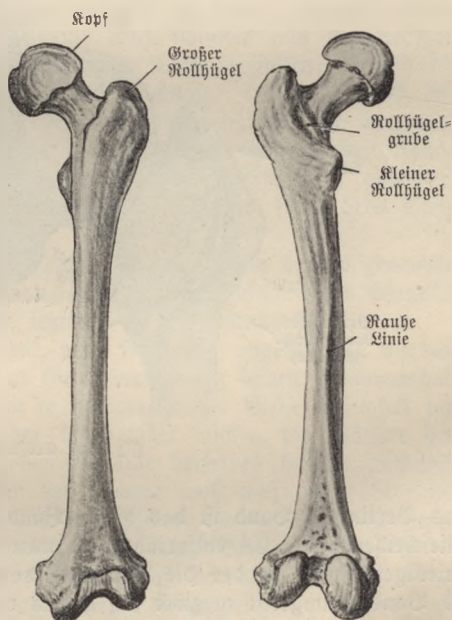


Fig. 138 u. 139. Oberschenkelknochen: Vorder- und Hinteransicht.

§ 54. Das Hüftgelenk.

Hüftgelenk.

Das Hüftgelenk ist neben dem Kniegelenk das stärkste und festeste Gelenk des Körpers, und von ähnlichem Bau wie die Kuglgelenke der Mechanik. Der Kopf des Oberschenkels stellt $\frac{2}{3}$ einer Kugeloberfläche dar, die Pfanne eine Halbkugel von entsprechender Größe (s. Fig. 8). Die knöcherne Pfanne wird aber dadurch vertieft, daß rings an ihre Peripherie ein Ring von Faserknorpel angeheftet ist, so daß also der Kopf bis über seinen größten Umfang von der Pfanne umfaßt wird. Der Knorpelring überbrückt den Einschnitt am untern und inneren Pfannenrand, so daß hier ein Loch entsteht, welches den Durchtritt ernährenden Gefäße in die Pfannenhöhle gestattet (Fig. 140).

Vertinisches
Band.

Das Hüftgelenk ist umgeben von einer starken Gelenkkapsel. Dieselbe wird durch ein ungemein festes und dickes Verstärkungsband, das Darmbeinschenkelband oder das Vertinische Band an ihrer vorderen Seite verstärkt (s. Fig. 132o.).

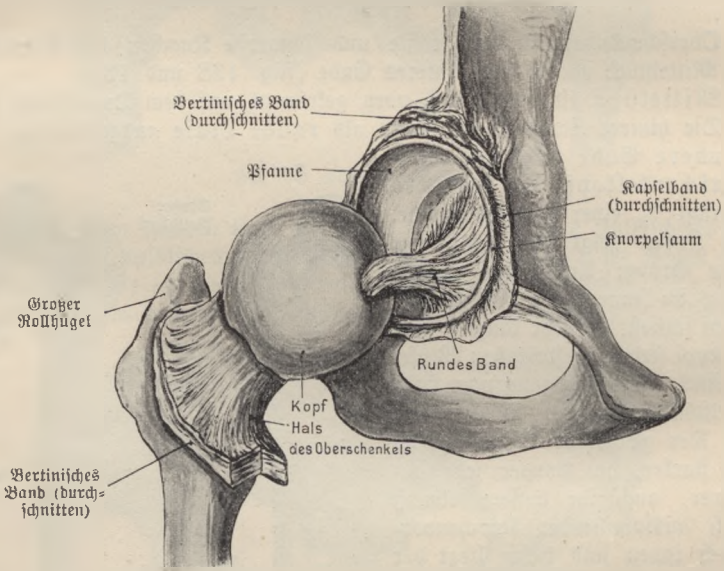


Fig. 140. Geöffnetes Hüftgelenk.

Das Vertinische Band ist das dickste Band des Körpers, dicker als Achillessehne und Kniesehnenband. Es entspringt vom untern vorderen Darmbeinstachel, und geht in dreieckiger Form zu der die Rollhügel vorne verbindenden Knochenleiste. Ein Teil des Bandes umgreift in zwei sich hinten vereinigenden Schenkeln den Hals des Oberschenkels wie eine umgelegte Schlinge (Webersches Ringband).

Das Vertinische Band hat für die aufrechte Stellung und den aufrechten Gang des Menschen besondere Wichtigkeit. Ohne daß es Beugung oder Drehung im Hüftgelenk hemmt, beschränkt es die Streckung in demselben und verhindert das Hintertüppchen des Rumpfes.

Beim Rumpfbiegen vorwärts beugt sich thatsächlich der Rumpf als Ganzes im Hüftgelenk zu den feststehenden, im Knie stark gestreckten — „durchgedrückten“ —

Beinen. Dazu kommt, wenn die Beugung so weit gehen soll, daß mit den Fingerspitzen die Füße berührt werden, noch Beugung des Kopfes, sowie der Hals- und der Lendenwirbelsäule (Fig. 141). Beim Rumpfbeugen rückwärts sind es dagegen nur Kopf und Wirbelsäule, die eine Biegung erfahren, während das Becken durch die gespannten Bertinischen Bänder gehindert wird, sich zwischen den Schenkeln nach hinten zu drehen. Der Rumpf hängt gewissermaßen an den Bertinischen oder Darmbeinschenkelbändern, und wird durch dieselben gehindert, nach rückwärts umzukippen (Fig. 142).

Ungezwungen wird dieser Vorteil, wie bereits früher gezeigt, beim bequemen Stehen, der „bequemen Haltung“ ausgenützt. Auch hier hängt oder balanciert das Gewicht des Rumpfes am Bertinischen Bande, so daß besondere Muskelthätigkeit zum Halten des Rumpfes entbehrt werden kann. —

Bekanntlich giebt es Menschen, bei welchen die Gelenkbänder teils durch Naturanlage, teils durch unablässige entsprechende Übung in früher Kindheit außergewöhnlich dehnbar werden. Ein bekanntes Kunststück solcher „Schlangemenschen“ besteht darin, den Rumpf derart zurückzubringen, daß der Kopf von hinten her zwischen die Beine gebracht werden kann. Hier ist denn auch das Bertinische Band weit schlaffer und nachgiebiger, als gewöhnlich. Aber auch abgesehen von derartigen Ausnahmefällen, so sind die Unterschiede in der Straffheit der Bänder nicht unbedeutend. Übungen, z. B. wie das Stabwinden, werden dem einen Turner leicht, dem andern gelingen sie nur unter schmerzhafter Anstrengung. Im letzteren Falle ist der Nutzen solcher Übungen mindestens fragwürdig. In gleicher Weise macht sich die größere oder geringere Straffheit der Bänder am Handgelenk bemerkbar beim Hiebfechten, sowie beim Stoßfechten. —

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

Wie geht es nun zu, daß das Hüftgelenk, ohne frühzeitig abgenützt zu werden, oder durch Heraustreten des Kopfes aus der Gelenkverbindung seinen Zusammenhalt zu verlieren, trotz stetiger Körperbelastung in so hervorragender Weise Festigkeit mit Gelenkigkeit verbindet? Beim Kniegelenk der Mechaniker müssen die Ränder des Gelenklagers die Kugel des Gelenkes über den Äquator derselben hinaus umfassen, d. h. die Vertiefung des Gelenklagers oder der Pfanne muß mehr als 180° betragen, sonst fällt die Gelenkkugel einfach aus der Pfanne heraus. Die knöcherne Pfanne des menschlichen Beckens hat aber nicht einmal eine Vertiefung von 180° ; erst der Fasernorpelring vertieft die Pfanne derart, daß der Kopf mit $\frac{2}{3}$ seiner Kugeloberfläche umfaßt wird. An sich ist aber dieser Knorpelring zu schwach, um den Kopf dauernd im Gelenk zurück zu behalten. Das Gewicht des Beines — etwa 10 Kilogramm beim Erwachsenen — würde ihn bald abnutzen. Auch der Bandapparat ist es nicht, der den Kopf festhält, denn man kann an der Leiche die Gelenkkapsel rundum durchschneiden, ohne daß der Kopf aus dem Gelenk herausfällt. Mit-hin ist noch eine andere zusammenhaltende Kraft vorhanden: und das ist der äußere Luftdruck.

Man denke sich einen Hohlzylinder, der oben kuppelförmig geschlossen ist. In



Fig. 141.

Fig. 142.

Schlaffheit
der Bänder.Rundes
Band.Wirkung des
äußeren Luft-
drucks auf das
Hüftgelenk.

diesen sei unten ein Kolben mit kugelförmigem Kopf (Fig. 143) eingeführt, der ganz genau in den Cylinder paßt, so daß sein Äquator rundum luftdicht abschließt. Pumpt man nun durch eine Öffnung in der Kuppel mittels einer an dem Rohr a angebrachten Luftpumpe die Luft im Cylinder über dem Kopfe aus, so steigt letzterer in die Höhe und füllt schließlich die Kuppel luftdicht aus. Dreht man nun den Hahn b zu, so daß die Luft dauernd abgeschlossen bleibt, so beharrt der Kopf in der Kugel, auch wenn man den Cylinder bis zum Äquator der Kugel entfernt. Befände sich an dem abgeschnittenen cylinderrande ein Gummiring, so würde sich dieser, in Folge des äußeren Luftdruckes, rundum wie ein Ventil an den Kopf legen — entsprechend dem Ring von Fasernorpel am Hüftgelenk.

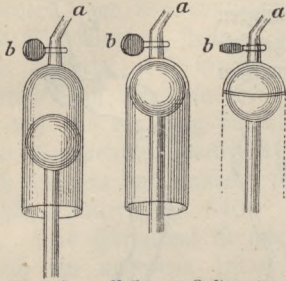


Fig. 143. a Rohr zur Luftpumpe.
b Hahn.

Öffnet man jetzt den Hahn oder — um die Verhältnisse auf das Hüftgelenk zu übertragen — bohrt die Pfanne an, so daß Luft zwischen Kopf und Pfanne eintritt, so wird der Kopf und damit der ganze Schenkel nur noch vom Fasernorpelring getragen, und fällt hinaus, sobald der Ring durchschnitten wird, oder zu schwach ist, um dauernd dies Gewicht zu tragen. Bringt man den Schenkel zurück, den Kopf wieder in seine Lage, und hält dann das Bohrloch zu, so daß luftdichter Verschluss wieder vorhanden ist, so bleibt der Kopf im Gelenk; öffnet man neuerdings, so stürzt er wieder hinaus.

„Das schwebende Bein, so heißt es in dem klassischen Werke der Gebrüder Weber: „Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge“ (1836), hängt also am Kumpfe, bloß gehalten und getragen durch den Druck der atmosphärischen Luft, und kann nur herabfallen, wenn dieser Druck vermindert oder der luftdichte Verschluss zwischen Schenkelkopf und Beckenpfanne aufgehoben wird.“

Nach der Berechnung der Gebrüder Weber übertrifft aber die Größe der Kraft, mit welcher der Luftdruck auf das Hüftgelenk wirkt, um ein geringes das Gewicht des Beines, hält mithin dem Gewicht des Schenkels im Pfannengelenk vollkommen das Gleichgewicht. Der Schenkel kann dadurch bei seinen Bewegungen wie ein Pendel ohne Reibung schwingen.

Auf die entsprechende Theorie des menschlichen Ganges, wonach die Bewegungen des Schenkels beim Gehen den Gesetzen der Pendelschwingungen folgen, werden wir später zurückkommen.

§ 55. Bewegungen im Hüftgelenk.

Bewegungen
im Hüft-
gelenk.

Da das Hüftgelenk ein freies Gelenk, wie das Schultergelenk, so ist auch seine Beweglichkeit eine allseitige.

Für die turnerische Betrachtung sind einzelne Hauptbewegungen hervorzuheben:

Beugen und
Strecken im
Hüftgelenk.

A) Beugen und Strecken um eine quere für beide Gelenke übereinstimmende Achse. Es ist dies die wichtigste Bewegung, welche für das Stehen, Gehen, Steigen, Laufen, Springen usw. am meisten in Betracht kommt. Dabei ist zu unterscheiden:

1. Der Kumpf behält seine Stellung und die Schenkel werden gegen den Kumpf gebeugt (turnerisch: „Beinheben“) oder gestreckt („Beinensenken“).

2. Die Beine stehen unbeweglich fest und der Kumpf wird gegen den Schenkel gebeugt oder gestreckt („Kumpfbeugen vorwärts und rückwärts“).

3. Sowohl Rumpf wie Beine werden gegeneinander bewegt (z. B. beim Sprung) (Fig. 144—146).

Die Querachse, welche durch beide Hüftgelenke gelegt ist, tritt am oberen Rand des großen Rollhügels heraus und giebt zugleich die größte Hüftbreite an. Dieser



Fig. 144—146. I Beugung des Schenkels gegen den Rumpf. II Beugung des Rumpfes gegen den Schenkel. III Beugung des Rumpfes und des Schenkels gleichzeitig.

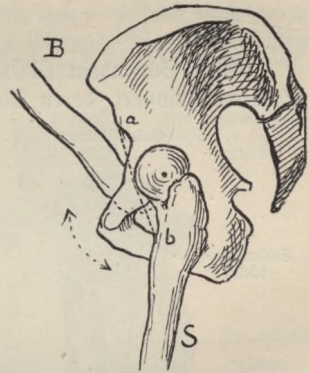
Punkt — oberer Rand des großen Rollhügels — behält daher beim Strecken und Beugen seine Lage zum Becken unverändert bei. Er liegt in einer Linie, welche vom oberen vorderen Darmbeinstachel zum Sitzknorren gezogen wird.

Der Spielraum der Bewegung des Beugens und Streckens beträgt $1\frac{1}{2} R = 135^\circ$ (Fig. 147).

Gänzlich kann dieser Spielraum nur ausgenützt werden, wenn der Beugung in der Hüfte sich die Beugung im Knie zugesellt: das gestreckte Bein kann höchstens bis zu einem rechten Winkel, also zur Wagrechthaltung gehoben werden. Die an der Rückseite des Oberschenkels gelegenen, vom Sitzknorren zum Unterschenkel gehenden Beugemuskeln des Knies verhindern durch ihre Spannung ein weiteres Beugen oder Heben des Schenkels. Erst wenn durch Beugung im Knie diese Muskeln entspannt sind, kann der Schenkel soweit gebeugt oder gehoben werden, daß die Fläche des Schenkels den Unterleib berührt.

Die Streckung des Schenkels („Rückwärtsbeugen des Beins“) oder des Rumpfes („Rückwärtsbeugen des Rumpfes“) wird begrenzt durch das sich spannende Bertinische Band. Deswegen kann auch bei aufgerichtetem Rumpfe das Bein rückwärts nur wenig gehoben werden — höchstens bis zu 30° . — Soll die Hebung weiter gehen, bis zur Horizontalen etwa, so folgt der ganze Rumpf dem Zuge des Bertinischen Bandes, und beugt sich nach vorwärts, so daß Rumpf und rückwärts gehobenes Bein gewissermaßen ein starres Ganze bilden, welches um eine in der Mitte, im Hüftgelenk gelegene Achse, sich dreht (s. v. Fig. 57).

B) An- und Abziehen des Schenkels (turnerisch: „Bein seitwärts heben und senken“ und „kreuzen“). Der Spielraum dieser Bewegung ist nahezu ein rechter Winkel = 90° . In der aufrechten gestreckten Stellung kann nur das Abziehen



Beugung.

Fig. 147. B Beugung. S Streckung im Hüftgelenk; ab Richtung des Bertinischen Bandes.

An- und Abziehen.

(Bein seitwärts heben) bis zum halben rechten Winkel ausgeführt werden. Nicht jedoch das Anziehen, wobei das bewegte Bein am Standbein zum Kreuzen der Beine vorüber bewegt wird. Im Stand kann so nur die eine Kniescheibe über die andere gebracht werden, so daß die Unterschenkel allein sich kreuzen (Fig. 148). Erst in der halbgebeugten Stellung des Sitzens können auch die Oberschenkel übereinander gebracht werden und sich kreuzen.



Fig. 148.

Bei feststehendem Bein kann auch umgekehrt das Becken und mit ihm der Kumpf gegen den Schenkel an- und abgezogen werden („seitwärts Kumpfbeugen“).

C. Die Rollbewegung des Beins („auswärts- und einwärtsdrehen“) um die vom Drehpunkt des Gelenks im Innern des Beins verlaufende Achse. Der Umfang auch dieser Bewegung — er beträgt nahezu einen rechten Winkel — kann ganz nur in Halbbeugung des Schenkel ausgenutzt werden.

Bei fixiertem Bein kann umgekehrt das Becken um dieselbe Achse eine Rollbewegung ausführen.

Roll-
bewegung.

§ 56. Knochen des Unterschenkels.

Die langen Knochen des Unterschenkels sind das Schienbein und das Wadenbein, dazu kommt noch die Kniescheibe.

Knochen
des Unter-
schenkels.

1. Das Schienbein.

Schienbein.

Das Schienbein (Tibia oder Flötenbein, da der Knochen an die Form einer Schalmei erinnert, deren Mundstück der Knöchel ist) ist der weitaus stärkere der beiden langen Unterschenkelknochen, an Dichte und Gewicht das Wadenbein um das vierfache übertreffend.

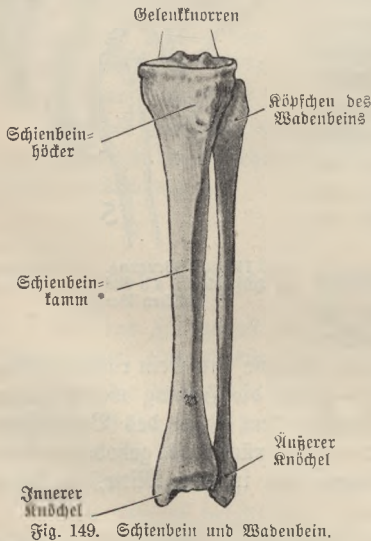


Fig. 149. Schienbein und Wadenbein.

Das Mittelstück ist eine dreikantige Säule. vorn befindet sich der scharfe Schienbeinkamm, durch die hier dünne und gespannte Haut, weil unbedeckt von Muskelfleisch — Verletzungen und Geschwüre heilen hier besonders schwer zu — gut fühlbar und sichtbar. Am Beginn des Kammes ist oben ein rauher Höcker: Ansatz der Sehne des großen vierköpfigen Schenkelstreckers. An der hinteren Fläche die schief von außen und oben nach unten und innen verlaufende Kniekehllinie.

Das dicke überknorpelte obere Ende zeigt die beiden seitlich vorspringenden Gelenkknorren, in der Mitte getrennt durch eine rauhe Leiste, an welche sich die im Kniegelenk liegenden Kreuzbänder heften. An der äußeren Seite, nach hinten zu ist eine kleine Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Wadenbein.

Am unteren Ende ist eine viereckig gestaltete Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Sprungbein, die nach innen auf einen kurzen starken Fortsatz, den innern Knöchel übergeht (Fig. 149).

2. Das Wadenbein.

Ähnlich wie am Unterarm die Speiche, ist auch beim Unterschenkel das Wadenbein zwar gleich lang wie sein Nebenknochen, jedoch tiefer gestellt. Das obere Endstück reicht daher nicht an den Oberschenkelknochen heran, und nimmt an der Bildung des Kniegelenks nicht teil. Es endet mit dem Köpfchen, welches an den äußeren Gelenkknorren des Schienbeins sich anlegt. Das Mittelstück ist vierkantig, die vordere Kante besonders scharf. Das untere Endstück bildet den äußeren Knöchel, der nach innen (ebenso wie der innere Knöchel) überknorpelt ist, zur gelenktigen Verbindung mit dem Sprunggelenk. Dies wird also von Schien- und Wadenbein mit ihrem Knöcheln wie von den beiden Zinken einer Gabel umfaßt.

Schien- und Wadenbein sind so gut wie unbeweglich verbunden: a) oben durch das straffe Schienbein-Wadengelenk; b) in der Mitte durch das Zwischenknochenband; c) unten durch vordere und hintere Knöchelbänder.

3. Die Kniescheibe.

Die Kniescheibe ist eine abgerundete Knochenplatte von Kastanien- oder Herzförmiger Gestalt. Die vordere Fläche ist rauh, die hintere in zwei glatten nebeneinanderliegenden Gelenkflächen überknorpelt. Die Kniescheibe ist fest eingelassen in die starke Sehne des vierköpfigen Schenkelstreckers.

§ 57. Das Kniegelenk.

Das Kniegelenk ist das mächtigste Scharnier des Körpers. In Bau und Richtung in manchem Betracht ähnlich dem Ellbogengelenk, zeigt es doch auch durchgreifende Verschiedenheiten, welche darin beruhen, daß im Ellbogen die Beweglichkeit, im Knie die Tragfähigkeit vorzugsweise zu berücksichtigen waren.

Während im Ellbogengelenk zur Beugung und Streckung zwischen Oberarm und Elle noch die Achsendrehung der Speiche als wichtige Bewegung hinzukam, ist im Kniegelenk das der Speiche des Arms entsprechende Wadenbein fest an das Schienbein angeheftet. Die geringe aber nur bei gebeugtem Knie mögliche Achsendrehung des Unterschenkels (Einwärts- und Auswärtswendung) wird allein vom Schienbein ausgeführt.

Beim Ellbogengelenk wird der Umfang der Streckung über die Gerade hinaus beschränkt durch den Hakenfortsatz der Elle, der sich gegen den Oberarmknochen stemmt; beim Kniegelenk durch Bänder: die Kreuzbänder im Innern des Gelenks.

Dem Hakenfortsatz entspricht die nur zum selbständigen Knochen gewordene Kniescheibe: nur daß die Kniescheibe sich an der eigentlichen Gelenk-

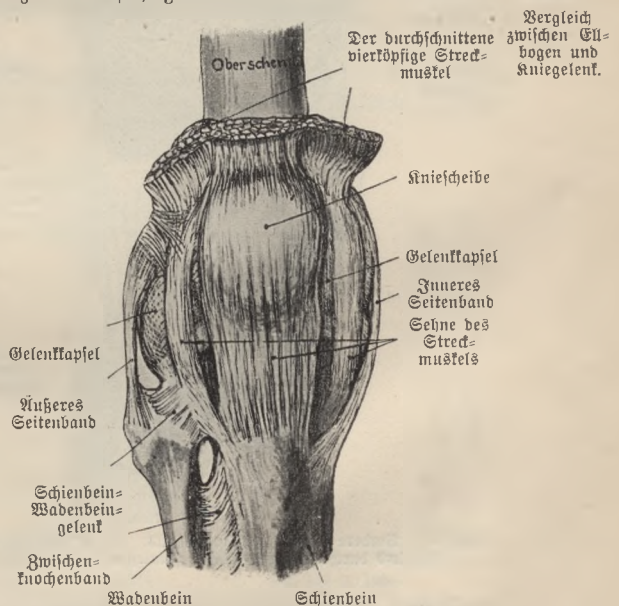


Fig. 150. Kniegelenk von vorne; die Kniescheibe in ihrer Lage erhalten.

verbindung nicht beteiligt, sondern lediglich nur Leitknochen für die Lage der Strecksehne während der Bewegung des Kniegelenks ist, und zugleich wie ein Schild den Spalt des Gelenks von vorn her schützt.

Am gestreckten oder nur ganz leicht gebeugten Bein bildet die Kniescheibe deutlich vortretend den Gipfel des Knies. Nähert sich die Beugung einem rechten Winkel, so springt die Kniescheibe mit ihren Rändern nicht mehr vor — sondern es ist die Gelenkrolle des Oberschenkels, welche vortritt und das Relief des Knies bestimmt. —

Bänder des Kniegelenks.

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

Die Bänder und Teile des Kniegelenks sind folgende:

Gelenkkapsel.

1. Die das ganze Gelenk umschließende Gelenkkapsel, dünnwandig und weit (Fig. 150).

Seitenbänder.

2. Zwei verstärkende Seitenbänder, welche seitliche Ausbiegungen verhüten, und bei gestrecktem Knie die Gelenkflächen fest zusammenhalten, während sie bei gebeugtem Knie eine (geringe) Ein- und Auswärtswendung des Unterschenkels — nicht zu verwechseln mit Ein- und Auswärtswendungen des Fußes — ermöglichen.

Das äußere Seitenband geht vom äußeren Oberschenkelknorren zum Köpfchen des Wadenbeins, das innere vom inneren Knorren zur inneren Kante des Schienbeins (Fig. 151).

3. Die halbmondförmigen Zwischenknorpel. Dieselben liegen im Gelenk, zwischen den Gelenkknorren als zwei halbmondförmige Knorpelplatten, die am äußeren konvexen Rand dicker, nach der Mitte zu dünner werden. Der innere dieser Knorpel ist nicht so stark gekrümmt wie der äußere. Die Zwischenknorpel verhüten die Abnutzung des so außerordentlich belasteten und in Anspruch genommenen Gelenks; sie bilden elastische Zwischenpolster, Puffer, um die Gewalt der Stöße beim Aufspringen, Laufen, harten Auftreten und dergleichen abzuschwächen; sie verhindern die Einstülpung und Quetschung der dünnen Gelenkkapsel, die sich sonst leicht zwischen die

pressenden Gelenkknorren klemmen könnte; sie vergrößern die Berührungsflächen der Gelenkknorren und vermehren dadurch den Zusammenhalt des ganzen Gelenks.

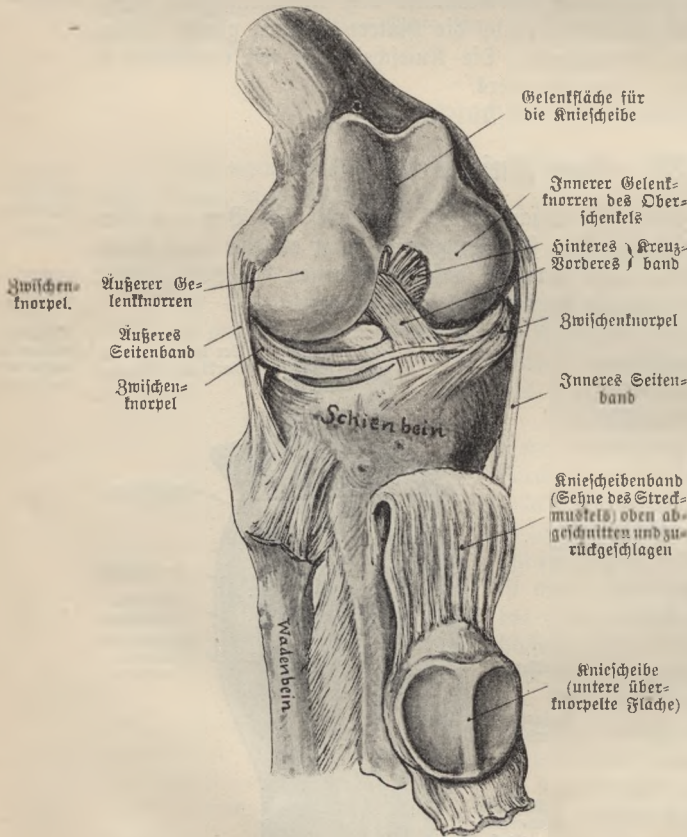


Fig. 151. Vorderer Ansicht des Kniegelenks. Die Sehne des vierköpfigen Streckers durchtrennt und mit der Kniescheibe hinabgeschlagen.

4. Zwei Kreuzbänder ebenfalls innerhalb des Gelenks. Dieselben gehen von Kreuzbänder. den rauhen einander zugekehrten Flächen der beiden Oberschenkelknorren zu den rauhen Gruben vor (vorderes Kreuzband) und hinter (hinteres Kreuzband) der Er-

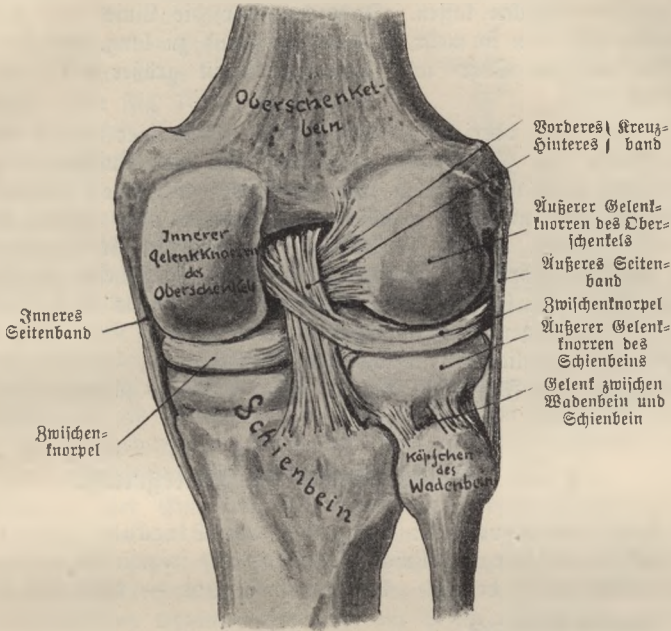


Fig. 152. Hintere Ansicht des Kniegelenks nach Entfernung der Gelenkkapsel.

habenheit auf der Gelenkfläche des Schienbeins. Die beiden Bänder kreuzen sich wie die Schenkel eines X, jedoch ist das hintere kürzer und fast senkrecht gerichtet (Fig. 152).

Das hintere dieser starken Bänder wird bei Streckung im Kniegelenk gespannt und macht eine Überstreckung des Gelenks (Einknickung oder Durchdrücken des Knies nach hinten) unmöglich. Da dieses Band von Jugend an beim Liegen bis zur vollständigen Streckung des Beins gedehnt wird, so ist es nie zu kurz, und der Oberschenkel steht zum Unterschenkel in Streckung wenigstens im Winkel von 180° , d. h. beide bilden dann wenigstens eine gerade Linie. Ist das Band aber etwas länger, gewährt es mehr Spielraum, so können die Kniee nach hinten mehr „durchgedrückt“ werden (Fig. 153).



Fig. 153. Durchgedrücktes Knie. Die Lage des hemmenden hinteren Kreuzbandes durch punktierte Linie angedeutet.

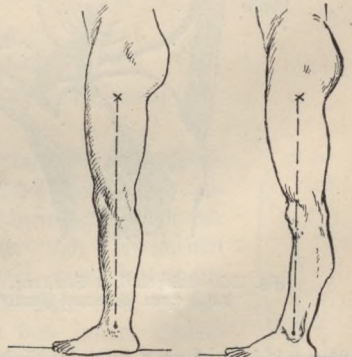


Fig. 154 u. 155.

Den Grad der Fähigkeit, die Kniee durchzudrücken, ermittelt man, wenn man außen am Bein die Mitte der größten Breite des Oberschenkels bezeichnet, und von hier eine gerade Linie hinab nach dem äußeren Knöchel zieht. Diese Linie muß durch die Mitte des Knies gehen, wenn Ober- und Unterschenkel sich nicht weiter als zu einer graden Linie strecken lassen. Je mehr aber die Linie nach vorn gegen die Kniescheibe hin fällt, um so mehr ist das Kreuzband zu lang, und der nach hinten offene Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel ist größer als 180° oder $2 R$ (Fig. 154 und 155).

Synovial-
haut.

5. Die Gelenk- oder Synovial-Haut, welche hier wie an allen Gelenken die innere Fläche der Gelenkkapsel überkleidet, hat beim Kniegelenk noch besondere Ausstülpungen nach oben, unten und zur Seite. Außerdem befinden sich seitlich der Kniescheibe zwei mit Fett gefüllte Einstülpungen oder Falten, weiche Polster für das Knie beim Knien darstellend, die auch in der äußeren Form des Knies sich deutlich ausdrücken. Bohrt man durch die Kniescheibe ein Loch und steckt ein Röhrchen hindurch, so kann man durch dasselbe mittels einer Spritze all diese Hohlräume und sackartigen Ausbuchtungen ausfüllen. Das Knie erhält dadurch eine unförmliche Gestalt: ähnlich der, welche bei Entzündungen, Verletzungen und dergl. durch Ansammlung von Flüssigkeit (Wasser, Blut, Eiter) so schnell eintritt.

§ 58. Bewegungen im Kniegelenk.

Bewegungen
im Knie-
gelenk.

A) Die Hauptbewegung ist: Beugung und Streckung (Fig. 156 u. 157), und zwar spielt sie zwischen geradliniger Streckung und spitzwinkliger Beugung, einem Winkel, der etwa 160° beträgt. Die Beugung geht — wenn die Schenkel nicht

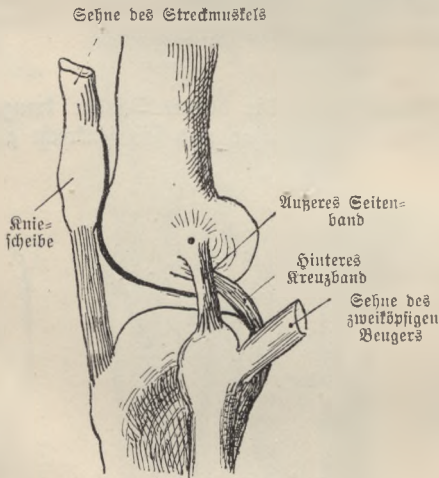


Fig. 156. Kniegelenk in Streckung. (Die Gelenkachse durch einen schwarzen Punkt bezeichnet.)



Fig. 157. Kniegelenk in starker Beugung.

übermäßig dick und fettreich sind — so weit, daß die Ferse den Sitzhöcker berührt. Diese äußerste Beugung kann jedoch nicht aktiv durch entsprechende Zusammenziehung der Beugemuskel vollzogen werden, die in solchem Maße unmöglich sich verkürzen können, sondern nur dadurch, daß entweder aktiv dem Unterschenkel eine schnellende

Bewegung durch die Beuger mitgeteilt wird, welche die Ferse bis zur Berührung des Gefäßes schleudert (z. B. „Anfersen“ beim Lauf vorwärts oder beim sogenannten Lauf auf der Stelle), oder daß passiv der Unterschenkel gegen den Oberschenkel gebeugt wird, etwa mit Hilfe der Armkraft oder durch Belastung mit der Schwere des Körpers. Letzteres ist der Fall bei kauender oder hockender Stellung (tieffste Hocke Fig. 158). Namentlich der Afrikaner hockt mit Vorliebe auf seinen Fersen. — Bei vollkommener Streckung führt der Unterschenkel mit der Fußspitze stets eine kleine Drehung nach außen von selbst aus; bei der Beugung dreht sich dann das Schienbein von selbst wieder nach innen. Bei völlig gestrecktem Bein steht daher der Fuß naturgemäß etwas nach auswärts gerichtet auf. Gehen mit geradeaus gerichteten parallelen Fußachsen, wie dies die Gangart der Indianer sein soll und wie es neuerdings von einem französischen Militärarzt als besonders zweckmäßige Gangart empfohlen wurde, kann deshalb nur mit halbgebeugtem („krummem“) Knie ausgeführt werden, wenn anders der Gang kein anstrengender und gezwungener sein soll.



Fig. 158. Sogenannter Paris vom Siebelfeld des Tempels zu Agina.

B) Rollung oder Ein- und Auswärtsdrehung des Schienbeins. Diese Bewegung findet statt zwischen dem Schienbein und den halbmondsförmigen Knorpelscheiben, während Beugung und Streckung zwischen letzteren und dem Oberschenkel sich vollzieht. Bei gestrecktem Knie ist diese Bewegung nicht ausführbar, des Widerstands der Seitenbänder wegen; wohl und am besten ausführbar ist sie bei rechtwinklig gebeugtem Knie, wo der Spielraum der Bewegung einen halben rechten Winkel = 45° beträgt.

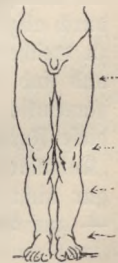
§ 59. Seitliche Stellung der Ober- und Unterschenkel zu einander.

Parallel nebeneinander gestellte Beine (Grundstellung) sollen sich nach Shadow an vier Punkten berühren:

1. mit der oberen Partie des Oberschenkels;
2. mit den inneren Knorren des Oberschenkels;
3. mit den stärksten Ausladungen der Waden nach innen;
4. mit den innern Knöcheln (Fig. 159).

Seitliche Stellung von Ober- und Unterschenkel zu einander.

Nicht immer ist dies der Fall. Wenn die Knorren über dem Kniegelenk sich stark pressen, bei dem Versuch, die Knöchel des Fußes zusammenzubringen, während bei ungezwungenem Nebeneinanderstellen der Beine die Knöchel sich nicht berühren, so bilden Unter- und Oberschenkel einen nach außen offenen Winkel, und es liegt eine fehlerhafte Stellung der Beinknochen im Kniegelenk vor: das X-Bein oder Bäckerbein (genu valgum, Fig. 161). Beim X-Bein ist das innere Seitenband des Kniegelenkes gedehnt; es kann seiner Aufgabe, seitliche Einknickung nach innen zu verhindern, nicht mehr gerecht werden. X-Beine entstehen erfahrungsgemäß bei allen jenen Personen, welche berufsmäßig schon in früher Jugend, wo die Bänder noch mehr dehnbar sind, viel



X = Bein.

Fig. 159.

und anhaltend stehen müssen. So bei Handwerkern wie Bäcker (daher der Name Bäckerbein), Tischler, Drechsler, bei Schreibern, bei Handlungslehrlingen. Die Einführung der „Steharbeit“ in den Schulen, wie D. S. Jäger sie verlangt, würde zweifellos das Vorkommen von X-Beinen bei unserer Jugend häufen. — Man hat auch das Tragen von elastischen Strumpfhaltern aus Gummiband, welche an der Außenseite des Strumpfandes befestigt, zu einem Leibgürtel, zum Unterjäckchen oder zum Korset verlaufen, beschuldigt, die Entstehung von X-Beinen, wenigstens bei

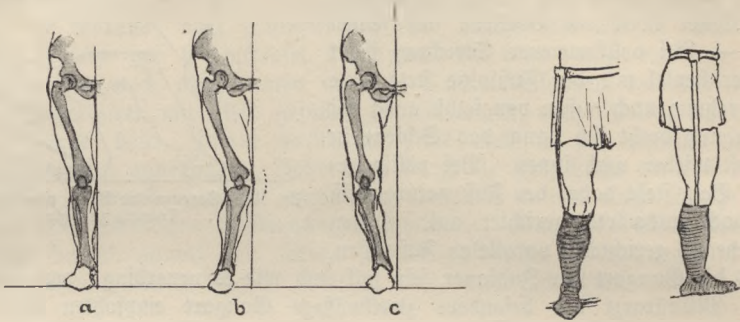


Fig. 160–162. a Normalgestelltes Bein. b X-Bein. c O-Bein. Fig. 163. Hüftgürtel mit Strumpfhalter und vermeintlicher Einfluß auf die Einbiegung des Knies nach innen.

Rindern mit weichen Knochen (Rachitis), zu begünstigen (Fig. 163). Bei gesundem Gelenk ist solche Wirkung des leichten elastischen Zuges nicht zu befürchten. Es sei dies betont, da im übrigen diese Befestigungsart für hohe Strümpfe ihre Vorzüge hat, namentlich zur Vermeidung des schädlichen Umschnürens des Beines mit dem Strumpfband unterhalb des Knies. Denn dieses hinterläßt nicht nur am Bein schließlich eine dauernde, tiefe, ringsförmige Furche, sondern erschwert auch vor allem den Blutumlauf im Unterschenkel: Erweiterungen der Blutadern und kalte Füße sind eine Folge davon.

Da beim Weibe die Pfannen am Becken weiter auseinander stehen, so müssen die Oberschenkel, wenn die Unterschenkel senkrecht parallel nebeneinander gestellt werden sollen, stärker nach einwärts gerichtet werden, womit hier die Entstehung von X-Beinen besonders begünstigt wird.

O-Bein.

Das genaue Gegenteil der X-Beine ist das O-Bein oder Säbelbein (*genu varum*), wobei Ober- und Unterschenkel in einem nach innen offenen Winkel zusammenstoßen (Fig. 162). Sind solche Beine nebeneinander gestellt, so berühren sie sich nur an den Fersen, allenfalls noch mit dem obersten Teil der Oberschenkel, wogegen in der Kniegegend die Beine weit auseinanderstehen. — Die O-Beine können entstehen durch allzu frühes Laufen in der ersten Jugend bei noch weichen oder krankhafter Weise zu weichen Knochen. Sie sind namentlich häufig bei kurzen gedrungenen Gestalten, und sind hier vielfach nur vererbt oder überhaupt Rasseigentümlichkeit. Letzteres soll namentlich bei Reitervölkern (Kosaken, Magyaren) der Fall sein. Zweifellos begünstigt diese Form der Beine das Umklammern des Pferdeleibes — daher das O-Bein auch „Kavalleristenbein“ genannt wird. Ein Rekrut mit O-Beinen kann beim Strammstehen gar nicht oder nur mit größter Anstrengung so eben die Kniee nebeneinander bringen — zur Verzweigung des drillenden Unteroffiziers.

§ 60. Die Knochen des Fußes.

Die Knochen des Fußes teilen sich ähnlich wie bei der Hand ein: in die Knochen der Fußwurzel, des Mittelfußes und der Zehen (Fig. 164). Knochen des Fußes.

A. Fußwurzel.

Fußwurzel.

Der Unterschied des Knochenbaues von Hand und Fuß beruht vor allem in der Größenentwicklung der Wurzelknochen, welche beim Fuß ungleich stärker entwickelt sind. Die Fußwurzel besteht aus sieben Knochen. Dieselben sind aber nicht annähernd gleich groß, wie bei der Hand, auch nicht in zwei Reihen zu drei und vier geordnet (das Erbsenbein der Hand ist nur ein Anhängsel und braucht hier nicht mitgezählt zu werden), sondern sie scheiden sich in zwei hintere Knochen, Sprungbein und Fersenbein, die viel größer sind, als alle anderen, und fünf vordere. Weiter erhält das Fußskelett eine besondere Eigentümlichkeit dadurch, daß die beiden ersten Knochen nicht nebeneinander, sondern aufeinander liegen, daß das Sprungbein allein den Unterschenkel trägt, und daß das Fersenbein durch einen starken, nach hinten gehenden Fortsatz, die Ferse oder Hacke, sich auszeichnet. In diesem Betracht sind die Hinterhände der Affen, trotz der Beweglichkeit des Daumens oder vielmehr des Großzehens, anatomisch keine Hände, sondern Füße. Unterschied im Bau von Fuß und Hand.

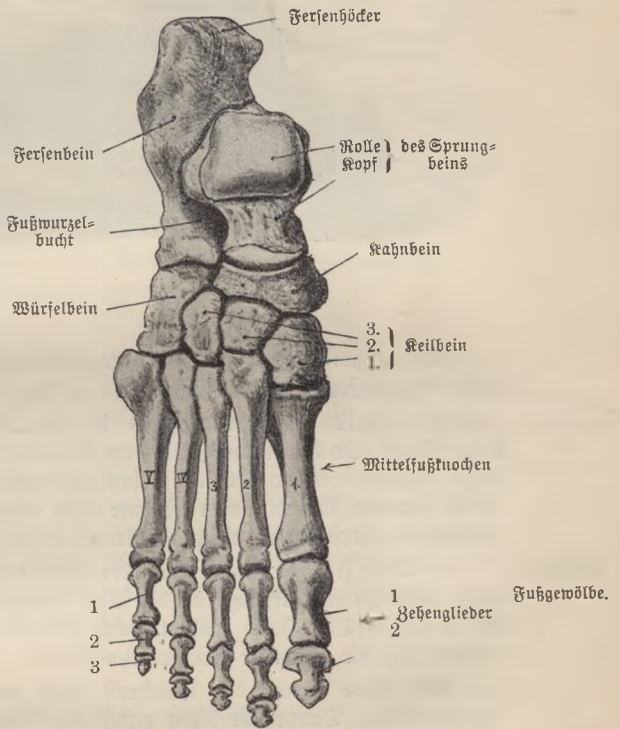


Fig. 164. Fußskelett von oben gesehen.

Der Bau der Fußwurzel bedingt die Spannung des Fußgewölbes, das Merkmal des menschlichen Fußes, welcher den Boden nur an drei Stellen berührt: mit der Ferse, dem Groß- und dem Kleinzehballen (Fig. 165). Säugetiere, welche, wie der Bär, mit der ganzen Sohle auftreten, und gleich dem Menschen „Sohlengänger“ sind, haben kein Fußgewölbe, sondern treten platt mit der ganzen Sohle auf; das Fersenbein steht bei solchen Tieren nicht unter, sondern neben dem Sprungbein, gelenkig mit dem Unterschenkel verbunden. — Von den meisten Säugetieren werden nur die Zehen auf den Boden aufgesetzt, sie sind entweder „Zehengänger“ (z. B. die Raubtiere) oder, wenn nur das Endglied der Zehen den Boden berührt, „Spitzengänger“ (z. B. Pferd und Rind).

1. Das Sprungbein (Talus oder Astragalus = Würfel; ἀστραγάλιστος bei Homer = Würfelspielen). Das Sprungbein ist der einzige mit dem Unterschenkel verbundene Knochen des Fußes. Es zerfällt in Körper, Hals und Kopf. Sprungbein.

Der Körper ist würfelförmig, hat eine obere große schraubenförmige Gelenkfläche, die seitlich ebenfalls von zwei Gelenkflächen begrenzt ist. Die große obere Gelenkfläche ist gelenkig verbunden mit der unteren Gelenkfläche des Schienbeins, die seitlichen Gelenkflächen mit den inneren Flächen der beiden umfassenden Knöchel.

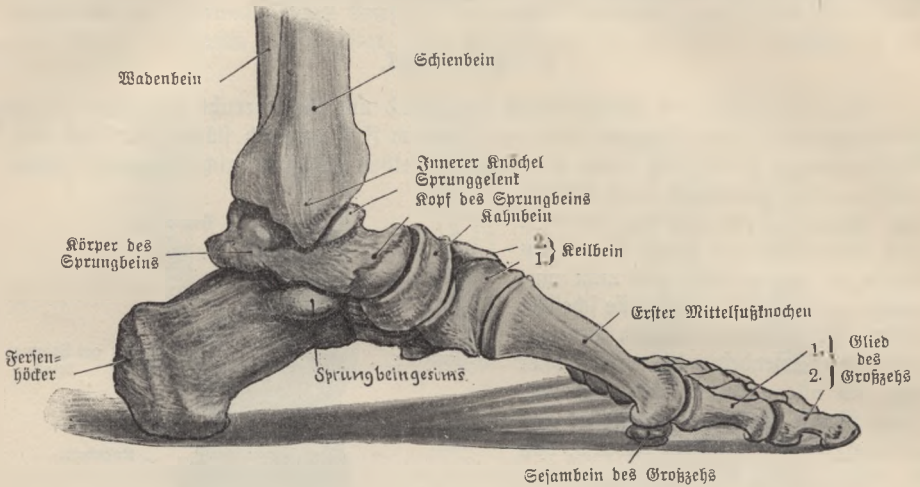


Fig. 165. Fußskelett von innen.

Unten am Körper ist eine ebene Gelenkfläche, mit welcher der Körper auf dem Fersenbein aufruhet.

Fußwurzel-
bucht.

Der Hals des Sprungbeins ist kurz, der Kopf trägt vorn eine gekrümmte Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Kahnbein des Fußes; unten eine kleine Gelenkfläche, mittels welcher der Kopf ebenfalls auf dem Fersenbein aufruhet. Zwischen den beiden unteren Gelenkflächen ist eine tiefe raue Rinne, die mit einer entsprechenden Furche des Fersenbeins einen Hohlraum bildet, die Fußwurzelbucht.

Fersenbein.

2. Das Fersenbein. Dasselbe reicht nach vorn so weit wie auch das Sprungbein; nach hinten überragt es dasselbe bedeutend mittels des Fersenvorsprungs oder der Hacke. Die Hacke endigt nach hinten mit dem rauhen Fersenhöcker, an welchen sich die mächtige Achillessehne heftet.

Die obere Fläche des Knochens trägt eine Gelenkfläche für den Körper des Sprungbeins. Davor die schon erwähnte Furche, die mit der entsprechenden Furche des Sprungbeins die Fußwurzelbucht bildet. Nach innen davon ein starker Fortsatz, das Sprungbeingesims, auf welchem der Kopf des Sprungbeins aufliegt. In der Hohlkehle unter diesem Gesims ziehen Muskelsehnen, Blutgefäße und Nerven vom Unterschenkel zum Plattfuß.

Die vordere Fläche ist überknorpelt zur Verbindung mit dem Würfelbein.

Kahnbein.

3. Das Kahnbein liegt zwischen dem Kopf des Sprungbeins und den drei Keilbeinen.

3 Keilbeine.

4., 5. und 6. Die drei Keilbeine, unregelmäßig gestaltete Knochen, welche an das Kahnbein anstoßen.

Würfelbein.

7. Das Würfelbein, am äußern Fußrand gelegen. Seine hintere Gelenkfläche stößt an das Fersenbein (Fig. 166).

B. Mittelfuß.

Die 5 Mittelfußknochen sind ganz ähnlich gestaltet wie die 5 Knochen der Mittelhand (Basis, Mittelstück und Köpfchen). Der kürzeste und stärkste Mittelfußknochen ist der des Großzehs. Der Mittelfußknochen des Kleinzehs weist an seiner Basis oder dem Grundteil vor dem Würfelbein einen kurzen starken Höcker auf.

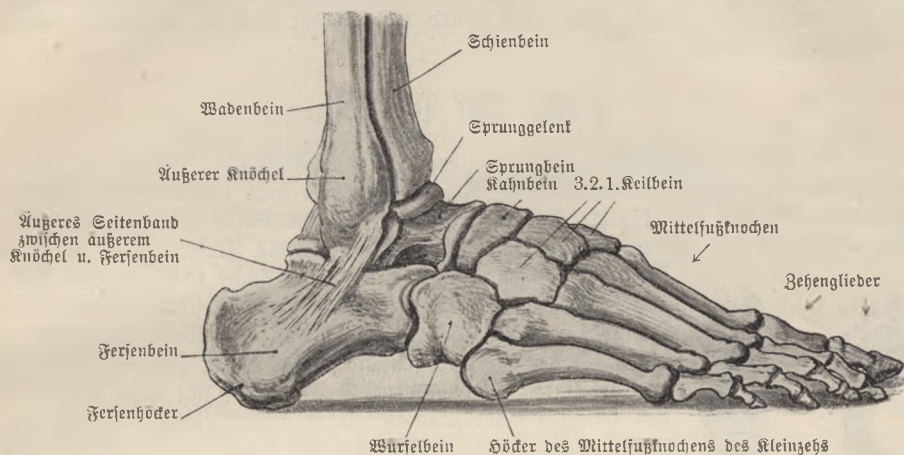


Fig. 166. Fußskelett von außen.

C. Zehen.

Der Großzeh hat zwei, die anderen Zehen drei Glieder. Dieselben liegen bei der 2. bis 5. Zehe nicht in gerader Linie, sondern die Zehen sind krallenförmig gekrümmt, so daß das erste Zehenglied etwas schief nach oben, das zweite Zehenglied fast horizontal, das dritte schief nach unten gerichtet ist: die Zehen stehen so wie Sprungfedern auf den Boden sich stemmend. Für die Elasticität des Ganges ist dies von besonderer Bedeutung. — Bei Statuen ist die erste Zehe gewöhnlich etwas kürzer, bei Bildwerken der Spätrenaissance manierierter Weise sogar beträchtlich kürzer als die zweite Zehe gebildet, so daß die Umrißlinie der Fußspitze eine bogenförmige ist. Indes ist in der Natur der Großzeh meist der längste.

§ 61. Das Fußskelett als Ganzes.

Die Fußwurzelknochen und der anstoßende Mittelfuß mit den Zehen sind so gruppiert, daß 1. an das Sprungbein anstößt: das Kahnbein, an dieses die drei Keilbeine, und daran die ersten Mittelfußknochen mit den entsprechenden Zehengliedern; 2. an das Ferzenbein das Würfelbein vorn angefügt ist, und an dieses Mittelfußknochen und Zehenglieder der 4. und 5. Zehe.

Die Mittelfußknochen bilden zugleich mit der Fußwurzel einen von vorn nach hinten und von außen nach innen konvexen Bogen, das Fußgewölbe, das beim aufgesetzten Fuß nur mit seinem vorderen und hinterer Ende den Boden berührt. Der äußere Rand des Fußgewölbes oder der äußere Fußbogen ist mehr flach, der innere Fußbogen mehr hoch. Ein hohes Fußgewölbe ist Merkmal eines schönen Fußes und Vorbedingung eines schönen elastischen Ganges.

Das Fußgewölbe bildet einen Schutz für Nerven und Äbern der Fußsohle, die sonst bei jedem Auftreten Druck erleiden würden. — Der obere Gipfel des Gewölbes oder „Spann“ liegt an der Grenze des hinteren Viertels der Fußlänge.

Beim Stehen verflacht sich infolge der Belastung des Fußes durch das Körpergewicht das Fußgewölbe: es senkt sich und die strahlig ausgebreiteten Mittelfußglieder gehen etwas auseinander. Wie man an der Umrißzeichnung des aufgehobenen und an der des aufgesetzten Fußes sehen kann, wird dadurch der Fuß 1. ein wenig länger, 2. ein wenig breiter.

§ 62. Der Plattfuß.

Der Platt-
fuß.

Setzt man die Fußsohle, nachdem ihre Fläche mit einer abfärbenden Masse überstrichen ist, auf einen weißen Papierbogen, so erhält man einen charakteristischen Sohlenabdruck (die Trittpur), der anzeigt, mit welchen Weichteilen der Fuß beim festen Auftreten den Boden berührt. Es zeichnet sich ab die Ferse, wie sie in einer schmalen, bogenförmig gekrümmten Fläche (dem äußeren Fußrand entsprechend) sich fortsetzt in einen breiteren abgerundeten Teil: den Ballen des Fußes. Vor demselben zeigen sich in einem Bogen angeordnet die Kuppen der Zehen. Dies ist der bekannte Sohlenabdruck des Fußes, wie man solche auf den Gängen einer Badeanstalt in großer Zahl sehen und als Beweisstücke für die Fußformen der Badegäste vergleichen kann (Fig. 167). Dabei wird man finden, daß nicht immer die oben beschriebene schmale und geschweifte Sohlenform vorhanden ist, sondern auch breitere vorkommen, ja solche, bei welchen die ganze Sohlenbreite den Boden berührt (Fig. 168).

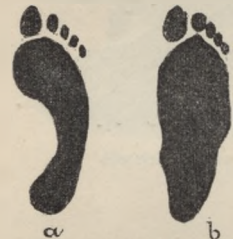


Fig. 167 u. 168. Trittpuren
a eines normal gewölbten
Fußes; b eines Plattfußes.

Dann handelt es sich um Füße, die nicht die hohe Wölbung des schön gebauten normalen Fußes besitzen, sondern bei denen das Fußgewölbe eingesunken ist. Man findet bei solchem Fuß, daß das Sprungbein, statt vom Fersenbein als Schlüsselstein des Fußgewölbes hoch getragen zu werden, hinab geglitten ist, während das Kahnbein ganz unten am Fußrand sich befindet. Hand in Hand damit gehen Veränderungen in der äußeren Form, namentlich



Fig. 169 u. 170. 1. Normal gewölbter Fuß. 2. Plattfuß.

des Fersen- und Würfelbeins. Diese nicht seltene Verbildung des Fußes ist der Plattfuß. Beim beginnenden Plattfuß ist es der flache äußere Fußbogen: Fersenbein, Würfelbein, Mittelfuß des Kleinzehs, welcher zuerst einsinkt, worauf dann der höhere innere Fußbogen vom äußeren Fußbogen herabgleitet (Fig. 171).

Der ausgebildete Plattfuß erscheint breiter und länger, er ist flach; der innere Fußrand stützt sich ganz auf den Boden. Der Gang ist schwerfällig und unelastisch.

Plattfüßige ermüden leicht und sind unfähig zu größeren Dauermärschen; ihre Füße neigen sehr stark zum Schwitzen.

Erworbener Plattfuß entsteht durch übermäßige dauernde Belastung des Fußgewölbes, also bei Personen, die berufsmäßig in jüngeren Jahren schon viel und anhaltend stehen müssen. Namentlich Kindern mit noch zarten Knochen und Bändern kann dauerndes Stehen nicht zugemutet werden, ohne daß man Gefahr läuft, ein Einsinken des Fußgewölbes herbeizuführen. Auch dies spricht gegen die „Steharbeit“ in der Schule.

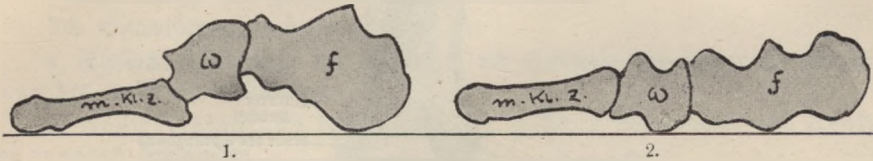


Fig. 171. 1. Das äußere Fußgewölbe normal. 2. Einsinken des äußeren Fußgewölbes und Formveränderung an den betreffenden Fußwurzelknochen bei Plattfuß.
f Ferrenknochen; w Würfelknochen; mklz Mittelfußknochen des Kleinzeh.

Angeboren ist der Plattfuß in vielen Fällen; bei den Negern ist er eine Rassen-eigentümlichkeit und besonders häufig; ebenso bei den Juden. —

Bei jugendlichen Individuen läßt sich Plattfuß durch geeignete Maßnahmen, unter denen neben zweckmäßigem Schuhwerk Gymnastik und Massage eine besondere Rolle spielen, noch wesentlich bessern.

Für den Turnunterricht fällt jedenfalls ins Gewicht, daß Plattfüßige keine anstrengenden Marschübungen vertragen können; daß ungeschickter Niedersprung auf die Fußsohle beim Weit- wie beim Hochsprung — und Plattfüßige sind hierin meist ungeschickt — schädlich sein wird. Hier wäre also größte Vorsicht geboten. Im übrigen liegt ein Grund, Plattfüßige vom Turnen auszuschließen, nicht vor.

Die anderen, weit selteneren Formen von Fußverbildung, wie Hackenfuß, Spitzfuß, Klumpfuß bieten kein besonderes turnerisches Interesse.

§ 63. Gelenke und Bänder des Fußes.

Die zwei Gelenke der Fußwurzel werden durch einen und denselben Knochen vermittelt: das Sprungbein, ein Knochen, an welchen sich kein Muskel ansetzt.

Gelenke und Bänder des Fußes.

Im Sprunggelenk ist das Sprungbein gelenkig verbunden mit dem Unterschenkel; im eigentlichen Fußwurzelgelenk mit Fußwurzelknochen.

1. Das Sprunggelenk.

Das Sprunggelenk ist ein ausgesprochenes Scharnier. Die Rolle des Sprungbeins ist der Teil eines Cylindermantels, wobei nicht nur der Cylindermantel selbst, sondern auch die senkrecht stehenden Grundflächen ausgenützt werden, indem hier die inneren Knöchelflächen gabelförmig den Cylinder zwischen sich fassen. Dadurch schließt das Gelenk außerordentlich fest — was in Anbetracht seiner Lage auch notwendig.

Sprunggelenk.

Die Bewegung im Sprunggelenk ist lediglich Beugung und Streckung, mit einem Spielraum von 60 bis 70°. In der Mitte dieses Winkels nimmt der Fuß seine gewöhnliche mittlere Stellung ein, in welcher er in einem rechten Winkel zum Unterschenkel steht. Von hier aus ist der Ausschlag der Bewegung nach beiden

Richtungen gleich groß zur Beugung = Biegung nach dem Fußrücken oder Heben der Fußspitze, wie zur Streckung = Biegung nach der Fußsohle oder Senken der Fußspitze (Fig. 173).

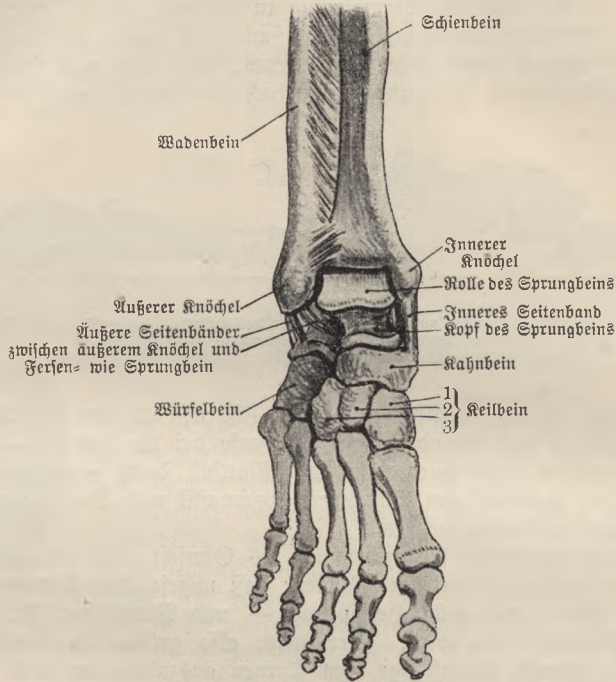


Fig. 172. Fußskelett und Sprunggelenk.

Beugung und Streckung ausführen kann nur der aufgehobene Fuß. Er ist dann ein zweiarmiger Hebel mit dem Drehpunkt im Sprunggelenk, einem kürzeren Arm (der Hacke) und einem längeren (Mittelfuß und Fußspitze) (Fig. 174). Ist der Fuß dagegen aufgesetzt, so kann er ausgiebig nur nach der Fußsohle sich biegen



Fig. 173. Bewegung im Sprunggelenk

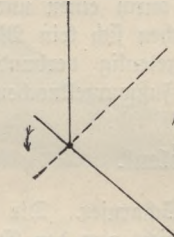


Fig. 174. Der Fuß als zweiarmiger Hebel.

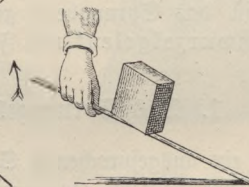


Fig. 175.

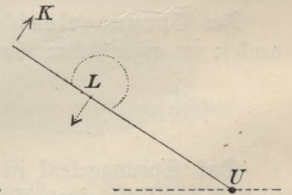


Fig. 176. Der Fuß als einarmiger Hebel.
K Kraft; L Last; U Unterstützungspunkt oder Drehpunkt.

und den Körper so in den Zehenstand erheben. Der Fuß ist dann ein einarmiger Hebel, dessen Drehpunkt im Gelenk zwischen Mittelfuß und erstem Glied des Großzehs sich befindet. Das Körpergewicht ist die zu bewegende Last, der am Fersehöcker mittels der Achillessehne angreifende Wadenmuskel die bewegende Kraft (Fig. 175 und 176).

2. Das Fußwurzelgelenk.

Das Fußwurzel- (oder zweite Fuß-) Gelenk ist kein einheitliches Gelenk, sondern aus drei Gelenken zusammengesetzt, deren Bewegungen in einheitlichem Sinne erfolgen. Diese Gelenke sind:

Fußwurzel-
gelenk.

1. Sprungbeinkopf mit $\left\{ \begin{array}{l} \text{Kahnbein,} \\ \text{Gesims des Fersenbeins;} \end{array} \right.$
2. Sprungbeinkörper mit Fersenbein;
3. Vorderfläche des Fersenbeins mit Würfelbein.

Die Gesamtbewegung dieser Gelenke ist:

1. Einwärtsführung der Fußspitze, mit Hebung des inneren, und Senkung des äußeren Fußrandes.
2. Auswärtsführung der Fußspitze mit Hebung des äußeren und Senkung des inneren Fußrandes.

Der Spielraum der ganzen Bewegung ist ein halber rechter Winkel. Bei der mittleren Stellung ist die Fußsohle nicht horizontal gestellt; sondern nach einwärts gerichtet: beim Liegen oder Sitzen mit herabhängendem Fuß steht der äußere Fußrand des in Muskelruhe sich selbst überlassenen Fußes stets tiefer; am ausgesprochensten bei Kindern. Dem entsprechend ist auch die Einwärtswendung der Fußsohle weiter ausführbar als die Auswärtswendung. Wenn sich zu dieser Einwärtswendung der Fußsohle noch die entsprechende Drehung in Hüft- und Kniegelenk bei Beugung dieser Gelenke hinzugesellt, ist es möglich, die Fußsohle dem Gesicht zuzukehren (wie bei der bekannten antiken Figur des Dornausziehers).

Wir führen die erste Bewegung: Senkung des inneren Fußrandes, Hebung des äußeren nebst Einwärtsführung der Fußspitze dann z. B. aus, wenn wir bei etwas gebeugtem Standbein den freien Fuß seitwärts mit der ganzen Sohle aufsetzen. Wir führen die zweite Bewegung aus, wenn wir das Standbein mit dem freien Bein überkreuzen, und dann den kreuzenden Fuß mit der ganzen Sohle aufsetzen. —

Die andern Fußwurzelknochen sind durch straffe Bänder zu einem in sich unbeweglichen Stück verbunden, dessen Festigkeit größer ist, als wenn das Ganze ein einziger solider Knochen wäre.

3. Gelenke der Mittelfußknochen mit der Fußwurzel.

Die Beweglichkeit dieser Gelenke ist — im Gegensatz zu den Gelenken zwischen Handwurzel und Mittelhandknochen — sehr gering; namentlich fehlt dem Großzeh hier alles, was an die außerordentliche und charakteristische Beweglichkeit des Daumens der Hand erinnert. Wenn auch bei manchen Völkernschaften der Großzeh eine Art von Greifthätigkeit entwickelt: der Indianer hebt kleine Gegenstände vom Boden mit den Zehen auf; der Zulu schleift im hohen Grase, um sein Anrücken dem Feinde nicht zu verraten, den langen Speer mit dem Großzeh gefaßt, am Boden nach sich; — wenn auch ohne Arme geborene Krüppel durch Übung ihre Füße zu wunderbar feinen Verrichtungen heranbilden: niemals kann der Großzeh den anderen Zehen gegenübergestellt werden. Dazu fehlen die Vorbedingungen im anatomischen Bau des Fußes.

Gelenke zwischen Mittel-
fußknochen
und Fuß-
wurzel.

4. Die Gelenke zwischen Zehen und Mittelfußknochen.

Hinsichtlich dieser Gelenke besteht ein Unterschied zwischen Fuß und Hand darin, daß die ersten Fingerglieder so gut wie gar nicht gegen den Handrücken, sondern nur nach dem Handteller zu gebeugt werden können, während umgekehrt beim Fuß

Gelenke zwischen
Zehen und
Mittelfuß-
knochen.

die Zehen nach dem Fußrücken hin bis zur rechtwinklichen Beugung umgebogen werden können. Dies geschieht schon beim Gehen im Augenblick des Abstoßens des hinteren Fußes vom Boden, namentlich aber geschieht es beim sogenannten Zehenstand. Sogenannt — denn in Wirklichkeit steht dann die Körperlast auf den Köpfchen der Mittelfußknochen, während die federnd aufruhenden Zehen nur Schwankungen zu hindern und dem Vornüberfallen vorzubeugen suchen (Fig. 177). Eigentlichen Zehenstand führen allerdings die Ballettänzerinnen aus, welche auf den Zehenspitzen trippeln, in der Weise, daß die Zehen gestreckt mit dem Fuße ein einziges starres Ganze bilden. Ob solcher an das Gehen auf steifen Stelzen erinnernde Gang schon genannt werden dürfe, ist eine andere Frage. —



Fig. 177. Zehenstand.

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

5. Die Zehengelenke.

Zehengelenke. Die Zehengelenke sind Scharniergelenke von ähnlichem Bau wie die Fingergelenke.

Der Großzeh ist der ungleich kräftigste aller Zehen. Er tritt beim Gehen ganz besonders in Thätigkeit, indem nach ihm hin sich die Fußsohle vom Boden abwickelt, von ihm aus sich der Fuß vom Boden abstößt. Er heißt daher auch der Schreiterzehen. —

6. Bänder des Fußes.

Bänder des Fußes. Zahlreiche straffe Bänder von außerordentlicher Festigkeit verbinden die Knochen des Fußes miteinander sowie mit den Knochen des Unterschenkels. Ganz hervorragende Festigkeit haben die Bänder der Fußsohle, und hier vor allem das Fußsohlenband zwischen Ferseubein und Würfelbein, eines der stärksten Bänder des Körpers, für die Tragfähigkeit des Fußgewölbes von entscheidender Bedeutung.

§ 64. Zur Fußbekleidung und Fußpflege.

Fußbekleidung und Fußpflege. Kein Glied unseres Körpers ist so allgemein der Verunstaltung und Verkrüppelung durch unzweckmäßige Bekleidung unterworfen als der Fuß. Und doch ist der Fuß dasjenige Glied, an welches wir unausgesetzt die schwersten Anforderungen stellen, welches die gesamte Last des Körpers zu tragen und fortzubewegen hat. Die landläufige Fußbekleidung ist meist eine gänzlich unzweckmäßige.

An unseren landwirtschaftlichen und tierärztlichen Schulen werden Vorlesungen und Kurse über den richtigen Hufbeschlag der Pferde gehalten — die Bekleidung des menschlichen Fußes aber ist handwerksmäßigem Schlendrian überlassen, ja was noch schlimmer, wechselnder Mode unterworfen. Gerade als wenn auch die Form der Füße sich mit der Mode veränderte! Für Frauen und Mädchen werden, obschon rechter und linker Fuß durchaus ungleich sind, gleichwohl rechter und linker Schuh gleich geformt („zweibällige Schuhe“). Jünglinge und Männer tragen zwar für den rechten, wie für den linken Fuß besonders gebaute („einbällige“) Schuhe, indes ist deren Form nur ausnahmsweise eine tadellos richtige und naturgemäße. Daß für einen jeden, der Leibesübungen treiben will, wie Marschieren, Laufen, Springen usw. es von allergrößter Wichtigkeit ist, richtig gebautes Schuhwerk zu haben, und daß unzweckmäßige Fußbekleidung die Leistungsfähigkeit in solchen Leibesübungen stark eintrübt und herabdrückt, bedarf kaum eines besonderen Hinweises.

Beim natürlichen Gang treten wir mit der Ferse zuerst auf, und der Fuß wickelt sich von der Ferse zum Großzeh, dem „Schreiterzehen“ ab. Mit dem Großzeh stößt sich dann der Fuß vom Boden. Man nennt daher die von der Mitte der Ferse bis zum Großzeh verlaufende Linie die „Gehlinie“ oder — nach dem um die Klarlegung der Mechanik des Fußes besonders verdienten Anatomen G. H. von Meher in Zürich — Meyersche Linie (Fig. 178). In dieser Linie muß die Achse des Großzehs liegen, wenn der Fuß richtig entwickelt ist und seiner Funktion beim Gehen ganz gerecht werden soll. Beim Kulturmenschen des 19. Jahrhundert ist dies indes leider eine Ausnahme.



Fig. 178. Fußsohle mit Meyerscher Linie (a b).

Dadurch, daß beim Auftreten das Fußgewölbe sich senkt, und die strahlig gegen den Boden gestimmten äußeren Zehen sich mehr ausbreiten, wird der Vorderfuß beim Auftreten länger und breiter (Fig. 179). Für den richtigen Bau der Schuhe sind diese Verhältnisse besonders wichtig.

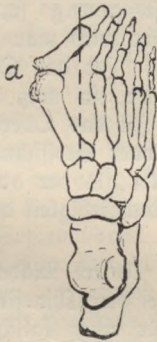


Fig. 179. Umrißlinie eines Fußes; die punktierte Linie gibt die Umrißlinie beim Aufsehen des Fußes an. Naturgemäßes Schuhwerk.

Folgende Regeln haben für ein richtig und naturgemäß geformtes Schuhwerk zu gelten:

1. Die Sohle muß an der Fußspitze so gestaltet sein, daß der Großzeh auf dieser Sohle seine natürliche Lage einnehmen

kann. Diese Regel ist vorangestellt, weil gegen sie am meisten gesündigt wird. Bei weitaus den meisten Schuhen liegt die „Fußspitze“ anstatt am inneren Rand, ganz oder nahezu ganz in der Mitte der Sohle. Die Folge ist, daß der Großzeh aus seiner natürlichen Richtung nach der Mitte zu abgedrängt wird, so daß seine Spitze, anstatt geradeaus zu gehen, nach der Mittellinie der Sohlenfläche hinstrebt (Fig. 180 u. 181).



Diese Ablenkung vermindert die Kraft, mit welcher der Großzeh beim Schreiten sich vom Boden abstößt. Sie hat ferner eine Achsendrehung des Großzehs zur Folge, so daß sich der Zehennagel meist schief nach außen legt. Das führt

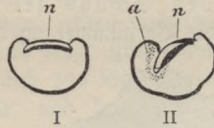


Fig. 182. I Nagelbett des Großzehs im Durchschnit. n = Nagel. II Schieflegung des Nagels bei eingewachsenem Nagel. In a entzündliche Wucherung des Nagelfalzes.



Fig. 183. Abweichung des Großzehs aus der Richtung der Meyerschen Linie (a b) nach der Richtung cd unter dem Einfluß schlecht gebauten Schuhwerks.

Fig. 180 u. 181. I Durch modernes Schuhwerk verkrüppelter Frauenfuß mit Einzzeichnung der üblichen Schuhsohlenform. II Fußskelett eines solchen Fußes. Bei a Knochenauftreibung des Grundgelenkes des Großzehs. Die punktierte Linie gibt die Achse des Großzehs an, wie sie naturgemäß vorhanden sein müßte.

dann weiterhin zu dem schmerzhaften Übel des „eingewachsenen Nagels“ (Fig. 182). Für das Gelenk zwischen Mittelfußknochen und erstem Glied des Großzehs bewirkt die

Ablenkung der Achse des Großzehs nach außen eine Verbiegung in diesem Gelenk, so daß dasselbe als „Großzehballen“ in entstellender Weise am inneren Fußrand hervortritt. Die Knochen des Gelenkes, welche winklig zu einander stehen anstatt in einer Geraden zu verlaufen, erkranken mit ihren Gelenkenden besonders leicht an Entzündungen und Knochenwucherung (Frostballen, Gicht) (Fig. 183).

2. Das Oberleder des Schuhwerks muß an der Fußspitze so gestaltet sein, daß es den Großzeh in seiner richtigen Lage beläßt, oder ihm doch gestattet in dieselbe zurückzukehren; und daß es der freien Bewegung aller Zehen beim Auftreten und Aufspringen genügenden Raum gewährt. Die Folgen einer ungenügenden Erhebung des Oberleders sind die „Hühneraugen“, mit welchen namentlich der kleine Zeh ausgestattet zu sein pflegt. Das Oberleder darf sich nicht flach an die Sohle anlegen, sondern muß steil vom Sohlenrand an aufsteigen. Seine höchste Erhebung muß es über dem Großzeh und nicht über der Fußmitte haben.

Gestattet das Oberleder an der Fußspitze nicht ausreichend das Abwickeln und Vorschieben der Zehen, so werden diese gezwungen, sich zu krümmen, indem das erste Glied krallenartig umgebogen wird; beim Turnen wird dann vor allem der Niedersprung, die tiefe Kniebeuge und dergleichen, beim Wandern das Bergabgehen sehr schmerzhaft. Enges Oberleder an den Fußspitzen veranlaßt ferner bei nasser Kälte leicht Frostbeulen.

3. Die Spitze des Schuhs muß vorne aufgeschnabelt sein, d. h. sich über die horizontale Bodenfläche erheben. Diese Aufschnabelung — der Winkel den die Sohle der Fußspitze mit dem Boden bildet, beträgt etwa $10-12^\circ$ — begünstigt die Biegung der Zehen nach dem Fußrücken hin, wie sie beim Gehen im Augenblick des Abstoßens des hinteren Beins, und besonders ausgesprochen beim Zehenstand stattfindet.

4. Der Schuh soll für die Verbreiterung des Fußes beim Auftreten Raum gewähren, muß aber andererseits auch fest genug schließen, um ein Gleiten des Fußes nach vorn zu hindern. Hier wird man einen Unterschied je nach der Elasticität des Oberleders machen müssen. Ist das Oberleder — wie bei derben rindsledernen Schuhen — hart und spröde, so muß die Sohlenbreite der Breite des Fußes beim Aufsetzen entsprechen. Ist das Oberleder aber weich und dehnbar, oder handelt es sich gar um Zeug- oder Stoffschuhe (z. B. Turnschuhe), so genügt es, wenn die Schuhsohle nicht breiter als der aufgehobene unbelastete Fuß ist. Der Schuh kann sich vermöge der Nachgiebigkeit des weichen Oberleders oder Zeuges doch genügend ausdehnen.

5. Der Absatz des Schuhs sei niedrig. Unsere Mädchen und Frauen entsetzen sich gerne über die Verstümmelung der Füße bei den Chinesinnen. Was aber die für einen falschen Geschmack so niedlich scheinenden Stöckelschuhe oder Ballschuhe an himmelschreiender Verunstaltung und Verkrüppelung verbergen — das weiß nur der Eingeweihte.



Fig. 184. Fußskelett auf einem hohen Absatz gestellt.

Hohe Absätze zwingen den Fuß zu einer steten unnatürlichen Streckung (stumpfer Winkel der Fußachse zum Unterschenkel statt des rechten), und bewirken, wenn von früher Jugend an getragen, dauernde Verbildung des Fußskeletts (Fig. 184).

Der hohe Absatz verhindert ferner das naturgemäße Gehen mit Abwicklung des Fußes von der Ferse zu den Zehen. Denn er zwingt zum Auftreten mit der Fußspitze anstatt mit der Ferse. Der Gang wird dadurch ein kurzschrittiger, trippelnder, unbeholfener, und ermüdet schnell. Daher beim weiblichen Geschlecht, wo der hohe Absatz noch am meisten getragen wird, die vielfache Unlust und oft auch Unfähigkeit zu längerer Körperbewegung im Freien, wie Wandern, Bergsteigen, Laufen und Spielen. Es ist ein Rest jenes verkehrten und schädlichen — glücklicher Weise seit mehreren Jahren im Schwinden begriffenen — Schönheitsbegriffes, wenn unseren Mädchen in der Turnstunde das zierliche Gehen auf den Fußspitzen anbefohlen und als „schön“ hingestellt wird. —

Der hohe Absatz bewirkt ferner dadurch, daß der Fuß auf einer schiefen Ebene steht, ein Vorkleiten des Fußes nach vorn. Die Zehen stoßen gegen das Oberleder der Schuhspitze, werden stark umgekrümmt, oder legen sich gar übereinander und erfahren dauernde Verbildung und Verkrüppelung.

6. Der Absatz sei breit und reiche weit nach vorn. Bei zu schmalen Absatz (Frauenschuhe!) schlägt der Fuß leicht um, und erleidet Verstauchung; das Gehen wird auf ungleichem oder steinigem Boden, auf schlechtem Pflaster, auf festgetretenem harten Schnee oder gefrorenem Wege unsicher und gefährlich. So beeinträchtigt auch in diesem Betracht fehlerhaftes Schuhwerk die Bewegung in freier Luft. —

Die Form der menschlichen Füße zeigt die weitgehendsten individuellen Verschiedenheiten. Wichtig sitzendes Schuhwerk kann daher nicht nach Mittelmaßen gefertigt werden (künstliche fertige oder über Fabrikleisten geschlagene Schuhe passen vollkommen nur in Ausnahmefällen); vielmehr soll der naturgemäße Schuh — oder für den Erwachsenen besser der ein- für allemal hergestellte natürliche Leisten — eigens nach sorgfältigem Maßnehmen für jeden hergestellt werden.

Für das Anmessen der Schuhe können folgende Vorschriften gelten:

1. Die Messung ist nicht über den Strumpf, sondern am nackten Fuß vorzunehmen. Nur so ist es möglich vorhandene oder beginnende Verunstaltungen, Hühneraugen u. dergl. zu berücksichtigen. Dazu kommt, daß der gewöhnlich getragene Trichterstrumpf die Fußform an der Spitze entstellt. Anmessen des Schuhwerks.

2. Rechter und linker Fuß entsprechen sich nicht immer in ihren Maßen, müssen daher jeder besonders gemessen werden.

3. Die Länge und Breite des Fußes sind nicht am aufgehobenen, sondern am aufgesetzten Fuße festzustellen. Die besten Anhaltspunkte für den Sohlenschnitt geben hierbei: a) die Tritts spur, d. h. der Sohlenabdruck. Sie ist, wenn man das Bestreichen der Fußsohle mit einer färbenden Substanz vermeiden will, so herzustellen, daß man auf einen weißen Bogen einen andern legt, dessen Unterseite mit Holzkohle, Blauslein und dergl. überstrichen ist. Tritt man auf letzteren fest auf, so drückt sich das Bild, Tritts spur, auf den unterliegenden weißen Bogen ab, und kann hier durch geeignete Mittel fixiert werden.

4. Die Umrissfigur: der Rand des aufgesetzten Fußes wird mit einem genau senkrecht aufgesetzten dünnen oder abgeplatteten Bleistift umfahren.

5. Die Spannhöhe (Höhe des Fußrückens zum Boden) sowie die Fußwölbung an der Innenseite sind nicht am aufgesetzten, sondern am aufgehobenen unbelasteten Fuß zu messen, da hier die Fußwölbung am größten.

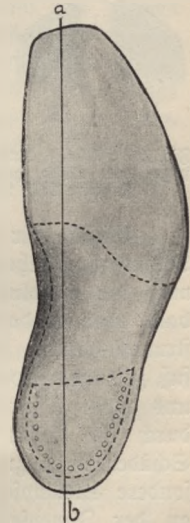


Fig. 185. Sohlenfläche eines Normal-Schuhleisters (nach Starke). a b Meßreiche Linie.

Arten von
Schuhwerk.

Was die Frage betrifft, welche Arten von Schuhen zum Betrieb von Leibesübungen, zum Spielen und zum Wandern am geeignetsten, so sei darüber bemerkt:

1. Der hohe Schnürschuh hat den Vorzug, daß man es bei ihm in der Hand hat, dem Schuh den besten Schluß über dem Fußrücken zu geben. Für den Marsch schützt er allerdings unter Umständen nicht hinreichend vor dem Eindringen von Nässe. Sonst ist er unbedingt der beste Wanderschuh. Für Gebirgswanderungen sind die dicken Sohlen und breiten Absätze der Wanderschuhe kunstgerecht mit Eisenstiften zu beschlagen (Bergschuh).

Auf dem Turnplatz hat der Schnürschuh den Nachteil, daß die scharfen Kanten der Metallknöpfe, um welche der Schnürriemen gewunden wird, leicht die Holz- und Lederteile der Turngeräte beschädigen. Namentlich hölzerne Kletterstangen werden so leicht angeritzt und beschädigen durch die Splitterbildung die Hände der Turnenden.

2. Schaftstiefel gewähren zwar guten Schutz gegen Nässe und Staub, sind aber, wenn stark naß geworden, schwierig anzuziehen. Ist, um letzteres zu vermeiden der Spann wenig fest schließend, so sitzt der Stiefel zu lose; beim Marsch reibt sich dann die Ferse hinten an der starren Kappe und wird leicht wund. Das Einstecken der Hosen in den Stiefelschaft drückt die Waden, erschwert den Blutumlauf im Unterschenkel und kann so den Eintritt schneller Ermüdung begünstigen.

3. Schuhe mit Gummizügen haben den Nachteil, zu fest um das Gelenk anzuliegen und den Blutumlauf zu hemmen — wenn sie noch neu sind; umgekehrt sitzen sie zu locker, wenn nach längerem Tragen die Züge gedehnt sind und ihre Elasticität verloren haben.

4. Halbschuhe sind zwar leicht, begünstigen aber wegen mangelnden Schlusses über dem Sprunggelenk das Gleiten des Fußes nach vorn, so daß die Zehen gegen das Oberleder anstoßen. Sie taugen nichts zum Wandern. —

Für den Übungs- und Spielplatz sind leichte Schuhe aus Leder oder Segeltuch die bis über den Knöchel reichen und geschnürt werden, die zweckentsprechendsten. Die neuerdings viel gebrauchten sogenannten Fußballschuhe oder Tennisschuhe mit Leder- sohlen sind meist trefflich. Gar nicht haben sich auf dem Spielplatz Schuhe mit Gummisohlen bewährt. — Der Turnschuh aus Leinen mit ganz dünnen Sohlen hat nur Vorzüge beim Gerätturnen. Für stramme Marschübungen taugt er gar nicht, von Wanderungen nicht zu reden. —

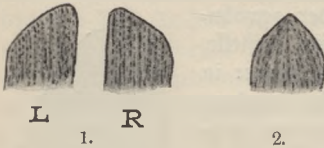


Fig. 186 u. 187. 1. Linke und rechte Fußspitze beim richtig geformten Strumpf. 2. Fußspitze beim Trichterstrumpf.

Strumpf.

Wichtig für den Fuß ist auch die Form der Strümpfe. Beim Kinde im ersten Lebensjahre stehen bekanntlich die Zehen strahlenförmig auseinander. Das Kind vermag die einzelnen Zehen niedrig zu bewegen, mit ihnen zu „spielen“. Schon bald aber ist das Bild ein anderes. Der in konischer Spitze zulaufende Trichterstrumpf hat die Zehen langsam mit elastischem Zug aneinandergedrängt, den Mittelfuß zusammengepreßt und die Fußsohle verschmälert. „Die Natur,“ sagt Starcke, „gab uns allein 7 starke Muskeln für den Großzeh; alle werden methodisch lahm gelegt durch die fürsorgliche Hand der strickenden Mutter.“ — Soll der Strumpf diese Schäden nicht zur Folge haben, so müssen für den rechten wie den linken Fuß besondere Strümpfe gefertigt werden, bei denen die Spitze nicht in der Mitte sondern an der Innenseite liegt, der Großzehenseite. Solche Strümpfe kosten nicht mehr Arbeit als die bisher üblichen Trichterstrümpfe, zudem sind sie haltbarer an der Spitze als diese, da sich der Großzeh nicht so leicht durchbohrt. Es ist zu wünschen,

daß die Handarbeitslehreinnen der Mädchen die naturgemäße Form der Strümpfe kennen lernten und nur solche von ihren Schülerinnen fertigen ließen (Fig. 186—190).

Wie notwendig eine naturgemäße und richtige Fußbekleidung da ist, wo besondere Leistungsfähigkeit zum ausdauernden Gehen und Marschieren verlangt wird,

Historisches
zur Frage der
Fußbeklei-
dung.

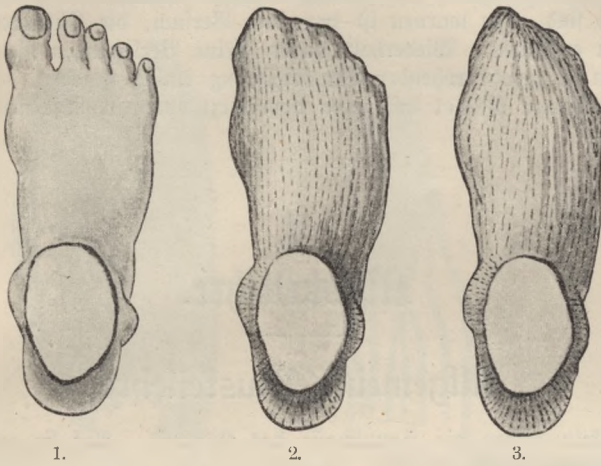


Fig. 188—190. 1. Normal gebauter unverstümmelter Fuß. 2. Derselbe mit Normalstrumpf bekleidet. 3. Derselbe im Trichterstrumpf: man sieht, daß durch den Trichterstrumpf a) der Mittelfuß schmaler, b) der Großfuß nach der Fußmitte abgelenkt wird. (Nach Braune.)

das haben die großen Feldherren der verschiedensten Zeitalter gewürdigt. Julius Cäsar, Gustav Adolf und Friedrich der Große werden hier besonders genannt. In den Feldzügen 1870/71 ist es nicht selten vorgekommen, daß bei einem größeren Marsch bis zu 5 Prozent der Mannschaften — so viele, wie ein heftiges Gefecht kampfunfähig macht — fußkrank zurückbleiben mußten. Das Schicksal der großen Bourbaki'schen Armee ist durch den trostlosen Zustand des Schuhwerks bei den französischen Truppen entschieden beschleunigt worden. Vor mehr als 100 Jahren suchte der holländische Anatom Petrus Camper (oben schon als Urheber des „Camper'schen Gesichtswinkels“ erwähnt) in seiner 1782 erschienenen, und in die meisten europäischen Sprachen übersetzten Schrift „Von der besten Form der Schuhe“ Wandel zu schaffen. Indes ohne nachhaltigen Erfolg: Mode und Handwerkschlendrian waren stärker.

In neuerer Zeit war es namentlich G. H. Meyer in Zürich, der die Frage wieder aufnahm. Seine Vorschläge fanden namentlich im preussischen Heere Nachachtung. Speziell mit der Frage zweckmäßiger Militärschuhe beschäftigten sich ferner der Oberstabsarzt Prof. Starke in Berlin, der sächsische Oberstlieutenant Brandt von Lindau und andere. Da die Meyerschuhe sehr stark von den heutigen Schuhformen abweichen, so versuchten andere, wie Veely und Kirchhoff (Der menschliche Fuß, seine Bekleidung und Pflege, 1892), unter Wahrung der richtigen Grundsätze doch möglichste Annäherung an den herrschenden Modegeschmack. —

Was im übrigen die Fußpflege betrifft, so ist peinliche Reinlichkeit ein erstes Gebot. Bei Schweißfuß bewährt sich das Einpudern des Fußes und der Strümpfe oder der Fußlappen mit Salicylstreupulver (Mischung von Salicylsäure (3 Teile) mit Mehl (10 Teile) und gepulverter Talkerde (87 Teile): es ist ein Aberglaube, daß man gegen Schweißfüße nichts thun dürfe. Sind die Füße durch an-

Fußpflege.

strengenden Marsch stark gerötet, sind gar Blasen vorhanden, oder Wundsein, so benutze man ebenfalls Salicylstreupulver. Beim Heer ist neuerdings statt dessen eine Salicylsalbe eingeführt. Bei mehrtägigen Fußwanderungen soll man das eine oder andere bei sich führen.

Hühneraugen entferne man durch Auflegen erweichender Pflaster, wie solche überall käuflich sind. Zu warnen ist vor dem Versuch, die Hühneraugen selbst mit dem Messer zu entfernen. Wiederholt haben kleine Verletzungen hierbei zu heftiger Entzündung, ja zu gefährdender Blutvergiftung Anlaß gegeben. —

Eingewachsene Nägel lasse man vom Arzt operativ entfernen.

II.

Muskellehre.

Allgemeine Muskellehre.

Allgemeine Muskellehre.

Die Muskeln bilden die Hauptmasse des Körpers. Auf sie entfällt etwa die Hälfte des Körpergewichts.

Während die Knochen die passiven Bewegungsorgane, bewegte Teile sind, sind die Muskeln die bewegenden, die aktiven Bewegungsorgane. Auf Reiz (Willensanregung oder andere Reize) ziehen sich die Muskeln zusammen, werden kürzer und nähern so die zwei Punkte einander, zwischen welchen sie ausgespannt sind. Das hat natürlich zur Voraussetzung, daß mindestens einer dieser Punkte beweglich ist.

§ 65. Feinerer Bau der Muskeln.

Feinerer Bau der Muskeln.

Nach ihrem feineren Bau unterscheiden wir zwei Arten von Muskeln: quergestreifte und glatte Muskeln. Die ersteren sind fast ausnahmslos der unmittelbaren Willensbeeinflussung unterworfen und heißen daher auch willkürliche Muskeln; die glatten Muskeln sind dagegen dem Willen nicht zugänglich und heißen daher auch unwillkürliche Muskeln.

I. Quergestreifte oder willkürliche Muskeln.

Quergestreifte oder willkürliche Muskeln.

Die quergestreiften Muskeln, das rote Fleisch des Körpers, sind braunrot von Farbe. Schon mit bloßem Auge gewahrt man an ihnen einen faserigen Bau, und zwar ist diese Faserung meist parallel, manchmal auch zusammenlaufend angeordnet. Isoliert man eine solche grobe Fleischfaser und macht durch dieselbe einen Querschnitt, so gewahrt man bei schwacher Vergrößerung, daß sich dieselbe aus zahlreichen bündelartig vereinten feineren Fasern zusammensetzt. Man nennt daher die grobe Muskelfaser Muskelbündel, und erst die feineren zu einem Bündel zusammentretenden Fasern Muskelfasern (Fig. 191). Eine jede Muskelfaser ist umgeben von einer feinen Haut,



Fig. 191. Muskelbündel im Durchchnitt. Vergrößert 150.

der Muskelhaut (Sarkolemma). Eine stärkere bindegewebige Haut, zugleich Trägerin von ernährenden Blutgefäßen, Nerven und Fettgewebe, umgiebt die größeren Muskelbündel (Fig. 195). Unter dem Einfluß geeigneter chemischer Substanz zerfasert sich auch die feinere Muskelfaser nochmals in feinste dünne Fäserchen, die als Muskelfibrillen (oder Primitivfasern) unter dem Mikroskop sichtbar sind (Fig. 193).

Muskelfibrillen.

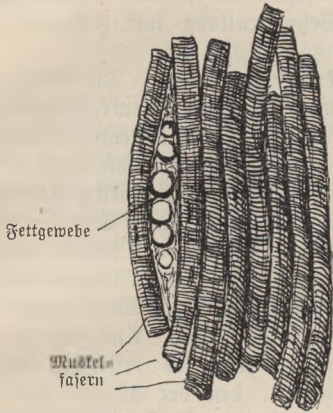


Fig. 192. Ein Bündel quergestreifter Muskelfasern. Vergrößert 150.

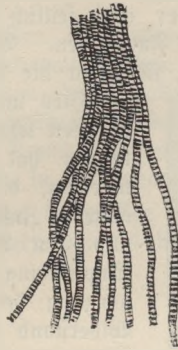


Fig. 193. Auflösung einer Muskelfaser in Muskelfibrillen. Vergrößert 500.

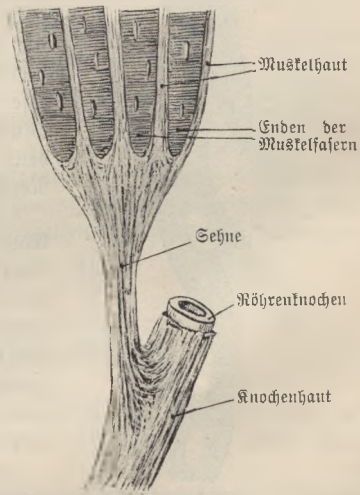


Fig. 194. Auflösung einer Muskelfibrille in kleine Säulenstücke. Vergr. 800.

Sowohl die Muskelfasern als auch die einzelnen Fibrillen zeigen bei stärkerer Vergrößerung durchweg eine feine Querstreifung, d. h. sie setzen sich zusammen aus Scheiben von abwechselnd dunkler und heller Färbung, infolge verschiedener Lichtbrechung dieser Schichten. Löst man die dunkleren Streifen durch Salzsäure auf, so bleiben die lichtereren Scheiben der Fibrillen, gewissermaßen Säulenstücke, als kleinste Fleischtheilchen („sarcous elements“) übrig (Fig. 194).

Unter der Muskelfaserhaut (dem Sarkolemma) liegen Zellkerne eingestreut, die Muskelkörperchen. Sie haben besondere Wichtigkeit dadurch, daß von ihnen aus der jugendliche Muskel sich bildet und wächst, und daß sie auch beim Erwachsenen noch Bildungselemente darstellen, von denen aus der Muskel noch neue Fasern zu den alten bilden und sich vergrößern kann.

Die Muskelfasern sind sehr lang und enden mit einem abgestumpften Ende. Über das Ende hinaus setzt sich die Muskelhaut fort. Da, wo der Muskel unmittelbar mit dem Knochen verbunden ist, stellt sich der Zusammenhang so her, daß die Haut der Muskelfasern und Muskelbündel einfach mit der Knochenhaut (dem Periost) verschmilzt. Meist ist es aber ein straffes bindegewebiges Band, die Sehne, mit welcher der Muskel sich an den Knochen anheftet. Die Sehne entsteht aus dem Zusammentritt der umhüllenden Häute der Muskelfasern und Muskelbündel (Fig. 195).



Sehne.

Fig. 195. Übergang des Muskelendes in die Sehne und Ansatz am Knochen (schematisch).

Sehnen-
scheide.

Die Sehne ist blendend weiß, aus ungemein starken und festen, parallel nebeneinander gelagerten Fasern bestehend. Sie ist umgeben von der Sehnhaut oder Sehnen Scheide, der Trägerin der die Sehne ernährenden Blut- und Lymphgefäße. Zwischen Sehne und Sehnen Scheide befindet sich eine schlüpfrige Flüssigkeit, welche ähnlich der Gelenkschmiere in den Gelenken das ungehinderte glatte Gleiten der Sehne bei Bewegung gewährleistet. Entzündungen pflanzen sich in dem Raum zwischen Sehnen Scheide und Sehne ungemein leicht die Sehne entlang fort (Sehnen Scheiden-entzündung).

Muskel-
nerven.

In die Muskelfaser tritt seitlich der Muskelnerve ein. Die Nerven des Muskels haben zweierlei Funktionen. Vorzugsweise sind sie Bewegungsnerve — Hirn und Rückenmark — zum Muskel hin, und veranlassen letzteren zur Arbeit. Außer diesen Bewegungs-
nerven hat der Muskel aber auch Empfindungs-
nerven, d. h. Nerven, welche die Kunde von den
äußeren Zuständen im Muskel zum Centralnervensystem,
also zum Bewußtsein vermitteln. Wir nennen diese
Empfindung das Muskelgefühl. Als eine Art Er-
gänzung des Tastsinnes lehrt es erkennen, wie der
Widerstand beschaffen ist, den der Muskel bei seiner
Thätigkeit findet; es läßt den Kraftaufwand abwägen,
der zur Lösung einer Bewegungsaufgabe nötig ist, und
gewährt eine Abschätzung des Gewichtes von Körpern,
die wir heben, der Festigkeit von Gegenständen, die wir
von ihrer Stelle bewegen wollen, eine Abschätzung
ferner der Beschaffenheit dieser Gegenstände, ob sie
hart, weich, spröde oder elastisch sind. Desgleichen vermitteln diese Muskelnerven
das Gefühl von Frische oder Ermüdung.

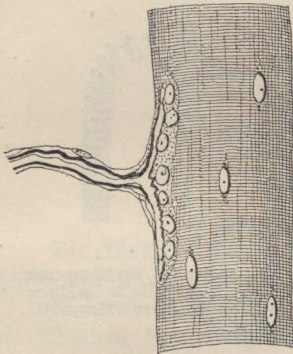


Fig. 196. Endung der Nerven im Muskel.

Der Bewegungsnerve der Muskelfaser endet in einer kleinen Auftreibung an der Muskelhaut, dem Nerven-
hügel oder der motorischen Endplatte (Fig. 196). Dabei
geht die umhüllende Haut des Nerven unmittelbar in
die Muskelhaut über, während der Nerve selbst sich im
Nervenendhügel verzweigt, in die Substanz der Muskelfaser
eindringt und mit derselben verschmilzt. Nerve und
Muskel bilden also auch anatomisch eine Einheit; wie
denn der Muskel nichts anderes als ein Endorgan des
Nervensystems ist.

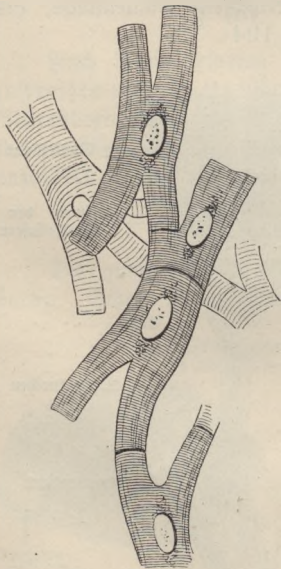
Bau der Herz-
muskulatur.

Fig. 197. Quergestreifte Muskelfasern des Herzens bei 400facher Vergrößerung.

Nicht alle quergestreiften Muskeln sind willkürliche. Eine Ausnahme machen: 1. Die Muskeln des Schlundkopfes (Muskeln des Rachens und des oberen Drittels der Speiseröhre), deren Thätigkeit beim Schlucken unwillkürlich erfolgt; 2. die Attemuskeln, welche zwar der Willensbeeinflussung unterworfen werden können, für gewöhnlich aber ohne Zuthun des Willens von selbst, rein automatisch, arbeiten; endlich 3. das Herz, welches der direkten Willensbeeinflussung gänzlich unzugänglich ist.

Die Muskulatur des Herzens ist zwar quergestreift, unterscheidet sich indes durch besonderen Bau von den andern quergestreiften Muskeln des Körpers.

Sie besteht nicht aus langen, an beiden Enden spitz zulaufenden Fasern, sondern aus kurzen, verzweigten ein- oder zweikernigen quergestreiften Zellen, deren Äste mit den Ästen benachbarter Zellen in gleichsinniger Richtung mit der Querstreifung zusammenstoßen. Der Zellkörper setzt sich aus quergestreiften Muskelfibrillen zusammen. Diese Muskelzellen des Herzens, allenthalben miteinander verbunden und ineinander verfilzt, stellen also ein dichtes zusammenhängendes Netzwerk dar (Fig. 197).

II. Glatte oder unwillkürliche Muskeln.

Die glatten oder organischen Muskelfasern, Faserzellen, denen die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen und damit zu verkürzen, zukommt, kommen im ganzen Körper überall da vor, wo sich Bewegungen unabhängig vom Willen vollziehen: so in den Wänden des gesamten Verdauungskanal, in den Luftröhren, in den Ausführgängen der Drüsen, in Harnleiter und Harnblase, in Samenbläschen und Gebärmutter, in der Brustwarze, in den Wänden der Blutgefäße, in der behaarten Haut.

Der Gestalt nach sind sie spindelförmige, kernhaltige Zellen, bald sehr lang und bandförmig (wie im Darmkanal), bald kürzer (wie in der Wand der Blutgefäße)

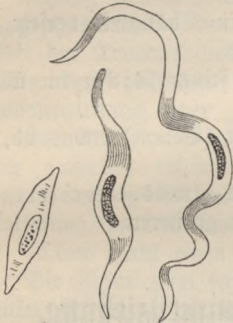


Fig. 198. Glatte oder organische Muskelfasern bei 3-400 facher Vergrößerung.

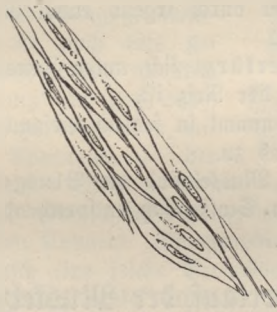


Fig. 199. Bündel glatter Muskelfasern. Vergrößerung 350.



Fig. 200. Endigung eines Nerven in den glatten Muskeln eines Blutgefäßes. Vergrößerung 4-500.

(Fig. 198). Sie liegen in den betreffenden Organen meist in bestimmter Richtung (längs oder quer) bündelförmig vereint, und bilden in der Wand der Blutgefäße, Drüsen-, Darm- usw. Röhre eine besondere zusammenhängende Schicht (Fig. 199). Da wo sie mehr kugelige Hohlräume umgeben, wie z. B. bei der Blase und der Gebärmutter, kreuzen sie sich in allen Richtungen. Nerven, dem System der unwillkürlichen Nerven, dem sympathischen Geflecht entstammend, treten allenthalben mit ihnen in Verbindung und geben die unabhängig vom Willen erfolgenden Anregungen zur Zusammenziehung (Fig. 200).

§ 66. Erregbarkeit des Muskels.

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

Die Muskelreize setzen im Augenblicke der Thätigkeit die chemischen Spannkraft des Muskels in Arbeit und Wärme um. Sie wirken mithin als aus-

lösende Kräfte, gleichwie der Funken, der die im Schießpulver schlummernden Spannkraften auslöst, und zur Explosion vermag, so daß Arbeit geleistet und Wärme frei wird.

Man unterscheidet folgende Reize, die den Muskel zur Zusammenziehung vermögen:

1. Natürliche oder Normalreize, das ist der durch den Nerven von einem Nervenzentrum (Gehirn, Rückenmark, sympathisches Geflecht) dem Muskel übermittelte Antrieb zur Zusammenziehung.

2. Künstliche Reize: Der Muskel zieht sich zusammen unter der Berührung stark ätzender Säuren (chemischer Reiz), und sehr heißer oder sehr kalter Körper (thermischer Reiz), sowie bei plötzlicher starker Quetschung und Zerrung (mechanischer Reiz). Namentlich hervorzuheben ist aber die Reizung des Muskels durch elektrische Ströme, weil solche, als am leichtesten zu handhaben, abzustufen und abzumessen, vorzugsweise zur wissenschaftlichen Untersuchung der Muskel- und Nerventhätigkeit benutzt werden.

§ 67. Gestaltveränderung des thätigen Muskels.

Gestaltveränderung des thätigen Muskels.

Wird der ruhende Muskel durch irgend einen Reiz in Thätigkeit versetzt, so tritt folgendes ein:

1. Der thätige Muskel verkürzt sich unter Zunahme seiner Dicke; im allgemeinen um so mehr, je stärker der Reiz ist.

2. Der verkürzte Muskel nimmt in seinem Gehalt (Volum) etwas ab, in seinem spezifischen Gewicht etwas zu.

3. Im thätigen verkürzten Muskel sind die Blutgefäße etwas erweitert, ist der Blutgehalt, dem lebhafteren Stoffumsatz entsprechend, ein größerer.

§ 68. Zeitlicher Verlauf der Muskelzusammenziehung.

Zeitlicher Verlauf der Muskelzusammenziehung.

Legt man einen einzelnen Muskel mit seinen zugehörigen Nerven frei und reizt den Nerven durch einen einzigen elektrischen Schlag, so bewirkt letzterer eine einmalige ganz kurze Zusammenziehung des Muskels, die sogenannte Muskelzuckung, das heißt also: nach empfangenem Reiz verkürzt sich der bis dahin unthätige Muskel schnell und kehrt dann rasch wieder in den erschlafften Zustand zurück. Läßt man sehr schnell hintereinander eine Reihe solcher Reizstöße durch den Nerven zum Muskel gehen, und zwar mittels des in einem fort unterbrochenen und wieder geschlossenen elektrischen Stromes (Induktionsstrom), so bleibt der Muskel ebensolange andauernd zusammengezogen, andauernd arbeitend. Eine Reihe einzelner, sehr schnell aufeinander folgender Zuckungen fließt in eine andauernde Zusammenziehung zusammen.

Genau so erzielt auch unser Wille eine anhaltendere Zusammenziehung — und die meisten Bewegungen sind solche — dadurch, daß er, solange eine Bewegung dauert, an einem fort Reizstöße zum zusammengezogenen Muskel schickt. Die „Zuckung“ ist also der elementare Vorgang; alle länger verlaufenden Muskelzusammenziehungen sind aus schnell hintereinander folgenden Zuckungen zusammengesetzt.

Myographion.

Man hat Vorrichtungen erfunden, welche den Muskel in den Stand setzen, die Kraft und Zeitmaße einer Zuckung selbst auf die genaueste Weise aufzuzeichnen.

Bringt man die Sehne eines frischen bloßgelegten Muskels (z. B. vom Frosch) in Verbindung mit einem leicht gehenden einarmigen Hebel und reizt den Muskel

von feinem Nerven aus, so wird der Hebel bei der dann folgenden Zusammenziehung des Muskels entsprechend bewegt werden. Versteht man das bewegliche Ende des Hebels mit einer Spitze, an welcher flüssige Farbe oder Tinte sich befindet, und stellt eine Fläche so gegen diese Spitze, daß beide sich ganz leicht berühren, so wird die Schreibspitze auf der Fläche einen Strich aufzeichnen, dessen Länge dem Umfang der Zusammenziehung des Muskels (der „Hubhöhe“) entspricht. Bewege ich während der Zusammenziehung die Schreibfläche an der Schreibspitze schnell vorbei, oder ersetze ich dieselbe durch einen Cylinder (Trommel), der mittels Uhrwerks sich dreht, so erhalte ich statt des einfachen Strichs eine längere gekrümmte Linie, eine „Kurve“. Kann man es ferner so einrichten, daß die Schreibspitze genau in demselben Augenblick die Trommel berührt und zu schreiben anfängt, in welchem die Reizung des Muskels erfolgt, so giebt die aufgezeichnete Kurve, da die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel bekannt ist, auch aufs genaueste den zeitlichen Verlauf einer Muskelzusammenziehung, einer „Zuckung“ an (Fig. 201).

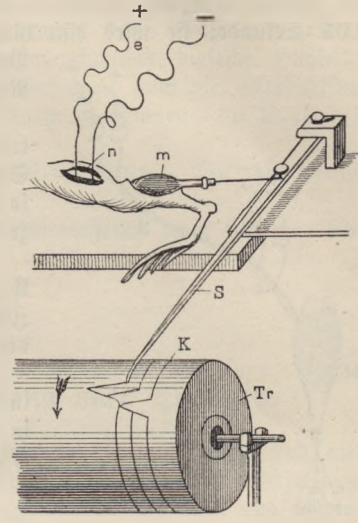


Fig. 201. Schema eines Myographions. e elektrische Zuleitung, n Nerv, der zum Wadenmuskel m führt; S Schreibhebel, Tr rotierende Trommel, K aufgezeichnete Zuckungskurven.

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

Die Figur zeigt schematisch eine solche Versuchsanordnung. An einem Froschschenkel ist bei n der zum Wadenschenkel führende Nerv bloßgelegt und mit den Polen einer elektrischen Batterie verbunden. Die Sehne des Wadenmuskels m ist von ihrem Ansatze an der Ferse losgetrennt und durch einen Faden mit dem Schreibhebel s verbunden. Letzterer liegt mit seiner Spitze ganz lose der sich umdrehenden Trommel Tr auf. Zieht sich der Muskel zusammen, so wird er mittels des an der Sehne hängenden Fadens den Schreibhebel zu sich bewegen; erschlafft der Muskel, so kehrt der Schreibhebel in seine Ausgangsstellung zurück.

Wost man auf solche Weise durch einen elektrischen Schlag eine Zuckung des Muskels aus, so lehrt die aufgezeichnete Kurve zunächst folgendes (Fig. 202):

1. Die Zuckung verläuft sehr schnell.
2. Der aufsteigende Teil der Kurve ist steiler als der absteigende; das heißt: der Muskel braucht weniger Zeit, um die volle Höhe der Zusammenziehung (bei c) zu erreichen, als er braucht, um in den Ruhezustand zurückzukehren (bei d).
3. Die Zusammenziehung beginnt nicht in demselben Augenblicke, wo die Reizung (bei a) erfolgt, sondern etwas später (bei b).

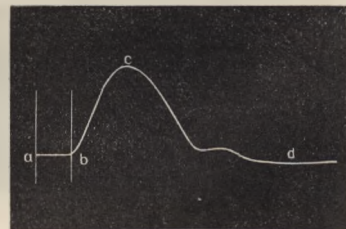


Fig. 202. Zuckungskurve.

Zuckungs-
kurve.

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

Zuckungs-
zeiten.

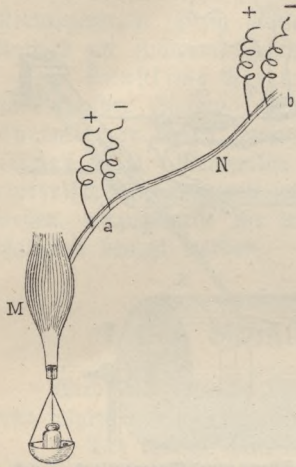
a) Die Zeit der verborgenen („latenten“) Reizung, d. h. die Zeit, welche der Muskel gebraucht, um nach erhaltenem Reiz sich vorzubereiten, ehe er die Zusammenziehung ausführt. Die Dauer dieser Zeit beträgt beim frischen Muskel 0.01 Sekunde; sie wird eine längere bei Ermüdung, Abkühlung oder zunehmender Belastung des Muskels, während sie bei stärkerem Reiz oder Erwärmung noch gekürzt wird.

b) Zeit der steigenden Energie. Sie beträgt beim frischen Muskel 0.03 bis 0.04 Sekunden. Sie fällt um so kürzer aus, und die Kurve wird um so steiler, je kleiner die Verkürzung ist, je geringer die zu hebende Last, je frischer der Muskel.

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

d) Die Zeit der elastischen Nachschwingungen, in welcher der schon erschlaffte Muskel noch einmal in ganz geringem Grade sich verkürzt, kommt hier weiter nicht in Betracht.

Wenn man den Muskel vom Nerven aus reizt — und der natürliche Willensantrieb kann ja auch nur diesen Weg nehmen, um zum Muskel zu gelangen — so ist die Zuckung um so größer und dauert um so länger, je weiter entfernt vom Muskel



Fortpflanzung eines Reizes im Nerven.

Fig. 203. M Muskel, N Nerv desselben. Letzterer an zwei verschiedenen Stellen (a und b) gereizt.

und je näher den Centralorganen der Nerv gereizt wird (Fig. 203). Im Nerven sind also Spannkraften vorhanden, welche beim Hindurchgehen einer Reizwelle sich mit wachsender Energie auslösen: der Reiz schwillt im Nerven lawinenartig an.

Die Fortpflanzung des Reizes im Nerven erfolgt nicht etwa ähnlich der Schnelligkeit des Stromes im elektrischen Draht, sondern erheblich langsamer. Sie beträgt 33,9 Meter in der Sekunde. Noch langsamer pflanzt sich die Reizwelle im Muskel selbst fort, nämlich mit einer Schnelligkeit von 10—13 Metern in der Sekunde.

§ 69. Erscheinungen beim ermüdeten Muskel.

Erscheinungen beim ermüdeten Muskel.

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 sie verändern sich allmählich in zunehmendem Maße. Und zwar wird nach einer größeren Zahl von gleich starken Reizen:

1. Die Vorbereitungszeit des Muskels eine größere, d. h. er beginnt sich später zusammenzuziehen.

2. Die steigende Energie wird allmählich geringer. Dies nach zwei Richtungen hin: Der Muskel zieht sich langsamer zusammen, erreicht also den Gipfel der Zusammenziehung erst später; und der Gipfel erreicht nicht mehr die an-

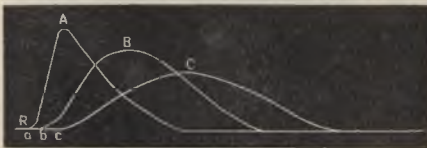


Fig. 204. Zuckungskurve A eines frischen, B eines halb-ermüdeten, C eines stark ermüdeten Muskels. Ra, Rb, Rc die entsprechenden Vorbereitungszeiten.

fängliche Höhe, die Kurve wird flacher und flacher. Mit andern Worten: Die Kraft der Zusammenziehung ist vermindert. Schließlich wird die Kurve zur

geraden Linie: d. h. der Muskel ist überhaupt nicht mehr zur Arbeit zu vermögen. Er ist erschöpft.

Je stärker der Muskel bei diesen Versuchen mit einem Gewicht belastet ist, um so schneller treten diese Verhältnisse ein. Es braucht dann jedesmal stärkere Reizung, wenn der belastete Muskel wiederholt hintereinander dieselbe Hubhöhe erreichen, dieselbe Arbeit leisten soll. Schließlich vermögen auch die allerstärksten Reize den Muskel nicht mehr zur anfänglichen Leistung zu bringen: die Kraft des Muskels versagt.

Die Ursache dieser Erscheinungen nennen wir Ermüdung. Wir haben also folgende Thatfachen zu verzeichnen:

1. der ermüdete Muskel bedarf zu gleicher Arbeitsleistung einer stärkeren Anregung oder Reizung als der frische Muskel;
2. seine absolute Muskelkraft ist vermindert;
3. seine Zusammenziehung verläuft träge.

§ 70. Anhaltende Zusammenziehung oder Tetanus.

Die meisten Bewegungen des Alltagslebens wie der Leibesübungen sind anhaltendere Bewegungen, bestehen nicht aus einer einzigen kurzen Muskelzuckung, sondern setzen sich aus mehreren oder vielen kurz aufeinander folgenden und miteinander verschmelzenden Zuckungen zusammen.

Folgen Reizstöße schnell aufeinander, so hat der Muskel keine Zeit, sich nach der Verkürzung wieder zu verlängern, sondern er verharrt in einer je nach der Schnelligkeit der sich folgenden Schläge stoßweise erzitternden anhaltenden Verkürzung, welche Tetanus (= Starrkrampf) genannt wird. Je schneller die Reizstöße aufeinander folgen, umsomehr wird schließlich eine ununterbrochene, gleichmäßig anhaltende Zusammenziehung erzielt (Fig. 205 I—III).

Steckt man in Sehne und in Fleisch eines in anhaltende Zusammenziehung versetzten Muskels zwei Nadeln und verbindet diese mit den Drähten eines Telefons, so hört man einen Ton: ein Beweis, daß sich im Muskel intermittierende Schwankungen, d. h. aneinander gereichte Zuckungen vollziehen.

Ähnlich wenn man beide Zeigefingerspitzen in die Ohren steckt und nun willkürlich den zweiköpfigen Armbeuger aufs schärfste zusammenzieht: man hört dann ein deutliches zitterndes Brausen im Ohre.

Die Zahl der Reizstöße, welche in der Sekunde nötig sind, um den Muskel in anhaltende Zusammenziehung zu versetzen, ist verschieden. Beim Menschen sind 30 Reizstöße in der Sekunde erforderlich (beim Frostmuskel 15, beim Schildkrötenmuskel 2—3, bei Vögeln 70).

Aber nicht nur, daß schnell aufeinander folgende Zuckungen zu einer anhaltenden Verkürzung verschmelzen, sie erzielen auch, indem sich ihre Wirkungen addieren, eine weit stärkere Zusammenziehung des Muskels, als es ein einzelner Reiz, und wäre er noch so stark, vermag. Nur muß der zweite Reizschlag noch zu einer

Anhaltende Zusammenziehung des Muskels.

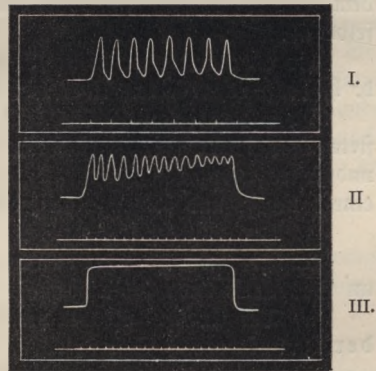


Fig. 205. Anhaltende Zusammenziehung durch Zusammenfließen vieler Reizstöße. Die Zahl derselben jedesmal auf der Linie unten angegeben.

Zeit erfolgen und auf den Muskel wirken, wo sich der Muskel vom ersten Reizstoß her noch in Verkürzung befindet.

Der Muskel erreicht also den größtmöglichen Grad der Verkürzung nur dann, wenn sich einzelne Erregungen summieren.

§ 71. Stoffwechsel des Muskels.

Stoffwechsel
des Muskels.

Das Muskelgewebe liefert die Kraft für die mechanischen Leistungen des Körpers. Wie die Leistungen der Dampfmaschine in letzter Instanz auf den Spannkraften beruhen, welche durch die Verbrennung der Kohle geliefert werden, und wie die Verbrennung nichts anders ist, als ein Oxydationsvorgang, d. h. eine chemische Verbindung des Kohlenstoffs mit dem gasförmigen Sauerstoff der Luft, so sind es auch chemische Umsetzungen, vor allem ebenfalls Verbrennungs- und Oxydationsvorgänge, welche im lebenden Muskel stattfinden, und sich in Wärme und lebendige Kraft oder Arbeit verwandeln.

Der Muskel benötigt also zu seiner Arbeit Sauerstoff, und liefert als Hauptverbrennungsprodukt die Verbindung von Sauerstoff mit dem Kohlenstoff der an der Stoffzersehung beteiligten — im Muskelgewebe selbst oder im Muskelblut enthaltenen — Stoffe, nämlich die Kohlensäure.

In der Ausnutzung der durch die Verbrennung erzeugten Spannkraft zur Arbeit ist der menschliche Organismus auch der besten Dampfmaschine überlegen.

Stoffwechsel
des ruhenden
Muskels.

Der ruhende Muskel ist in fortwährendem Stoffwechsel — „innere Atmung“ — begriffen. Er liefert damit hauptsächlich die Wärme des Körpers. Er entnimmt dem Blute, welches ihn durchströmt, Sauerstoff, und giebt Kohlensäure an dasselbe ab.

Er entnimmt aber mehr Sauerstoff als der abgegebenen Kohlensäure entspricht, d. h. er speichert einen Uberschuß von Sauerstoff auf.

Stoffwechsel
des thätigen
Muskels.

Beim thätigen Muskel sind die Blutgefäße, da der Stoffumsatz ein größerer, stets erweitert (die Vorstellung, als ob der Muskel, wenn er sich zusammenzieht und fester wird, den Inhalt seiner Blutgefäße wie ein Schwamm auspresse, ist also eine falsche), und folgende Erscheinungen treten ein:

1. Der Muskel scheidet ganz bedeutend mehr Kohlensäure aus.
2. Der Muskel verbraucht weit mehr Sauerstoff. Dieser Mehrverbrauch an Sauerstoff wird folgendermaßen gedeckt:

a) Der Körper nimmt vermittelst des Gaswechsels in den Lungen während der Arbeit mehr Sauerstoff (bis zum 4—5fachen) auf als in Ruhe;

b) der in Blut und Muskel vorhandene Sauerstoff wird mehr ausgenutzt.

3. Alle Bestandteile des Muskels geraten in lebhafteren Stoffumsatz, wobei der Muskel seine chemische Reaktion ändert: der ruhende Muskel reagiert neutral, der thätige sauer.

§ 72. Stoffliche Ursachen der Ermüdung des Muskels.

Stoffliche
Ursachen der
Ermüdung
des Muskels.

Bei Muskelarbeit treten als Endprodukte der chemischen Umsetzung im Muskel auf:

1. vermehrte Mengen von Kohlensäure. Dieselbe wird durch die Ausatmung aus dem Körper ausgeschieden. Je umfangreicher die Muskelarbeit, um so

massenhafter die Kohlensäure — und um so ausgiebiger müssen die Lungen arbeiten, um diese Mengen von Kohlensäure auszuatmen. Denn die Kohlensäure ist ein giftiges Gas, sobald sie im Übermaß im Blute sich anhäuft. Anhäufung
von Kohlen-
säure.

Sind an der Muskelarbeit besonders viele und große Muskeln beteiligt und anhaltend in stärkstem Maße thätig, so kann die Menge der dadurch entstehenden und ins Blut aufgenommenen Kohlensäure derart anwachsen, daß die Lungen ihrer Aufgabe, das giftige Gas augenblicklich auszuschleiden, auch bei tiefster Atembewegung nicht mehr genügen können. Es tritt dann vorübergehende Lungen-ermüdung, d. h. der Zustand der Atemlosigkeit ein, und gleichzeitig wird die Weiterarbeit der Muskeln fast instinktiv unterbrochen. Sie kann erst wieder aufgenommen werden, wenn die Lungen in der Muskelruhe der Übermenge von Kohlensäure Herr geworden sind, und der regelmäßige Atemgang sich wieder eingestellt hat. — Wir kommen darauf später noch zurück. Atemlosigkeit.

2. Weiter treten im Körper nach Muskelarbeit auf eine Reihe von chemischen Stoffen, die Ermüdungsstoffe. Wie die Kohlensäure der Rauch, so sind sie gewissermaßen die Schlacken der Verbrennungsvorgänge im Muskel. Ermüdungs-
stoffe.

Die Ermüdungsstoffe sind, wie die Kohlensäure, giftiger Art, sobald sie im Muskel oder im Körper (d. h. im Blute) übermäßig sich anhäufen. Sie werden ausgeschieden nicht augenblicklich wie die Kohlensäure, sondern oft viele Stunden nach der stärkeren Arbeit:

a) Durch die Haut, und zwar im Schweiß.

Wie giftig die im Schweiß durch die Haut ausgeschiedenen Ermüdungsstoffe sind, das tritt dann zu Tage, wenn große Strecken der Hautoberfläche außer Thätigkeit gesetzt werden. Es können dann diese Ermüdungsstoffe nicht aus dem Körper ausgeschieden werden, häufen sich vielmehr im Blute an, und bewirken schwere Krankheitserscheinungen, ja den Tod. Dies ist z. B. der Fall bei oberflächlicher Verbrennung oder Verbrühung eines großen Teils der Körperoberfläche. Ein Hund, dessen Haut zum größten Teil mit Lack überzogen wird, geht elend zu Grunde; Kinder, die bei römischen Kirchenfesten Engel darstellen sollten, wobei der nackte Körper übergoldet wurde, kamen infolge der unterdrückten Hautausscheidung um, wurden „wirkliche Engel“.

b) Durch die Nieren im Harn.

Unterdrückung der Nierenthätigkeit durch plötzliche Erkrankung des Nierengewebes zeitigt dadurch, daß die Giftstoffe (Urate) nicht ausgeschieden werden können, sondern im Blute verbleiben (Uramie), tödtliche Vergiftungserscheinungen.

c) Durch den Darm im Kot. —

Die übermäßige Anhäufung der Ermüdungsstoffe in den Geweben sowie im Blute kann zweierlei Arten von Ermüdungserscheinungen veranlassen: örtliche und allgemeine Muskelermüdung.

§ 73. Örtliche oder lokale Muskelermüdung.

Nach einer kurzdauernden Muskelbewegung werden die im Muskel entstandenen „Ermüdungsstoffe“ schnellstens durch den Blutstrom fortgeschwemmt, und der Muskel ist bald wieder zur selben Leistung fähig. Anders, wenn der Muskel anhaltend verkürzt bleibt (z. B. bei einer langandauernden Halte), oder wenn eine starke Muskelarbeit von kurzer Dauer häufig hintereinander bei kleinen Ruhepausen wiederholt lokale Mus-
kelermüdung.

wird. In beiden Fällen häufen sich die infolge der Muskelarbeit entstehenden Stoffe derart im Muskel an, daß sie nicht vom durchströmenden Blute vollständig entfernt (ausgewaschen) werden können. Diese Ermüdungsstoffe wirken dann auf den überanstrengten Muskel so ein, daß sie zunächst seine Erregbarkeit herabsetzen (s. o.), und daß nur vermehrte Willensanstrengung den Muskel zur Weiterarbeit vermag. Schließlich aber wird der Muskel völlig gelähmt, er versagt auch der energischsten Willensanregung. Erst nach bestimmter Ruhezeit hat sich der Muskel wieder erholt, und wird wieder mehr oder weniger arbeitsfähig.

Beispiel: Der seitwärts wagerecht ausgestreckte Arm, der vorzugsweise vom dreieckigen Schulter- (Delta-) Muskel gehalten wird. Anfänglich die leichteste Sache der Welt, den Arm wagerecht zu halten, wird schon nach einer Anzahl von Sekunden der Arm schwerer und schwerer, und fällt schließlich wie lahm herab — trotz äußerster Willensanstrengung den Arm zu halten.

Belastet man dabei den Arm noch dadurch, daß man eine Hantel in die Hand nimmt, so tritt die vollständige örtliche Ermüdung um so schneller ein, je schwerer die Hantel, d. h. je größer die vom Deltamuskel in der Zeiteinheit zu leistende Arbeit. Die Übermüdung des Muskels ist fast stets mit einem mehr oder weniger lebhaften Schmerzgefühl im Muskel verbunden.

Läßt man nach solcher Anstrengung den Arm eine Weile ganz ruhen, so schwindet der Schmerz und das Gefühl der Schwere. Die in dem ermüdeten Muskel (sowie im Muskelnerven) angehäuften Ermüdungsstoffe werden vom Blutstrom weggeführt: der Muskel wird wieder arbeitsfähig. Indes nicht vollständig; denn führt man dieselbe Halte nach entsprechenden Ruhepausen wiederholt aus, so wird die Zeit, während welcher der Arm belastet oder unbelastet wagerecht ausgestreckt gehalten werden kann, zuletzt immer kürzer: die vollständige Ermüdung tritt immer schneller ein. Schließlich bleibt der Schultermuskel schmerzhaft und schwer, und ist überhaupt nicht mehr zur Arbeit zu vermögen. Noch am folgenden, ja manchmal noch am zweiten oder dritten Tage nach der Anstrengung ist der Muskel schmerzhaft und schwer, leidet am sogenannten „Turnfieber“.

Turnfieber.

Durch häufige regelmäßige Bethätigung und Übung wird nicht nur der Muskel arbeitsfähiger, so daß er die gedachte oder eine andere ähnliche Übung längere Zeit hindurch und häufiger hintereinander ausführen kann, sondern es treten auch die nachträglichen Ermüdungsanzeichen, das Turnfieber, kaum oder überhaupt nicht mehr auf. Der Muskel ist durchgeübt: „träniert“.

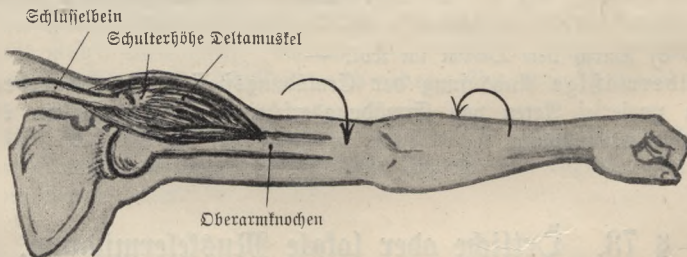


Fig. 206. Drehung des wagerecht ausgestreckten Oberarms nach vorn und hinten in der Richtung der Pfeile.

In dem gewählten Beispiel war die ganze Arbeit: Hebung und Haltung des Armes — eine an sich geringe Kraftleistung, bei zahlreichen Leibesübungen wird das Vielfache an Kraft mit Leichtigkeit bewältigt — dem Deltamuskel aufgebürdet (Fig. 206). Nun kann ich dieselbe Übung so anstellen, daß der wagerecht ausgestreckte

Arm auch noch stark um seine Achse hin- und hergedreht wird. (Armdrehen.) Dabei wird — während bei der einfachen wagerechten Haltung mit dem Handrücken nach oben alle Bündel des Deltamuskels vereint die Armlast tragen — fortschreitend mit der Drehung des Oberarmknochens ein Teil der Bündel des Deltamuskels außer Thätigkeit gesetzt, und nur einzelne aufs äußerste angestrengte Muskelbündel (in der Fig. 207 dunkel getönt) halten die Armlast — wobei die Mithilfe kleiner Schultermuskeln, namentlich des Obergrätenmuskels als unwesentlich außer acht bleiben kann.

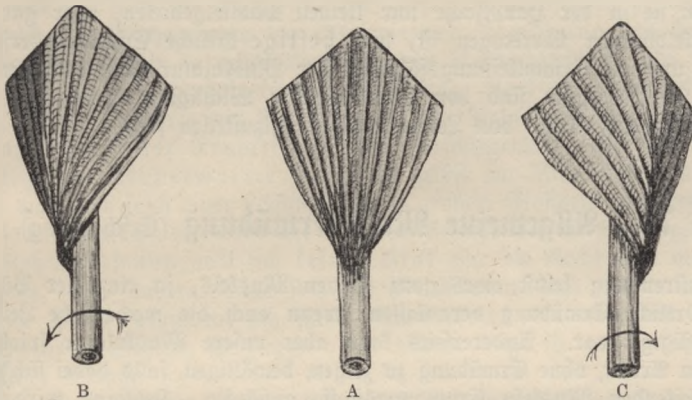


Fig. 207. A Der Deltamuskel bei Drehung des Arms in der Seithehalte. B Drehung nach außen. C Drehung nach innen. Nur die dunkel angelegten Bündel bleiben in ihrer Richtung. Die anderen wickeln sich um den Oberarmknochen.

Ob schon nun dieses der anfänglichen Übung zugefügte Armdrehen mechanisch eine sehr geringe Mehrleistung bedeutet, so wird dadurch der Arm trotzdem bedeutend früher ermüdet. Es tritt viel früher heftiger Schmerz an der Schulter auf, und nicht nur der Deltamuskel selbst wird viel eher leistungsunfähig, sondern zahlreiche andere Armbewegungen werden schwieriger und behindert, ob schon die gesamte übrige Armmuskulatur so gut wie gar nicht ins Spiel getreten war, und volle Arbeitsfähigkeit besitzt. Denn die gedachte Übung hatte einzelne Bündel des Deltamuskels derart übermüdet, daß sie bei allen Armbewegungen, an denen sie, wenn auch nur in geringem Grade beteiligt sind, nicht nur halb versagen — dieser Ausfall könnte durch andere Muskeln zum Teil gedeckt werden —, sondern vor allem durch ihre Schmerzhaftigkeit bei jedem leisen Versuch der Bewegung hindernd einwirken; die Schulter ist wie lahm.

Die örtliche (lokale) Ermüdung oder Übermüdung nur einzelner Bündel eines Schultermuskels wirkt mithin beschränkend und lähmend auf die Muskelbethätigung der gesamten Schulter und des Arms.

Führt man durch Übungen, welche zwar keine großen mechanischen Kraftleistungen verlangen, aber letztere ganz unverhältnismäßig kleinen Muskelpartien aufbürden, ähnliche Ermüdungserscheinungen etwa an der Kreuzgegend, an Hüften oder Knien herbei, so kann auf diese Weise, durch lokale Übermüdung nur vereinzelter und verstreuter Muskelbündel die Thätigkeit der gesamten menschlichen Bewegungsmaschine gehemmt und das Gefühl erweckt werden, als wäre die gesamte Muskulatur durchgearbeitet und ermüdet. Es ist ein leichtes, mittels einiger ausgesuchten Frei- und Geräterübungen, deren Gesamtsumme an mechanischer Leistung recht gering ist, gleichwohl das Gefühl starker Ermüdung in Armen und Beinen hervorzurufen und für einige Tage dem Ungeübten Turnfieber zu verschaffen.

Aus alledem geht hervor: der Grad des Gefühls der Muskelermüdung ist nicht abhängig von der Größe der geleisteten Muskelarbeit überhaupt, sondern von der Verteilung und Art der Ausführung dieser Arbeit. Große mechanische Arbeit, auf viele Muskeln so verteilt, daß keiner dieser bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit angestrengt wird, und für jeden mitarbeitenden Muskel hinreichend Ruhepause gewährt ist, während welcher der Blutlauf die gebildeten Ermüdungsstoffe hinwegschwemmen kann — solche große Arbeit kann mithin ohne das Auftreten jedweder Ermüderserscheinungen geleistet werden. Umgekehrt kann geringfügige mechanische Arbeit, wenn sie in der Hauptsache nur kleinen Muskelgebieten, oder gar nur einzelnen Muskelbündeln übertragen ist, hier heftige örtliche Ermüderserscheinungen verursachen, und die Gesamtleistungsfähigkeit der Muskulatur beeinträchtigen.

Diese Gesichtspunkte sind von grundlegender Wichtigkeit, wenn man die Wirkungen der einzelnen Arten von Leibesübungen festzustellen sucht.

§ 74. Allgemeine Muskelermüdung (Erschöpfung).

Allgemeine
Muskel-
ermüdung.

Überanstrengung selbst eines ganz kleinen Muskels, ja einzelner Bündel kann also starke örtliche Ermüdung veranlassen, wenn auch die mechanische Leistung eine recht geringfügige war. Andererseits kann aber unsere Muskulatur spielend große Summen von Arbeit, ohne Ermüdung zu zeigen, bewältigen, falls dabei sich nirgendwo in den arbeitenden Muskeln Ermüdungsstoffe anhäufen. Letzteres wird selbst bei lange Zeit hindurch fortgesetzter Arbeit dann vermieden, wenn die Arbeit häufig durch kurze Ruhepausen, die am besten regelmäßig in bestimmtem Rhythmus wiederkehren, unterbrochen wird.

Auf diese Weise vermag der Herzmuskel ununterbrochen zu arbeiten, und eine tägliche Gesamtsumme an mechanischer Kraftleistung zu erreichen, die geradezu erstaunlich ist (nach Juntz im Durchschnitt beim Erwachsenen 17280 Kilogrammometer täglich; d. i. eine Arbeit, der gleich, als wenn man 172,8 Doppelzentner einen Meter hoch heben wollte). Nur bei starker anhaltender Steigerung der Herz-Arbeit, etwa um das 6—8fache, kann auch der Herzmuskel vorübergehende Ermüderserscheinungen zeigen. Seine vollständige Ermüdung ist gleichbedeutend mit dem Aufhören des Lebens: Tod durch Erschöpfung.

In gleicher Weise wie das Herz, leisten die Atemmuskeln in unaufhörlicher rhythmischer Thätigkeit außerordentliche Kraftsummen, und zeigen ebenfalls nur bei außerordentlicher Steigerung der gewöhnlichen Arbeit Ermüderserscheinungen.

Nun handelt es sich bei der Arbeit des Herzens und der Atemmuskeln um unwillkürlich (automatisch) erfolgende Thätigkeit.

Was nun die willkürlichen Skelettmuskeln betrifft, so leisten auch sie die größten Arbeitssummen bei rhythmischer Arbeit, die auf viele Muskeln verteilt ist. Solche Arbeit kann dann viele Stunden hindurch fortgesetzt werden, aber nie dauernd, wie Herzschlag und Atmung. Denn bei solcher willkürlichen Dauerarbeit treten stets schließlich Erschöpfungszustände ein, welche die beteiligten Muskeln zur Ruhe zwingen.

Beispiele für solche Arbeitsleistungen, die im rhythmischen Wechsel von Arbeit und Ruhe folgen und Arbeitssummen ermöglichen, wie sie auf andere Weise unsere Muskulatur nicht zu erreichen vermag, bieten die Bewegungen des Gehens, des Steigens, des Laufens, des Schwimmens, des Ruderns, des Radfahrens u. dergl.

Werden Bewegungen letzterer Art sehr lange fortgesetzt, so können sich zwar auch in einzelnen vorzugsweise beteiligten Muskeln — und deren Bewegungsnerven, wovon später — örtliche Ermüdungserscheinungen einstellen. Es tritt aber ein anderes hinzu: das ist Anhäufung von Ermüdungsstoffen im Gesamtblute des Körpers. Die Ausscheidung der Ermüdungsstoffe durch Haut, Nieren und Darm geht nur langsam vor sich. Werden durch reichliche anhaltende Muskelarbeit mehr Ermüdungsstoffe in den arbeitenden Muskeln gebildet und dem Blutstrom überliefert, als ausgeschieden werden können, so müssen sie sich eben im Blute anhäufen.

Und diese mit dem Gesamtblute den Körper durchkreisenden giftigen Stoffe sind es, welche die Erscheinungen der allgemeinen Ermüdung und Erschöpfung hervorrufen. Sie wirken in erster Linie auf das Nervensystem. Es tritt Unlust zur Bewegung auf und gedrückte reizbare Stimmung; die Bewegungen erfolgen schwer und lässig. Nach Aufhören der Bewegung in der Ruhe bemächtigt sich des ganzen Körpers ein Gefühl der Ermattung, der Zerschlagenheit; der Puls ist klein und häufig; die Körperwärme steigt bis selbst zur Fieberhöhe; Appetit zum Essen, den man nach solch einer Leistung und so großem Stoffverbrauch besonders groß erwarten sollte, ist nicht vorhanden; trotz des Gefühls der Erschöpfung, Hinfälligkeit und des Ruhebedürfnisses stellt sich kein Schlaf ein; die Nacht wird vielmehr ruhelos verbracht. Am andern Tage sind die Gliedmaßen noch schwer und wie zerschlagen; im Harn beginnen sich starke Niederschläge, namentlich aus harnsauren Salzen bestehend, zu zeigen. Am dritten Tage ist gewöhnlich die frühere Frische wieder erlangt.

Solche Erscheinungen treten bekanntlich bei übermäßigen Fußmärschen, erschöpfenden Bergbesteigungen, überweiten Radfahrten und ähnlichen Leistungen in bald stärkerem, bald geringerem Grade ein. Sie sind um so ausgesprochener, je weniger der Betreffende an solche große Leistungen gewöhnt ist, während regelmäßige Gewöhnung an Dauerleistungen immer mehr dazu führt, solche ohne den Eintritt heftigerer Allgemeinerermüdung zu ertragen (Zustand des Traniertseins s. u.).

Die allgemeine Muskelermüdung ist also eine Art von Selbstvergiftung des Körpers. Das Blut eines abgehehten erschöpften Tieres in die Adern eines anderen ausgeruhten Tieres gespritzt, bringt bei letzterem die charakteristischen Erscheinungen der Ermüdung hervor. Das Fleisch von abgehehtem Wild nach einer „ritterlichen“ Hejagd ist bekanntlich ungenießbar, ja giftig, weil mit Ermüdungsstoffen durchsetzt. —

Erscheinungen der allgemeinen Ermüdung.

§ 75. Begriff der Kraft-, Dauer- und Schnelligkeitsübungen.

Im Vorhergehenden traten zweierlei Arten von Muskelarbeit als Ursachen entweder der örtlichen oder der allgemeinen Muskelermüdung hervor, und zwar:

1. Muskelarbeit, die auf bestimmte Muskelgebiete beschränkt ist, kurze Zeit dauert, einmal erfolgt oder nur mehrmals wiederholt wird, und von den beteiligten Muskeln den höchstmöglichen Aufwand von Leistung erfordert. Diejenigen Leibesübungen, welche diese Art von Muskelthätigkeit verlangen, heißen Kraftübungen. Sind die bei einer Kraftübung in Anspruch genommenen Muskelgebiete örtlich begrenzt und von geringem Umfang, wie in dem Beispiel der seitlichen Armhebelhalte, von dem wir ausgingen, so bezeichnet man die hierher gehörigen Übungen als begrenzte oder lokalisierte Kraftübungen; handelt es sich um schon umfangreichere Muskelgebiete, so kann man sie als allgemeinere Kraftübungen bezeichnen. Beispiele letzterer sind: das Ringen, das Stemmen schwerster Hanteln. Eine scharfe Grenze ist aber zwischen diesen Unterarten nicht zu ziehen.

Kraftübungen.

Begrenzte oder lokalisierte Kraftübung.
Allgemeinere Kraftübung.

2. Muskelarbeit, welche auf zahlreiche große Muskeln so verteilt ist, daß auf jeden einzelnen nur geringere Arbeit entfällt; die längere Zeit hindurch und häufig im rhythmischen Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung der betreffenden Muskeln erfolgt, und die infolge dieser Dauer und Häufigkeit und infolge der Theilnahme sehr zahlreicher Muskeln sich zu großen Arbeitssummen anhäuft, addiert.

Hierher gehörige Übungen, bei welchen es darauf ankommt, solche Art von Bewegung möglichst lange auszuführen, heißen Dauerübungen.

3. Tritt dagegen der Gesichtspunkt der Dauer zurück, und kommt es darauf an, im schnellsten rhythmischen Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung in kurzer Frist größere Arbeitssummen zu erreichen, so heißen solche Übungen Schnelligkeitsübungen. Die Schnelligkeitsübungen nähern sich also in ihrem Charakter damit wieder den Kraftübungen.

Hinsichtlich der Ermüdungserscheinungen erzeugen die Kraftübungen örtliche (lokale) Muskelermüdung in größerer (allgemeine Kraftübungen) oder in geringerer (begrenzte Kraftübungen) Ausbreitung. Die Dauerübungen führen zur Allgemeinermüdung. Bei den Schnelligkeitsübungen kommt es gewöhnlich weder zur örtlichen noch zur allgemeinen Ermüdung. Vielmehr ermüden hier am ehesten diejenigen Organthätigkeiten, welche bei den Schnelligkeitsübungen besonders gesteigert werden, nämlich Herzschlag und Atmung.

§ 76. Erholung des Muskels.

Erholung des Muskels.

Der Muskel, welcher bis zur Ermüdung und damit selbst bis zur zeitweiligen Arbeitsunfähigkeit angestrengt war, erlangt nach einer gewissen Zeit der Ruhe seine Arbeitsfähigkeit wieder. — Während der Arbeit hatte der Muskel, wie wir sahen, größere Mengen von Sauerstoff verbraucht. Diesen Verbrauch deckte er nicht nur dadurch, daß er dem Blute viel mehr Sauerstoff entnahm, sondern er verbrauchte auch den im Muskelgewebe selbst noch aufgespeicherten Sauerstoff. Die Zeit der Ruhe benutzt nun der Muskel dazu, diesen Verlust wieder zu ersetzen und neuen Sauerstoff aufzuspeichern. Ebenso werden in der Ruhe die Ermüdungstoffe aus dem Muskel vollends weggeschafft; die chemische Reaktion des Muskels, während der Arbeit sauer geworden (vorzugsweise durch die entstandene Fleischmilchsäure), wird wieder die neutrale. Dem Bewußtsein giebt sich diese Wiederherstellung des Muskels zur vollen Leistungsfähigkeit durch das Gefühl der Frische oder das Kraftgefühl kund, welches namentlich bei allen denen sich in wohlthuernder Weise äußert, die in regelmäßiger Bethätigung und Übung ihre Muskulatur ordentlich durchzuarbeiten gewohnt sind.

Kraftgefühl.

§ 77. Wachstum des Muskels.

Wachstum des Muskels.

Nach Ruhe gewinnt aber der Muskel nicht nur seine volle Arbeitskraft bald wieder, nein er nimmt auch, je mehr er regelmäßig beschäftigt und geübt wird, an Arbeitsfähigkeit zu; sein Umfang wird ein größerer; seine Konsistenz wird eine festere; die Muskelfasern werden dicker und derber; ja es bilden sich aus den im Muskel vorhandenen bildungsfähigen Elementen, als welche wir die Muskelförperchen kennen gelernt, neue Muskelfasern. Alles das natürlich nicht ins Ungemessene.

Im thätigen Muskel sind die Blutgefäße stets erweitert; ein stärkerer Strom ernährenden Blutes geht zum arbeitenden oder übenden Muskel. Auch während der Muskelruhe unmittelbar nach Muskelarbeit bleibt eine Zeit lang die vermehrte Blut-

zufuhr bestehen. Dieser lebhaftere Blutstrom führt dem Muskel ein Mehr von ernährenden Stoffen zu. Ebenso begünstigt der Reiz, welchen die Zusammenziehung des Muskels auf die Muskelnerven ausübt, eine Steigerung der Lebensprozesse im Muskel. So werden nicht nur die Verluste infolge der Stoffumsetzung bei der Arbeit leicht wieder gedeckt, sondern es wird darüber hinaus bei regelmäßiger Bethätigung des Muskels und bei günstigen Ernährungsverhältnissen des Körpers noch eine Zunahme an kraftgebender Muskelsubstanz erzielt. Kräftige Entwicklung der Muskulatur — das natürliche Wachstum der Muskulatur in der allerersten Lebenszeit bleibt hier außer Betracht — ist eben nur möglich durch regelmäßige und ausgiebige Muskelarbeit. Umgekehrt nimmt ein Muskel nicht nur nicht zu, sondern wird schwächer, dünner und weicher, wenn ihm jede Bethätigung fehlt. Dauernde absolute Ruhe ist keine Erholung für den Muskel, sondern schädigt denselben.

Damit kommen wir zu einem für jede Art von Übung grundlegenden Gesetze. Dasselbe besagt, daß — im Gegensatz zur toten Maschine aus Menschenhand, die sich durch Arbeit nur mehr oder weniger schnell abnutzt — die Organe des lebenden Körpers nur durch natürliche regelmäßige Bethätigung ihre Lebensfülle und Leistungsfähigkeit wahren, ja bei energischer Bethätigung steigern; daß sie dagegen an Leistungsfähigkeit abnehmen und verkümmern bei andauernder Ruhe oder Nichtbethätigung. Kurz gesagt: Arbeit erhält und mehrt; Müßigsein verzehrt.

Dies Gesetz gilt also nicht allein für die willkürliche Muskulatur, sondern auch für alle anderen Organe des Körpers. Auf ihm beruht der Erfolg jeder Übung; es beweist die Notwendigkeit jeglicher Übung. Inwieweit sich dasselbe modifiziert, je nachdem es sich um den werdenden und sich entwickelnden, um den reifenden, um den reifen, um den vollkräftigen und um den alternden Körper handelt, sei späterer Betrachtung vorbehalten.

Was nun insbesondere die Muskeln betrifft, so fangen dieselben bereits an, zu verkümmern, merklich schwächer, dünner und schlaffer zu werden, wenn sie selbst nur wenige Wochen zur völligen Unthätigkeit gezwungen sind. Ein Arm, der durch einen Gips- oder einen Streckverband unbeweglich gelegt worden war, ist schon nach einigen Wochen dünn und kraftlos im Vergleich zum andern unverletzten Arme geworden. Erst entsprechende Bethätigung und Übung nach erfolgter Heilung giebt solchem Arm die frühere Dicke, der Muskulatur ihren früheren Umfang wieder.

Während beim geübten Turner, Ruderer usw. sich außerordentlich starke Arm-, Schulter- und Brustmuskeln entwickeln, die sich fest anfühlen, bei Zusammenziehung geradezu hart werden, hat der Schwächling, der körperliche Anstrengung scheu meidet, dünne Arme. Seine Muskeln fühlen sich schlaff an und bleiben auch bei Zusammenziehung weich und zusammendrückbar.

Unsere Muskeln machen etwa 45%, fast die Hälfte der gesamten Körpermasse aus. Außerordentlich blutreich unterhalten sie einen sehr regen Stoffwechsel, der bei Muskelarbeit stundenlang um das mehrfache gesteigert werden kann. Es kann für die gesamten Lebensprozesse nichts weniger als gleichgültig sein, ob ein so wesentlicher Teil des Gesamtkörpers durch häufige Übung zur ganzen Fülle der Entwicklung gebracht wird und stetig in ihm lebhaftere Stoffumsetzungen unterhalten werden, oder ob durch Nichtbethätigung diese Umsetzungen nur spärliche bleiben, und die ganze Masse des Muskelfleisches auf einem niederen Stand der Entwicklung beharrt. Ohne Zweifel werden in letzterem Falle auch andere Körperthätigkeiten, Verdauung, Stoffansatz usw. ungünstig beeinflusst; selbst die geistige und moralische Energie kann Einbuße erleiden; Daseinsfreude und Genußfähigkeit werden verringert.

§ 78. Athletische Körperform (Fig. 208).

Athletische
Körperform.

Andererseits wird das Gleichmaß in der Entwicklung aller Organe des Körpers gestört, wenn durch ein Uebermaß von Kraftübungen die Muskeln zur überstarken massigen Entwicklung gebracht werden. Zunächst sind bei Kraftübungen die häufigen Höchstbethätigungen großer Muskelmassen an sich geeignet, die Funktionen wichtiger Organe zu stören und letztere dauernd zu schädigen. Es wird später gezeigt werden, inwiefern stärkste Muskelanstrengungen auf das Herz und die Lungen ungünstig einwirken. Schon die Alten betonten die hinfällige Gesundheit ihrer Berufsathleten. Das frühzeitige traurige Ende so manches in Kraftstücken hervorragenden Athleten — aus den letzten Jahren seien hier nur die Namen Bohlrig und Abs genannt, die beide in den besten Mannesjahren dahinstarben — lehrt es, daß der Betrieb schwerster Kraftübungen große Gefahren für die Gesundheit in sich birgt.

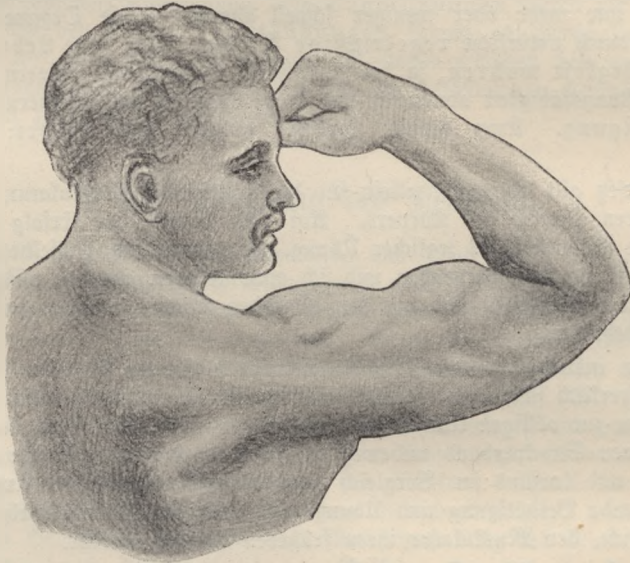


Fig. 208. Arm eines Athleten (Sandow).

Sodann aber hat solch Anzüchten großer Muskelmassen namentlich um Schultern und Arme mit einer rechten gymnastischen Körperausbildung nichts gemein. Von einem schönen Uebersmaß des Körpers ist nicht mehr die Rede, wenn der Nacken stiermäßig breit, die Schultern übermäßig ausladend, die Oberarme unförmig dick sind. Die schweren Muskelmassen beeinträchtigen ferner nicht unwesentlich Gewandheit und Beweglichkeit. Und solche sind nicht minder berechtigtes Ziel turnerischer Ausbildung wie Kraft und Stärke. Die schweren Fleischmassen um das Schultergelenk hindern die Beweglichkeit der Arme. Vom Athleten Fuß wird berichtet, daß er nicht im Stande sei, seine Hände weit genug zum Rücken zu bringen, um die Hosenträger hinten anzuknüpfen; die Fleischmassen der Schenkel hindern ihn beim Sitzen, die Beine übereinanderzuschlagen; Rücken ist ihm nur bei gespreizten Knien möglich. Daß solche ungeschickte Körperbeschaffenheit weit entfernt von einem Ideal gymnastischer Ausbildung ist, und selbst zu leichteren Geschicklichkeitsübungen unfähig macht, versteht sich von selbst.

Eine übermäßige athletische Entwicklung der Skelettmuskeln kann man geradezu als eine ungesunde Erscheinung ansehen. Dies geht vor allem daraus hervor, daß bei hervorragenden Athleten oder Kraftmenschen das überstarke Wachstum der Muskeln gar nicht durch unablässige Übung von früher Jugend an erworben ist, sondern eine angeborene, ererbte Eigenschaft ist. Beim Athleten Abs in Hamburg, der seinerzeit wohl als der stärkste Mann in Deutschland gelten konnte, war die Vererbung solchen Riesenwuchses der Muskeln nachweislich. Ebenso beim Athleten Luz, der zwar in seiner Jugend geturnt hat, aber nicht mehr wie auch seine Altersgenossen. Derselbe besaß auch vor seinem 14. Lebensjahre keinerlei hervorragende Stärke. Erst in den folgenden Entwicklungsjahren begann seine Muskulatur in ganz ungewöhnlichem Grade an Umfang und Masse zuzunehmen. Einige Körpermaße der Athleten Abs und Luz, denen solche eines kräftigen jungen Mannes mittlerer Entwicklung beigemessen sein mögen, sind nach den Messungen von Dr. F. Engel Reimers in Hamburg (1894) folgende:

Angeborenes Riesenwachstum der Muskeln.

	Luz	Abs	H.	
Körperlänge	186 cm	183 cm	181 cm	
Körpergewicht	119.5 Kg	103 Kg.	76 Kg	
Brustumfang (Höhe der Brustwarze)	129 cm	114 cm	97 cm	
Umfang von	Oberarm gestreckt	40.5 "	35 "	30 "
	" gebeugt	46 "	—	—
	Unterarm	37 "	32 "	30 "
	Oberschenkel (oben)	71 "	66 "	54 "
Waden	43 "	40 "	32 "	

Ganz besonders trat das Krankhafte solch übermäßiger Muskelentwicklung hervor bei dem sogenannten Muskelmann Maul vom Fichtelgebirge. Bei diesem Athleten waren es lediglich die Muskeln des Oberkörpers und der Arme, welche ganz außergewöhnlich entwickelt waren, sich hart anfühlten, und deutlich abgegrenzt wie Wulste unter der Haut vorsprangen, während die Muskulatur der Beine geradezu schwächliche Entwicklung zeigte. Dies gab der ganzen Figur des Mannes, wenn er nackt war ein etwas komisches Aussehen, so als ob man den Rumpf einer Statue des Herkules auf die Beine einer zarten Bacchusfigur gesetzt hätte. Wie bei diesem Manne die Muskeln des Rumpfes und der Arme übermächtig gewachsen waren und überstark wurden, so verkümmerten sie auch einer nach dem andern von selbst wieder, im Verlauf eines früh sich einstellenden schweren Rückenmarksleidens. —

§ 79. Erscheinungen beim durchgeübten oder trainierten Muskel.

Die Übung ist es, welche den Muskel formt, je nach Art der Muskelarbeit in verschiedener Weise. —

Trainierte Muskeln

Bei häufigen Kraftübungen, wenn sie jedesmal augenblickliche Höchstleistung des Muskels, d. i. seine stärkste Zusammenziehung unter Überwindung des größtmöglichen Widerstandes oder Hebung der größtbezwinglichen Last erfordern, nimmt der Muskel am schnellsten und in ausgesprochenster Weise an Umfang und Festigkeit zu. Wird beim regelmäßigen Betrieb solcher Übungen die vom Muskel zu leistende kurzdauernde Höchstarbeit langsam gesteigert — z. B. durch Heben immer schwererer Gewichte — so erreichen die vorzugsweise ins Spiel kommenden Muskeln, entsprechende Ernährung vorausgesetzt, allmählich den höchstmöglichen Grad ihres Wachstums und

ihrer Leistungsfähigkeit für diese besondere Art der Bethätigung. Das geht natürlich nicht ins Ungemessene fort, vielmehr besteht für jeden einzelnen Muskel eine Grenze der möglichen Ausbildung. Ist diese erreicht, sind die in den betreffenden Muskeln vorhandenen bildungsfähigen Elemente alle ausgewachsen, so hört die weitere Steigerung von selbst auf. Ja auch der erreichte höchste Grad von Leistungsfähigkeit ist keine dauernde Eigenschaft, sondern kann nur durch entsprechende Übung festgehalten werden. Sowie darin eine längere Unterbrechung stattfindet, geht ein gutes Teil der erlangten Kraft wieder verloren. Der Muskel, der durch unablässige Übung, womöglich auch durch besondere stickstoffreiche Kost und Fernhaltung aller auf die Muskelkraft ungünstig einwirkenden Schädlichkeiten (Alkoholgenuß; Rauchen; geschlechtliche Ausschweifung) auf die Höhe seiner Entwicklung und Leistungsfähigkeit gebracht, zur bestmöglichen Verfassung für Kraftleistungen trainiert worden war, verliert diese Verfassung bald, wenn die Vorbereitungszeit zu Ende ist, und die gewohnte frühere Lebensweise wieder Platz greift.

Nun führt aber nicht jede Art regelmäßiger Muskelthätigkeit zu gleichen Ergebnissen hinsichtlich der Form und der Leistungsfähigkeit des Muskels. Wie der Muskel geübt und erzogen werden kann zu kurzdauernden Höchstleistungen an Kraft, also zu Kraftübungen — und hier wird er um so leistungsfähiger sein je größer die Masse kraftgebender Muskelsubstanz, d. h. je dicker und fester der Muskel ist —, ebenso kann er auch geübt werden zu Dauer- und Schnelligkeitsleistungen. Wir sahen oben, daß bei letzteren Bewegungsarten die einmalige Kraftleistung des einzelnen mitbetheiligten Muskels eine geringe ist, und daß erst durch Summierung zahlreicher kleiner Leistungen schließlich eine Leistungssumme sich anhäuft, die als mechanische Arbeit bewertet bei weitem das übertrifft, was an Arbeitsgröße durch Kraftübungen erreicht werden kann. Um aber solche kleine Leistungen abwechselnd mit kurzen Ruhepausen lange Zeit hindurch immer wieder zu verrichten, bedarf der Muskel keiner sonderlichen Vergrößerung seiner Masse, keiner Umfangszunahme und Vermehrung seiner Fasern, sondern er bedarf der Fähigkeit, möglichst wenig ermüdbar zu sein.

Der Schneider, der auf seinem Tisch sitzend stundenlang beim Nähen nach jedem Stich immer wieder seinen Faden auszieht, hat womöglich recht dünne zu Kraftleistungen selbst geringen Grades unzulängliche Arme. Setzt man aber jemanden an seine Stelle, der zwar sich strotzender Armmuskeln erfreut und seine 50 Kilo zu stemmen vermag, jener Dauerarbeit aber ungewohnt ist, so wird sein Arm gar bald ermüdet hinsinken, wenn er in gleicher Weise Stich für Stich seinen Faden ausziehen soll.

Die Fähigkeit zu größeren Dauerleistungen ist also durchaus nicht mit außerordentlichem Wachstum der Muskelfasern verknüpft; umgekehrt braucht der zu großen Dauerleistungen geübte und trainierte Muskel nicht auch zu sonderlichen einmaligen Höchstleistungen geschickt zu sein. Völkerschaften, welche durch außergewöhnliche Ausdauer und Behendigkeit in langen Märschen wie im Lauf sich auszeichnen, so die Abessinier, die Araber, die Buschmänner usw. haben schlanke Beine und dünne Waden. Ebenso kann man bei ausgezeichneten Bergsteigern, bei guten Läufern, bei hervorragenden Radfahrern beobachten, daß ihre Beinmuskeln durchaus keine übermäßige Entwicklung zeigen; sondern daß ihre Beine schlank und sehnig sind.

Ohne Zweifel ist eine Gymnastik, welche vorzugsweise aus kurzdauernden Kraft- und Geschicklichkeitsübungen besteht und die eine starke Muskulatur herausbildet, gleichwohl eine ganz einseitige und läßt wichtige Seiten der körperlichen Erziehung außer acht, wenn sie nicht auch zu Dauer- und Schnelligkeitsübungen heranbildet. Daß letzteren für die Behrthätigkeit besonderer Wert innewohnt, sei nur kurz erwähnt.

Mit keinem Schlagwort ist in der körperlichen Erziehung ein solcher Mißbrauch getrieben worden, als mit dem der „harmonischen Ausbildung“. Die Lingische Schule

ging davon aus, einen jeden Muskel des Körpers in gleicher Weise zu üben, und so eine Harmonie in der gleichmäßigen Ausbildung der Muskulatur des ganzen Körpers zu erzielen. Genau dasselbe erstrebte im Grunde das Turnen bloß in Frei- und Gerätübungen. Nur wurde hier nicht der Weg eingeschlagen, den Übungsstoff auf die Ausbildung bestimmter Muskelgebiete abzuzwecken, sondern die „allseitige“ Ausbildung durch möglichsten Reichtum der Übungsformen zu erzielen. Damit trat neben der bloßen Ausbildung der Muskelkraft auch die Beherrschung der Muskulatur zu verwickelten Bewegungsanforderungen, d. h. die allseitige Geschicklichkeit in ihr Recht. Nicht aber hinsichtlich der Muskeln die harmonische Ausbildung der Funktionen derselben: die Erziehung zur Dauerarbeit entfiel mehr oder weniger vollständig. Ebenso kam nicht zur Geltung die harmonische Ausbildung aller wichtigen Körperorgane und Organthätigkeiten. Kritiklose Anhäufung eines unübersehbaren Reichtums von Bewegungsformen, der lediglich nach erfahrungsgemäß festgesetzten Schwierigkeitsstufen geordnet ist, ist nicht der Weg, um unserer Jugend eine wahrhaft allseitig bildende und allseitig entwickelnde Körpererziehung zu bieten! —

Um zur Übung der Muskeln zurückzukehren, so fragen wir uns, welche Eigenschaften durch Übung erworben, den Muskel zu besonderen Leistungen sowohl nach der Richtung der Kraft wie namentlich nach der Richtung der Dauer befähigen?

Jede Muskelarbeit ist begleitet von stofflichen Vorgängen. Eine Reihe von Stoffen erleiden, wie wir oben sahen, bei der Muskelarbeit einen Verbrennungsprozeß, eine Oxidation. Die Endprodukte dieser kraftgebenden Umsetzungen sind Kohlenäure und sogenannte Ermüdungstoffe.

Durch vielfache Untersuchungen ist der Nachweis erbracht, daß bei gleicher Arbeitsleistung der geübte oder trainierte Muskel sehr viel weniger Kohlenäure und Ermüdungstoffe liefert, als der ungeübte. Bei letzterem haben sich Fett und andere leicht zersehbare Stoffe angehäuft, welche zunächst bei der Muskelarbeit zersezt werden, und große Mengen von Kohlenäure liefern. Zudem ist der ungeübte Muskel wasserreicher.

Daher bedarf der, welcher selten sich bewegt, bei umfangreicherer Muskelarbeit stärkster Steigerung der Atmung und gerät leicht in Atemnot — z. B. beim Bergsteigen, bei kurzem Lauf und dergleichen. Der regelmäßig geübte oder trainierte Muskel dagegen hat seine Vorräte an Fett und anderen Reservestoffen verbraucht. Die in ihm stattfindenden Umsetzungen sind anderer Art, indem nach Aufzehrung der vorhandenen Reservestoffe lediglich der Kraftvorrat der Nahrung zum Unterhalt der Arbeit dient. Vor allem arbeitet er weit sparsamer. Die Atmung wird weniger angestrengt: denn die Masse der auszuscheidenden Kohlenäure ist weit geringer, so daß Atemerschöpfung und unmittelbare Ermüdung nicht so leicht eintreten können.

Es sind also zunächst rein stoffliche Vorgänge, welche den Muskel zur Bezwingung größerer Arbeitssummen befähigen. Die Behauptung, daß rein formale Übung, welche die besondere Erziehung zu Schnelligkeits- und Dauerleistungen außer acht läßt, gleichwohl zu letzteren geschickt mache, ist eine falsche. Nur dem geübten Läufer gestattet die weniger massenhaft auftretende Kohlenäure das Gleichmaß zwischen Bewegung und Tiefatmung inne zu halten, und sowohl die Schnelligkeit des Laufs auf höchste zu steigern wie die Dauer des Laufs.

Nun kommen aber auch noch andere Umstände in Betracht, welche den durchgeübten Muskel zu größeren Leistungen befähigen. Zunächst erhöht regelmäßige eingreifende Übung die Fähigkeit des Muskels sich zusammenzuziehen. Er wird reizbarer, indem geringere Willensanstöße schon genügen, um ihn zur Arbeit, zur Zusammenziehung zu vermögen. Sodann werden aber auch die Bewegungsnerven weniger ermüdbar. Je mehr gekannt eine Bewegung ist, d. h. je länger sie ausgeführt war,

Sparsamere
Arbeit des ge-
übten Mus-
kels.

und je häufiger der Wille bestimmte Nervenbahnen betreten hat, um so geläufiger wird ihm dieser Weg. Handelt es sich, wie bei den Schnelligkeits- und Dauerübungen gar um rhythmisch immer wiederkehrende Bewegungsformen, so werden letztere schließlich halbautomatisch, erfolgen bei geringstem Willensanstoß von selbst; die Nervenarbeit wird dabei auf das geringste Maß zurückgeführt. Damit wird aber auch die Ermüdbarkeit der betreffenden Nerven weit geringer. Die Möglichkeit, daß rein automatische Bewegungen, wie Herzschlag und Atmung unausgesetzt ohne Ermüdung erfolgen können, beruht eben zum Teil darauf, daß die Herz- und Atmungsnerve bei der gleichmäßigen rhythmischen Arbeit Ermüdungsvorgänge nicht zeigen. Ähnliches findet für alle diejenigen erlernten Bewegungen statt, welche in bestimmtem Rhythmus sich vollziehend, so gut wie automatisch geworden sind. —

Durch Übung wird also der Muskel nicht nur kräftiger, sondern der geübte Muskel arbeitet auch mit geringerem Stoffumfaß und arbeitet weniger leicht.

§ 80. Arbeitsleistung des Muskels.

Die Muskeln sind derart zwischen mehreren Knochen mit ihren Enden (dem Ursprung und dem Ansatz) ausgespannt, daß sie dabei mindestens ein, zuweilen auch zwei und mehrere bewegliche Gelenke überspringen. Sowie sie sich zusammenziehen, kürzer und dicker werden, nähern sie Ursprung und Ansatz zu einander, und bewegen

Arbeitsleistung des Muskels.

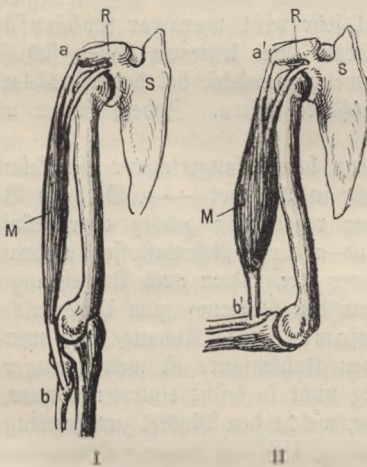


Fig. 209. Wirkung des zweiköpfigen Armbeugerz. Zu I der Muskel in Ruhe, in II zusammengezogen. — S Schulterblatt; R Rabenichnabelfortsatz; a a' Ursprung des kurzen Kopfes des Muskels; b b' Ansatz an der Speiche; M Muskelbauch.

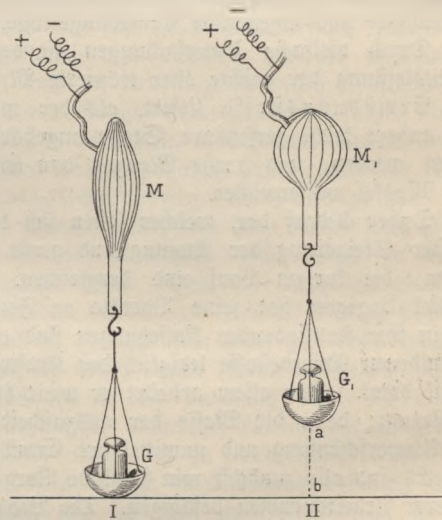


Fig. 210. Muskel M in Ruhe mit anhängendem Gewicht G (I). In II der Muskel nach Reizung durch die am Nerven angebrachten elektrischen Pole zusammengezogen. a b = Subhöhe.

somit die zugehörigen Knochen. Der zweiköpfige Beugemuskel des Oberarms mit den beiden Ursprüngen am Schulterblatt und dem Ansatz an der Speiche überspringt zwei Gelenke: das Schultergelenk und das Ellbogengelenk (Fig. 209). Indem der Muskel sich zusammenzieht und verkürzt, nähert er den Ansatz b dem Ursprung a, die Entfernung a b wird verkürzt zur Entfernung a' b'. Der Muskel bringt dadurch eine Beugung der Speiche und mit dieser des Unterarms zum Oberarm zu stande.

Die Knochen werden also wie Hebelarme bewegt. — Die Verkürzung des Muskels findet nur im eigentlichen Muskelfleisch statt, die Sehne ist lediglich Verbindungsstück zwischen Muskelfleisch und Knochen.

Die Muskeln sind die vollkommensten Kraftmaschinen, indem sie nicht nur die infolge der Verbrennung ihrer Stoffe frei werdenden Kräfte vollständiger ausnutzen als irgend eine Maschine von Menschenhand, sondern auch, anstatt Abnutzung zu erfahren, durch häufige Arbeit nur noch ausdauernder und stärker werden.

Bezeichnet man die Arbeit des Muskels M mit A , das vom Muskel zu hebende Gewicht mit G , die Höhe ab (Fig. 210) bis zu welcher das Gewicht gehoben wird oder die Hubhöhe mit H , so ist die von einem Muskel geleistete Arbeit gleich dem Produkt aus Hubhöhe und Gewicht oder $A = H \cdot G$.

Dabei gelten folgende Gesetze:

1. Der Muskel kann um so größere Last heben, je größer sein Querschnitt, oder je dicker der Muskel ist, d. h. je mehr Muskelfasern im Muskel nebeneinander liegen.

2. Der Muskel vermag eine Last um so höher zu heben, je länger er ist, d. h. je länger seine Muskelfasern sind.

3. Der Muskel kann das größte Gewicht bei beginnender Verkürzung heben, bei fortschreitender Verkürzung stetig nur kleinere Gewichte.

Das heißt also, daß der Muskel dann am leistungsfähigsten ist, die größte Arbeit bewältigen kann, wenn er im Augenblick, wo er arbeiten soll, nicht bereits etwas verkürzt ist. Der elastische Muskel verhält sich hier also ähnlich, wie eine lange elastische Spiralfeder. Auch diese zieht am kräftigsten aus ihrer größten Dehnung heraus.

Auf dieser Eigenschaft des Muskels beruht es, daß zu jeder besonders kraftvollen Muskelleistung die vorzugsweise arbeitenden Muskeln erst gedehnt werden müssen. Wir nennen diesen Vorgang das **Ausholen**.

Der Springer kann nicht aus dem Stand unmittelbar ein Hindernis überspringen — denn bei gestreckter Haltung ist der große Streckmuskel des Oberschenkels, welcher vorzugsweise das Körpergewicht beim Sprung emporwirft, bereits im Zustand der Zusammenziehung. Dieser Muskel muß, um wirksam werden zu können, erst dadurch gedehnt werden, daß vor Ausführung des Sprungs eine Kniebeuge gemacht wird.

Beim Wurf mit einem Stein oder einem Speer und dergl. ist es der große Brustmuskel, welcher durch heftige plötzliche Zusammenziehung die Wurfbewegung des Armes veranlaßt. Nur dann, wenn der Arm nach hinten geführt und so der Brustmuskel erst gespannt wird, um seine volle Verkürzung aus dem Zustand größtmöglicher Dehnung heraus erfolgen zu lassen, ist ein mächtiger Wurf möglich.

Kommt es nicht darauf an, eine Bewegung mit voller Kraft und Wucht auszuführen, sondern derart, daß sie zart, und genau abgemeßen erfolgt, so wird nicht erst weit ausgeholt und der Muskel erst gedehnt, sondern derselbe kann bereits in beginnender Verkürzung begriffen sein.

Hat man z. B. eine harte Nuß aufzuknacken, so schiebt man dieselbe zwischen die Backzähne, so daß der Kaumuskel möglichst gedehnt und seine volle Kraft der Verkürzung ausgenutzt wird. Andererseits: will man von einer weichen Frucht oder einem weichen Marzipangebäck Stückchen nach Stückchen langsam abbeißen und genießen („abknabbern“), so braucht man dazu die Schneidezähne, wobei der Mund nur eben geöffnet, der Kaumuskel nur kaum gedehnt zu werden braucht.

Die Notwendigkeit, die Muskeln, welche Höchstleistungen verrichten sollen, vorher zu dehnen, und vorher ausholende Bewegungen zu machen, spielt in dem ganzen Gebiet der Leibesübungen eine wichtige Rolle.

Ausholen des Muskels.

4. Wird das Gewicht, welches ein Muskel heben soll, mehr und mehr vergrößert, so kommt schließlich eine Grenze, über welche hinaus der Muskel das Gewicht nicht mehr zu heben vermag, ja wo weitere Vermehrung des Gewichts dazu führt, daß der überlastete Muskel, anstatt auf stärksten Reiz sich zusammenzuziehen, umgekehrt noch gedehnt wird. Das Gewicht, welches der Muskel bei stärkstem Reiz eben nicht mehr zu heben vermag, von dem er aber auch noch nicht gedehnt wird, giebt die absolute Muskelkraft an.

Absolute
Muskelkraft.

Man hat dieselbe auf 1 Quadratcentimeter Querschnitt des Muskels berechnet. Man findet den mittleren Querschnitt eines Muskels, wenn man sein Volumen durch die Länge des Muskels dividiert. Das Volumen des Muskels ist gleich seinem absoluten Gewicht dividiert durch das spezifische Gewicht der Muskelsubstanz. Letzteres ist = 1058.

Die gefundenen Werte für die absolute Muskelkraft verschiedener Muskeln des Menschen sind stark voneinander abweichend.

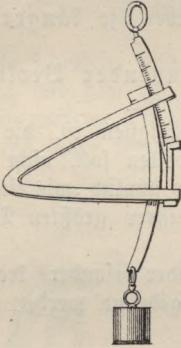


Fig. 211. Dynamometer für Zug.

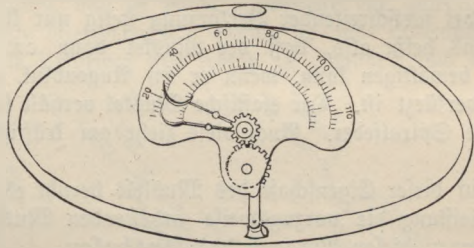


Fig. 212. Dynamometer von Collier für Druck.

Für Muskelgruppen z. B. der Hand, des Oberarms usw. kann die absolute Muskelkraft durch Druck oder Zug mittels der sogenannten Dynamometer oder Kraftmesser bestimmt werden, die meist nach Art der Federwagen mit Zeiger gebaut sind (Fig. 211 u. 212).

Dynamo-
meter-
messungen.

Quetelet bestimmte als „mittlere Tendenzstärke“ das größte mit beiden Händen vom Boden aufzuhebende Gewicht und fand folgende Durchschnittsziffern, die für das Wachstum und die Wiederabnahme der Muskelkraft in den verschiedenen Lebensaltern besonders Interesse bieten.

Alter in Jahren:	Männlich: kg	Weiblich: kg	Unterschied:	Verhältnis der Kraft des weiblichen zu der des männlichen Geschlechts wie 1 :
5	21	—	—	—
6	24	—	—	—
7	29	—	—	—
8	35	25	10	1,4
9	41	28	13	1,4
10	45	31	14	1,4
11	48	35	13	1,4
12	52	39	13	1,4
13	63	43	20	1,5

Alter in Jahren:	Männlich: kg	Weiblich: kg	Unterschied:	Verhältnis der Kraft des weiblichen zu der des männlichen Geschlechts wie 1:
14	71	47	24	1,5
15	80	51	29	1,6
16	95	57	38	1,7
17	110	63	47	1,7
18	118	67	51	1,8
19	125	71	54	1,8
21	138	76	62	1,8
23	147	80	67	1,9
25	153	82	70	1,9
27	154	83	71	1,9
30	154	—	—	—
35	154	83	71	1,9
40	122	—	—	—
50	101	59	42	1,71
60	93	—	—	—

Danach ist in den kräftigsten Jahren von 25—35 die Kraft des Mannes der des Weibes am meisten überlegen.

Kotelmann bestimmte mittels des Dynamometers von Collin folgende Ziffern über die Druck- und Zugkraft von Knaben:

Alter:	Druckkraft beider Hände: kg	Zugkraft beider Arme: kg	Druckkraft der Schenkel: kg
9	20.88	11.01	25.84
10	21.39	13.00	26.29
11	23.33	14.22	27.09
12	25.51	16.13	27.51
13	26.74	18.05	29.54
14	31.10	19.73	34.36

Neuerdings hat ein amerikanischer Arzt, Dr. Kellogg in Battle Creek, Michigan, ein Universal-Dynamometer konstruiert, welches die Muskelkraft einer Reihe von Muskelgruppen an Armen, Rumpf und Beinen, angeblich selbst der Arbeit der einzelnen Atemmuskeln zu messen gestattet. Durch Eintragung der gefundenen Werte, sowie der Körpermaße und des Körpergewichts in recht ausführliche Formulare, welche Eintragungen nach bestimmten Zeitabschnitten immer wiederholt werden, erhält man einen guten Überblick über die Leistungsfähigkeit der Muskulatur eines Menschen, sowie über die Erfolge der von der betreffenden Versuchsperson betriebenen gymnastischen Übungen, — soweit sich diese Erfolge überhaupt durch solche Messungen feststellen lassen.

Wie schon früher bemerkt, sind die Ziele rechter erzieherischer Leibesübungen keineswegs mit einer bloßen Kräftigung der Muskeln des Körpers erschöpft. Für die Muskeln selbst ist außer der Zunahme ihrer Kraftfülle für einmalige Kraftleistungen auch die Vermehrung der Ausdauer, Schnelligkeit der Willensübertragung ufm. von Belang. Dazu kommen dann noch die Einwirkungen der Leibesübungen auf das Nervensystem (z. B. Geschicklichkeit, Schlagfertigkeit u. dergl.), auf die Herzthätigkeit und den Blutumlauf, auf die Atmung, auf die Verdauung und den gesamten Stoffwechsel hinzu. Mithin sind die mit solchem „Universal-Dynamometer“ erzielten

Ergebnisse nur mit Vorsicht zu verwerten, und jedenfalls nicht geeignet, um darauf ein Urteil über den größeren oder geringeren Wert der verschiedenen Systeme von Leibesübungen zu begründen.

Maß der
Arbeits-
leistungen.

Will man die mechanischen Arbeitsleistungen, welche ein Mensch verrichtet, messen, so bedient man sich als Maßeinheit derjenigen Kraft, welche erforderlich ist, um ein Kilogramm einen Meter hoch zu heben. Diese Maßeinheit bezeichnet man als Kilogramm-Meter (kg-m).*

Die größten Arbeitssummen sind auf dem Wege der Dauerleistungen möglich. Sie betragen für den kräftigen Erwachsenen über 300 000 kg-m in 24 Stunden.

Arbeits-
leistung beim
Bergsteigen.

So ist es einem geübten Bergsteiger wohl möglich, auf bequemem Wege mittlerer Steigung in 8—10 Stunden (ohne die Erholungspausen zu rechnen) 4000 Meter zu steigen, d. h. das eigene Körpergewicht 4000 Meter hoch zu heben. Bei einem Körpergewicht von 75 kg wäre dies gleich einer mechanischen Arbeitsleistung von $75 \times 4000 = 300\,000$ kg.

Dazu kommt nun noch die Belastung mit Kleidung, Rucksack usw. in Rechnung. Nimmt man das Gewicht davon nur zu 5 kg an, so käme zur obigen Summe von 300 000 kg-m noch $5 \times 4000 = 20\,000$ kg-m hinzu.

Indes stellt auch diese Arbeitssumme von 320 000 kg-m bei weitem nicht die gesamte Muskelleistung im gedachten Falle dar. Es muß hinzugerechnet werden zur reinen Steigarbeit die horizontale Vorwärtsbewegung des Körpers, die Schwingung (Vor-Aufwärtssetzen) der Beine, und die bedeutende Begleitarbeit des Herzens und der Atemmuskeln. —

Arbeits-
leistung beim
Radfahren.

Eine Bewegungsform, welche dem Steigen durchaus an die Seite zu stellen, ist das Radfahren, ein „Treppensteigen im Sitzen“. Dasselbe gestattet Arbeitsleistungen von einer Höhe, wie sie kaum bei einer anderen Bewegungsart möglich sein dürften. — Beim Fahren auf der Ebene ist die Arbeitsleistung des Radfahrens — nach Berechnungen von Rankine; ähnliche Werte fand Junk — der gleich, als wenn das Körpergewicht des Fahren den um $\frac{1}{10}$ der zurückgelegten Strecke senkrecht in die Höhe gehoben würde.

Ein geübter Radfahrer vermag in einer Stunde 30 Kilometer zurückzulegen, das wäre bei einem Körpergewicht von 75 kg:

$$\frac{30\,000 \cdot 75}{40} = 56\,250 \text{ kg-m.}$$

Bei einer Fahrt mit gleicher Schnelligkeit 6 Stunden hindurch über 180 Kilometer wäre die Gesamtarbeit

$$= 337\,500 \text{ kg-m,}$$

also ähnlich der oben für einen Bergsteiger angegeben. Solche Leistung auf dem Rade ist dem Liebhaber wohl erreichbar.

Ganz andere Leistungen liegen bei sportsmäßig trainierten Fahrern vor.

Ein Rennfahrer, der 60 Kilometer in einer Stunde zurückgelegt, und diese Leistung ist bei Berufsfahrern keine Seltenheit mehr, würde bei 60 kg Körpergewicht — meist handelt es sich um leichte, durch das Trainieren in ihrem Körpergewicht herabgesetzte junge Leute — in einer Stunde eine Arbeit leisten von

*) Man findet hier und da einen Unterschied durchgeführt zwischen „Meter-Kilogramm“ (m-kg), welche Bezeichnung nur für die eigentliche mechanische Arbeit, die sich in Hebung einer Last ausdrückt, gebraucht wird, und „Kilogramm-Meter“ (kg-m) für die Transportarbeit bei horizontaler Fortbewegung. Um Verwirrung zu vermeiden ist diese Unterscheidung hier nicht gemacht worden.

$$\frac{60\,000 \cdot 60}{40} = 90\,000 \text{ kg-m,}$$

d. h. eine Arbeit, als ob man eine 100 Pfund schwere Hantel in einer Stunde 900 mal zwei Meter stemmen wollte!

Die Distanzfahrt Wien-Berlin 1893 wurde von dem Distanzfahrer Fischer zurückgelegt in 31 Stunden. Die Strecke war lang 582,5 Kilometer. Das wäre für einen 60 kg schweren Fahrer also eine Arbeitsleistung von

$$\frac{582\,500 \cdot 60}{40} = 873\,750 \text{ kg-m.}$$

Allerdings Leistungen, welche der Grenze der mit dem Rad überhaupt zu erreichenden Leistungsfähigkeit nahe kommen, und nur körperlich ausnahmsweise beanlagten und in strengem Tränieren herangeübten jungen Leuten einmal gelingen.

Große Summen an mechanischer Arbeit sind auch durch den Marsch in der Ebene zu erzielen. Weisbach berechnet den beim Ausstreiten auf einer horizontalen Wegestrecke S geleisteten Arbeitsaufwand so, daß er ihn gleich setzt dem Arbeitsaufwand beim senkrechten Steigen auf die Höhe $\frac{3}{12}$ S. Nach dieser Berechnung — es liegen auch andere, zum Teil höhere Berechnungen vor — würde ein Mann von 75 kg Körpergewicht bei einem Marsche über 50 Kilometer an einem Tage, also einer recht mäßigen Leistung, schon eine Arbeit verrichten von

$$\frac{50\,000 \cdot 75}{12} = 312\,500 \text{ kg-m}$$

und bei einem Marsche über 75 Kilometer

$$468\,750 \text{ kg-m.}$$

Geringer sind die beim schnellen Lauf möglichen Arbeitsleistungen. Marek berechnete, daß ein 75 kg schwerer Läufer bei 300 Lauffschritten in der Minute für jeden Lauffschritt 24,1 kg-m Arbeit leiste, bei einer Schrittlänge von etwa 1,5 m für den Lauffschritt wäre das eine Schnelligkeit von 450 m in der Minute — also die Schnelligkeit eines sehr guten Wettläufers. Die Arbeitsleistung für solchen Minutenlauf über 450 m wäre $300 \cdot 24,1 = 7203 \text{ kgm}$. Immerhin eine Leistung, die durch eine Kraftübung, wie Hantelstemmen, auch nicht entfernt in solcher Zeit zu erreichen ist.

Wollte man aber mit solchem schnellsten Lauf die Arbeitsleistung von 320000 kg-m, welche wir oben beim Bergsteigen, Radfahren und Marschieren als erreichbar in 24 Stunden fanden, in einem Tage leisten, so müßte solcher Wettlauf über 450 m

$\frac{320000}{7230} = 44,2$, also mehr wie 44 mal an einem Tage unternommen werden; oder, auf den vielgepflegten 200 m-Lauf umgerechnet, so müßte 99 mal an einem Tage ein Wettlauf über 200 m unternommen werden können. Das ist einfach unmöglich.

Anderß liegt die Sache für den langsameren Dauerlauf. Hier sind zweifellos größere Arbeitssummen zu erreichen, wenn sie auch wegen der anhaltenden Steigerung der Herz- und Lungenthätigkeit hinter den obengenannten Leistungen zurückbleiben müssen.

Was das Dauerrudern und Dauerschwimmen betrifft, so belasten sie die Athemthätigkeit zu stark, um jene Höchstsommen an Arbeitsleistung in 24 Stunden erreichen zu lassen. Zuberlässige Berechnungen liegen nicht vor.

Man kann also wohl als feststehend annehmen, daß keine Art von Dauerleistung so große Arbeitssummen zu erreichen gestattet als wie das Bergsteigen, das Radfahren und der Marsch. —

Nehmen wir für das Bergsteigen in 8 Stunden als höchstmögliche Leistung rund 300,000 kgm mechanischen Nutzeffekts an, so giebt dies für die Sekunde

$$\left(\frac{300000}{8 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{300000}{28800} = 10,5\right)$$

einen Mittelwert von über 10 kgm.

Da die Sekundenarbeit des Pferdes auf 70—75 kgm geschätzt wird, so leistet der Mensch also bei solchen Dauerbewegungen $\frac{1}{7}$ Pferdekraft.

§ 81. Arbeitsart der Muskeln.

Arbeitsart
der Muskeln.

Nach der Art, wie die Muskeln arbeiten, können dieselben in verschiedene Gruppen eingeteilt werden. Es stehen vor allem gegenüber die meist unwillkürlichen, einen Hohlraum — welchen sie durch Zusammenziehung verkleinern — umgebenden Muskeln, sowie die Muskeln, welche die Mündung eines Hohlraums schließen und öffnen, einerseits; andererseits die willkürlichen Muskeln des Skeletts, welche mit bestimmtem Ursprung und Ansatz zwischen Knochen ausgespannt sind und diese in ihren Gelenken bewegen.

A. Muskeln ohne bestimmten Ursprung und Ansatz.

Hohlmuskeln.

1. Hohlmuskeln.

a) Hohlmuskeln die einen kugeligen Hohlraum umschließen. Dieselben wirken ähnlich fortbewegend auf den Inhalt des Organs, dem sie angehören, wie die Hand, welche einen mit Wasser gefüllten Gummiballon mit kleiner Öffnung umfaßt und den

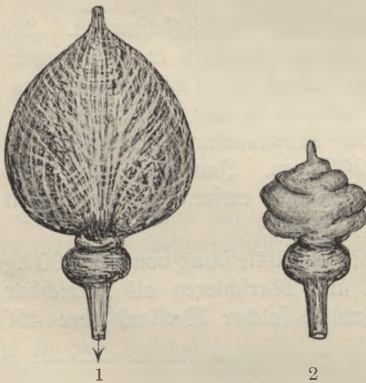


Fig. 213. Hohlmuskel der Harnblase, in 2 nach vollständiger Zusammenziehung.

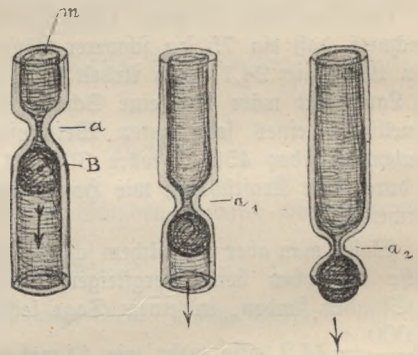


Fig. 214. Schema der Fortbewegung eines Bissens in der Speiseröhre. B Bissen. m Muskel Schlauch. a, a₁, a₂ fortschreitende Einschnürung, welche den Bissen weiter befördert.

Inhalt im Strahl hinauspreßt. Die Fasern solcher Hohlmuskeln verlaufen deshalb in der Wand des Hohlraumes so, daß sie sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen und in einander verfilzen. Dadurch wird die Wand des Hohlraumes in gleichmäßiger Weise zusammengezogen und kann durch Entleerung des Inhalts das betreffende Organ sich um das mehrfache verkleinern (Fig. 213).

Ein solcher Hohlmuskel, der mehrere Hohlräume umschließt, und deren Inhalt, das Blut, mit jedem Herzschlag in das Rohrsystem der Blutgefäße preßt, ist das Herz.

Weitere solche Hohlmuskeln sind die Harnblase, die Gallenblase, die Gebärmutter, die Samenbläschen.

b) Hohlmuskeln, die einen cylindrischen Hohlraum umschließen. Dieselben bewegen den Inhalt cylindrischer Röhren und Röhrchen dadurch fort, daß sie durch Zusammenziehung an einer Stelle den Cylinder einschnüren. Pflanzt sich dieser einschnürende Ring so fort, daß das Rohr entlang fortschreitend immer neue Fasern sich rundum zusammenziehen, dann wird der Inhalt des Rohres, ob fest ob flüssig, in gleicher Richtung fortbewegt: ähnlich als ob man ein Gummirohr zwischen den zusammengeklammerten Fingern hindurchzieht und seinen Inhalt ausdrückt (Fig. 214).

Eine solche Hohlmuskellage umgiebt den gesamten Verdauungskanal, vom Schlundkopf der Speiseröhre hinab zum Magen, und den Därmen bis zum Mastdarm; Hohlmuskeln sind ferner die Drüsenausführungsgänge, die Harnleiter, die Blut- und Lymphgefäße.

2. Schließmuskeln sind Muskelfasern, welche irgend eine spaltförmige oder mehr kreisförmige Öffnung am Körper in der Weise umziehen, daß die Zusammenziehung der Schließmuskelfasern die Öffnung fest schließt, während bei erschlafftem, unthätigem Schließmuskel die Öffnung klappt.

Schließ-
muskeln.

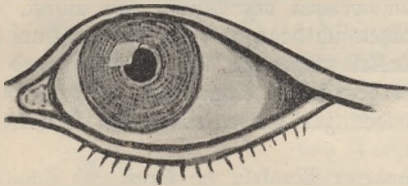


Fig. 215. Durch den Ringmuskel der Regenbogenhaut verengerte Pupille.

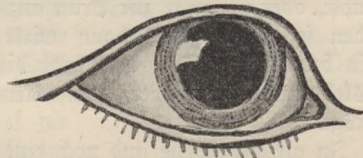


Fig. 216. Erweiterte Pupille.

Solche Schließmuskeln sind es, die in der Regenbogenhaut des Auges kreisförmig um die Öffnung der Pupille gelagert, durch ihre Zusammenziehung die Pupille verkleinern (Fig. 215 u. 216). Ebenso ist ein Schließmuskel vorhanden für die Augenlidspalte, für den Mund, für den After, die Harnröhre, den Scheideneingang.

Die Schließmuskeln sind teils willkürliche, wie die der Augenlider, des Mundes, des Afters, teils unwillkürliche, wie der der Pupille.

B. Muskeln mit bestimmtem Ursprung und Ansatz.

Bei diesen ist folgendes zu unterscheiden:

1. Der Ursprung ist völlig fest, nur der Ansatz ist beweglich; durch Zusammenziehung des Muskels wird der Ansatz geradlinig dem festen Ursprung genähert.

Beispiel solcher Muskeln sind die rautenförmigen Muskeln, welche von einigen Hals- und Brustwirbeln ausgehend am inneren Schulterblatttrande sich ansetzen und durch ihren Zug einfach geradlinig das Schulterblatt der Wirbelsäule nähern. Ferner die Kaumuskeln, die den Unterkiefer bewegen.

Ein Teil der hierhergehörigen Muskeln nimmt zwar seinen Ursprung von einem Knochen, hat aber seinen Ansatz in Weichteilen, die durch Zusammenziehung des Muskels in der Richtung nach dem festen Ursprung hin bewegt oder gezogen werden. So z. B. der Heber des Zäpfchens in der Mundhöhle, welcher vom hinteren Nasenstachel ausgehend frei im Gewebe des Zäpfchens endet, und dieses bei Zusammenziehung in die Höhe hebt, und zwar beim Sprechen, beim Singen, beim Schlucken. — Namentlich sind es eine Reihe Gesichtsmuskeln, welche in solcher Weise wirken.

2. Ursprung und Ansatz sind beide beweglich. Dies ist der Fall bei den meisten Skelettmuskeln. Da bei Zusammenziehung solcher Muskeln die Bewegungen

Muskeln mit
festem Ur-
sprung und
beweglichem
Ansatz.

Muskeln mit
beweglichem
Ursprung und
Ansatz.

der beiden Punkte, Ursprung und Ansatz, umgekehrt sich verhalten wie die Widerstände, welche bei der Bewegung derselben zu überwinden sind, d. h. der bewegliche Punkt dem weniger beweglichen genähert wird, so ist für die meisten dieser Muskeln eine Wirkungsart die vorwiegende und hauptsächlichste: nämlich daß der „Ansatz“ dem „Ursprung“ genähert wird.

Da der Kumpf oder Stamm der unbeweglichere Teil ist gegenüber den beweglichen Gliedmaßen, so bezeichnet man das am Kumpf sich ansetzende, oder — bei lediglich den Gliedmaßen angehörenden Muskeln — das dem Kumpf näher gelegene Ende der Muskeln als Ursprung, das nach der Peripherie zu gelegene Ende als Ansatz. Da also die Bewegungsrichtung des Ansatzes nach dem Ursprung hin die gewöhnliche, so dient sie auch zur Bezeichnung des Muskels.

Die umgekehrte Bewegungsrichtung vom Ursprung nach dem Ansatz hin tritt dann ein, wenn der für gewöhnlich beweglichere Teil — das sind die Gliedmaßen — festgelegt wird. Dann wirkt der Zug des Muskels auf den Kumpf als den nun allein beweglichen Teil ein, und bewegt diesen oder Teile desselben. So vermögen solche Muskeln also eine Doppelrolle zu spielen.

Ein Beispiel. Der große Brustmuskel wirkt gewöhnlich so, daß seine Zusammenziehung den beweglichen Oberarm, an welchen der Muskel sich ansetzt, zum Kumpfe, oder vielmehr zur Brust anzieht. Stützen sich dagegen beide Arme fest auf und werden so unbeweglich, dann wirkt der Muskel umgekehrt auf die Brustwand als allein beweglichen Teil, und hebt diese. Für gewöhnlich Armmuskel, wird so dieser Muskel unter Umständen zum Atemmuskel, der zur Erweiterung des Brustkorbes beiträgt.

In gleicher Weise sind noch eine Reihe anderer Muskeln um Brust und Schultern meist zur Bewegung der Arme thätig, können aber in besonderen Fällen umgekehrt von den Armen oder dem Schulterblatt als festen Punkten aus wirken und zur Verstärkung der Atembewegungen beitragen. —

Ein weiteres Beispiel ist schon früher erwähnt. Die Beuge- und Streckmuskeln des Hüftgelenkes können durch ihre Zusammenziehung so wirken, daß a) die Schenkel gegen den Kumpf als festen Teil gebeugt (Beinheben) und gestreckt werden; b) bei unbeweglicher Stellung der Beine der Kumpf gegen den Schenkel gebeugt (Kumpfheben) und gestreckt wird; oder daß c) wenn Kumpf und Beine beweglich sind, wie während des Freifliegens beim Sprung, beide gleichzeitig gegeneinander bewegt werden.

§ 82. Hebelwirkung der Muskeln.

Hebelwirkung
der Muskeln.

Zahlreiche Muskeln wirken auf die langen Knochen wie auf Hebel. Die entsprechenden Gelenke sind die Drehpunkte des Hebels, die Knochen die Hebelarme. Man unterscheidet hier

a) einarmige Hebel. Bei denselben liegen der Ansatz und der Belastungspunkt auf einer Seite des Unterstützungs- oder Drehpunktes. Einige Beispiele sind: der Deltamuskel, welcher von der Schulter her am Oberarm angreifend den Arm hebt, wobei der Drehpunkt im Schultergelenk liegt; ferner der Wadenmuskel beim Erheben des Körpers in den Zehenstand.

Liegt der Ansatzpunkt sehr nahe dem Drehpunkt, so wird bei der Zusammenziehung des Muskels die Bewegung am Ende des Hebels sehr vergrößert, wogegen an Kraft entsprechend eingebüßt wird. Die Knochen sind dann sogenannte Wurfhebel oder Geschwindigkeitshebel. Für das Heben schwerer Lasten wird auf diese Weise ein bedeutender Kraftaufwand notwendig.

Um noch einmal auf das Beispiel der Kaumuskel zurückzugreifen, so wird man da, wo geringe Kraft beim Beißen erforderlich ist, aber ein großes Stück, z. B. von einem Apfel, abgebissen werden soll, den Bissen vorn zwischen die Schneidezähne legen, möglichst weit ab vom Ansatzpunkte des Muskels. Da aber, wo mit einem kurzen Druck eine bedeutende Kraft ausgeübt werden soll, z. B. beim Aufbeißen einer Nuß, schiebt man letztere ganz hinten zwischen die Backzähne, nahe dem Ansatz des Muskels, um die Muskelkraft ganz auszunützen. Im ersteren Falle dient der Unterkieferknochen mehr als Wurfhebel, im letzteren als Krafthebel.

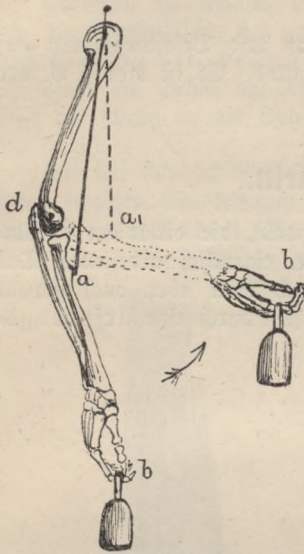


Fig. 217 a. Wirkung des zweiköpfigen Armbeugers.

Nach dem Hebelgesetz verhalten sich Kraft und Last umgekehrt wie ihre senkrechten Entfernungen vom Unterstüzungspunkte.

Wirken Kraft und Last in schräger Richtung auf den Hebelarm, so findet man das statische Moment, indem man die Kraft (oder die Last) multipliziert mit der von dem Drehpunkt auf die Richtung der Kraftwirkung gefällten Senkrechten.

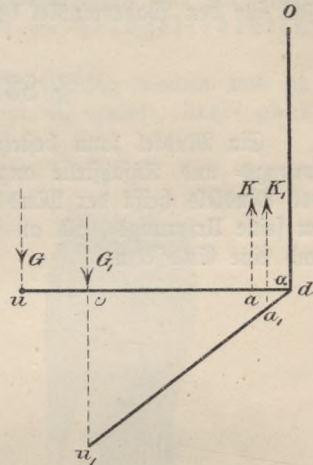


Fig. 217 b.

Es sei in beistehender Figur 217 b o d der Oberarm, u d die Speiche, oder sagen wir einfach der Unterarm, und Ka die Richtung des Zuges des zweiköpfigen Armmuskels. Hält der Muskel in rechtwinkliger Stellung des Ellbogens allein das Gewicht G, so ist seine Kraft K herzuleiten nach dem Hebelgesetz (wonach Gleichgewicht vorhanden, wenn die statischen Momente, d. h. die Produkte der Kraft bezw. der Last in ihre senkrechte Entfernung vom Unterstüzungspunkte gleich sind) aus der Formel:

$$K \cdot a \cdot d = G \cdot u \cdot d,$$

mithin ist

$$K = \frac{G \cdot u \cdot d}{a \cdot d}$$

Ist der Unterarm aber gesenkt zur Stellung u, dann ist Ka die Richtung des Muskelzuges, welche in α u d schneidet, während die Senkrechte von G, u d in υ schneidet. Es ist dann

$$K \cdot \alpha \cdot d = G \cdot \upsilon \cdot d$$

$$\text{oder } K = G \cdot \frac{\upsilon \cdot d}{\alpha \cdot d}$$

Setzen wir die Länge des Ober- und Unterarmes = 30 cm, die Entfernung des Ansatzes des zweiköpfigen Muskels vom Ellbogengelenk (d) = 3 cm, und das zu hebende Gewicht G = 10 kg, so ist die nötige Kraft des zweiköpfigen Muskels

$$K = \frac{10 \cdot 30}{3} = 100 \text{ kg}$$

Der Muskel muß also zehnmal so viel Kraft entwickeln, als das Gewicht beträgt.

In der schrägen Stellung betrage die Entfernung der Senkrechten des Gewichts G , ($o d$) = 15 cm, die der Senkrechten des Muskelansatzes ($a d$) = 1,5 cm, so ist ebenfalls

$$K = \frac{10 \cdot 15}{1,5} = 100$$

b) Zweiarmlige Hebel. Bei diesen liegen Ansatz und Belastungspunkt auf verschiedenen Seiten des Unterstützungs- oder Drehpunktes. Es ist dies z. B. der Fall für den Wadenmuskel beim aufgehobenen Fuße.

§ 83. Formen der Muskeln.

Formen der
Muskeln.

Ein Muskel kann bestehen lediglich aus Fleischbündeln, die direkt an die Ursprungs- und Ansatzstelle angeheftet sind. Der fleischige, eigentlich arbeitende Teil des Muskels heißt der Muskelbauch. Der Muskelbauch kann aber auch sowohl an seine Ursprungs-, als an seine Ansatzstelle angeheftet sein durch eine Ursprungs- und eine Endsehne.

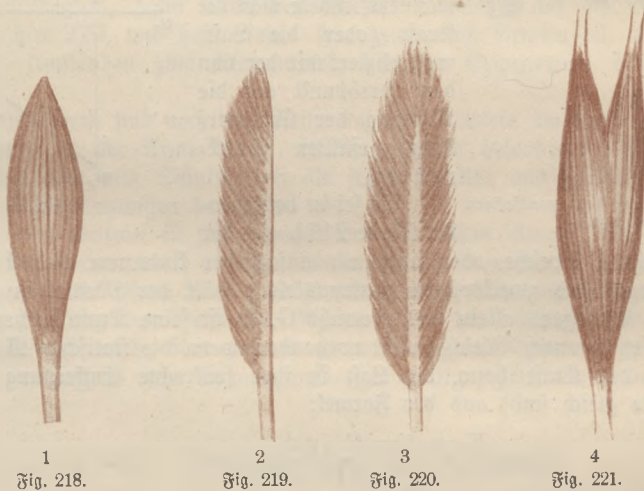


Fig. 218–221. Verschiedene Formen von Muskeln. 1. Einfacher spindelförmiger Muskel mit Muskelbauch und Sehne. 2. Halbgefiederter Muskel. 3. Gefiederter Muskel. 4. Zweiköpfiger Muskel.

Die Sehnen sind stets dünner als der Muskel. Jede Sehne ist umhüllt von der Sehnenhaut oder Sehnen Scheide. An der Stelle, wo sich die Sehne an den Knochen heftet, befindet sich zur Verhütung von Reibung zwischen Sehne und Knochen ein mit zäher Flüssigkeit gefüllter kleiner Hohlraum, der Schleimbeutel.

Ist der Muskelbauch durch eine zwischenliegende Sehne in zwei Teile geteilt, (sodass also diese Sehne weder Ursprungs- noch Ansatzsehne ist), so nennt man den

Zweibauchige
Muskeln.

Muskel einen zweibauchigen (Fig. 223).
Ist die eingeschobene Sehne kein sehniger Strang, sondern ein bandartiger sehniger Streifen, der den Muskel quer durchbricht, so nennt man diesen Streifen sehnige In-
schnitt.

Sehnige In-
schnitt.

(Fig. 222).

Sind die Muskelfasern einfach parallel gelagert, so nennt man den Muskel parallelfaserig.

Liegen die Fasern zwar parallel nebeneinander, jedoch so, daß der Muskel sich nach seiner Ursprungs- wie nach seiner Endsehne hin verjüngt, und der Muskelbauch in der Mitte am dicksten ist, so nennt man den Muskel einen spindelförmigen (Fig. 218).

Spindel-
förmige
Muskeln.

Muskeln, bei welchen die Endsehne in den Muskel hinein aufwärts verläuft, und die Muskelfasern sich von beiden Seiten her in spitzem Winkel an diese Sehne ansetzen, heißen gefiederte (Fig. 220).

Gefiederte
und halb-
gefiederte
Muskeln.

Liegt die Sehne am Rande, und setzen sich die Muskelfasern nur von einer Seite her schräg an die Sehne an, so heißt der Muskel ein halbgefiederter. (Fig. 221).

Hat der Muskel mehrere Ursprungssehnen, welche fleischig werden und zu einem einzigen Muskelbauch zusammentreten, so heißt er ein zwei-, drei- oder vierköpfiger Muskel (Fig. 221).

Mehrköpfige
und mehr-
sehnige Mus-
keln.



5
Fig. 222.

6
Fig. 223.

7
Fig. 224.

Fig. 222—224. Verschiedene Formen von Muskeln. 5. Muskel mit zwei sehnigen Anhängen. 6. Zweigäbiger Muskel. 7. Vierköpfig gepaltener oder viersehniger Muskel.

Hat der Muskel zwar einen Muskelbauch, jedoch mehrere Ansatzsehnen, — wie bei den Beuge- und Streckmuskeln der Finger und Zehen — so heißt er ein mehrsehniger.

Nach der äußeren Gestalt sind die Muskeln noch zu unterscheiden in a) lange Muskeln; kommen vorzugsweise bei den Gliedmaßen vor.

b) breite Muskeln; sie finden sich nur am Rumpfe. Sie gehen von langen Knochenrändern aus, oder mit einzelnen Bündeln oder Zacken von den Rippen. Sie bilden meist keine dicken rundlichen Sehnen, sondern mehr oder weniger flache sehnige Häute.

c) dicke Muskeln.

Was die Kraftwirkung der Muskeln je nach Gestalt und Faserrichtung be- trifft, so ist

Kraftwirkung
je nach Faser-
richtung.

1. der geringste Kraftverlust bei einfach parallelfaserigen Muskeln. Die Kraftwirkungen der einzelnen Fasern addieren sich einfach.

Bei Muskeln, deren Fasern in spitzem Winkel zusammenlaufen, berechnet sich die vereinte Kraftwirkung nach dem Parallelogramm der Kräfte. Der Kraftverlust ist um so geringer, je spitzer der Vereinigungswinkel zweier Muskelbündel.

2. Bei Muskeln mit längsparalleler Faserung steht die Größe des Durchschnitts in gradem Verhältnis zur Größe der möglichen Kraftwirkung. Die Länge hat also keinen Einfluß auf die Kraftäußerung, wohl aber auf die Größe der Verkürzung.

3. Viele Muskeln, namentlich die breiten und dicken, arbeiten nicht immer als Ganzes, sondern es können einzelne Teile oder Portionen des Muskels sich gesondert zusammenziehen und wirksam werden.

§ 84. Wirkungsweise der Muskeln.

Wirkungs-
weise der
Muskeln.

Nach ihrer hauptsächlichlichen Wirkungsweise auf die verschiedenen Bewegungsformen des Skeletts zerfallen alle Muskeln in große Gruppen. Diese verschiedenen Bewegungsarten, mit der entgegengesetzten jedesmal zusammengestellt, sind:

- Beugung — Streckung;
- Anziehen zum Kumpf — Abziehen vom Kumpf;
- Einwärtsrollung — Auswärtsrollung;
- Hebung — Senkung;
- Schließung — Erweiterung;
- Einatmung — Ausatmung.

Diejenigen Muskeln, welche derselben Art von Thätigkeit dienen, heißen gleichsinnige (Synergeten); diejenigen, welche der Thätigkeit anderer Muskeln entgegenge setzt wirken, heißen gegensinnige oder Antagonisten jener.

z. B. der zweiköpfige Oberarmmuskel und der innere Armmuskel, die beide den Unterarm im Ellbogengelenk beugen, sind gleichsinnige Muskeln; der dreiköpfige Armstrecker, der den gebeugten Arm wieder streckt, ist ihr gegensinniger Muskel, ihr Antagonist. —

Bei umfangreicheren Bewegungen sind stets eine große Zahl von Muskeln zusammen thätig, von welchen die einen die eigentliche Grundbewegung ausführen (kraftgebende), andere die Bewegung in genau abgewogenen Grenzen halten (mäßigende), noch andere das Gleichgewicht in der Stellung der Skeletteile zu einander aufrecht erhalten (haltende Muskeln). Die vereinte Thätigkeit großer Muskelgebiete zu einer solchen einheitlichen Bewegung nennen wir Koordination der Bewegung.

Schwierigere Bewegungsformen jeder Art richtig, schnell und sicher koordinieren zu können, ist eine wesentliche Aufgabe turnerischer Leibeserziehung. Wir werden weiter unten darauf zurückkommen.

Spezielle
Muskellehre.

Spezielle Muskellehre.

§ 85. Muskeln des Kopfes.

Muskeln des
Kopfes.

Zahlreiche Muskeln sind in die Haut des Kopfes und namentlich des Gesichtes eingelagert. Ihre Aufgabe ist nicht nur die Eingänge zu den Körperhöhlen zu erweitern und zu schließen, und namentlich der Mundöffnung bei den Thätigkeiten des Essens, Trinkens, Sprechens, Singens, Pfeifens, Blasens usw. verschiedenste Gestalt zu geben, sondern ihr wechselndes Spiel giebt auch dem Antlitz bei den mannigfachen Gemütsstimmungen den entsprechenden Ausdruck, spiegelt Freude und Trauer, Gespanntheit und Gleichgiltigkeit, Haß und Liebe, Stolz und Demut usw. (Fig. 225—230).

Je nachdem die eine oder andere Gemütsstimmung besonders häufig Platz gegriffen, die entsprechenden Gesichtsmuskeln häufig in bestimmter Weise zusammengezogen waren und die Gesichtshaut in entsprechende Falten legten, graben sich solche gewohnheitsmäßigen Ausdrucksformen dauernd ein, hinterlassen dauernde Spannung oder Falten und Furchen auf der Stirn, um die Augen, um den Mund usw. Dadurch wird dem Gesicht, in Verbindung mit der Form des knöchernen Kopfskeletts, ein bestimmter Charakter, die Physiognomie verliehen.

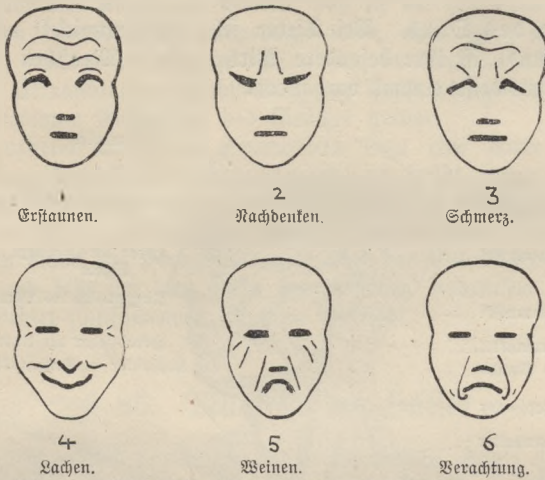


Fig. 225—230. Schema der Wirkung der Gesichtsmuskeln auf den Ausdruck der Gemütsbewegungen.

Der Schauspieler, welcher in den verschiedensten Rollen je nach dem Charakter der darzustellenden Person seinem Antlitz bestimmten ausgesprochenen Ausdruck zu geben hat, bedarf dazu einer wahren Gymnastik der Gesichtsmuskeln, die er oft in wunderbarer Weise zu beherrschen weiß. Diese Gymnastik der Gesichtsmuskeln ist als Mimik zu einer wahren Kunst ausgebildet.

I.

Die Kopfmuskeln, welche in den Weichteilen des Kopfes sich ansetzen und diese bewegen, zerfallen in folgende Gruppen (Fig. 231).

A. Muskeln der Stirn und der behaarten Kopfhaut: Stirn- und Hinterhauptsmuskeln.

Der Stirnmuskel bringt die queren Stirnfalten hervor. — Die behaarte Kopfhaut als Ganzes zu bewegen, ist bekanntlich nur hier und da jemand möglich.

B. Um die Gesichtshöhlen gelagerte Muskeln:

a) Muskeln der Augenlidspalte und der Augenbrauengegend. Sie schließen und öffnen die Augenlider, runzeln die Stirn in senkrechte Falten usw. Der sogenannte Ausdruck des Auges beruht zum großen Teil auf der besonderen Thätigkeit und Spannung dieser Muskeln.

b) Muskeln der Nase.

Beachtenswert sind hier die kleinen Muskeln, welche die Nasenflügel (Nüstern beim Tier) erweitern; in rhythmischer Weise geschieht dies mit jeder Einatmung bei starker Atemnot, so daß das „Spielen der Nasenflügel“ ein charakteristisches Zeichen für erschwerte Atmung, z. B. nach heftiger Anstrengung, ist. Namentlich spricht sich dies in früher Jugend aus.

Muskeln der Stirn und behaarten Kopfhaut.

Muskeln der Augenlidspalte.

Muskeln der Nase.

Muskeln der
Mundspalte.

c) Muskeln der Mundspalte. Bei Personen, welche viel und lange zu sprechen gewohnt sind (z. B. Geistliche, Lehrer usw.), entwickeln sich diese Muskeln besonders stark, und geben der Mundgegend ein bestimmtes ausdrucksvolles Gepräge. — Der Lachmuskel zieht den Mundwinkel in die Höhe. Wird er häufig in Bewegung gesetzt und behält dauernde Spannung, so behält auch das Gesicht einen dauernden Ausdruck der Jovialität, stets lachlustiger Stimmung. Umgekehrt giebt vielfache Bethätigung des Herabziehers der Mundwinkel dem Gesicht einen verdrossenen, vergrämten Charakter.

Muskeln des
Ohrs.

d) Muskeln des Ohrs. Bei Tieren sehr stark entwickelt und thätig (Spitzen des Ohrs beim Hund), ist ihre besondere Wirkung beim Menschen als Beweger des Ohres nur ausnahmsweise einmal vorhanden.

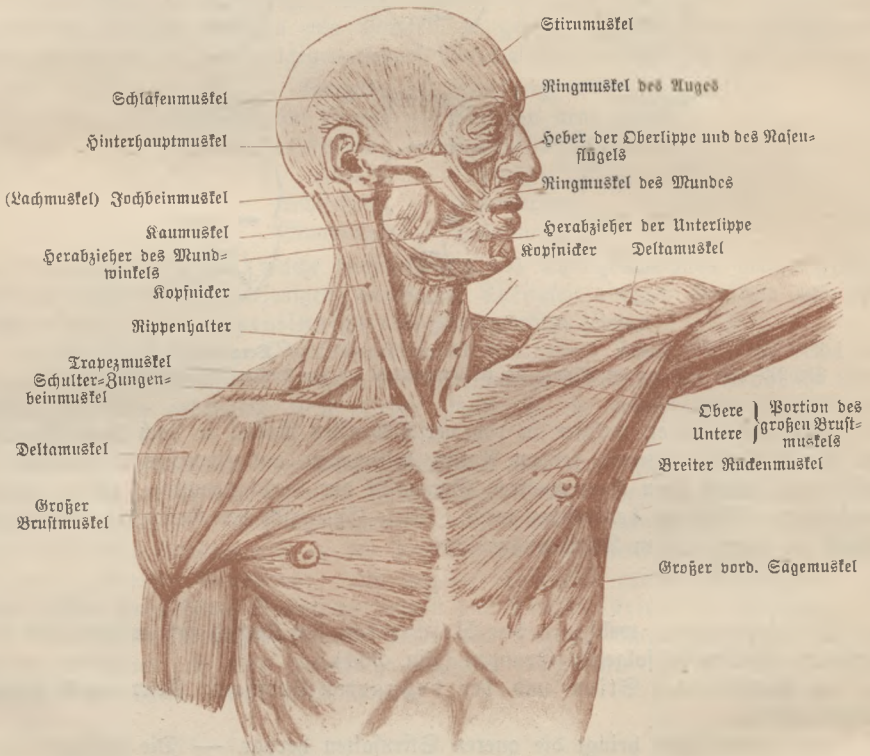


Fig. 231. Muskeln des Kopfes, des Halses und der Brust.

II.

Kopfmuskeln, welche den einzigen beweglichen Knochen des Kopfes, den Unterkiefer zur Thätigkeit des Kauens usw. bewegen sind die Kaumuskeln.

Diese sind:

a) Der Schläfenmuskel, ein schöner fächerförmig gestalteter Muskel, dessen Bündel von der Fläche der Schläfe (halbkreisförmige Linie) zusammenstrahlend zum Kronenfortsatz des Unterkiefers ziehen. Er wird überbrückt vom Jochbogen.

b) Der Kaumuskel (masseter) zwischen Jochbogen und Unterkieferwinkel ausgepannt.

c) und d) Der äußere und innere Flügelmuskel nach innen vom Kieferast gelegen. Beiderseits thätig, verstärken sie die Wirkung der vorigen Kaumuskeln. Einseitig wechselweise wirkend vermögen sie den Kiefer seitlich hin und her zu schieben (mahlende Bewegung). —

Auf dem Kaumuskel (dem masseter) liegt, bis zum Warzenfortsatz des Hinterhauptes sich erstreckend, die Ohrspeicheldrüse (Parotis). Ihr Speichel, wie der Mundspeichel überhaupt, dient zur Einspeichelung und Verdauung der Speisen. Die Lage der Drüse auf dem Kaumuskel bewirkt, daß sie bei der Kaubewegung durch die Zusammenziehungen des Muskels ausgepreßt wird, und ihren Speichel durch den Ausführungsgang, welcher die Wange von außen durchbohrend in der Mundhöhle mündet, ergießt. Erkrankung und Schwellung der Drüse bringt die als „Ziegenpeter“ oder „Mumps“ bekannte Entstellung des Gesichtes hervor.

Ohrspeichel-
drüse.

Vor dem vorderen Rand des Kaumuskels liegt eine starke Fettmasse in der Wangenhaut bis zur Schläfe hinauf eingelagert, und treibt, wenn wohlentwickelt, die Wangenhaut zur dicken vollen Backe auf. Bei Personen, welche schlecht ernährt sind, zehrt sich auch diese Fettmasse auf; die Wangen werden „hohl“ und eingefallen.

Äußere
Kieferschlag-
ader.

Am vorderen Rand des Kaumuskels geht über den Unterkiefer hinweg die äußere Kieferschlagader, und läßt sich hier gegen den Knochen andrücken und zur Stillung einer in ihrem Gebiet stattfindenden Blutung schließen.

§ 86. Muskeln des Halses.

Der Hals ist der Stiel des Kopfes: eine cylindrische Säule, deren Achse in der hinteren Halsgegend liegt. Da wo diese Säule an den Kopf stößt, ist sie von der einen Seite zur anderen zusammengedrückt, d. h. ist der Hals schmal; da, wo die Säule in die Brust übergeht, ist sie von vorn nach hinten zusammengedrückt, ist also der Hals breit. Die hintere Halsgegend heißt Nacken.

Muskeln des
Halses.

Über die anatomischen Ursachen des kurzen gedrunghenen, und des langen biegsamen Halses ist schon früher (S. 67) einiges bemerkt.

Alter Volksglauben hat den Umfang der Halsmitte in Beziehung gebracht zur Jungfräulichkeit und Schwangerschaft (Goethe, Venezianische Epigramme 102). In Frankreich maß man den Halsumfang mit einer um die Halsmitte gelegten Schnur, und ließ die Schlinge sodann in den Mund nehmen, konnte man sie so nach hinten über den Kopf streichen, so galt das Mädchen als nicht mehr rein. — Übrigens wird ein Zusammenhang zwischen Schwellungen der Schilddrüse und Vorgängen in den weiblichen Geschlechtsorganen neuerdings behauptet, so daß also diese Probe, welche schon den Alten nicht unbekannt war, nicht ganz des anatomischen Untergrunds ermangelt. —

In keiner Gegend des Körpers liegen auf so kleinem Raum so viele lebenswichtige Organe nahe der Körperoberfläche vereint, wie in der vorderen Halsgegend (Fig. 232). Der rechte und der linke Kopfnicker-Muskel bilden ein mit der Spitze nach unten gefehrtes Dreieck, dessen Basis das Kinn, dessen Spitze die Keh- oder Drosselgrube am Brustbein darstellt. In diesem Dreieck liegt zunächst unter dem Kinn das Zungenbein, ein kleiner, mit dem Skelett nicht in Verbindung stehender Knochen, an welchem sich Muskeln der Zunge, des Bodens der Mundhöhle, wie des Kehlkopfes und Halses ansetzen. Beim Schlucken, Sprechen, Singen bewegt sich das Zungenbein mit der zugehörigen Muskulatur auf und ab. Unter dem Zungenbein folgt der zum knorpeligen Kehlkopferüst gehörende Schildknorpel oder der „Adams-
apfel“, an mageren Halsen, namentlich bei Männern, deren Kehlkopf weiter gebaut ist als bei Weibern, stark vorspringend. Unter dem Schildknorpel folgt die Schilddrüse,

Zungenbein.

Schildknorpel.

Schilddrüse.

deren krankhafte Anschwellung zum Kropf führen kann. Es folgt die Keh- oder Drosselgrube in deren Tiefe die Luftröhre liegt.

In der Tiefe wird die Mitte des Kopfnickers gekreuzt von dem darunter hervortretenden Bündel von Nerven und Blutgefäßen, unter letzteren die große Hauptschlagader des Kopfes (Carotis). Seitlich vom Kopfnicker befinden sich nach außen unten, abgegrenzt vom Schlüsselbein, die beiden Oberschlüsselbeingruben. In dieselben ragen in der Tiefe, aus dem Brustkorb hervortretend, die beiden Lungen-

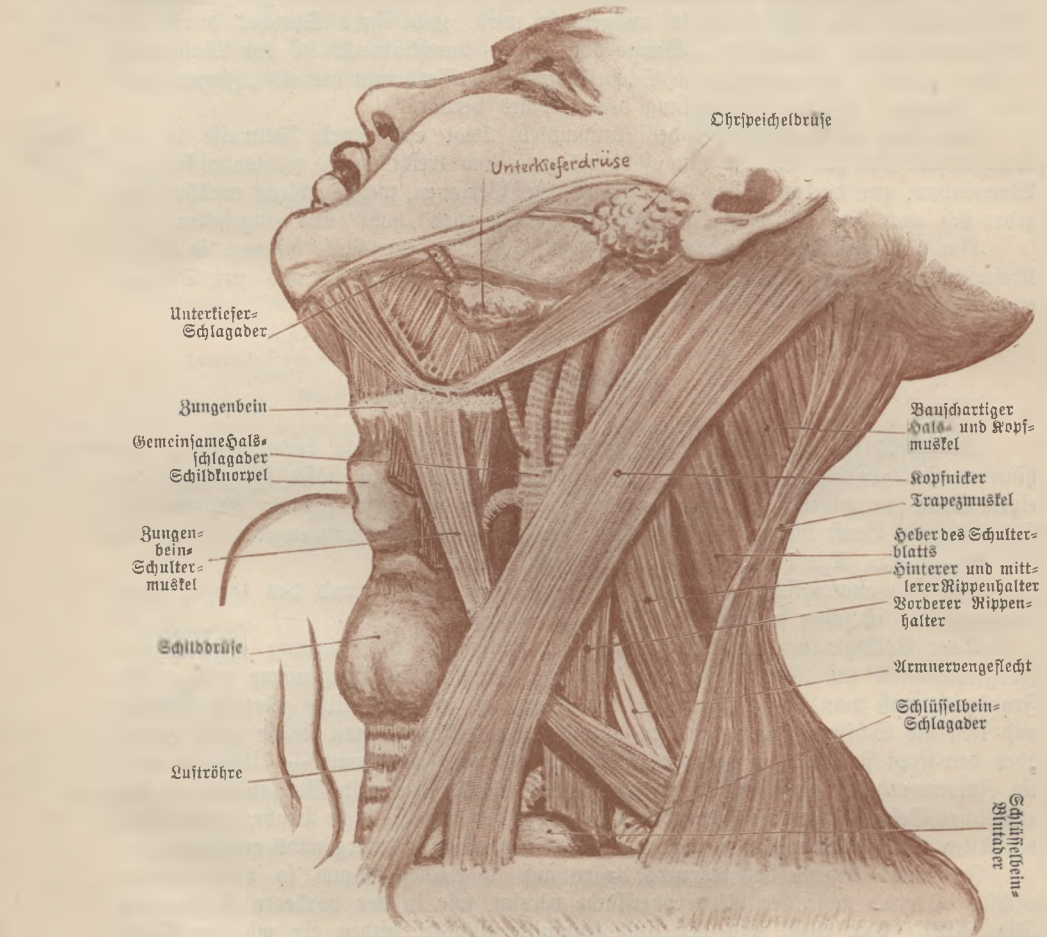


Fig. 232. Die Lage der Halsorgane.

spitzen hinein. Bei Schrumpfung derselben durch beginnende Lungenschwindsucht sind, in Verbindung mit der begleitenden Abmagerung des Körpers, die beiden Schlüsselbeingruben besonders tief und eingesunken, während sie an schönen namentlich weiblichen Hälften kaum als Vertiefungen sich markieren. —

Hautmuskel
des Halses.

1. Der Hautmuskel des Halses. Eine dünne, in die ganze vordere Halshaut eingelagerte Muskelschicht, von dem Kinn bis zur Brust reichend. Bei Tieren geht

dieser Hautmuskel noch über die vordere Rumpffläche hinab, und kann damit das Fell des Rumpfes — z. B. zur Abwehr von lästigen Insekten — bewegt werden.

Beim Menschen hebt der Muskel bei feststehendem Kiefer die Haut des Halses von ihrer Unterlage etwas ab, und erleichtert dadurch die Bewegung der Halsorgane z. B. beim Schlingen. Der Muskel hilft ferner das Kinn herabziehen. Seine in der Gesichtshaut über den Kieferrand hinaus sich verlierenden Fasern haben eine mimische Wirkung, indem sie bei plötzlichem Schreck sich zusammenziehen und der Umgebung des Mundes einen bezeichnenden Ausdruck verleihen (s. u. Fig. 234).

2. Der Kopfnicker. Der Muskel entspringt mit zwei Köpfen vom Brustbein (Handgriff) und vom Brustbeinende des Schlüsselbeins, und setzt sich an am Warzenfortsatz des Schläfenbeins hinter dem Ohre. Kopfnicker.

Wirkung: Zieht sich der rechte oder linke Kopfnicker einseitig zusammen, so dreht er den Kopf gegen die Schulter seiner Seite, und das Gesicht nach der entgegengesetzten Seite.

Dauernde Verkürzung eines Kopfnickers bewirkt demnach die als „Schiefhals“ bekannte Schiefstellung des Kopfes.

Zieht sich der Kopfnicker beiderseits gleichzeitig zusammen, so wirkt er in erster Linie als Kopfhalter (nicht als „Nicker“, da der Ansatz des Muskels hinter der Drehungsachse des Kopfes zum Halse im Gelenke zwischen Atlas und Hinterhaupt liegt).

Bei stärkerer Zusammenziehung beugen die beiden Kopfnicker vereint Kopf und Hals als Ganzes nach vorn. —

Umgekehrt wirkt der Muskel bei fixirtem Kopf auf seine Ursprünge am Brustkorb und zwar als Brustheber bei angestrenzter Einatmung — er ist also bei Atemnot ein Hilfseatemmuskel.

3. Der zweibäuchige Unterkiefermuskel; entspringt in einem Einschnitt hinter dem Warzenfortsatz, ist mit seiner in der Mitte liegenden Sehne an das Zungenbein geheftet, und geht von da vorn zum Kinn. Zweibäuchiger Unterkiefermuskel.

Wirkung: Zieht den Kiefer hinab zum Öffnen des Mundes; hebt das Zungenbein.

4. Zungenbeinmuskeln: 7 an der Zahl | bewegen Zungenbein und Zunge.

5. Zungenmuskeln: 3 an der Zahl | Zungen- und Zungenbeinmuskeln.

6. Tiefe Halsmuskeln. Von diesen dienen vier, auf der vorderen Fläche der Halswirbelsäule gelegen, zur Bewegung, namentlich Beugung der Halswirbel. Tiefe Halsmuskeln.

Wichtiger sind die seitlich gelegenen:

Rippenhalter, ein vorderer, mittlerer und hinterer. Sie entspringen von der ersten und zweiten Rippe und gehen zu den Querfortsätzen aller Halswirbel. Zwischen dem vorderen und mittleren Rippenhalter befindet sich ein Schlitze, durch welchen die Schlüsselbeinshlagader und das Bündel der Armererven hindurch zur Achselhöhle und weiter zum Arme treten. Rippenhalter.

Wirkung: Ziehen sich die Rippenhalter nur einer Seite zusammen, so drehen sie den Hals seitlich.

Wirken die Rippenhalter beider Seiten gleichzeitig, so beugen sie den Hals.

Sind dagegen Kopf und Hals durch die entsprechenden andern Muskeln festgestellt, so wirkt der Muskelzug der Rippenhalter auf die erste und zweite Rippe und hebt diese.

So werden also die Rippenhalter bei angestrenzter Einatmung gleichfalls zu Hilfsmuskeln der Atmung, und zwar sehr thätigen.

Bei einem Menschen, der mühsam atmet, sieht man deshalb bei jeder Einatmung den Rand der Rippenhalter deutlich in der Seitengegend des Halses, außen vom Kopfnicker in der Tiefe der Oberschlüsselbeingrube vorspringen. —

Die Muskeln des Nackens werden unten mit den Muskeln des Rumpfes und der Schulter abgehandelt.

§ 87. Muskeln der Brust.

Muskeln der
Brust.

Der Brustkorb hat die Form eines oben nach der Spitze abgestutzten und flachgedrückten Kegels; nur die Anheftung des Schultergürtels dreht anscheinend dies Verhältnis um, so daß die Brust oben in der Schultergegend am breitesten erscheint.

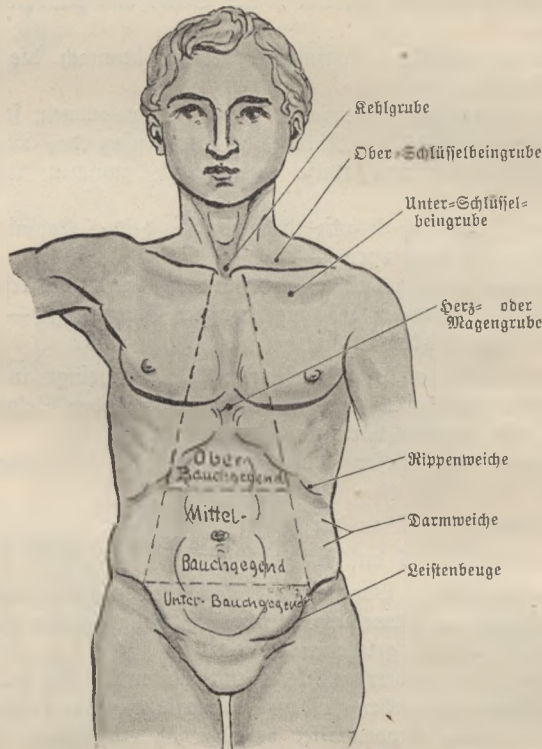


Fig. 233. Die Gegenden am Rumpfe.

Starke kräftige Muskulatur, welche die Rippen hebt, läßt die Brust gewölbt erscheinen, während bei schwacher Muskulatur die Rippen herabhängen, die Brust platt wird (s. o. S. 57).

Die Brust wird äußerlich nach oben begrenzt von den Schlüsselbeinen. Bei muskelstarken Individuen sind sie stark entwickelt und S-förmig gekrümmt, daher sie sich deutlich abheben, so daß, entsprechend der Oberschlüsselbeingrube, sich unter den Schlüsselbeinen jederseits eine Unterschlüsselbeingrube ausdrückt. Bei zarten Mädchen und Frauen gehen dagegen Brust und Hals ohne jedwede deutliche Abgrenzung unmittelbar ineinander über.

Unter-
Schlüssel-
beingrube.

Da, wo die beiden Kopfnicker sich an das obere Ende des Brustbeins ansetzen, lassen sie die Kehlgube zwischen sich, in deren Tiefe man zur Luftröhre gelangt. Der Winkel, zu welchem die Rippenbögen in der Mitte des Rumpfes zusammenstoßen, vertieft sich zur Herz- oder Magenrube (Fig. 233). Der Name „Herzgrube“, Magenrube. ob schon im Volksmunde viel gebräuchlich, ist übrigens ein ungerechtfertigter. Denn an dieser Stelle stößt man, in die Tiefe gehend, niemals auf das Herz, sondern zunächst auf den linken Leberlappen, und unter diesem auf den Magen.

Die seitlichen Gegenden der Brust werden bedeckt von dem großen Brustmuskel. Brustwarze und Brustbein. Ist derselbe kräftig entwickelt und ruht einem wohl gebauten und gewölbten Brustkorb auf, so verleiht er der Brust des Mannes in besonderem Maße den Stempel männlicher Kraft und Schönheit. Die Haut der Brust ist namentlich in der Mittellinie über dem Brustbein bei manchen Männern ziemlich dicht behaart („zottige“ Brust). In der Kunst gilt die behaarte zottige Brust als ein Merkmal von rauher Wildheit und Walbursprünglichkeit. Daher auch bei den Faunen, bei Centauren u. dergl. die Brust stets so gebildet wird. Seitlich trägt die Haut über dem Brustmuskel die Brustwarzen. Dieselben liegen links und rechts, eine Handbreit etwa vom Brustbein entfernt, meist im Zwischenraum zwischen 4. und 5. Rippe, selten etwas höher über der 4. Rippe, oder tiefer zwischen der 5. und 6. Rippe. Beim Weibe liegen in der als stumpf kegelförmige Spitze vortretenden Brustwarze die Ausführungsgänge der Brust- oder Milchdrüsen.

Die Brüste, welche dem weiblichen Brustkorb seine bezeichnende Form und den besonderen Reiz verleihen, lassen zwischen sich in der Mitte als mehr oder weniger tiefe Grube den Busen. Die Brüste sind außerordentlich vielgestaltig. Klein — so daß sie mit der Hohlhand bedeckt werden konnten — und fest, über einen Winkel von 90° gewölbt, mit nach auswärts gerichteten Brustwarzen, galten sie den Alten als am schönsten. Bei üppigen, fettreichen Frauen werden sie außerordentlich umfangreich, breit und schwer (die Portugiesinnen sollen sich besonders hierin auszeichnen); durch ihre Schwere, auch durch Ziehen, werden sie beim Herabhängen ohne Stütze oft außerordentlich lang (Hängebrust). Bei den Weibern mehrerer afrikanischer Völkerschaften ist eine Verlängerung der Brüste in solchem Grade vorhanden, daß dem Kinde, welches auch bei der Arbeit auf dem Rücken getragen wird, die Brust zum Säugen entweder über die Schulter hinaus, oder unter der Achselhöhle her zwischen Oberarm und seitlicher Brustwand zum Rücken hin gereicht werden kann. — Die Brustwarze, bei Jungfrauen rosenrot, wird mit der Schwangerschaft und zunehmendem Alter braun bis schwarzbraun.

Beim neugeborenen Knäbchen sind — entsprechend andern Merkmalen einer zweigeschlechtigen Anlage zu einer gewissen Entwicklungszeit — zuweilen noch Andeutungen einer Brustdrüse insoweit vorhanden, als sich in den ersten Lebenstagen etwas Milch aus der Brustwarze hervordrücken läßt. In außerordentlich seltenen Fällen können sich aus solcher Anlage volle Brustdrüsen auch beim Manne entwickeln. Bekannt ist der Indianer, von dem Alexander von Humboldt erzählt, daß er fünf Monate lang, nach dem Tode der Frau, sein Kind stillte.

Es sei noch bemerkt, daß Hosenträger und Tornisterriemen, wenn sie sehr fest angezogen sind, und bei rauher Innenseite des Hemdes starke Reibung verursachen, Druckgeschwüre der Brustdrüsen veranlassen können.

Die Muskeln der Brust liegen in mehreren Schichten übereinander (Fig. 234).

Die erste Schicht bildet:

1. Der große Brustmuskel. Einer der schönsten Muskeln des Körpers, und doch im Verhältnis ein kümmerlicher Schwächling gegenüber dem mächtigen großen Brustmuskel, welchem der Vogel die Kraft und den Schwung seines Fluges verdankt. Großer Brustmuskel.

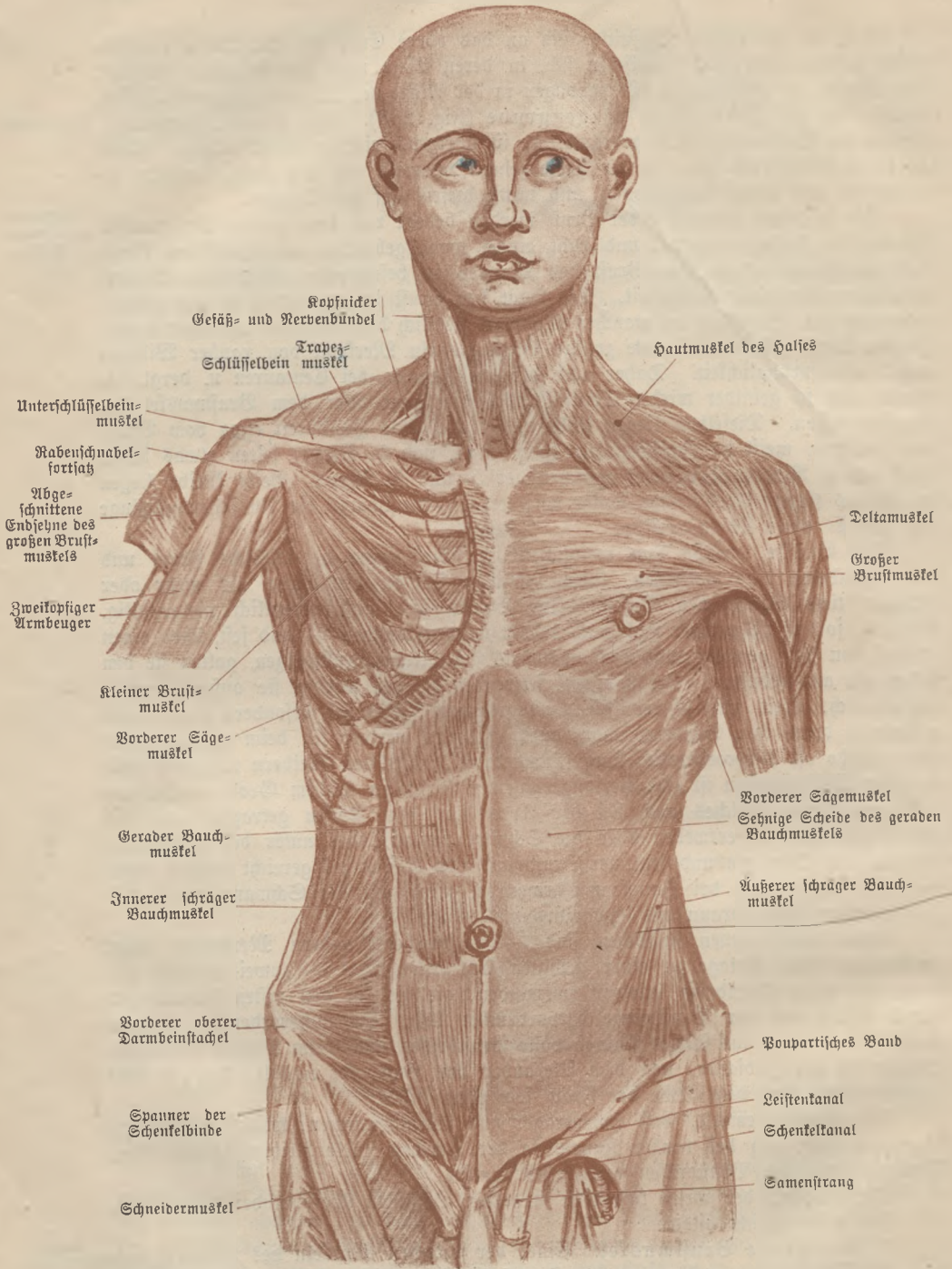


Fig. 234. Die Muskeln der Brust und des Bauches, Leisten- und Schenkelring. Links der Hautmuskel des Halses, der große Brust- muskel, der Deltamuskel, der äußere schiefe Bauchmuskel und die Scheide des geraden Bauchmuskels entfernt.

Ursprung des Muskels: Die obere kleinere Portion vom Brustbeinende des Schlüsselbeins; die untere größere, durch einen Schlitze von der oberen geschieden, vom Seitenrand des Brustbeins und den Knorpeln der 2.—6. Rippe (s. oben Fig. 231). Eine kleine Partie des Muskels entspringt endlich von der häutigen Sehne des äußeren schiefen Bauchmuskels.

Ansatz des Muskels: Leiste des großen Oberarmhöckers.

Der Muskel entspringt also weit ausgedehnt mit zahlreichen Bündeln, welche konzentrisch nach dem Ansatz hin zusammenstrahlen. Dadurch wird der Muskel, der auf der Brustwand flach aufliegt, nach der Achselhöhle zu immer dicker. Die vom Schlüsselbein kommenden Bündel des Muskels lagern sich hier zum Teil über die vom Brustbein kommenden Bündel. Diese Verdickung tritt bei muskulösen Männern als ausgesprochener Wulst der vorderen Wand der Achselhöhle hervor; auch bei weiblichen Figuren ist sie angedeutet.

Die Wirkung des Muskels ist eine recht vielgestaltige.

Wirkung des
großen
Brust-
muskels.

a) Vor allem ist der Muskel Anzieher des Arms; er nähert den aufgehobenen oder nach hinten geführten Arm dem Rumpfe. Soll er dies in schwinghafter und kraftvoller Weise thun, so wird der Muskel erst durch Führen des Armes nach hinten und rückwärts gespannt: es wird zur Bewegung ausgeholt. Dies findet statt bei den Bewegungen des Werfers mit kleinem Stein oder Ball, der Diskus, der Lanze, beim Schleudernwurf; ferner beim Schlag von hinten und oben, und zahlreichen ähnlichen Bewegungen. Ebenso ist der Muskel als Anzieher des ausgebreiteten Arms hervorragend thätig beim Schwimmen.

Die schwedische Heilgymnastik übt den Muskel in der Weise, daß die Arme horizontal ausgebreitet werden und ihrer Zusammenführung Widerstand entgegengesetzt wird.

b) Nicht immer wird durch die Zusammenziehung des Muskels der Arm, als der beweglichere Teil nach dem Rumpf hin bewegt.

Der Muskel kann auch umgekehrt wirken, wenn die Arme (z. B. durch Festhalten) festgelegt werden. Dann sind die Ansätze am Oberarm der feste Punkt, die Brustwand der bewegliche: Die Brustwand wird durch den Zug des Muskels gehoben, der Brustraum erweitert. — So kann also auch der große Brustmuskel gelegentlich ein Hilfsmuskel der Atmung werden.

Instinktiv greift der nach Atem Ringende z. B. nach scharfem Rudern, heftigem Lauf usw. mit den Händen nach irgend einer festen Stütze, so der Ruderer nach der Bordkante seines Bootes, und hält die Arme fest gestreckt, um den von Arm und Schulter zum Brustkorb gehenden Muskeln festen Ansatz zu gewähren, von wo aus sie auf den Brustkorb einen Zug ausübend, die angestrengten tiefsten Atembewegungen mit vollziehen helfen.

— c) Besondere Wirkung der beiden Portionen des Muskels.

Der obere, vom Schlüsselbein zum Oberarm gehende Teil des Muskels zieht die Schulter als Ganzes (den „Schulterstumpf“) bei herabhängendem Arm schief nach oben und vorn, rundet den Rücken, höhlt die Brust. Der Muskel fördert so die Stellung bei einer demütigen Bitte; bewirkt bei plötzlichem Schreck das Zusammenschauern der Schultern; preßt ferner den Arm fest an die Seite des Rumpfes beim Tragen einer schweren Last auf der Schulter oder beim Anstemmen mit der Schulter (Fig. 235).



Fig. 235. Mitwirkung der oberen Portion des großen Brustmuskels.

Die untere, vom Brustbein entspringende größere Portion zieht den Schulterstumpf nach vorn und abwärts.

Die obere Portion senkt den emporgehobenen aufwärts gestreckten Arm in schwunghafter Bewegung zum Schlag von oben — oder in langsamer Bewegung zur Gebärde des segnenden Priesters.

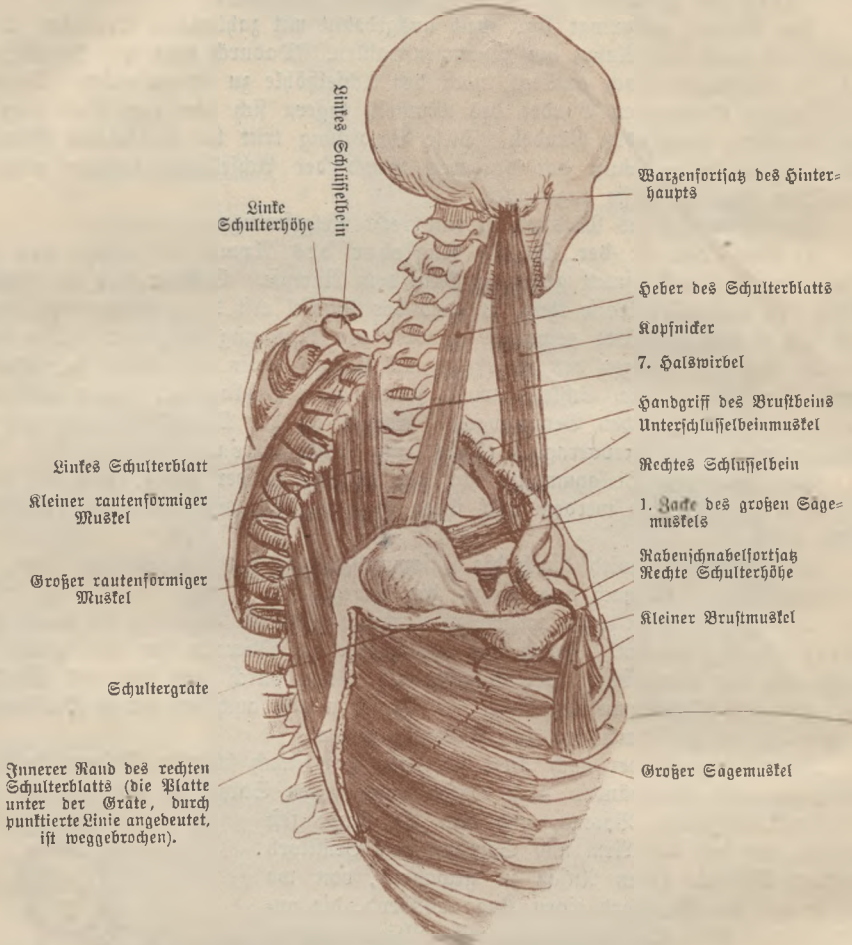


Fig. 236. Einige wichtige Muskeln des Halses und des Schulterblatts. Ein großer (durch punktierte Linie angedeuteter) Teil des Schulterblatts ist entfernt, um den darunterliegenden großen Sägemuskel zu zeigen (nach Harleß).

Die untere Portion senkt den wagerecht ausgestreckten Arm in jeder Stellung nach abwärts. —

Es folgt nun die zweite Schicht der Brustmuskeln.

2. Der Schlüsselbeinmuskel.

Ursprung: Untere Seite des Schlüsselbeins.

Ansatz: Oberer Rand des Knorpels der ersten Rippe.

Wirkung: Der Muskel ist, von der Rippe aus wirkend, Halter des Schlüsselbeins bei mannigfachen Bewegungen.

Vom Schlüsselbein aus wirkend ist er Heber der ersten Rippe, hilft also den Brustkorb als Hilfsmuskel der Atmung gerade in der wichtigen Gegend der Lungenspitze erweitern.

3. Der kleine Brustmuskel (auch schon vorderer kleiner Sägemuskel genannt).
 Ursprung: Mit drei oder vier Zacken von der Außenfläche der 2.—5. Rippe.
 Ansatz: Rabenschnabelfortsatz des Schulterblatts.

Keiner
Brustmuskel.

Wirkung: Von den Rippen aus wirkend, zieht der Muskel die Schulter nieder. Vom festgelegten Schulterblatt aus wirkend, ist er Hilfsmuskel der Atmung, hebt die Rippen und damit die vordere Brustwand.

4. Der große (vordere) sägeförmige Muskel oder Sägemuskel. Derselbe nimmt die ganze Seitenwand des Brustkorbs von der ersten bis zur achten oder neunten Rippe ein. Seinen Namen hat er davon, daß die Zacken des Muskels eine sägeförmige Linie an der Seitenwand der Brust bilden. Die 5—6 oberen Zacken werden verdeckt vom Brustmuskel, nur die untern werden sichtbar und treten, namentlich bei emporgehobenem Arm, deutlich unter der Haut hervor.

Großer
Sägemuskel.

Ursprung: mit 8—9 Zacken, die zu einem breiten Muskelkörper verschmelzen, von den oberen 8—9 Rippen. Der Muskel geht sodann unter dem Schulterblatt her, so daß dieses mit seiner vorderen Fläche auf dem Fleisch des Muskels liegt, und findet seinen Ansatz am inneren Rand des Schulterblatts (Fig. 236).

Wirkung: 1. Werden die Rippen in der Weise festgelegt, daß einer tiefen Einatmung nach Schluß des Kehlkopfes eine Ausatmungsbewegung folgt, welche letztere aber wegen des Verschlusses der Luftwege nur zur vorübergehenden Zusammenpressung des Inhaltes der Lungen unter Aufhörung der Atembewegungen führt (Vorgang der „Pressung“ oder „Anstrengung“), so zieht der Muskel das Schulterblatt nach vorn und stellt es am Brustkorb fest. Nur dadurch, daß das bewegliche Schulterblatt, von welchem aus die Mehrzahl der Hauptmuskeln des Oberarms entspringen, auf solche Weise festgelegt und dadurch den Armmuskeln ein unbeweglicher Ursprung gewährt wird, ist es möglich, die volle Kraft dieser Muskeln für die Bewegungen des Armes in Anspruch zu nehmen.

Ubrigens muß der große Sägemuskel in der unbeweglichen Festlegung des Schulterblattes durch die gegensinnig wirkenden rautenförmigen Muskeln am Rücken (s. u.) unterstützt werden.

2. Dieselben rautenförmigen Muskeln müssen sich zusammenziehen und das Schulterblatt halten, wenn der große Sägemuskel auf die Rippen als Hilfsmuskel der Atmung wirken soll. In diesem Falle zieht der Sägemuskel in kräftiger Weise die Rippen seitwärts auseinander, und bewirkt damit seitliche Erweiterung des Brustkorbes, die Flankenatmung. —

Bei Lähmung des großen Sägemuskels ist eine Festlegung der Schulter und damit angestrengte Armthätigkeit unmöglich. Der innere Schulterblattrand dreht sich dann nach außen, die Schulterblätter stehen flügel förmig vom Brustkorb ab.

Der große Sägemuskel bildet die Innenwand der Achselhöhle, der große Brustmuskel die vordere, der breite Rückenmuskel die hintere Wand.

Dritte Schicht.

5. Die äußeren und inneren Zwischenrippenmuskeln, zwischen den Rippen rund um den Brustkorb ausgespannt, bilden die dritte Schicht der Brustmuskeln (Fig. 237). Die äußeren sind zwischen den Rippen in schräger Richtung von oben nach unten und vorn, die inneren, von den oberen meist bedeckt, in schräger Richtung von oben nach unten und hinten ausgespannt. Die Summe all dieser kleinen Muskelfasern, welche die gesamten Lücken zwischen den Rippen, die Zwischenrippenräume aus-

Zwischen-
rippen-
muskeln

füllen, bildet einen starken Muskelförper. — Die Lücke, welche vorn am Brustbein der schräg ansetzende äußere Zwischenrippenmuskel zwischen den Rippenknorpeln läßt, wird ausgefüllt durch das schimmernde Brustband, eine glänzende glatte Bandmasse.

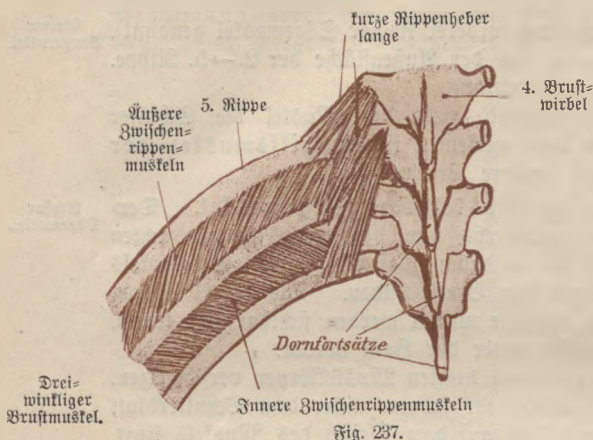


Fig. 237.

Die Zwischenrippenmuskeln, obwohl quer gestreift, werden für gewöhnlich nicht willkürlich, sondern unwillkürlich, automatisch bewegt. Sie bilden zusammen mit dem Zwerchfell die eigentlichen Atemmuskeln, welche — im Gegensatz zu den nur gelegentlich beim Atemgang mitbeteiligten Hilfsatemmuskeln — stets bei jeder Einatmung thätig sind.

6. An der hinteren oder inneren Fläche des Brustbeins liegt der dreiwinkelige Brustmuskel. Vom Brustbein entspringend, geht er beiderseits schräg aufwärts zum dritten bis sechsten Rippenknorpel. Er zieht bei starker Ausatmung die Rippenknorpel zurück, und ist ein Hilfsatemmuskel, der jedoch im Gegensatz zu den bisher genannten Hilfsatemmuskeln nicht bei der Ein-, sondern bei der Ausatmung thätig ist.

6. An der hinteren oder inneren Fläche des Brustbeins liegt der dreiwinkelige Brustmuskel. Vom Brustbein entspringend, geht er beiderseits

§ 88. Die breiten Nacken- und Rückenmuskeln.

Breite
Nacken- und
Rücken-
muskeln.

Die Mehrzahl der breiten Rückenmuskeln — und zwar die stärksten und breitesten — dienen zur Haltung und Bewegung von Schulterblatt und Arm. Es sind dies der Trapez- oder Kappenmuskel, der breite Rückenmuskel, die rautenförmigen Muskeln, der Heber des Schulterblattes (Fig. 238).

Die Rippen werden bewegt von den hintern Sägemuskeln, der Kopf von den bauschförmigen Muskeln.

Kappen- oder
Trapez-
muskel.

1. Der Kappenmuskel oder Trapezmuskel. Erstere Bezeichnung hat der Muskel davon, daß er wie eine Mönchskappe oder Kapuze zipfelförmig am Rücken hinabgeht: „zur Mahnung, daß der Mensch ein gottgefälliges Leben führen muß“. — Der viereckige Umriß der beiden Muskeln in ihrer Gesamtheit veranlaßte den Namen „trapezförmig“.

Ursprung: Der Trapezmuskel entspringt von der bogenförmigen Linie des Hinterhauptes; dem Hinterhauptstachel; dem Nackenband; den Spitzen der Dornfortsätze aller Hals- und Brustwirbel. Die Fasern des Muskels ziehen von diesen ausgedehnten Ursprüngen zusammenstrahlend zur Schulter. In der Gegend des letzten Halswirbels ist es ein trapezförmiger Sehnenfleck, von dem die Muskelfasern entspringen. An dieser Stelle, wo der Dornfortsatz des letzten Halswirbels deutlich als Hervorragung gefühlt und auch gesehen werden kann, bildet sich namentlich bei Weibern eine stärkere Fettansammlung, welche als sanfte Wölbung an der betreffenden Stelle des Nackens sich bemerkbar machen kann.

Aufsatz: Der Muskel setzt sich mit seinen obern Fasern an das Schulterende des Schlüsselbeins und an die Schulterhöhe an; mit der Masse seiner mittleren

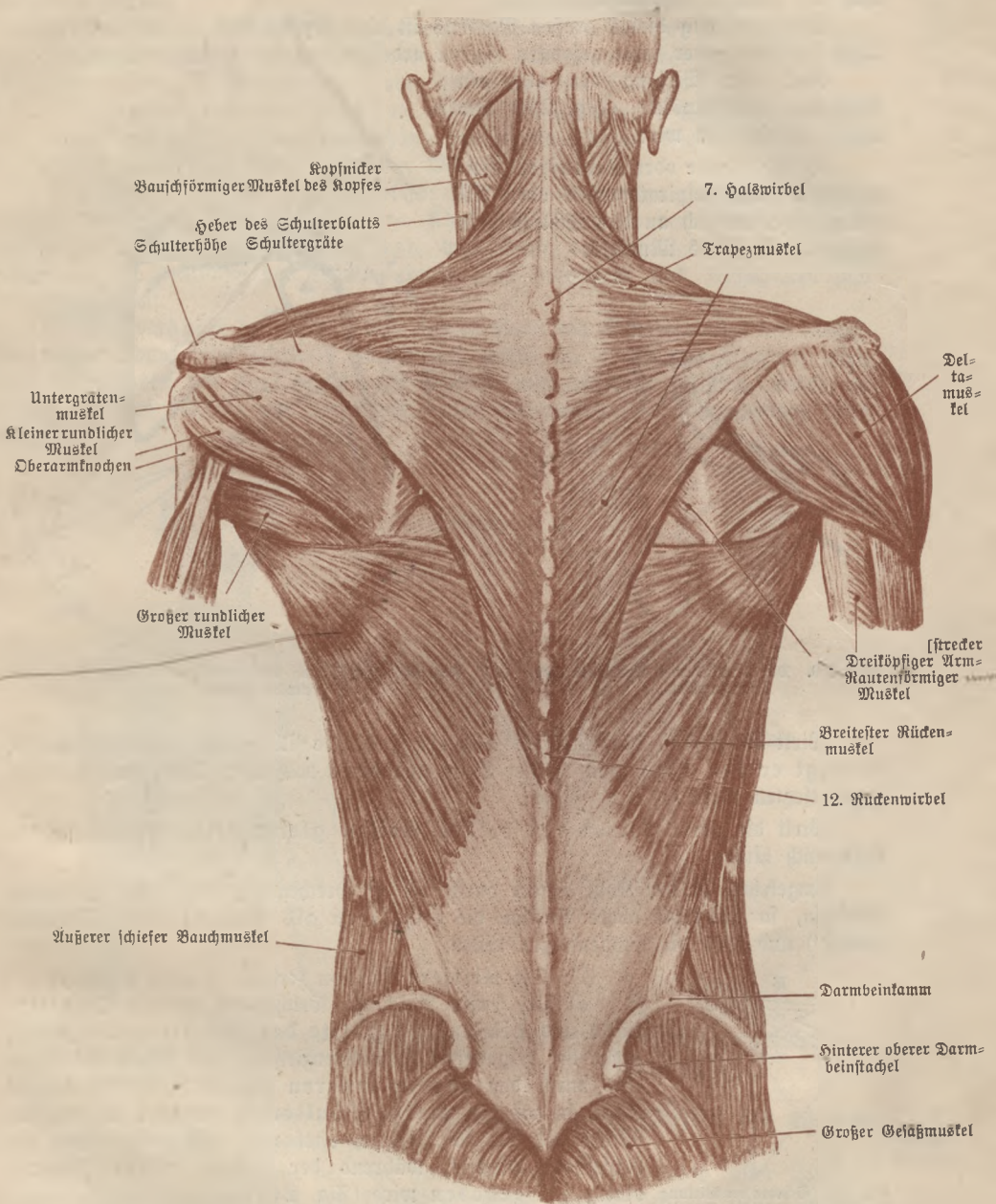


Fig. 238. Rückenmuskeln, oberflächliche Schicht. Links ist der Deltamuskel entfernt, um die darunterliegenden Schulterblattmuskeln zu zeigen.

Bündel an die Schultergräte; die unteren Fasern endlich gehen bis zum oberen Teil des inneren Schulterblatttrandes.

Die Wirkung dieses großen Muskels ist eine verschiedene, je nachdem einzelne Teile desselben oder seine gesamten Fasern arbeiten und sich zusammenziehen.

Nach der Wirkung der einzelnen Abschnitte des Muskels (Fig. 239 und 240) unterscheiden wir:

I. Die obere oder Schlüsselbeinportion (auch respiratorischer oder Atmungsteil): der sich an das Schlüsselbein ansetzende Teil des Muskels.

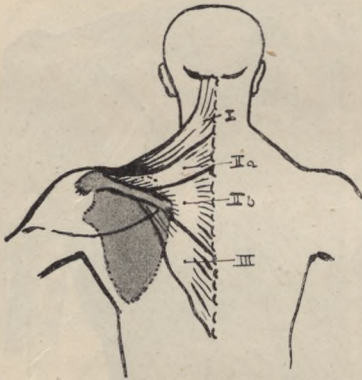


Fig. 239. Die verschiedenen Portionen des Trapezmuskels.

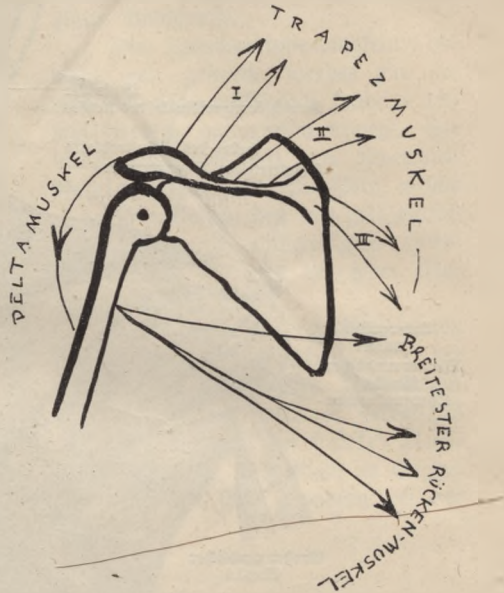


Fig. 240. Zugrichtung der Fasern des Trapez-, Delta- und breitesten Rückenmuskels.

Wirkt dieser Teil des Muskels auf einer Seite allein vom Schlüsselbein aus, so neigt er den Kopf nach seiner Seite und dreht das Kinn dabei nach der entgegengesetzten Seite.

Wirkt die obere Portion auf beiden Seiten gleichzeitig, so zieht sie den Kopf nach hinten.

Umgekehrt: ist der Kopf fixiert durch die entsprechenden, den Kopf haltenden Muskeln, so hebt die obere Portion die Schultern als Ganzes (den „Schulterstumpf“) und hilft die Lungenspitzen lüften.

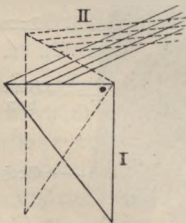


Fig. 241. Schema der Wirkung der 2. Portion des linken Trapezmuskels auf das Schulterblatt. I Ruhestellung. II Drehung des Schulterblatts bei Zusammenziehung des Muskels. Die Ase der Drehung durch einen Punkt bezeichnet.

II. Die mittlere Portion zerfällt in zwei Abschnitte:

a) Der erste Abschnitt, welcher sich an die Schulterhöhe und die äußere Hälfte der Schultergräte ansetzt, dreht bei gesonderter Zusammenziehung das Schulterblatt um eine durch den oberen inneren Schulterblattwinkel gelegte Achse, so daß der untere Schulterblattwinkel sich von der Mittellinie, der Wirbelsäule, entfernt, und nach außen zur Achselhöhle hingehet, während der äußere obere Schulterblattwinkel gehoben wird (Fig. 241).

Es ist dies dieselbe Bewegung des Schulterblattes, welche allein das Heben des Armes aus der horizontalen Seithehalte zur senkrechten Hochhehalte ermöglicht, wie oben bei Beschreibung des Schultergelenkes gezeigt wurde.

Auf diese Weise wird der Trapezmuskel mit einem großen Teil seiner Fasern Heber des Armes.

b) Der zweite Abschnitt der mittleren Portion setzt sich an die innere Hälfte der Schulterblattgräte. Seine Zusammenziehung bewirkt einfaches Annähern des Schulterblattes zur Wirbelsäule oder Mittellinie des Körpers.

III. Die untere Portion, welche am oberen Teil des inneren Schulterblatttrandes sich ansetzt, senkt bei der Zusammenziehung den oberen inneren Winkel des Schulterblattes und nähert das Schulterblatt der Mittellinie.

Gesamtwirkung des Trapezmuskels: Mit allen Abschnitten gleichzeitig wirkend, hebt der Muskel das Schulterblatt. Ähnlich wie dies für den oberen Abschnitt des großen Brustmuskels geschildert war, wird dabei die Schulter als Ganzes gehoben und bei Belastung der Schulter durch eine aufgelegte Last festgehalten und entgegengesteimt.

Weiterhin nähert der Muskel den inneren Rand des Schulterblattes der Mittellinie, zieht dadurch die Schultern zurück und wölbt die Brust vor; zugleich wirkt dabei der Muskel den Kopf zurück. Er bewirkt also diejenige Haltung, welche im oberen Teil des Rückens und der Brust beim Strammstehen eingenommen wird (Fig. 242).

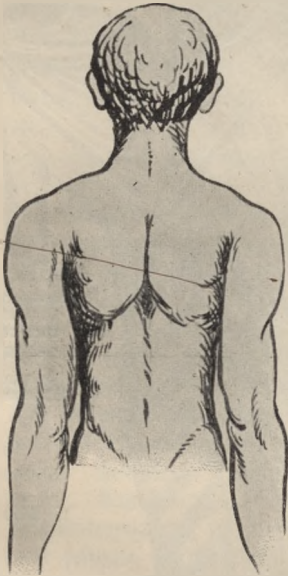


Fig. 242. Wirkung der Zusammenziehung des gesamten Trapezmuskels (stramme Haltung).

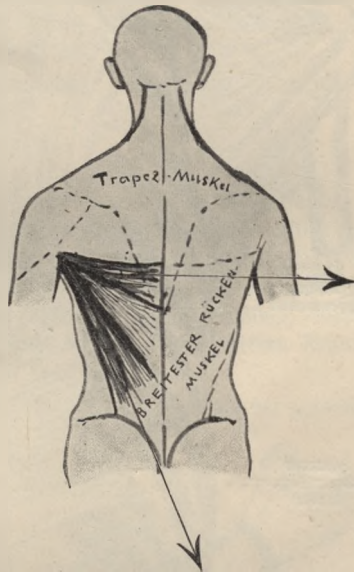


Fig. 243. Verlauf der Fasern des breitesten Rückenmuskels. Die Pfeile geben die Zugrichtungen der oberen und der unteren Fasern an.

2. Der breiteste Rückenmuskel. Von allen äußeren Muskeln des Skeletts besitzt dieser die größte Flächenausdehnung.

Ursprung: Dornfortsätze der vier bis sechs untern Brustwirbel, aller Lenden- und Kreuzwirbel, hinterer Teil des Darmbeinkammes (äußere Lezje). Der Ursprung ist als breite sehnige Haut gestaltet, die in einer gegen die Wirbelsäule konvergen Linie in das Fleisch des Muskels übergeht (Fig. 238).

Der Muskel umgreift die hintere wie die Seitenwand der Brust, wird dabei schmaler, geht über den unteren Winkel des Schulterblattes hinweg, dieses an den

Breitester Rückenmuskel.

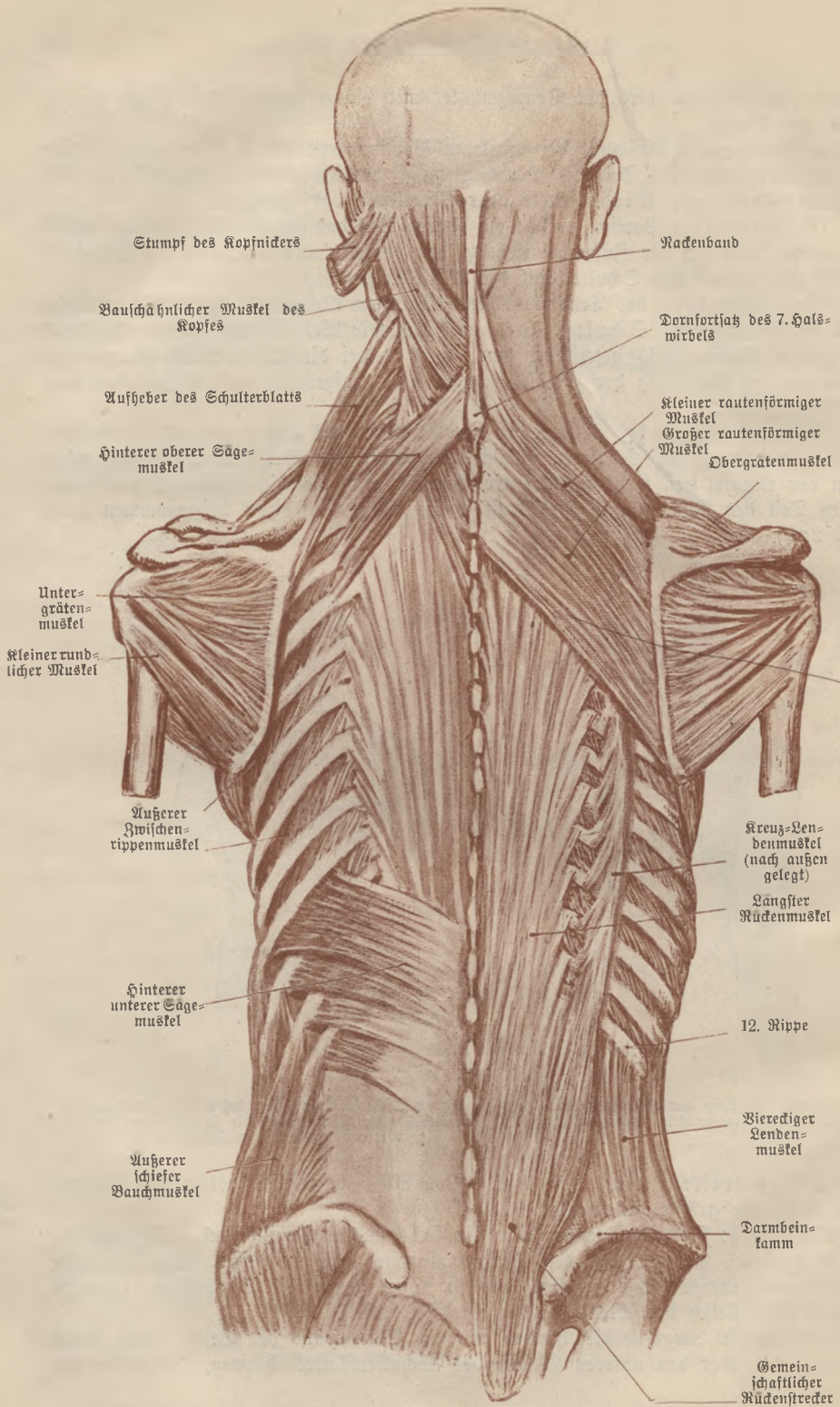


Fig. 244. Die tiefen und langen Rückenmuskeln. Links sind die rautenförmigen Muskeln entfernt.

Brustkorb andrückend, bildet die hintere Wand der Achselhöhle und geht dann über in feinen

Ansatz: mit zollbreiter starker platter Sehne an die Leiste des kleinen Oberarmhockers.

Die Wirkung des Muskels ist eine mannigfache, ähnlich wie beim großen Brustmuskel (Fig. 243).

Den hochgehobenen Arm hilft er senken; den herabhängenden Arm zieht er rückwärts und nähert die Hand dem Gesäße (daher der alte obscöne Name des Muskels: Scalptor seu tensor ani).

Namentlich zieht der obere Teil den Arm nach innen und rückwärts. — Da die Fasern des oberen Teils über den unteren Schulterblattwinkel hinweggehen, so vermag der breite Rückenmuskel bei starker Zusammenziehung die Schulterblätter einander zu nähern, mit energischer Streckung des Rückens: der Muskel unterstützt und ergänzt in diesem Falle die Gesamtwirkung des Trapezmuskels.

Der untere Teil des Muskels zieht den Schulterstumpf nach abwärts, senkt die Schultern. —

Zweite Schicht (Fig. 244).

3. Großer und kleiner rautenförmiger Muskel, vom Trapezmuskel be- Großer und
kleiner
rauten-
förmiger
Muskel
deckt. Die beiden Muskeln, nur durch einen Schlit; geschieden, sind nach Richtung und Wirkung als ein einziger Muskel zu betrachten.

Ursprung: Dornfortsätze der zwei unteren Hals- und der vier oberen Brustwirbel.

Ansatz: Innerer Rand des Schulterblattes.

Wirkung:

1. Der Muskel nähert das Schulterblatt als Ganzes der Wirbelsäule.

2. Er dreht mit seinen untern Fasern das Schulterblatt um eine durch den äußern Winkel des Schulterblatts gelegte Achse, so daß der innere untere Schulterblattwinkel der Wirbelsäule genähert wird, während der innere obere Winkel sich hebt. Er wirkt damit im Gegensatz zum mittleren Teil des Trapezmuskels, welcher das Schulterblatt um seinen inneren oberen Winkel dreht und den unteren Schulterblattwinkel von der Mittellinie entfernt.

3. Vor allem aber ist zu beachten das gegensätzliche Verhältnis der rautenförmigen Muskeln zum großen Sägemuskel. Nur wenn der Rautenmuskel zusammengezogen ist und das Schulterblatt festhält, vermag der große Sägemuskel auf die Rippen zu wirken, und als Atemmuskel den Brustkorb zu erweitern. Somit gehört auch der Rautenmuskel zu den Hilfsmuskeln der Atmung. — Ist der Brustkorb erweitert und in der Einatmungsstellung festgelegt, dann ist es vor allem die vereinte Thätigkeit der beiden Muskeln, Säge- und Rautenmuskel, welche das Schulterblatt unbeweglich festhält, und dem Arm die volle Ausnützung seiner Kraft ermöglicht (Fig. 245).

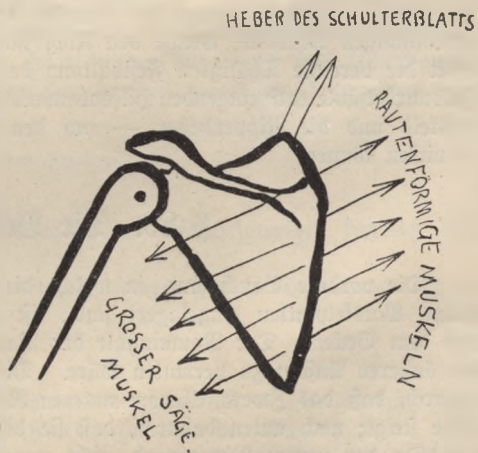
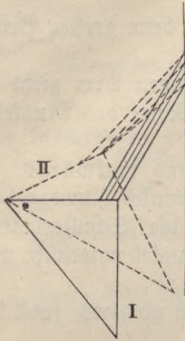


Fig. 245. Aufrichtung des Rauten-, des großen Sägemuskels und des Hebers des Schulterblatts.

Aufheber des
Schulter-
blatts.

4. Der Aufheber des Schulterblatts (unter dem Trapezmuskel).
Ursprung: mit vier sehnigen Köpfen von den Querfortsätzen der vier oberen Halswirbel.



Hinterer
oberer Säge-
muskel

Fig. 246. Schema der Wirkung des linken Aufhebers des Schulterblatts. I Ruhestellung. II Stellung bei Zusammensziehung des Muskels. Arge der Drehung durch einen Punkt bezeichnet.

Ansatz: Innerer oberer Winkel des Schulterblatts.
Wirkung: Der Muskel hebt die Schulter; er dreht das Schulterblatt um eine durch den äußern Winkel gelegte Achse, so daß der untere Schulterblattwinkel der Mittellinie genähert, der innere obere Winkel gehoben wird (Fig. 246).

Der Muskel wirkt damit gleichsinnig mit dem unteren Teil des rautenförmigen Muskels.

Dritte Schicht.

5. Unter dem Rautenmuskel liegt der hintere obere sägeförmige Muskel.

Ursprung: Dornfortsätze der zwei untern Hals- und der beiden oberen Brustwirbel.

Ansatz: mit 4 Zacken an der 2.—5. Rippe.

Wirkung: Rippenheber, also die Einatmung fördernd und Hilfsmuskel der Atmung.

Einseitig wirkend, kann der Muskel ebenso wie der folgende als Seitwärtsbieger der Wirbelsäule thätig sein.

Hinterer
unterer Säge-
muskel.

6. Unter dem breiten Rückenmuskel liegt der hintere untere sägeförmige Muskel.

Ursprung: 2 untere Brust-, 2 obere Lendenwirbel.

Ansatz: Mit 4 Zacken an den letzten vier Rippen.

Wirkung: Niederziehen der Rippen, also die Ausatmung fördernd (Hilfsmuskel der Atmung).

Bauchähn-
licher Muskel
des Kopfes
und Halses.

7. Unter dem Trapezmuskel und zum Teil unter dem Rautenmuskel liegt der bauchähnliche Kopf- und Halsmuskel.

Ursprung: Dornfortsätze des 3. Hals- bis 4. Brustwirbels.

Ansatz: Halbkreisförmige Linie des Hinterhaupts bis zum Warzenfortsatz hin.

Wirkung: Einseitig wirkend, ist der Muskel Dreher des Kopfes und Halses; doppelseitig wirkend, beugt der Muskel den Kopf zurück. Sind gleichzeitig die gegensinnigen Muskeln, welche den Kopf nach vorn beugen, zusammengezogen, so bewirkt die vereinte Thätigkeit Festhaltung des Kopfes, so daß die vom Kopf und der Halswirbelsäule entspringenden Hilfsatemmuskeln — Kopfnicker, oberer Teil des Trapezmuskels und die Rippenheber — auf den Brustkorb als Hilfsmuskeln der Atmung einwirken können.

§ 89. Die Bauchmuskeln.

Bauch-
muskeln.

Die vordere Bauchwand, in welche die Bauchmuskeln als übereinander liegende dünne Muskelplatten eingelagert sind, ist ausgespannt zwischen den Rippenbögen und dem Becken. Der Rauminhalt der Bauchhöhle ist jedoch viel größer, als nach der äußeren Ansicht zu vermuten wäre. Die Bauchhöhle wird nach oben vergrößert dadurch, daß das Zwerchfell vom unteren Rande des Brustkorbes kuppelförmig in die Höhe steigt; nach unten dadurch, daß sie bis in das kleine Becken hinabreicht.

Da der untere Rippenrand nicht parallel dem Beckenring verläuft, so ist die Höhe der Bauchwand an den verschiedenen Stellen eine verschiedene: sie ist am

größten in der Mittellinie zwischen Schwertknorpel und Schamfuge, am kleinsten zwischen 12. Rippe und Beckenwand in der Flankengegend.

Je nachdem jemand fettreich und dick oder mager und fettarm ist, ist der Bauch mehr vorgewölbt, bis zum Schmerbauch, oder eingewölbt und hohl. Die vor kommenden Unterschiede sind außerordentlich bedeutend.

Die Einatmung wölbt den Bauch dadurch vor, daß die Kuppel des Zwerchfells hinabsteigt und die Baucheingeweide hinab und gegen die weiche vordere Bauchwand vordrängt; umgekehrt steigen bei der Ausatmung die Kuppel des Zwerchfells und durch den äußern Luftdruck ihr nachfolgend, die Baucheingeweide in die Höhe. Dadurch wird die Vorwölbung des Bauches entsprechend eingedrückt (Fig. 247).

Zieht man im Rücken von den untern Schulterblattwinkeln je eine Linie zum hinteren Drittel des Darmbeinkammes, so erhält man rechts und links von der Lendenwirbelsäule die Lendengegend; seitlich zwischen Rippenwand und Becken die Flanken oder Bauchweichen.

Zieht man vorn von den Schlüsselbein=Brustbeingelenken je eine Linie zum oberen Darmbeinstachel, zieht ferner zwischen den 10. Rippenknorpeln rechts und links sowie zwischen den beiden oberen Darmbeinstacheln Querlinien, so erhält man drei Regionen (s. o. Fig. 233):

die Ober-
Mittel-
und Unter-
Bauchgegend

Die Oberbauchgegend endet nach oben in der Magen= oder Herzgrube. In der Mittelbauchgegend befindet sich der Nabel. Zwischen Nabel und Schamfuge sammelt sich besonders starkes Fett in der Bauchwand (Schmerbauch). Bei Weibern setzt sich diese Fettmasse über die Schamfuge hinaus fort zum Scham= oder Venusberg. An Körpern mit kräftiger Muskulatur und wenig Fett zeichnen sich deutliche Längsfurchen als Grenzen der geraden Bauchmuskeln ab.

Seitlich von der Bauchgegend liegen die Weichen. Bei schlanken mageren Individuen kann man hier unter die Rippen greifen: Rippenweichen (Hypochondrien); unter diesen liegen die Bauchweichen.

Die Haut der Bauchgegend ist zart und dünn, die des Rückens derb und dick. In der Schwangerschaft zeigt sich in der Haut in der Mittellinie des Unterbauchs namentlich bei brünetten Weibern ein deutlicher dunkler Streifen: Ablagerung von Farbstoff unter der Haut. —

A. Lange Bauchmuskeln.

1. Der gerade Bauchmuskel.

Ursprung: 5., 6. und 7. Rippenknorpel und schwertförmiger Fortsatz des Brustbeins.

Ansatz: Schamfuge. — Der Muskel zeigt in seinem Fleisch verschiedene sehnige Einschnitten: 2 über

1 an dem Nabel
1 unter

entsprechend den Falten bei Zusammenkrümmung des Leibes. Die Unter-Bauchgegend ist vom Oberschenkel getrennt durch die Leistenbeuge oder den Bug.

Die queren sehnigen Einschnitten geben der Bauchmitte bei kräftiger Entwicklung des Muskels und nicht zu fettreicher Haut ihr bezeichnendes Relief. Der Muskel ist



Fig. 247. Bauchatmen.

Lange Bauchmuskeln.
Der gerade Bauchmuskel.

umhüllt von einer starken sehnigen Scheide, die von rechts und links in der Mittellinie des Bauches zusammenstoßend, die weiße Linie bildet. Diese Muskelscheide wird gebildet von den häutigen Sehnen der breiten Bauchmuskeln.

Wirkung: Der gerade Bauchmuskel nähert die Brust dem Becken, beugt also die Wirbelsäule. Er zieht den Brustkorb herab, verengert ihn dadurch, und ist somit auch ein Ausatemungsmuskel. Im Verein mit den andern Bauchmuskeln übt er einen Druck aus auf den Inhalt der Bauchhöhle: die Bauchpresse. Dieselbe tritt dann besonders stark ein, wenn ein Teil des Inhalts der Bauchhöhle aus derselben befördert werden soll, sei es nach oben: Erbrechen; sei es nach unten: Stuhlentleerung, Harnlassen, Gebärakt.

Pyramidenförmiger Muskel.

3. Der pyramidenförmige Muskel: kleiner von der Schamfuge zur Scheide des geraden Bauchmuskels gehender Muskel. Er spannt zur Erleichterung der Thätigkeit des geraden Bauchmuskels dessen Scheide.

Breite Bauchmuskeln.

B. Breite Bauchmuskeln.

Der äußere schiefe Bauchmuskel.

3. Der äußere schiefe oder schief absteigende Bauchmuskel.

Ursprung: Außenfläche der 7 bis 8 unteren Rippen, von denen der Muskel mit breiten Zacken entspringt; die vier oberen Zacken greifen in die entsprechenden Zacken des großen Sägemuskels ein.

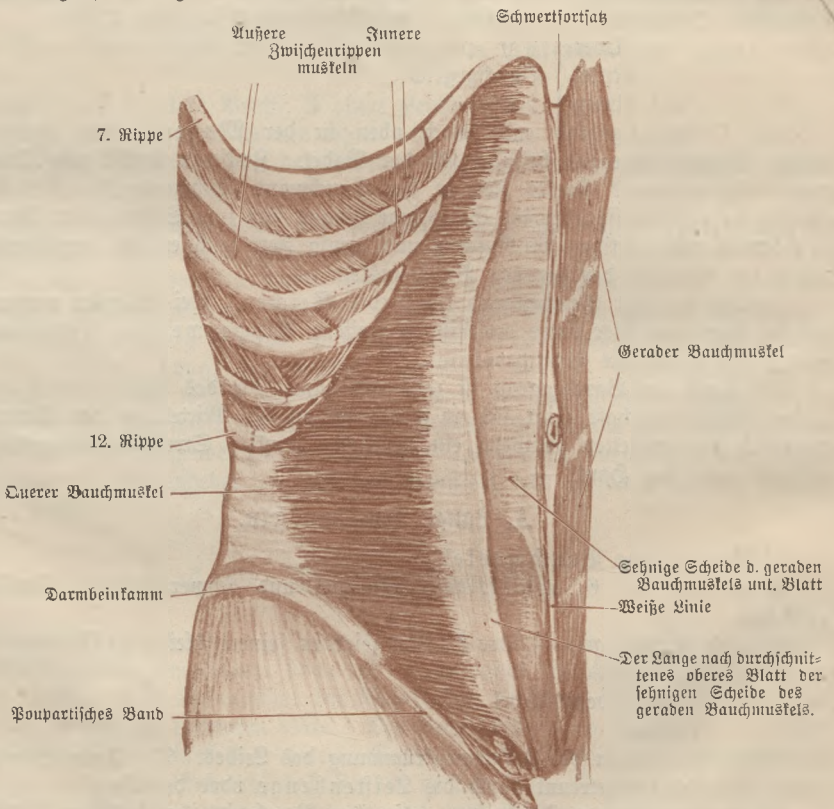


Fig. 248. Der quere Bauchmuskel nach Entfernung der beiden schiefen Bauchmuskeln.

Anfaß: die hinteren Bündel gehen fast senkrecht zum Darmbeinkamm hinunter; die übrigen, welche den Hauptteil des Muskel bilden, ziehen schief zur vorderen Bauchwand und endigen in einer sehnigen Haut, welche, den geraden Bauchmuskel umhüllend, in der Mittellinie mit der Sehnenhaut des Muskels der anderen Seite zur „weißen Linie“ sich vereinigt. Am Leistenbug bildet die Sehne des Muskels, rinnenförmig umgebogen, einen starken bandartigen Rand, das Poupartische Band, welches zwischen vorderem oberem Darmbeinstachel und Schamfuge brückenartig ausgespannt ist (Fig. 234).

4. Der innere schiefe oder schief aufsteigende Bauchmuskel, unter dem vorigen liegend.

Innere
schiefer
Bauchmuskel

Ursprung: Sehnige Scheide der langen Streckmuskeln des Rückens; Darmbeinkamm (mittlere Lefze); vorderer oberer Darmbeinstachel; äußere Hälfte des Poupartischen Bandes.

Anfaß: Die hinteren Bündel gehen zu den drei letzten Rippen; die Masse der mittleren zur vorderen Bauchwand; die vordersten zum Leistenring, schlingenförmig den Samenstrang umfassend, als Heber des Hodens.

5. Der quere Bauchmuskel, die innerste Schicht bildend.

Querer
Bauchmuskel

Ursprung: Knorpel der sechs unteren Rippen; sehnige Haut des viereckigen Lendenmuskels; innere Lefze des Darmbeinkamms; äußere Hälfte des Poupartischen Bandes.

Anfaß: Quer zur sehnigen vorderen Bauchwand (Fig. 248).

6. Der viereckige Lendenmuskel.

Viereckiger
Lenden-
muskel.

Ursprung: Hinterer Darmbeinkamm.

Anfaß: Querfortsätze der vier oberen Lendenwirbel und unterer Rand der 12. Rippe.

§ 90. Die Bauchpresse

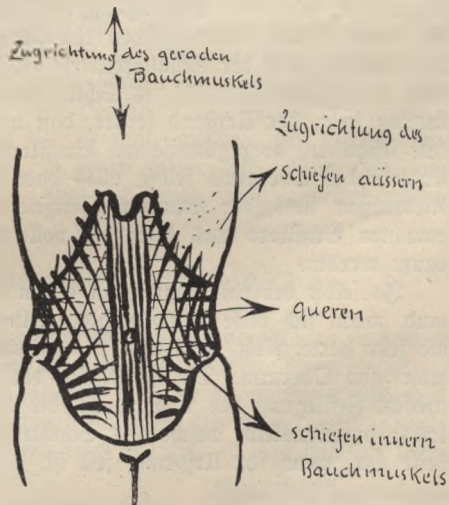
Die Bauch-
presse.

oder gemeinsame Wirkung der Bauchmuskeln. —

Wie die Züge eines starken Geflechtes — z. B. eines Rohrstrahles — kreuzen sich die Faserrichtungen der Bauchmuskeln, indem sie senkrecht (langer Bauchmuskel), quer (querer Bauchmuskel), von oben außen nach unten innen (schiefer absteigender oder äußerer schiefer Bauchmuskel), von unten außen nach oben innen (innerer schiefer oder schief aufsteigender Bauchmuskel) verlaufen (Fig. 249).

Diese starke Muskelwand hat folgende Wirkungen:

1. Sie nähert die Brust dem Becken, d. h. sie beugt den Rumpf. Nach der Faserrichtung scheint es, als ob der gerade Bauchmuskel fast ausschließlich diese Bewegung ausführe. In- des steht außer Zweifel, daß, wenn der gerade Muskel durch seine Verkürzung allein den Schwertfortsatz der Schambeinfuge annäherte, er unbedingt den kürzesten Weg zwischen diesen Punkten darstellen, d. h. von der Bauchwand vor- springen müßte. Thatsächlich ist aber bei der Rumpfbeugung der Bauch ein-



Rumpf-
beugung
durch die
Bauch-
muskeln.

Fig. 249. Schema der Zugrichtungen der Bauchmuskeln.

gezogen. Der verkürzte gerade Bauchmuskel verläuft nicht geradlinig, sondern gekrümmt in seiner Längsrichtung. Dies ist nur möglich dadurch, daß die schiefen und der quere Bauchmuskel durch ihre Zusammenziehung die sehnige Scheide, welche den geraden Bauchmuskel umgiebt, und damit den Muskel selbst stark nach einwärts ziehen. Mithin sind auch diese Muskeln an der Beugung des Rumpfes ebenjogut beteiligt, wie der gerade Bauchmuskel selbst.

Entleerung
des Inhalts
der Bauch-
höhle.

2. Wird der Rumpf durch den gleichzeitigen Gegenzug der Streckmuskeln der Wirbelsäule verhindert, sich auf Zug der Bauchmuskeln hin nur zu beugen, so wirkt die vereinte Thätigkeit der Bauchmuskeln stark pressend auf den Inhalt der Bauchhöhle, sucht die Bauchwand einzuziehen und den Raum der Bauchhöhle zu verkleinern. Dieser Druck wird aufs stärkste gesteigert dann, wenn ein Teil des Inhalts der Bauchhöhle durch die natürlichen Leibesöffnungen entleert werden soll; so bei Entleerung des Mageninhalts beim Brechakt; bei Entleerung des Mastdarms; beim Ausstoßen der Leibesfrucht während der Geburt; zur Unterstützung der Harnentleerung, namentlich wenn letztere irgendwie erschwert ist. Ebenso wird die Bauchpresse in Thätigkeit gesetzt bei Entfernung von Schleim aus den Luftwegen, also bei heftigem Husten oder Ausschneuzen der Nase.

Stärkere
Aus-
atmungs-
bewegungen.

3. Für die beiden letzteren Thätigkeiten kommt besonders in Betracht, daß die Bauchpresse nicht nur auf den Inhalt der Bauchhöhle einwirkt, sondern auch auf den der Brusthöhle. Die Ursprünge und Ansätze der Bauchmuskeln an den acht unteren Rippen wie am Brustbein (Schwertfortsatz) bewirken bei Thätigkeit der Bauchpresse einen starken Zug am Brustkorb: die Rippen werden herabgezogen, der Brustraum verengt. Die Bauchmuskeln sind mithin kräftige Förderer der Ausatmung und treten bei jeder angestregten Ausatmung als Ausatemungsmuskeln ein. Die Bauchpresse wird daher auch stets mehr oder weniger stark in Anspruch genommen, wenn nach tiefer Einatmung die Luftwege bis auf einen kleinen Spalt, sei es im Kehlkopf — beim Singen, Schreien usw. — sei es durch die Lippen — beim Pfeifen, Blasen eines Instrumentes — geschlossen werden, und nun zur Tonerzeugung die Lungenluft, unter starken Druck genommen, gewaltfam durchgepreßt wird.

Art der An-
strenkung
oder
Pressung.

4. Diese Thätigkeit der Bauchpresse wird aber vor allem in Bewegung gesetzt beim Akt der Anstrengung oder Pressung. Es ist schon oben wiederholt darauf hingewiesen, daß volle Ausnutzung der Muskelkraft nur möglich ist, wenn der Muskel von einem absolut unbeweglichen Ursprung aus auf den beweglichen Ansaß einwirkt. Der Umstand, daß der Schultergürtel, an welchem die Arme befestigt sind, nur mittels eines beweglichen Gelenks, des Schlüsselbein-Brustbeingelenks, mit dem Skelett in Verbindung steht, der Umstand ferner, daß nicht nur die Muskeln, welche das Schulterblatt festhalten, vorzugsweise am Brustkorb entspringen, sondern auch die wirksamsten Muskeln des Oberarms selbst, alles das bedingt, daß bei Höchstleistungen der oberen Gliedmaßen stets der Brustkorb festgelegt sein muß. Nur von einem unbeweglich gemachten Brustkorb aus kann die volle Kraft der Schulter- und Armmuskeln ausgenutzt werden.

Ja selbst bei Anstrengung in einem der Schulter entlegeneren Gebiet, z. B. der Hand, macht sich diese Notwendigkeit geltend. Will man in der Hand beispielsweise eine sehr harte Nuß zerdrücken, so entspringen die hierzu wirksamen Muskeln vom Unter- und Oberarm. Die Festlegung des Unterarms im Augenblick der Anstrengung erheischt Festlegung des Oberarms; die Festlegung des letzteren die des Schulterblatts; die Muskeln, welche das Schulterblatt fest halten, vermögen dies in kräftiger Weise nur, wenn ihr Ursprung fest ist, d. h. wenn der Brustkorb fest steht und keine Atembewegungen macht.

Ist wie im gedachten Beispiel der Vorgang auf einer Körperseite sich abspielend,

so würde die kräftige Bethätigung derjenigen mitwirkenden Muskeln, welche vom Rumpfe entspringen, nicht möglich sein, ohne das Gleichgewicht der Rumpfhaltung — denn der Rumpf balanciert mit der in sich beweglichen Wirbelsäule auf dem Becken — zu stören. Der Stamm oder Rumpf muß also ebenfalls durch Muskelzug vom Becken und den Beinen aus festgelegt werden usw. So schlägt eine kleine Bewegung an einer Körperstelle, bei der es sich aber um die größtmögliche Ausnutzung der Kraft der zunächst beteiligten Muskeln, kurz gesagt also, um eine Anstrengung handelt, immer weitere Kreise, und zieht mehr oder weniger das gesamte Muskelsystem zu einer Art von Mitwirkung heran.

Der wesentlichste Vorgang bei der Pressung oder Anstrengung ist also der, daß durch tiefe vorherige Einatmung der Brustkorb in die Einatmungsstellung gebracht und nun unter Verschluss des Kehlkopfes, so daß keine Luft entweichen kann, die in dem Brustkorb eingeschlossene Luft durch starke Thätigkeit der Ausatemungsmuskeln heftigem Druck ausgesetzt wird. Diese Thätigkeit macht den Brustkorb für die Dauer der Anstrengung vollkommen starr und unbeweglich. Die vom Brustkorb entspringenden Muskeln können, somit die volle Kraft ihrer höchstmöglichen Zusammenziehung auf ihre beweglichen Ansätze an Schulter und Arm einwirken lassen.

Nun sind von denjenigen Muskeln, welche die Ausatmung fördern und den Brustkorb verengern, die Bauchmuskeln die mächtigsten und wirksamsten, den anderen Hilfsmuskeln der Ausatmung, wie dreiwinkliger Muskel und hinterer Sägemuskel weitaus überlegen. Mithin ist für den Akt der Anstrengung (oder der „Pressung“, die indes, wie wir sahen, nur einen einzelnen Teil des Gesamtvorganges der Anstrengung bildet) die energische Thätigkeit der Bauchmuskeln von besonderem Belang, bildet gewissermaßen den Schlüsselstein in einer Kette zusammengehöriger Vorgänge.

Die Notwendigkeit der Anstrengung ist also bei allen Höchstleistungen an Kraft gegeben, soweit diese Höchstleistungen von irgendwelchen Muskeln der oberen Gliedmaßen beansprucht werden. Zahllose Übungen des Turnens bedingen, wenn auch nur flüchtig, den Vorgang der Anstrengung. Häufig wird derselbe angewendet, und die Bauchpresse mit Anhalten des Atems in Bewegung gesetzt, auch da, wo es nicht erforderlich gewesen wäre. Namentlich ist der ungeschickte Neuling, weil er den zu einer Übung notwendigen Kraftaufwand noch nicht sicher abzuschätzen weiß, geneigt, in der Ausnutzung aller möglichen Vorteile zu viel zu thun, um nur ja keine Fehlbewegung zu machen. Es ist Aufgabe des Turnlehrers, das übermäßige und überflüssige Anhalten des Atems bei leichteren, keine Höchstleistung erfordernden Übungen, stets zu rügen und zu untersagen. Denn der Einfluß, welchen der Akt der Anstrengung auf Kreislauf und Lungen ausübt, ist, wenn dieser Akt häufig und langandauernd wiederholt wird, ein bedenklicher. Deshalb, mag später erörtert werden.

§ 91. Die Übung der Bauchmuskeln.

Die Arbeit der Bauchmuskeln ist, wie wir sahen, in mannigfacher Beziehung von großer Wichtigkeit. Namentlich ist es die Beförderung des Darminhalts, die Kotentleerung, welche wesentlich durch die Thätigkeit der Bauchpresse unterstützt wird. Bei Frauen kommt hinzu, daß kräftige Bauchmuskeln dem Geburtsakt sehr zu gute kommen, sowie ferner, daß Straffheit der Bauchdecken wertvoll ist, um wichtige Unterleibsorgane in ihrer richtigen Lage zu erhalten.

Vor allem ist es die Trägheit der Verdauung oder gewohnheitsmäßige Verstopfung, eins der verbreitetsten Übel, welche in zahlreichen Fällen mit Schläffheit

Übung der
Bauch-
muskeln.

der Bauchdecken verbunden ist, und durch entsprechende gymnastische Kräftigung der Bauchmuskeln gehoben werden kann. Dies trifft besonders bei Leuten mit sitzender Lebensweise zu. Wo träger Verdauung durch Übung der Bauchmuskeln abgeholfen werden kann, ist dieser Weg natürlich jedem andern Verfahren vorzuziehen, denn er kann einerseits keine Schädigung der Unterleibsorgane zur Folge haben, wie gewohnheitsmäßig genommene Abführmittel dies oft genug bewirken, andererseits gewährleistet er aber auch noch alle andern Vorteile, welche regelmäßige Übung für den Körper besitzt. Beim sogenannten diätetischen oder Gesundheitsturnen (Hausgymnastik) spielt deshalb gerade die Kräftigung der Bauchmuskulatur eine große Rolle.

Es ist dem deutschen Turnen der Vorwurf gemacht worden, daß es zu wenig oder gar nicht die Bauchmuskeln übe. Nichts ist verkehrter als das. Zahllose Gerätübungen setzen die Bauchmuskeln in zum Teil sehr kräftige Mitarbeit. Dies ist z. B. der Fall bei vielen Übungen am Reck, bei welchem auch (im Stütz) der direkte Druck der Reckstange auf die Baucheingeweide als die Darmbewegungen fördernd hinzukommt. Ebenso setzen die Schwingübungen am Pferd und die meisten Übungen am Barren zweifellos die Bauchmuskeln — gerade wie schiefe — in rege Thätigkeit und kräftigen dieselben.

Ein gleiches ist der Fall beim Betrieb aller Kraftübungen, die mit starker Anstrengung, d. h. Pressung verbunden sind. Das Stemmen und Werfen schwerer Gewichte, weiterhin das Ringen, kräftigen in hohem Grade die Bauchmuskulatur. Bei sogenannten Athleten, welche Kraftübungen sportsmäßig betreiben, findet man daher die Bauchmuskeln oft in außerordentlicher Weise entwickelt. Selbst durch dickere Bauchdecken hindurch fühlt man bei solchen Leuten während einer Anstrengung — z. B. beim Heben einer schwersten Hantel — die geraden Bauchmuskeln als harte, derbe Stränge den Bauch hinabziehen. Bei antiken Statuen, welche athletische Kraft verkörpern sollen, wie die des Herakles, zeigt die Bildung des Unterleibs, daß auch die Alten diesen Einfluß der Kraftübungen wohl kannten. — Von anderen Leibesübungen bietet vor allem das Rudern auf dem



Fig. 250.



Fig. 251.



Fig. 252.

Gleitsitz eine treffliche Übung der Bauchmuskeln. Auch das Schwimmen ist hier zu nennen.

Alle diese Übungsarten sind indes nicht überall verwendbar. Die Einwirkung auf die Bauchmuskeln und ein nebensächlicher Übungserfolg sind schwer abzuschätzen, die Kraftübungen mit schweren Hanteln zudem nichts weniger als unbedenklich. Wo die Erreichung einer kräftigeren Entwicklung der Bauchpresse vornehmlich beabsichtigt ist, wird man deshalb andere Übungen wählen.

Hier stehen in erster Reihe eine Anzahl von Freiübungen. Zunächst Kumpfbeugen vorwärts und rückwärts. Beim Kumpfbeugen vorwärts können gleichzeitig die Hände über den Bauch gefaltet und kräftig gegengedrückt werden (Fig. 250). Das Vorwärtsbeugen kann auch mit einer seitlichen Drehung verbunden werden, und ist dann für die schiefen Bauchmuskeln besonders übend (Fig. 251).

Sind die Hände mit Hanteln bewaffnet, beim Rückwärtsbeugen hochgehoben, während sie beim tiefen Vorwärtsbeugen schwunghaft nach abwärts bis zwischen die gegrätschten Beine geführt werden, so haben wir die wirksame Übung des Art-hauens (Fig. 252).

Für die schiefen Bauchmuskeln ist von Bedeutung Kumpfbeugen seitwärts, rechts wie links, verbunden mit entsprechenden Armbewegungen, sowie das Kumpfkreisen.

Wirksam ist ferner die tiefe Kniebeuge (Fig. 253) bis zur kauern den Stellung mit Umfassen der Untersehenkel.

Eine gute Übung ist noch das Hantelverlegen. Aus weiter Grätschstellung werden ein paar Hanteln unter Drehung der Füße auf den Fersen bald neben den rechten, bald neben den linken Fuß seitlich außen gelegt.

Von Beinbewegungen werden noch das Knieheben und -senken seitwärts wie vorwärts, Beinschwingen, Bein-kreisen und ähnliche Übungen bei Unterleibsstockungen angewendet. Indes ist bei diesen Bewegungen die Bauchmuskulatur erst in zweiter Linie thätig neben den vom Becken entspringenden Beinmuskeln. An Wirksamkeit stehen daher solche Beinübungen den Kumpfübungen weit nach. —

Alle vorgenannten Übungen werden aus dem Stand aufgeführt, und

schnell hintereinander jede zunächst etwa 10 mal, mit zunehmender Fertigkeit aber häufiger, wiederholt.

Das Kumpfkreisen kann man nicht nur aus dem Stand, sondern auch aus dem Sitz — der Übende sitzt rittlings auf einer schmalen Bank oder einem Schemel — ausgeführt werden (Fig. 254).

Ungemein übend für die Bauchmuskeln, aber nicht für jeden leicht ausführbar sind weiterhin die Liegestützübungen, entweder mit kleinen Hanteln, oder besser mit dem Handgerät der Italiener, den Altrezza (Fig. 255), ausgeführt. Beugen eines Beines, so daß



Fig. 253.

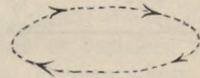


Fig. 254.

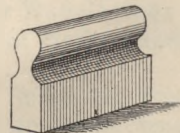


Fig. 255.

das Knie der Brust sich nähert, sowie Beugen beider Beine zum tiefsten Hockstand sind zur Übung der Bauchmuskulatur hier besonders wichtig (Fig. 256).



Fig. 256.

Rumpfbewegungen im Liegen sind gleichfalls hierhergehörig. In erster Linie steht hier das einfache Aufrichten zur Sicherhaltung, erst mit, dann ohne Beihilfe der Hände, und nachheriges langjames Wiederhinlegen in die gestreckte Lage (Fig. 257).

Eine treffliche Übung ist ferner — nur für Geübtere — die gestreckten Beine mit einer schwinghaften Bewegung vom Boden abzuheben und mit gleichzeitigem Rumpfbeugen derart eine Kreisbewegung nach dem

Kopfe hin machen zu lassen, daß der Körper nur noch mit Schultern und Hinterkopf auf den Boden ruht (Fig. 258). Die Übung wird in heilgymnastischen Büchern als

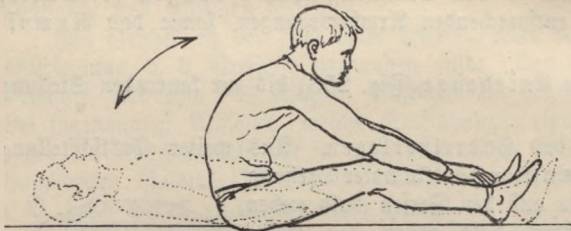


Fig. 257.



Fig. 258.

„Umkippen“ bezeichnet. Es ist ersichtlich, daß eine Reihe von Geräterübungen, so der Fegumschwung am Reck, in ähnlicher Weise wirksam sind.

Verwandt mit diesen Übungen hinsichtlich der arbeitenden Muskeln ist das Rückwärtsbeugen zum Abhang und Wiederaufrichten des Rumpfes bei gestreckten und horizontal fixierten Beinen. Dabei kann der Abende am Kopfende einer Bank oder

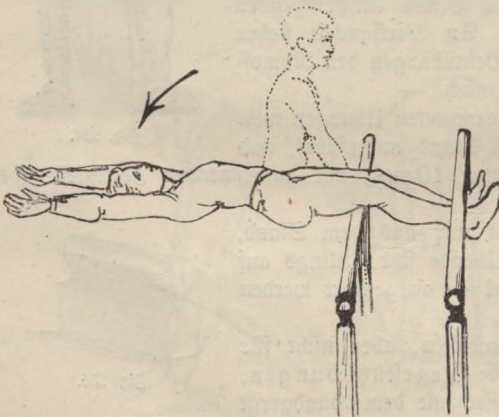


Fig. 259.

oder eines Tisches mit horizontalgestreckten Beinen sitzen, beugt, während eine zweite Person die Beine fest hält, den Rumpf hintenüber und richtet ihn wieder auf. Oder es halten die Füße, indem die Fußspitze sich hinter eine quere Stange stemmen, den Körper fest, was die Beihilfe einer zweiten Person entbehrlich macht. Die letztere Übung kann als „Abhang nach der Seite“ auch am Barren ausgeführt werden (Fig. 259). Zur Kräftigung der Bauchmuskulatur werden ferner noch angewendet: Massage des Unterleibs; Übungen der schwedischen Widerstands-, sowie der Zanderschen Maschinengymnastik. — Näher darauf einzugehen, ist hier nicht der Ort.

§ 92. Einige Bemerkungen über Brüche.

Wir sahen oben, daß die Bauchmuskeln in Beziehung stehen zu dem zwischen oberen vorderen Darmbeinstachel und der Schamfuge brückenartig ausgedehnten Poupartischen Bande. Die sehnige Haut des äußeren schiefen Bauchmuskels verknüpft mit diesem Bande. Teile des inneren schiefen, sowie des queren Bauchmuskels nehmen ihren Ursprung von demselben. Zwischen dem Bande und dem Beckenrand bleibt ein schlißförmiger dreieckiger Raum offen, der in die Bauchhöhle, d. h. ins Becken führt. Durch diese Öffnung, also unter dem Poupartischen Bande her ziehen, aus der Bauchhöhle heraustretend, der Lenden-Hüftbeinmuskel, sowie nach innen davon die großen Blutgefäße der Beine: Schenkel-Pulsader und Blutader.

Es führt also neben diesen Schenkeladern unter den Poupartischen Bande her ein Weg zum Innern der Bauchhöhle, nach letzterer zu nur mit einer dünnen Haut verschlossen, der Schenkelkanal.

Ein zweiter Zugang zur Bauchhöhle befindet sich über dem Poupartischen Bande, nämlich der Leistenkanal. Die äußere Öffnung desselben, oder der Leistenring, befindet sich dicht über dem Bande, etwa 3 cm von der Schamfuge entfernt in Form eines dreieckigen Schlißes, welcher die hier befindlichen Bauchmuskeln durchbohrt. Durch diesen Schliß oder Kanal tritt aus der Bauchhöhle heraus der Samenstrang, und geht abwärts zum Hoden; beim Weibe, wo der Schliß sehr enge, treten durch denselben die runden Mutterbänder.

Sowohl der Schenkel-, wie der Leistenkanal (s. Fig. 234) führen also zur Bauchhöhle und sind nur durch dünne Häute gegen dieselbe abgeschlossen. Sind diese Kanäle aus irgend welchen Gründen, die hier nicht erörtert werden können, besonders weit, und ist ihr Verschuß besonders nachgiebig, so daß der untersuchende Finger beim Leistenkanal die äußere Haut weit in den Kanal hineinstülpen und in denselben vordringen kann, so ist eine natürliche Bruchanlage vorhanden. Werden durch die Bauchpresse die Eingeweide stark gegen die Bauchwände und damit auch gegen die Verschlüsse des Leisten- oder Schenkelkanals angebrückt, so kann sich bei vorhandener Bruchanlage der schwache Verschuß mehr und mehr weiten, Darmschlingen werden in den Kanal hineingepreßt, und es entsteht ein Bruch, und zwar ein Leistenbruch, wenn die Darmschlingen in den Leistenkanal über dem Poupartischen Bande eintreten, dort die Haut emporgewölben, und selbst in den Hodensack hinab gelangen; ein Schenkelbruch, wenn die Darmschlingen unter dem Poupartischen Bande her in den Schenkelkanal ihren Weg finden, und nun unter die Haut des Oberschenkels treten. Der Leistenbruch ist, namentlich bei Männern, das gewöhnlichere Vorkommnis.

Unterleibsbrüche sind sehr häufig. Man rechnet im Durchschnitt auf 20 Menschen einen mit Bruch oder doch mit Bruchanlage behafteten. Das männliche Geschlecht ist dabei etwa viermal so häufig betroffen als das weibliche.

Zur Entstehung eines Bruches gehört also:

1. eine besondere Anlage, begründet in der — oft vererbten — anatomischen Beschaffenheit derjenigen Stellen, wo die Bauchwand durch dünnere Häute abgeschlossen ist (außer den Schenkel- und Leistenbrüchen sind besonders noch die Nabelbrüche zu erwähnen, die bei ungenügender Festigkeit der den Nabel bildenden Narbe entstehen können).

2. Häufige und starke Anwendung der Bauchpresse. Indem der Bauchinhalt unter heftigen Druck genommen wird, geschieht es, daß da, wo die Bauchwand Stellen von geringerer Festigkeit und Widerstandskraft zeigt, diese Stellen langsam ausgeweitet werden, und daß solche Ausweitung — der „Bruchsaft“ — in den Bruchkanal trichterförmig eingepreßt wird. Nur ausnahmsweise entsteht ein Bruch

Schenkelkanal.

Leistenkanal.

Bruchanlage.

Entstehung von Brüchen.

ganz plötzlich. Die „Bruchpforte“ oder der Bruchkanal kann schließlich so weit werden, daß ohne besonderen Druck schon im Stehen ganze Pakete von Darmschlingen aus der Bauchhöhle hinaus unter die Haut treten, und ebenso leicht im Liegen durch geeignete Handgriffe wieder zurückgebracht werden können. Um dauernd die Darmschlingen an dem Eintreten in den Bruchkanal zu hindern und im Bauchraum zurückzuhalten, tragen mit einem Bruch behaftete stets ein „Bruchband“. Dasselbe besteht aus einem federnden Gürtel, welche in ein oval geformtes und gepolstertes Ende, die „Pelotte“ ausläuft. Der Gürtel, welcher im übrigen die Körperbewegungen in keinerlei Weise behindert, wird so angelegt, daß die Pelotte genau auf dem Bruchkanal liegend, diesen fest zusammendrückt. —

Ist Bruchanlage vorhanden, so können mit häufiger Pressung verbundene Vorgänge, wie langwieriger heftiger Husten bei Erkrankung der Luftwege, oder Hartleibigkeit zur Ausbildung eines Bruchschadens führen.

Zu solchen Gelegenheitsursachen gehört nun auch der häufigere Akt der „Anstrengung“. Es steht fest, daß Leute, welche schwere körperliche Arbeit verrichten müssen, wie Handwerker, Lastträger, Handlanger und dergl. ganz ungleich häufiger von Bruchschäden befallen sind als alle anderen Bevölkerungsklassen. Ganz ohne Zweifel kann auch die Anstrengung bei Leibesübungen mannigfachster Art die Ausbildung eines Bruches — jedoch nur bei schon vorhandener Bruchanlage — begünstigen, oder das plötzliche Hervortreten von Eingeweiden in eine Bruchpforte veranlassen.

Im letzteren Falle wird dann heftiges Turnen, Rudern, Ringen, Stemmen schwerster Gewichte u. s. w. beschuldigt, einen Bruch unmittelbar veranlaßt haben. Indes war in allen solchen Fällen eine Bruchanlage schon vorhanden, bestand aber unerkannt. Die Fälle sind sehr häufig, daß junge kräftige Leute wegen starker Bruchanlage, d. h. weiter Bruchpforte im Leistenkanal, vom Heeresdienst bei der Aushebung zurückgewiesen werden, obgleich die Betreffenden bis dahin keine Ahnung von dem bestehenden Schaden hatten.

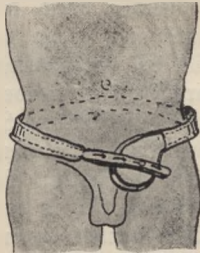


Fig. 260. Bruchband bei linksseitigem Leistenbruch.

Bei erkannter Bruchanlage und dem vorbeugenden Tragen eines richtig gefertigten Bruchbandes (Fig. 260) steht der Teilnahme am Turnen und anderen Leibesübungen nichts entgegen. Lediglich mit starker Anstrengung verbundene Kraftübungen wären hier zu meiden. In erster Linie das Gewichtstemmen. Ferner unbedingt das Ringen. Dies umso mehr, als beim Ringen allzuleicht das schützende Bruchband sich verschieben kann.

Somit ergibt sich:

1. Die plötzliche Entstehung eines Bruchschadens durch heftige Leibesübung ist ohne vorhanden gewesene Bruchanlage kaum denkbar.
2. Bei vorhandener Bruchanlage tragen Leibesübungen umso mehr zu allmählicher Entstehung eines ausgebildeten Bruches bei, je stärker sie den Vorgang der Pressung in Anspruch nehmen.
3. Ein Bruchschaden hindert nicht die Vornahme leichterer Leibesübungen, wenn ein richtiges Bruchband getragen wird. Heftige Kraftübungen (Stemmen und Ringen) sind indes zu meiden.

§ 93. Das Zwerchfell.

Das Zwerchfell.

Das Zwerchfell ist nächst dem Herzen der wichtigste Muskel des Körpers. Ausgespannt quer durch die Leibeshöhle (Zwerch = quer), zerlegt es dieselbe in zwei vollständig getrennte Räume: die Brust- und die Bauchhöhle. Diese Scheidewand des

Zwerchfells ist kuppelförmig gewölbt, und zwar so, daß die konvexe Fläche nach oben und etwas nach hinten, die konkave Fläche nach unten und etwas nach vorn gerichtet ist (Fig. 261).

Man unterscheidet am Zwerchfell einen muskulösen und einen sehnigen Teil. Ersterer teilt sich je nach dem Ursprung in einen Lenden- und einen Rippenteil.

1. Muskulöser Teil des Zwerchfells.

a) Der Lendenteil entspringt mit seinen Bündeln von den vier oberen Lendenwirbeln. Die vom ersten und zweiten Lendenwirbel abgehenden Muskelbündel gehen unmittelbar in die Muskelplatte des Zwerchfells über. Anders die starken Bündel, welche vom 3. und 4. Lendenwirbel ausgehen. Dieselben bilden — in Form etwa einer 8 — zwei Kreuzungen. Die erste Kreuzung liegt vor dem ersten Lendenwirbel

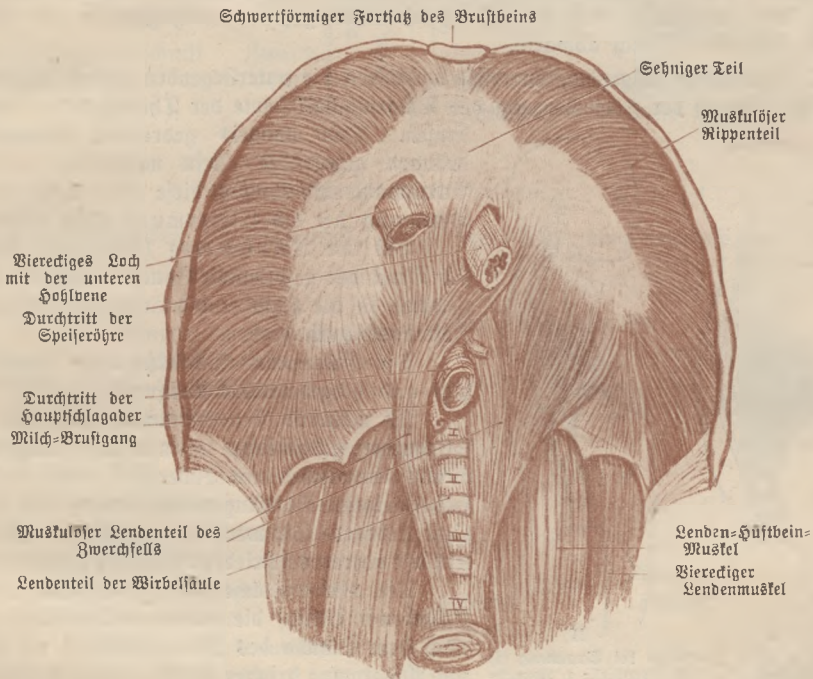


Fig. 261. Das Zwerchfell von unten gesehen.

und bildet einen dreieckigen Schließ, den Aortenschließ zum Durchtritt der großen Aortenschließ. Hauptschlagader (Aorta) aus der Brust in die Bauchhöhle. Außerdem geht durch diese Öffnung neben der großen Bauchschlagader der Milchbrustgang, welcher den Inhalt der Sauggefäße des Verdauungskanales hinaufführt, und in der Schlüsselbeingegend in das Blutgefäßsystem ergießt. Die zweite Kreuzung bildet das Loch für die Speiseröhre. Loch für die Speiseröhre.

b) Der Rippenteil entspringt von den 6 oder 7 untern Rippen, dem Schwertfortsatz und zwei sehnigen Bögen, welche die Bäuche der Lendenmuskeln rechts und links überbrücken.

2. Der sehnige Teil. Der sehnige Teil des Muskels, eine weiße sehnige Haut, bildet die Mitte des Zwerchfells und hat kleblattförmige Gestalt. Im rechten Lappen dieses Kleeblattes, dicht vor der Wirbelsäule befindet sich das viereckige

Vierediges
Loch für die
untere Hohl-
vene.

Loch für die untere Hohlvene, welche das Blutaderblut der unteren Körperhälfte dem Herzen zuführt. —

Das Zwerchfell ist also durchbohrt von drei Öffnungen: 1. für die Speiseröhre; 2. für die Schlagader und 3. für die Blutader der Bauchorgane und unteren Gliedmaßen.

Auf dem Zwerchfell liegen die Lungen und das Herz. Der Herzbeutel ist mit dem fehnigen Teil des Zwerchfells verwachsen.

Unter dem Zwerchfell liegt rechts die Leber — der Größe dieses Organs entsprechend ist die Kuppel des Zwerchfells rechts höher gewölbt —, und links der Milz. —

Bewegung
des Zwerch-
fells bei Ein-
und Aus-
atmung.

Ziehen sich die Muskelfasern des Zwerchfells zusammen, so verflacht sich die Kuppel des Zwerchfells, und das fehnige Centrum geht — vorzugsweise mit seiner hinteren Gegend — nach abwärts.

Das abwärts steigende Zwerchfell drückt auf die unterliegenden Baueingeweide, und nützt dadurch der Fortbewegung des Darminhalts, sowie der Thätigkeit der Darmdrüsen. Die abwärts gedrückten Eingeweide drängen gegen die allein nachgiebige vordere Bauchwand und wölben diese vor. Dies ist die Bewegung bei der Einatmung (Fig. 262).

Bei der Ausatmung (Fig. 263) schiebt der Druck der gespannten Bauchmuskeln die Eingeweide in die Höhe und drängt das erschlaffte Zwerchfell nach oben.

Die Eingeweide sind also beim Atmen in hin- und hergehender Bewegung.

Ist während der Bauchmuskelnwirkung die Stimmrinne geschlossen, so kann die Lungenluft nicht entweichen, das Zwerchfell nicht in die Höhe steigen, die Eingeweide können ihre Lage nicht ändern. Sie werden zusammengedrückt: es tritt die obere beschriebene Bauchpressung ein.

Die obere Fläche des Zwerchfells ist bekleidet mit Brust-, die untere mit Bauchfell. Je nach dem Stande des Zwerchfells bei der Ein- und Ausatmung bringen Verletzungen des Zwerchfells (Stich, Schuß) entweder in die Brust- oder in die Bauchhöhle.

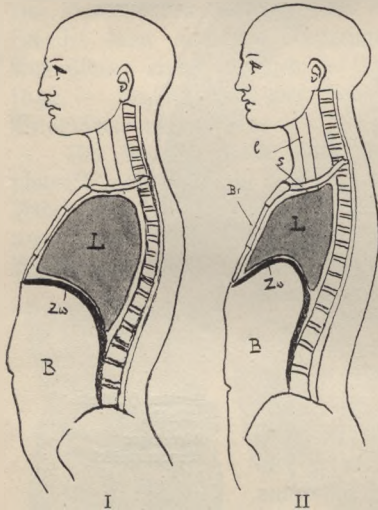


Fig. 262 u. 263. Zwerchfell bei Einatmung (I) und Ausatmung (II). Zw Zwerchfell; L Lungenraum; 1 Luftröhre; Br Brustbein; S Schlüsselbein; B Bauchhöhle.

Das Zwerchfell ist der mächtigste und unausgesetzt thätige Muskel für die gewöhnliche Atmung. Dadurch, daß bei der Zusammenziehung seine Wölbung sich senkt, seine Kuppel sich verflacht, wird der Brustraum größer; und da ein leerer Raum über dem gesenkten Zwerchfell nicht bestehen kann, so folgt die Lunge durch den äußeren Luftdruck der Bewegung, und erweitert sich in ihren umfangreichen unteren Abschnitten. Zwerchfell und Zwischenrippenmuskeln werden als die eigentlichen Atemmuskeln im Gegensatz zu den Hilfsatemmuskeln bezeichnet.

Die Arbeit des Zwerchfells geht für gewöhnlich rein automatisch, ohne Willens-einwirkung vor sich. Ebenso regelt sich je nach dem Atembedürfnis von selbst, also unwillkürlich, die stärkere oder geringere Arbeit des Muskels. Reicht die Mehrarbeit des Zwerchfells (und der Zwischenrippenmuskeln) nicht hin, um dem Atembedürfnis zu genügen, so treten die Hilfsmuskeln der Atmung ein.

§ 94. Übersicht über die bei der Ein- und Ausatmung thätigen Kräfte.

A. Gewöhnliches Atmen.

Einatmung:		Eigentliche Atemmuskeln	Ausatmung:	
Oberer Lungenabschnitt (Brustatmen):	Zwischenrippenmuskeln		1. Zug der Lungen (Elastizität der Lunge; glatte Muskeln der Luftröhre)	2. Elastizität der Rippenknorpel. 3. Schwere des Brustkorbs beim Gehen, Stehen, Sitzen.
Unterer Lungenabschnitt (Bauchatmen:)	Zwerchfell		2. Elastizität der Bauchdecken. 3. Schwere der Eingeweide beim Liegen.	

Die bei Aus- und Einatmung thätigen Kräfte.

B. Verstärktes Atmen.

(Eintreten der Hilfsatemkräfte, zu den obigen hinzukommend.)

1. Oben vorn am Rücken	Rippenhalter. Kopfnicker. Schlüsselbeinportion des Trapezmuskels. Kleiner Brustmuskel. Schlüsselbeinmuskel. Kurze und lange Rippenheber. Hinterer oberer Sägemuskel.	Dreiwinkliger Muskel. Hinterer unterer Sägemuskel. Viereckiger Lendenmuskel.
2. Unten vorn	Der große durch: Sägeförmigen Muskel. Trapezmuskel. Breiten Rückenmuskel. Der große Brustmuskel.	Gerader Außerer schiefer Innerer Querer } Bauchmuskel.

Aus dieser Übersicht geht hervor, daß für gewöhnlich bei ruhigem Atmen nur die Einatmung durch Muskelkräfte bewirkt wird, während die Ausatmung der Lunge passiv ohne Thätigkeit quergestreifter Muskeln erfolgt.

§ 95. Die langen Rückenmuskeln (Fig. 244).

Die Streckung des Rückgrats, die seitliche Neigung (bei einseitiger Thätigkeit der Streckmuskeln), sowie die Drehung der Wirbelsäule um ihre Achse (letztere nur am Hals und am unteren Brustabschnitt der Wirbelsäule möglich) werden bewirkt durch eine große Anzahl von Muskeln, welche rechts und links von der Wirbelsäule, vom Kreuzbein bis hinauf zum Hinterhauptsbein gelegen sind, wo sie sich an den Dorn- und Querfortsätzen der Wirbel, sowie an den Rippen ansetzen.

Lange Rückenmuskeln.

Gemein-
schaftlicher
Rücken-
strecker.

1. Der Hauptmuskel dieser Gruppe ist der gemeinschaftliche Rückenstrecker. Ursprung: Der Muskel entspringt mit einem dicken fleischigen Bauch von der hinteren Fläche und dem Kamm des Kreuzbeins, sowie von den Dornfortsätzen der Lendenwirbel.

Ansatz: Der Muskel teilt sich in a) den Kreuzlendenmuskel und b) den längsten Rückenmuskel, und geht so hinauf zu allen Rippen bis zum Halse.

Wirkung: Wirken die Rückenstrecker beider Seiten zusammen, so strecken sie kraftvoll den Rücken. Bei strammer Haltung, beim langsamen Schritt, beim militärischen Marsch fühlt man deutlich am Kreuz den hart werdenden zusammengezogenen Muskel. Die Muskelbäuche des Streckers rechts und links treten in starkem Relief als Wülste seitlich der Lendenwirbel hervor, so daß die Dornfortsätze der Lendenwirbel in einer tiefen Rinne liegen.

Wirkt der Muskel einseitig, so biegt er die Wirbelsäule nach der betreffenden Seite.

Kurze und
lange Rippen-
heber.

2. Die kurzen und langen Rippenheber. Die kurzen Rippenheber gehen vom 7. Hals- bis zum 11. Brustwirbel je von den Spitzen der Querfortsätze zu den nächstunteren Rippenhöckern; die langen Rippenheber jedesmal mit Überspringung einer Rippe. Die Rippenheber sind, wenn sie von der Wirbelsäule aus auf die Rippen wirken, Hilfsmuskeln der Atmung, indem sie die Rippen heben. —

Die einzelnen übrigen hierhergehörigen kleinen Nackenmuskeln sowie die kurzen Rückenmuskeln besonders aufzuführen und zu beschreiben ist für die turnerische Betrachtung ohne Belang.

§ 96. Die Muskeln der Schulter (Fig. 234 u. a.).

Muskeln der
Schulter

Von den Muskeln, die zum Schulterblatt gehen, ist ein Teil — nämlich Trapez-, Rauten-, großer Säge- und kleiner Brustmuskel — bereits oben abgehandelt; von den zum Arm gehenden Muskeln der große Brust- und der breite Rückenmuskel. —

Der Delta-
muskel.

1. Der Deltamuskel, dessen Umriß einem umgekehrten griechischen Δ gleicht, deckt den kugelförmigen Vorsprung des Schultergelenks, und trägt somit zur runden, gewölbten Form der Schulter bei. Seine Fleischmasse ist aus vielen Muskelbündeln verflochten, die in einer ganz kurzen starken Endsehne zusammenlaufen.

Ursprung: a) Schlüsselbeinportion: vom Schulterende des Schlüsselbeines;
b) mittlere oder Schulterhöheportion von der Schulterhöhe;
c) hintere oder Schulterblattportion von der Schulterblattgräte.

Ansatz: Rauhigkeit in der Mitte des Oberarmknochens.

Wirkung: Der Deltamuskel ist Heber des Arms bis zur wagerechten Haltung in allen Stellungen. Die weitere Hebung bis zur senkrechten Hochhehalte wird nicht mehr vom Deltamuskel bewirkt, sondern es müssen der große Säge- muskel und die mittlere Portion des Trapezmuskels mit eintreten, um das Schulterblatt so zu drehen, und zwar um eine durch den oberen inneren Schulterblattwinkel gelegte Achse, daß der untere Schulterblattwinkel nach außen zur Achselhöhe, der bereits zur Horizontalen gehobene Oberarm aber, als wäre er ein Ganzes mit dem Schulterblatt, nach oben sich bewegt (Fig. 117).

Wenn der Arm so über die Horizontale hinaus gehoben ist, dann trägt die hintere Portion des Muskels nicht nur nichts mehr zur Hebung des Armes bei, sondern kommt im Gegenteil in eine Lage, daß sie, allein sich zusammenziehend, den Arm abwärts senkt. Es kann mithin derselbe Muskel den Arm heben, und in einer gewissen Stellung auch senken. —

Die nächstfolgenden drei Schultermuskeln haben das gemeinsame, daß sie am großen Oberarmhöcker Ansatz finden und den Arm nach außen zu rollen oder zu drehen im Stande sind.

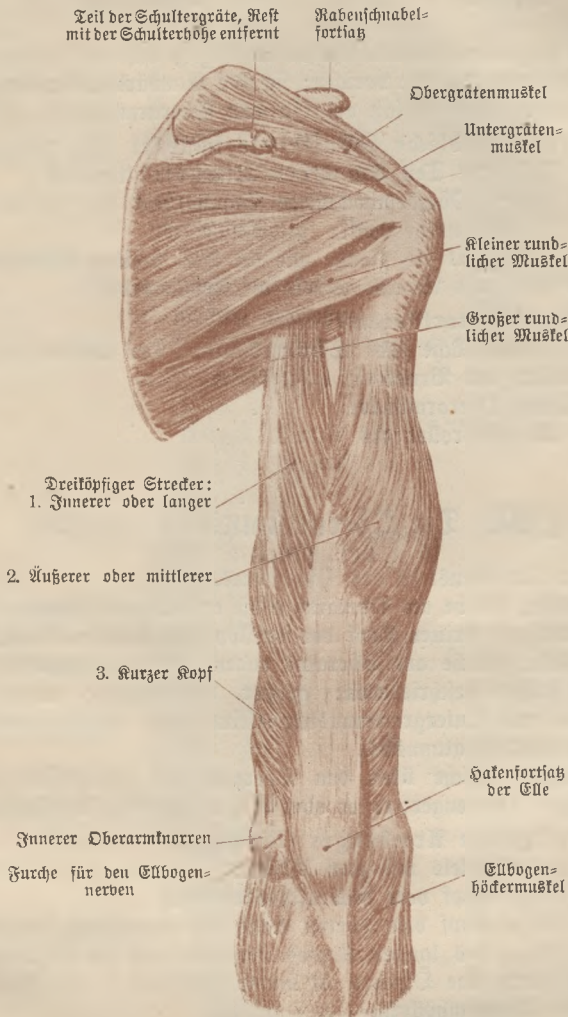


Fig. 264. Oberarm und Schulterblatt: Hintere Fläche.

Es sind dies:

2. Der Obergrätenmuskel (Fig. 264).

Ursprung: Obergrätengrube des Schulterblatts.

Ansatz: Großer Oberarmhöcker.

Wirkung: Heber des Arms, den Deltamuskel unterstützend; Außenroller des Arms.

3. Der Untergrätenmuskel.

Ursprung: Untergrätengrube des Schulterblatts.

Ansatz: Großer Oberarmhöcker.

Wirkung: Niederzieher des gehobenen Arms; Außenroller des Arms.

Obergräten-
muskel.

Untergräten-
muskel.

Kleiner rundlicher
Schulterblattmuskel.

4. Der kleine rundliche Schulterblattmuskel.

Ursprung: Oberer Teil des äußeren Schulterblatttrandes.

Ansatz: Zusammen mit dem Untergrätenmuskel am großen Oberarmhöcker.

Wirkung: Dieselben wie die des vorigen: Niederzieher des erhobenen Arms und Außenroller.

Die beiden folgenden Muskeln haben in Bezug auf die Drehung des Arms die entgegengesetzte Wirkung wie die vorigen: sie sind Einwärtsroller oder Einwärtsdreher des Arms und haben ihren Ansatz am kleinen Oberarmhöcker.

Großer
rundlicher
Schulterblattmuskel.

5. Der große rundliche Schulterblattmuskel (Fig. 265).

Ursprung: Unterer Teil des äußeren Schulterblatttrandes.

Ansatz: Kleiner Oberarmhöcker gemeinsam mit der Sehne des breitesten Rückenmuskels.

Wirkung: Zum Teil die gleiche wie die des breiten Rückenmuskels, nämlich Niederzieher des erhobenen Armes; außerdem Einwärtsroller.

Unter-
schulterblatt-
muskel.

6. Der Unterschulterblattmuskel.

Ursprung: Vorderfläche des Schulterblatts. Der Muskel liegt also versteckt zwischen Schulterblatt und Brustkorb.

Ansatz: Kleiner Oberarmhöcker.

Wirkung: Einwärtsroller des Armes.

§ 97. Die Oberarmmuskeln (Fig. 265).

Oberarm-
muskeln.

Übersicht der Langsmuskeln des Oberarmes.

1. Muskeln, welche am Oberarm selbst entspringen: Innerer Oberarmbeuger; zweiter und dritter Kopf des dreiköpfigen Oberarmstreckers.
2. Muskeln, welche am Oberarm enden: Rabenarmmuskel (abgesehen von den früher beschriebenen: großer Brustmuskel; breiter Rückenmuskel; Ober- und Untergrätenmuskel; kleiner und großer rundlicher Muskel; Unterschulterblattmuskel).
3. Muskeln, welche über den Oberarm weg zum Unterarm laufen: zweiköpfiger Armbeuger; erster oder langer Kopf des dreiköpfigen Armstreckers.

Zweiköpfiger
Armbeuger.

1. Der zweiköpfige Armbeuger (Biceps).

Ursprung des Muskels mit zwei Köpfen:

1. Ein kurzer Kopf vom Rabenschnabelfortsatz.
2. Ein langer Kopf vom oberen Rand der Gelenkfläche des Schulterblattes. Die Sehne des langen Kopfes liegt also erst im Schultergelenk und tritt dann durch eine Öffnung in der Gelenkkapsel in die Rinne zwischen den beiden Oberarmhöckern.

Die beiden Köpfe vereinen sich zu einem starken Muskelbauch an der Vorderseite des Oberarmes. Der innere Rand des Muskels bildet eine tiefe Furche, in welcher die Blutgefäße und Nerven des Armes verlaufen.

Ansatz: Rauhigkeit der Speiche unter dem Köpfchen der Speiche. Außerdem geht ein Streifen der Ansatzsehne des Muskels über in die häutige Scheide der Unterarmmuskeln.

Wirkung: Der zweiköpfige Armbeuger dreht die einwärts gedrehte Speiche nebst Hand nach auswärts; beugt den Oberarm. — Der Bauch des Muskels nimmt an kraftvollem Arm bei starker Zusammenziehung eine kugelige Form an und wird ungemein fest und hart. Da der Muskel bei zahlreichen Gerätübungen — beim

Beugen des Arms im Häng z. B. trägt er fast allein das gesamte Körpergewicht — zu Höchstleistungen vermocht wird, so ist er bei guten Gerätturnern stets außerordentlich

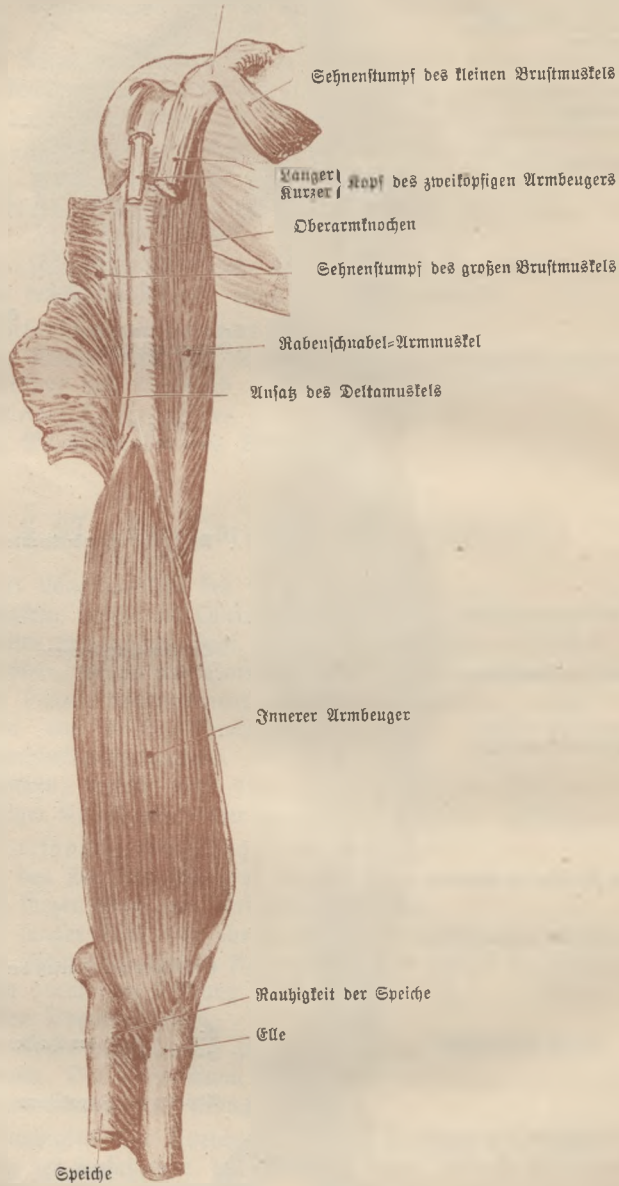


Fig. 266. Tiefe Oberarmmuskeln nach Entfernung des zweiköpfigen Beugers, des Delta- und großen Brustmuskels.

entwickelt, verhältnismäßig stärker als die meisten anderen Muskeln des Körpers, namentlich im Vergleich mit der Beinmuskulatur.

Klauenarm-
muskel.

2. Der Klauenarmmuskel.

Ursprung: Klauenfortsatz des Schulterblatts.

Ansatz: Mitte des Oberarms, und zwar an der Leiste des kleinen Oberarmhöckers.

Wirkung: Zieht den Arm nach innen und vorn.

3. Der innere Armbeuger (Fig. 266).

Innere
Armbeuger.

Ursprung: Der Muskel entspringt in der Tiefe unter dem zweiköpfigen Armbeuger.

Ansatz: Die Ellbogengelenkkapsel bedeckend am Kronenfortsatz der Elle.

Wirkung: Beuger des Arms (wie der Biceps). — Er beugt allein den Arm, wenn die Hand einwärts gedreht und dadurch der zweiköpfige Beuger entspannt ist. Wenn man den Arm mit dem Daumen nach außen — Speichhaltung — stark beugt, und nun den Daumen nach einwärts — zur Ellenhaltung — führt, so fühlt die aufgelegte Hand deutlich, wie der vorher fest zusammengezogene zweiköpfige Muskel sich entspannt und weicher wird. An seiner Stelle ist es der innere Armbeuger, welcher die Beugung des Arms fortsetzt.

4. An der Hinterfläche des Oberarms: der dreiköpfige Strecker des Arms.

Dreiköpfiger
Strecker.

Ursprung: Der lange Kopf entspringt am äußeren Schulterblattrand unter der Gelenkgrube.

Der zweite und dritte Kopf entspringen am Oberarm; und zwar der zweite oder mittlere Kopf an der Außen-, der dritte oder kurze Kopf an der Innenseite des Oberarmknochens.

Die drei Köpfe des Muskels verschmelzen zu einem dicken kräftigen Muskelbauch.

Ansatz: Mit platter starker Sehne, welche weit den Muskel hinaufreicht, am Hakenfortsatz der Elle.

Wirkung: Strecker des Oberarms gegen den Unterarm.

5. Zum dreiköpfigen Strecker ist seiner Wirkung nach gehörig der kurze Ellbogenhöcker-Muskel, vom äußern Ellbogenknorren zur Außenfläche des oberen Drittels der Elle ziehend.

Kurzer Ell-
bogenhöcker-
Muskel.

§ 98. Die Muskeln des Vorderarms und der Hand (Fig. 267).

Die mannigfachen Bewegungen der Hand und der Finger bedingen am Vorderarm einen außerordentlich reichen und verwickelten Apparat von Muskeln.

Muskeln des
Vorderarms.

Die Beuger liegen an der Innenseite des Unterarms, und entspringen vorzugsweise vom innern Oberarmknorren.

Die Strecker liegen an der Außenseite des Unterarms, und entspringen vorzugsweise vom äußern Oberarmknorren.

Betrachten wir die Muskeln des Vorderarms nach ihrer Wirkung, so ordnen sie sich in folgender Weise:

I. Drehung der Speiche oder Aus- und Einwärtswendung der Hand.

Drehung der
Speiche.

Die hierhergehörigen oberflächlichen Muskeln begrenzen zusammen mit dem Arm-Speichenmuskel die dreieckige Vertiefung der Ellenbeuge am Arm.

Es liegen an der Innenseite (Ellenseite):

a) Der rundliche Einwärtswender. Geht vom innern Oberarmknorren zur Mitte der innern Speichenfläche.

Rundlicher
Einwärts-
wender.

b) In der Tiefe: der viereckige Einwärtswender; geht quer von der Elle zur Speiche.

Viereckiger
Einwärts-
wender.

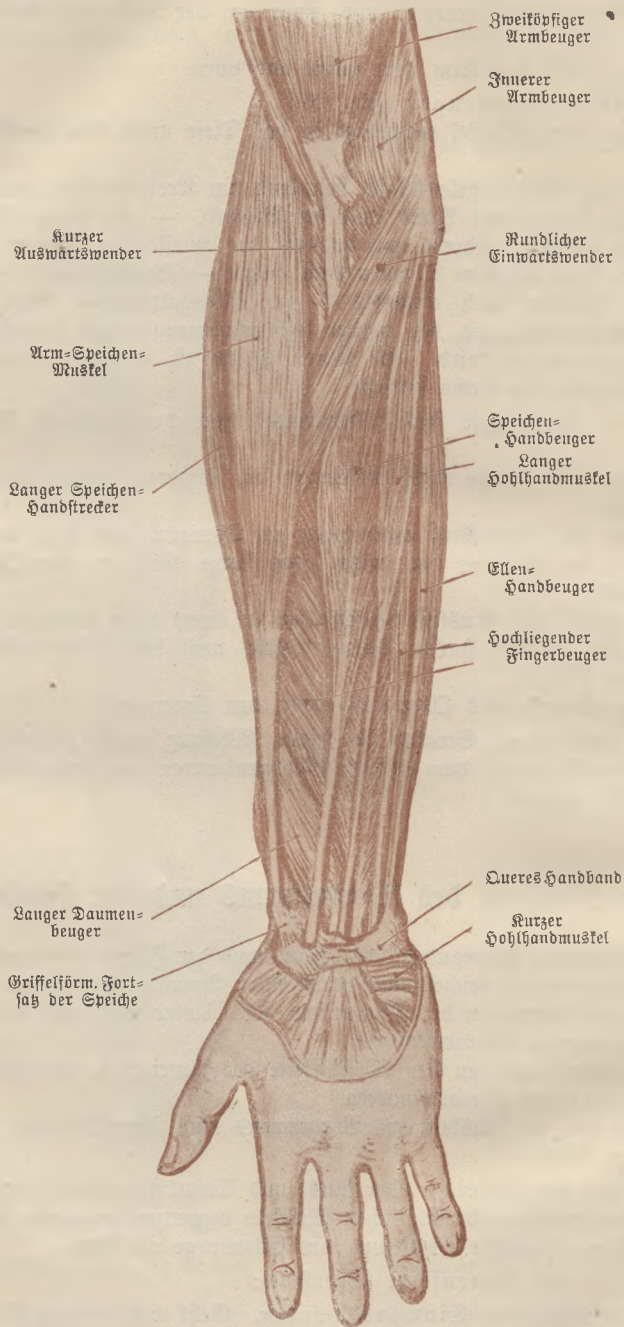


Fig. 267. Muskeln der Innenseite des Unterarms.

Es liegen an der Außenseite:

- c) Der (kurze) Auswärtswender. Geht vom äußern Oberarmknorren zur Speiche, welche er bei der Einwärtswendung umwickelt. Kurzer Auswärtswender.
- d) Der lange Auswärtswender oder richtiger der Arm-Speichenmuskel. Geht vom äußeren Oberarmknorren zum griffelförmigen Fortsatz der Speiche. Derselbe ist Beuger des Vorderarms und nur nach sehr starker Einwärtswendung auch im geringen Grade als Auswärtswender thätig. — Bei festgelegtem Unterarm — z. B. im Streckhang — hilft er den Oberarm zum Unterarm beugen. Arm-Speichenmuskel.

II. Beugung und Streckung der Hand.

Wir unterscheiden vier Biegungsarten der Hand:

Beuger und Strecker der Hand.

- | | | |
|--|---|---|
| 1. Biegung nach der Hohlhand oder Beugung (65°). | } | Die Begleitbewegungen, welche Biegung nach der Elle und nach der Speiche bewirken, heben sich dabei gegenseitig auf. |
| 2. Biegung nach dem Handrücken oder Streckung (60°). | | |
| 3. Biegung nach der Elle (30°). | } | Die Begleitbewegungen, welche Biegung nach der Hohlhand und nach dem Handrücken bewirken, heben sich dabei gegenseitig auf. |
| 4. Biegung nach der Speiche (20°). | | |

Die Hohlhandbieger liegen an der innern Seite und kommen vom innern Oberarmknorren.

Die Handrückenbieger (oder Strecker) liegen an der äußern Seite und kommen vom äußern Oberarmknorren.

Die betreffenden Muskeln sind:

- | | | | |
|---|---|--|------------------------|
| 1. Der Speichen-Handbeuger oder innerer Speichenmuskel. | } Ursprung: Innerer Knorren des Oberarms. | } Ansatz von 1: Mittelhandknochen des Zeigefingers. | } Speichen-Handbeuger. |
| 2. Der Ellen-Handbeuger oder innerer Ellenmuskel. | } | } Ansatz von 2: Mittelhandknochen des Kleinfingers und Erbsenbein. | } Ellen-Handbeuger. |
| 3. Der Speichen-Handstrecker oder äußerer Speichenmuskel. | | | |
| 4. Der Ellen-Handstrecker oder äußerer Ellenmuskel. | } | } Ansatz von 4: Mittelhandknochen des Kleinfingers. | } Ellen-Handstrecker. |

Zusammenziehung von (Fig. 268)

- 1 + 2 bewirkt: Biegung nach der Hohlhand (Beugung);
- 3 + 4 bewirkt: Biegung nach dem Handrücken (Streckung);
- 1 + 3 bewirkt: Biegung nach dem Daumen oder der Speiche;
- 2 + 4 bewirkt: Biegung nach dem Kleinfinger oder der Elle.

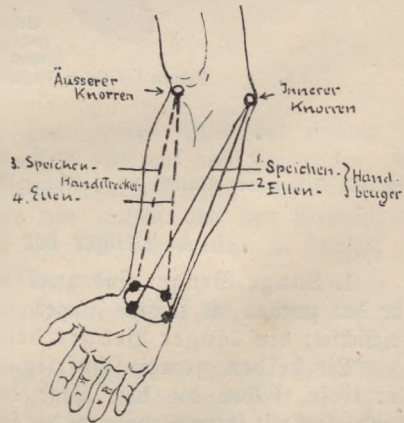


Fig. 268.

Finger-muskeln.

III. Bewegung der Finger.

Die Finger-muskeln zerfallen ihrer Wirkung nach in:

- 1. Beuger für
 - a) den zweiten bis fünften Finger,
 - b) den Daumen.

- 2. Streckter für { a) den zweiten bis fünften Finger,
b) den Daumen.
- 3. Anzieher und Abzieher (Spreizer) { a) der Finger,
b) des Daumens.
- 4. Gegensteller { a) des Daumens zu den Mittelhandknochen,
b) des Kleinfingers zu den Mittelhandknochen.

Sie zerfallen ferner in

- 1. lange Fingermuskeln, die mit ihren Fleischhäuchen im Vorderarm liegen;
- 2. kurze Fingermuskeln, die mit ihren Fleischhäuchen in der Hand liegen (Fig. 269).



Fig. 269. Sehnen und Muskeln der Handfläche. Am ~~Seige~~ und Mittelfinger die umhüllenden Bänder entfernt.

A. Beuger der Finger und des Daumens.

Beuger der Finger und des Daumens. Oberflächlich und tiefer gemeinschaftlicher Fingerbeuger.

1. Lange Beuger sind zwei vorhanden: zwei gemeinschaftliche Fingerbeuger für den zweiten bis fünften Finger, an der Innenfläche des Vorderarms aufeinandergeschichtet; ein langer Beuger des Daumens.

Die beiden gemeinschaftlichen Fingerbeuger, der oberflächliche und der tiefe, bilden die tiefe Lage des Vorderarmfleisches. Sie erscheinen vor dem Handgelenk mit ihren Sehnen an der Oberfläche zwischen dem Ellen- und dem Speichen-

Handbeuger, teilweise bedeckt durch den dünnen langen Hohlhandmuskel (derselbe entspringt vom innern Knorren und spannt das quere Handband). Die acht Sehnen der beiden Muskeln werden unter dem queren Handband zusammengehalten. Hier ordnen sie sich zu je zwei übereinander und treten in einer an das Handskelett angewachsenen Scheide zum Köpfschen der Mittelhandknochen. Hier spaltet sich die Sehne des oberflächlichen Beugers und setzt sich mit zwei Zipfeln an das zweite Fingerglied. Die Sehne des tiefen Beugers aber tritt zwischen den beiden Zipfeln des oberflächlichen hindurch, die überliegende Sehne gewissermaßen durchbohrend, und setzt sich am dritten, dem Endgliede, an (Fig. 270). Besondere Bänder, quere, schiefe und gekreuzte, halten die Sehnen gegen die Gliedknochen und Gelenke der Finger angepreßt.

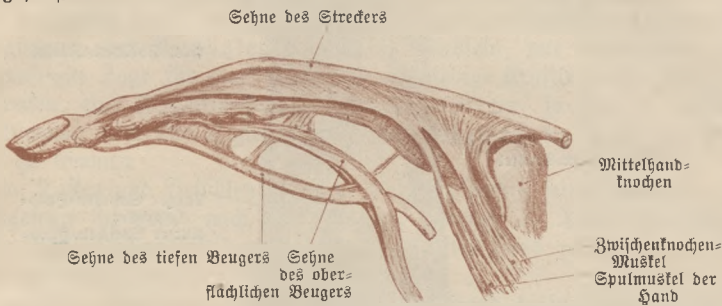


Fig. 270. Sehnen am Finger.

Neben dem Fingerbeuger geht der lange Daumenbeuger zum Endglied des Daumens.

Langer Daumenbeuger.

2. Kurze Beuger. Solche sind für den zweiten bis fünften Finger die vier spulförmigen Regenwurm- oder Spulmuskeln. Sie verlaufen zu den speichwärts gelegenen Rändern je des ersten Gliedes des zweiten bis fünften Fingers.

Spulmuskeln.

Für den Daumen ist vorhanden der vom Handgelenk entspringende kurze Daumenbeuger.

Kurzer Daumenbeuger.

B. Streckter der Finger und des Daumens (Fig. 271).

Streckter der Finger und des Daumens.

Oberflächlich gelegen:

1. Der gemeinschaftliche Fingerstreckter.

Gemeinschaftlicher Fingerstreckter.

Ursprung: Äußerer Knorren.

Ansatz: Mit vier bandförmigen Sehnen zum zweiten Glied des zweiten bis fünften Fingers. — Die Sehnen des Streckmuskels sind auf dem Handrücken, mit Ausnahme meist der Sehne des Zeigefingers, durch sehnige Brücken miteinander verbunden; so die Sehne des Ringfingers mit der des dritten und des Kleinfingers. Daher ist es bei geballter Faust nicht möglich, den Ringfinger allein zu strecken.

2. Der besondere Streckter des Kleinfingers.

Streckter des Kleinfingers. Streckter des Zeigefingers.

- In der Tiefe gelegen: {
- 3. Der besondere Zeigefingerstreckter (Anzeiger).
 - 4. Der lange Daumenstreckter. Seine Sehne springt an der Handwurzel stark vor.
 - 5. Der kurze Daumenstreckter.
- Ursprung von der Elle. }

Langer und kurzer Daumenstreckter.

Ab- und An-
zieher der
Finger.
Langer
Daumen-
abzieher.

C. Ab- und Anzieher der Finger.

1. Der lange Daumenabzieher (von der Elle entspringend). Seine Sehne, zwischen Speiche und Daumen bildet den vorderen Rand der Hand.

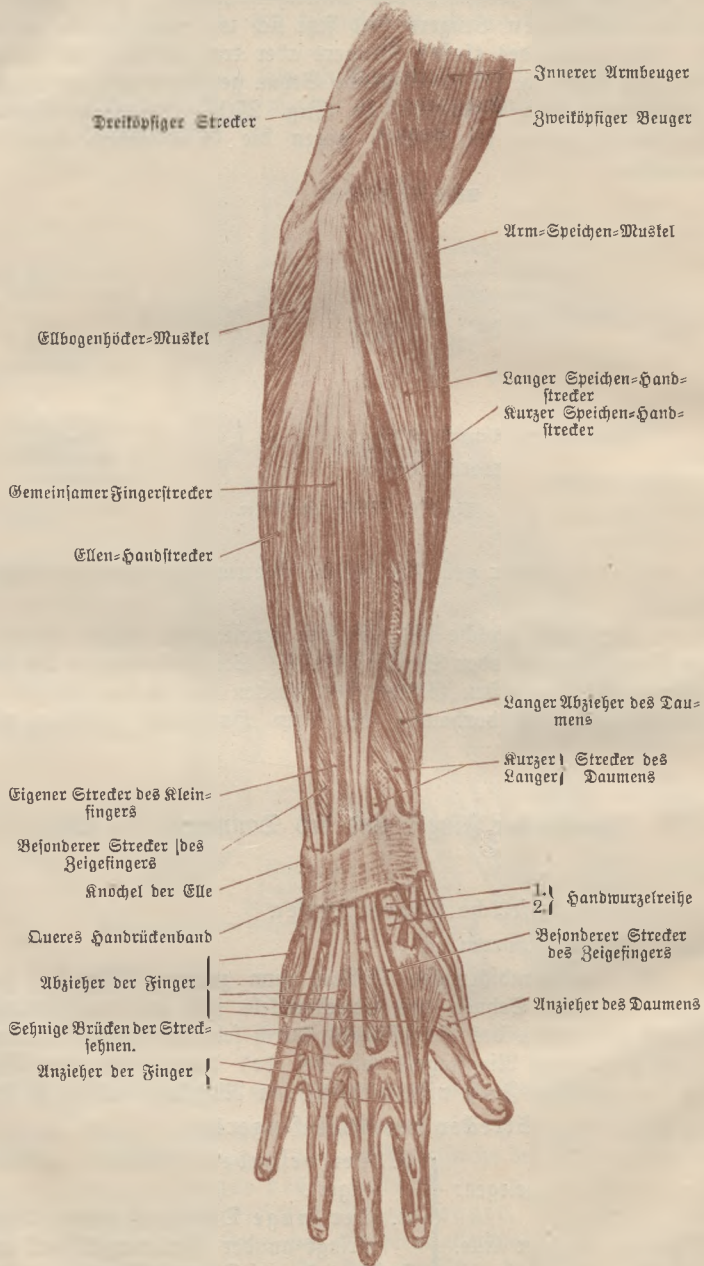


Fig. 271. Muskeln der Außenfläche (Streckseite) des Unterarmes.

2. die sieben Zwischenknochenmuskeln — zwischen dem Mittelhandknochen. Der stärkste ist am Zeigefinger, durch die Haut sicht- und fühlbar.

3. Der Abzieher des Kleinfingers am Erbsenbein entspringend.

Anzieher: 4. der lange | Anzieher des Daumens

5. der kurze |

6. | der Gegensteller des | Daumens

7. | | Kleinfingers.

Sieben
Zwischen-
knochen-
muskeln.
Abzieher des
Kleinfingers.
Anzieher und
Gegensteller
des Daumens
und Klein-
fingers.

Diese Muskeln liegen im Daumen- und im Kleinfingerballen. —

Die Biegungen der Hand und die Biegungen der Finger schränken sich gegenseitig ein. Die stärkste Biegung der Hand nach der Hohlhand ist nur möglich bei gestreckten Fingern (Klapp mit der flachen Hand aus dem Handgelenk). Die Faust wird am kräftigsten geballt bei Streckung der Hand oder Biegung nach dem Handrücken.

Spannung oder Ausholen versetzt die Muskeln, wie schon früher ausgeführt, in die günstigste Lage für eine rasche und ausgiebige Kraftleistung. Will einer kraftvoll zugreifen, eine Fingerbeugung mit Kraft ausführen, so stellt er sein Handgelenk erst in Biegung nach dem Handrücken — Greifbewegung, z. B. um in den Gang am Reck zu kommen.

Greif-
bewegung.

Beim Tasten und Befühlen dagegen, wo ganz leichte, feine Bewegung erforderlich, wird umgekehrt die Hand nach der Hohlhand gebeugt — Tastbewegung.

Tast-
bewegung.

Der Klavierspieler spielt mit abwärts gekneter Hand piano, aus im Handgelenk aufwärts gebogener forte.

Umgekehrt, wenn eine Streckbewegung der Hand kräftig sein soll (Abwehrbewegung der Hand), wird die Hand zum Ausholen erst nach der Hohlhand gebeugt (Handstellung des borghesischen Fechters), weil die nach dem Rücken gebogene Handstellung die Fingerstrecke lahm legt.

Abwehr-
bewegung.

§ 99. Die Muskeln am Becken und Bein.

Die Entwicklung der Formen der Muskeln am Becken und Bein ist beim Menschen bedingt durch den aufrechten Gang. Nicht die bloßen Bewegungen sind es, welche eine so starke Muskulatur verlangen, wie es die um Oberschenkel und Hüften ist, sondern die Tragung und Gleichgewichtserhaltung des Beckens mit dem Kumpfe auf den Schenkelköpfen. Namentlich ist dem Menschen allein eigen die starke Entwicklung des Gesäßes (Les fesses n'appartiennent qu'à l'espèce humaine. Buffon). Die starke Entwicklung der Muskeln um Becken und Oberschenkel verhüllt fast vollständig die starken Knochen dieser Gegend. Fühlbar ist nur der Kamm des Darmbeins, im zusammengekauerten Zustand auch die Sitzknorren. Vom Oberschenkelknochen ist es allein der große Kollhügel, welcher an die Oberfläche tritt, am Seitenkontur der Hüftgegend sich bemerkbar macht, und deutlich durch die Haut hindurch fühlbar ist.

Muskeln am
Becken und
Bein.

Die Haut der Schenkel, an der Leistengegend sowie in der Kniekehle besonders dünn und hart, wird auf dem Gesäß sehr derb, namentlich aber hart und rauh (schwielig) auf der Kniescheibe und unterhalb derselben, sowie an der Fußsohle.

Die Bewegungen der Beine sind, verglichen mit denen der Arme, weniger ausgiebig und verwickelt. Der Arm zeigt die besondere Mechanik des Schulterblatts; die Drehung der Speiche um die Elle; die freie Bewegung des Daumens; die vielseitige Beweglichkeit der Hand und der Finger. Beim Bein sind alle diese Verhältnisse weit einfacher: der Beckengürtel ist fest; die Dreh- oder Rollbewegungen sind geringfügig; die Behenglieder sind kürzer und weniger beweglich als die Fingerglieder; der Großzeh kann keine Gegenbewegung ausführen.

Bein und
Arm.

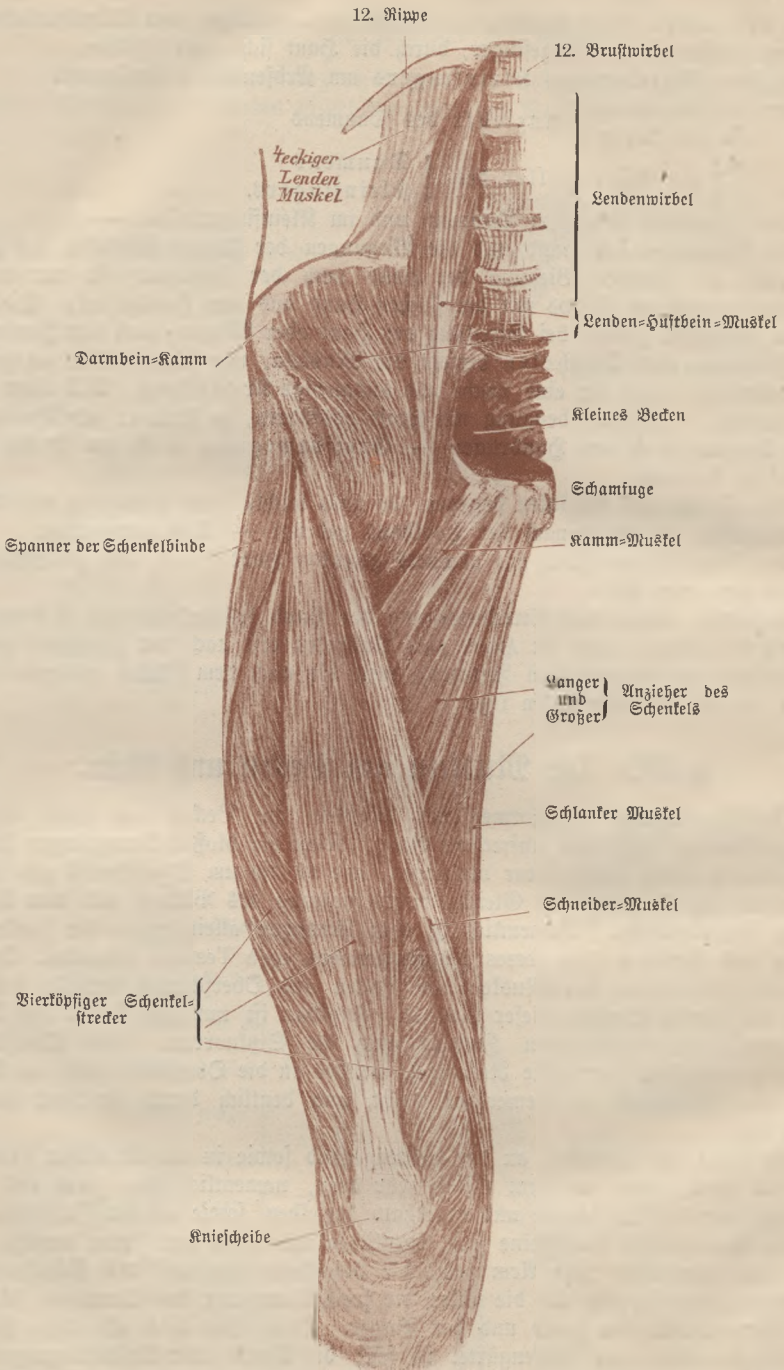


Fig. 272. Muskeln des Oberschenkels von vorne gesehen.

§ 100. Muskeln, welche die Beine im Hüftgelenk bewegen.

Die im Hüftgelenk möglichen Bewegungen sind:

1. Beugung und Streckung bis zu anderthalb rechtem Winkel (135°). Ganz auszunutzen ist dieser Spielraum nur bei gebeugtem Knie. Bei gestrecktem Knie hemmen die gespannten Beugemuskeln an der Hinterseite des Schenkels die stärkere Beugung im Hüftgelenk. Bewegungen im Hüftgelenk.

Die Überstreckung findet ihre Grenze in der Spannung des Bertinischen Bandes.

2. Anziehung: Annähern der gespreizten oder gegrätschten Beine zu einander, bis zum Zusammenklemmen der Schenkel, oder Vorbeiführen voreinander zur Kreuzung und

Abziehung: Entfernen der Beine von einander, Spreizen oder Grätschen.

Der Spielraum dieser Bewegungen ist ein guter rechter Winkel; voll zu erreichen ist derselbe aber nur in der halb gebeugten Stellung beim Sitzen (Übereinander schlagen der Beine).

3. Rollbewegung: annähernd im rechten Winkel ausführbar.

Die äußersten Grenzen dieser Bewegung nach aus- wie nach einwärts führen zur turnerisch sogenannten Zwangsstellung der Füße. Daß diese über den rechten Winkel in der Stellung der Fußachsen zu einander hinausgehen kann, liegt am Hinzukommen der geringen Bewegungsmöglichkeit des Aus- und Einwärtsführens des Fußes.

A. Beugemuskeln.

- | | | | |
|--|--|---|------------------------------|
| Lenden-
Hüftbein-
Muskel
(Lio-psoas)
(Fig. 272). | | <p>1. Der Lendenmuskel
Ursprung: Seitenfläche und Quersfortsätze des 12. Brustwirbels und aller Lendenwirbel.</p> <p>2. Der Darmbein- oder Hüftbeinmuskel
Ursprung: Innere Fläche der Darmbeinschaukel.</p> | Lenden-Hüft-
bein-Muskel. |
|--|--|---|------------------------------|

Ansatz: als Lendenhüftbeinmuskel vereint unter dem Poupartischen Bande hervorkommend am kleinen Rollhügel.

Wirkung des Muskels: Beugen des Schenkels zum Kumpf d. h. Heben des Schenkels — oder umgekehrt, bei festgestelltem Bein: Beugen des Kumpfes gegen den Schenkel.

In letzterer Beziehung arbeitet der Muskel gleichsinnig mit den Bauchmuskeln. Verschiedene Übungen, welche als hervorragend wirksam zur Kräftigung der Bauchmuskeln beschrieben und angewendet werden, nehmen weit mehr als die Bauchmuskeln den Lenden-Hüftbeinmuskel in Anspruch.

Die Beugung des Schenkels gegen den Kumpf beim Steigen, Laufen, Gehen usw. wird vorzugsweise durch den Lenden-Hüftbeinmuskel bewirkt. Derselbe besitzt mithin für diese Leibesübungen eine besondere Bedeutung.

Der Lenden-Hüftbeinmuskel ist indes nicht nur Beuger, sondern gemäß seiner Faserrichtung und seinem Ansatz am kleinen Rollhügel auch Auswärtsroller des Schenkels.

3. Der Spanner der Schenkelbinde. Derselbe entspringt vom vorderen oberen Darmbeinstachel, und geht von dem großen Rollhügel herab zu der starken, die Schenkelmuskeln umhüllenden Haut, der Schenkelbinde. Der Muskel spannt aber nicht nur diese straffe Binde, sondern sein Zug bewirkt auch Beugung des Schenkels gegen das Becken oder umgekehrt des Beckens gegen den Schenkel. Zweifel- Spanner der Schenkelsbinde.

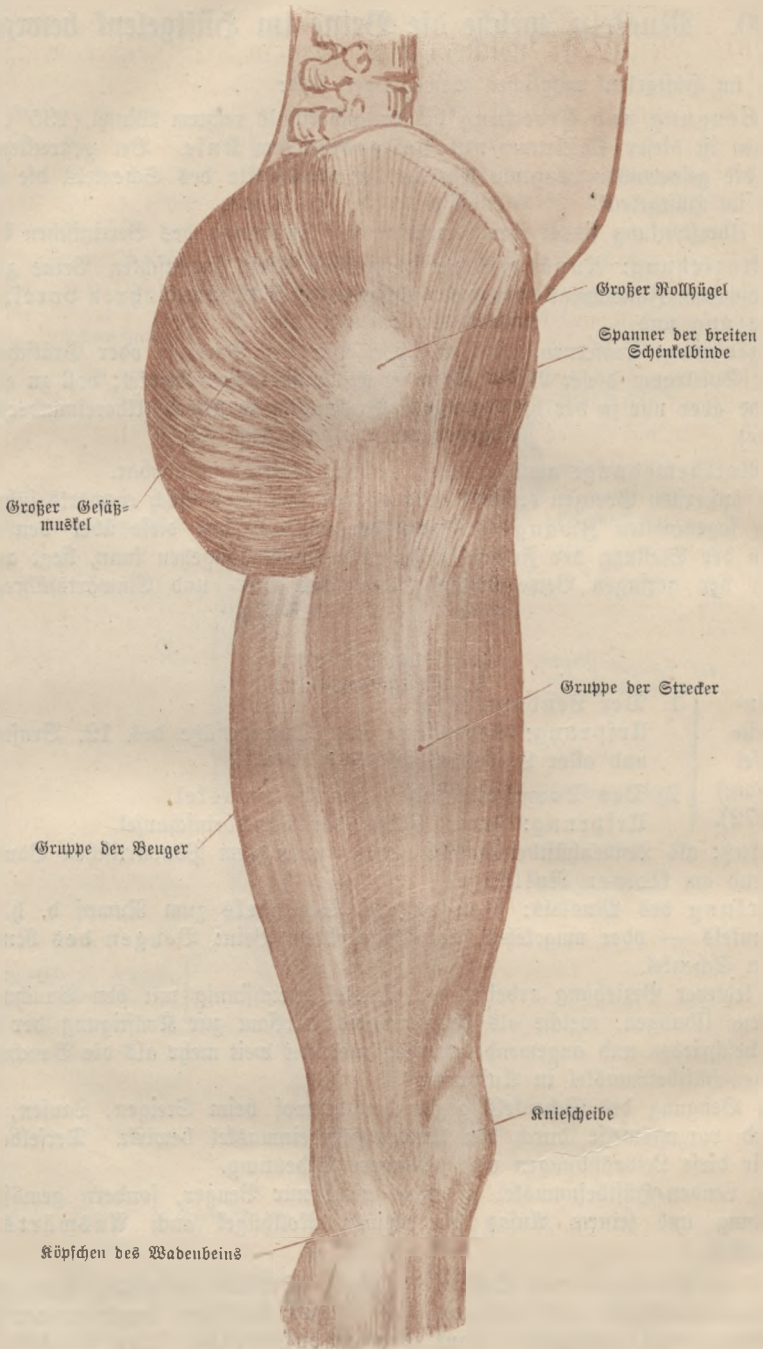


Fig. 273. Die breite Schenkelbinde von außen gesehen.

los ist ferner nach seiner Faserrichtung der Muskel Einwärtsroller des Schenkels (Fig. 273).

Wirkt er zusammen mit dem Lenden-Hüftbeinmuskel, so verstärkt er einmal die Beugethätigkeit dieses mächtigen Muskels, sodann aber hebt er durch seine Wirkung als Einwärtsroller die Nebenwirkung des Lenden-Hüftbeinmuskels als Auswärtsroller auf, so daß die volle Kraft beider Muskeln lediglich Beugung bewirkt.

B. Der Streckmuskel des Hüftgelenks.

4. Der große Gefäßmuskel. Das Gefäß wird überdeckt von dem zollthicken, grobfaserigen und mächtigen großen Gefäßmuskel. Er ist überzogen mit derber Haut und einer starken Fettschicht, daher die Haut des Gefäßes bei dickeren Menschen nicht faltbar ist. Bei den Weibern einzelner wilder Völkerstämme, so bei den Buschweibern, kann sich diese Fettmasse zu ungeheurer Menge ansammeln und entsprechende Formentwicklung verursachen, welche über die Entwicklung einer Venus Kallipygos weit hinausgeht. Künstlich suchte eine Zeit lang die Modetracht europäischer Damen durch den *cul de Paris* solche monströse Gefäßentwicklung vorzutäuschen. — Das Fettpolster des Gefäßes hat diese Gegend als die geeignetste, weil ungefährlichste Körperstelle für körperliche Züchtigung beliebt gemacht. —

Beim aufrechten Stehen deckt der große Gefäßmuskel die Sitzknorren. Beim Sitzen dagegen gleitet der Muskel von den Knorren ab. Über dem Sitzknorren liegt jedoch zur Verhinderung des Druckes ein starkes Fettpolster — „wir sitzen auf dem Fett des Gefäßes wie auf einem Luftpolster, stehen auf unsern Fußsohlen wie auf einer Matratze, und greifen mit den Händen wie mit einem dicken Handschuh“ (Hyrtl).

Beim Sitzen auf ebener harter Unterlage ruht der Körper auf drei Punkten: dem Sitzknorren und der Steißbeinspitze. Beim Sitzen auf weichem Polster teilt sich der Druck auch den Gefäßmuskeln mit und bewirkt Blutstauung in der gesamten Gefäßgegend. Leute, welche viele und anhaltende Arbeit im Sitzen verrichten, setzen sich daher nie in weiche Polster, sondern auf einen harten Schreibtisch oder Bock.

Der große Gefäßmuskel ist ein Hauptmuskel der Hüftgegend, namentlich für bestimmte natürliche Bewegungen wie Marsch, Lauf u. dergl.; in seiner Wirkung ist er der Antagonist oder der gegensinnig wirkende Muskel des Lenden-Hüftbeinmuskels.

Ursprung: Hinteres Ende des Darmbeinkamms; Kreuz- und Steißbein. Von hier laufen die dicken Bündel des Muskels schräg nach unten und außen.

Ansatz: Die obersten Bündel des Muskels enden in der breiten Schenkelbinde; die Hauptmasse des Muskels geht zum Oberschenkel unterhalb des großen Kollhügels.

Wirkung: Der große Gefäßmuskel ist ein kräftiger Streckter des Schenkels gegen das Becken — oder, und zwar ist diese Thätigkeit die ganz vorwiegende, ein kräftiger Streckter des Rumpfes bei fixiertem Bein. Das Bertinische Band setzt dem Spielraum der Streckbewegung eine Grenze. Neben seiner Streckthätigkeit ist der Muskel auch in leichterem Grade Auswärtsroller des Schenkels.

C. Die Anzieher des Schenkels.

Eine Gruppe von mächtigen Muskeln an der Innenseite des Schenkels:

der große		Anzieher;
der lange		
der kurze		
der Schambein- oder Kammmuskel;		
der schlanke Muskel (Fig. 274).		

Streck-
muskel des
Hüftgelenks.

Anzieher des
Schenkels.

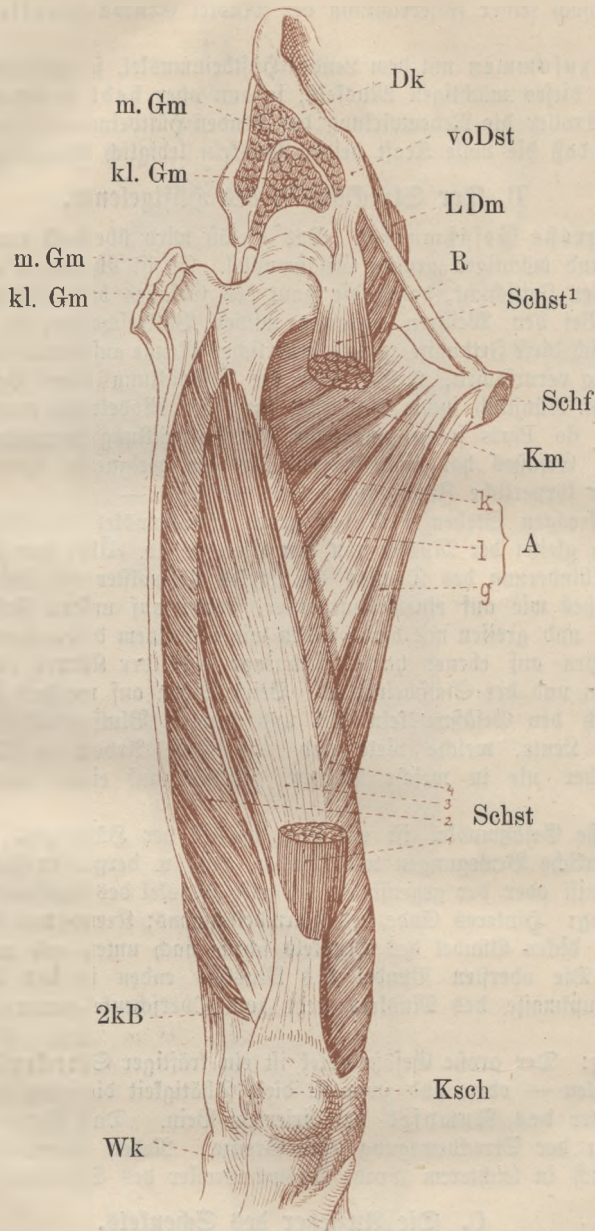


Fig. 274. Muskeln des Oberschenkels (der lange Kopf des vierköpfigen Schenkelstreckers entfernt).
 m. Gm und kl. Gm Mittlerer und kleiner Gefäßmuskel (am Ursprung und Ansatz durchgeschnitten); Dk Darmbein-
 lamm; voDst vorderer oberer Darmbeinstachel; LDm Lenden-Darmbeinmuskel; R Poupartisches Band; Schf Scham-
 fuge; Km Stamm-Muskel; $\left. \begin{matrix} k \\ l \\ g \end{matrix} \right\} A$ kürzer, langer und großer Anzieher; $\left. \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{matrix} \right\} Schst$ 1. 2. 3. und 4. Kopf des Schenkel-
 streckers; 2kB zweiköpfiger Beuger; Ksch Kniekehle; Wk Wadenbeinknöpfchen.

5. 6. u. 7. Die drei Anzieher an der inneren Seite des Oberschenkels bilden die innere fleischige Scheidewand zwischen den vorderen und hinteren Muskeln des Schenkels. Der große Anzieher ist der mächtigste Muskel der Gruppe, und begrenzt den Schenkel nach innen.

Ursprung: Schambein, Sitzbein, und Sitzknorren.

Ansatz: Hintere innere Kante des Oberschenkelknochens; der große An- oder Zuzieher reicht bis zum Knorren des Oberschenkels herab.

Wirkung: Kräftige Zuziehung der Schenkel (*custos virginum*). Diese Thätigkeit der Anzieher kommt wesentlich und unausgefeht zur Anwendung beim Reiten zum Schenkelschluß um den Leib des Pferdes. Dabei kommt dem Reiter besonders zu gute, daß der untere Abschnitt des großen Anziehers dem Schenkel gleichzeitig eine Kollbewegung nach innen verleiht, wodurch die Ferse des Fußes geradaus nach hinten, und nicht nach innen sieht, wie es bei der gewöhnlichen Drehung der Fußspitze nach außen der Fall wäre. Der Reiter ist dadurch der Gefahr überhoben, unwillkürlich mit den Sporen den Bauch des Pferdes zu berühren. — Vereint mit der Zusammenziehung des vierköpfigen Streckers an der Vorderseite des Schenkels bewirken die Anzieher das Überschlagen des einen Beins über das andere.

8. Der Schambein- oder Kammmuskel. Entspringt vom oberen Rande des Schambeins und geht neben dem Leidenhüftbeinmuskel unter dem poupartischen Bande hervor zum Oberschenkelknochen.

9. Der schlanke Muskel. Geht vom unteren Rande des Schambeins als dünnes breites Band abwärts, und mit langer Sehne um den inneren Oberschenkelknorren herum zur vorderen Kante des Schienbeins (Fig. 272).

Der Muskel ist Anzieher und dreht bei gebeugtem Knie den Oberschenkel nach innen.

D. Die Abzieher des Schenkels (Fig. 275).

10. u. 11. Der mittlere und der kleine Gefäßmuskel.

Ursprung: Außenseite des Darmbeins. Der kleine Gefäßmuskel liegt ganz unter dem mittleren; der mittlere zum Teil unter dem großen.

Ansatz: Oberer Rand des großen Kollhügels.

Wirkung: Ausschließlich abziehend (zur Grätschstellung) wirkt nur die mittlere Portion der Muskeln; die vordere und hintere nur dann, wenn sie gleichzeitig wirken und sich ihre Kollbewegungen aufheben. Denn die vordere Portion wirkt einwärts-, die hintere auswärtsrollend. Vor allem aber wirken die beiden Muskeln als Halter des Beckens (Balancierung), eine Thätigkeit, die im Stehen und Gehen unablässig notwendig ist.

E. Die Roller des Schenkels.

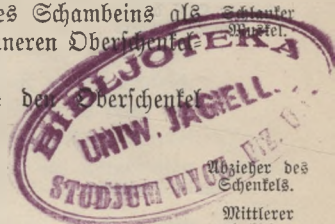
A. Einwärtsrollung. Die Einwärtsrollung des Schenkels wird vorzugsweise bewirkt durch den vorderen Teil des mittleren und kleinen Gefäßmuskels, sowie durch den Spanner der Schenkelbinde.

Wenn die erstgenannten Gefäßmuskeln aber lediglich als Einwärtsroller wirken sollen, so muß die Abziehung, welche von ihnen außerdem bewirkt wird, durch entsprechende gleichzeitige Wirkung der Anzieher aufgehoben werden.

B. Auswärtsrollung. Die Auswärtsroller sind stärkere Muskeln als die Einwärtsroller. Vermöge dieses Übergewichts sieht in Ruhestellung das Bein mit seiner Vorderfläche nicht geradaus, sondern ist nach auswärts gedreht. Der natür-

Großer, langer und kurzer Anzieher.

Stamm-Muskel.



Abzieher des Schenkels.

Mittlerer und kleiner Gefäßmuskel.

Rollung des Schenkels.

Einwärtsrollung.

Auswärtsrollung.

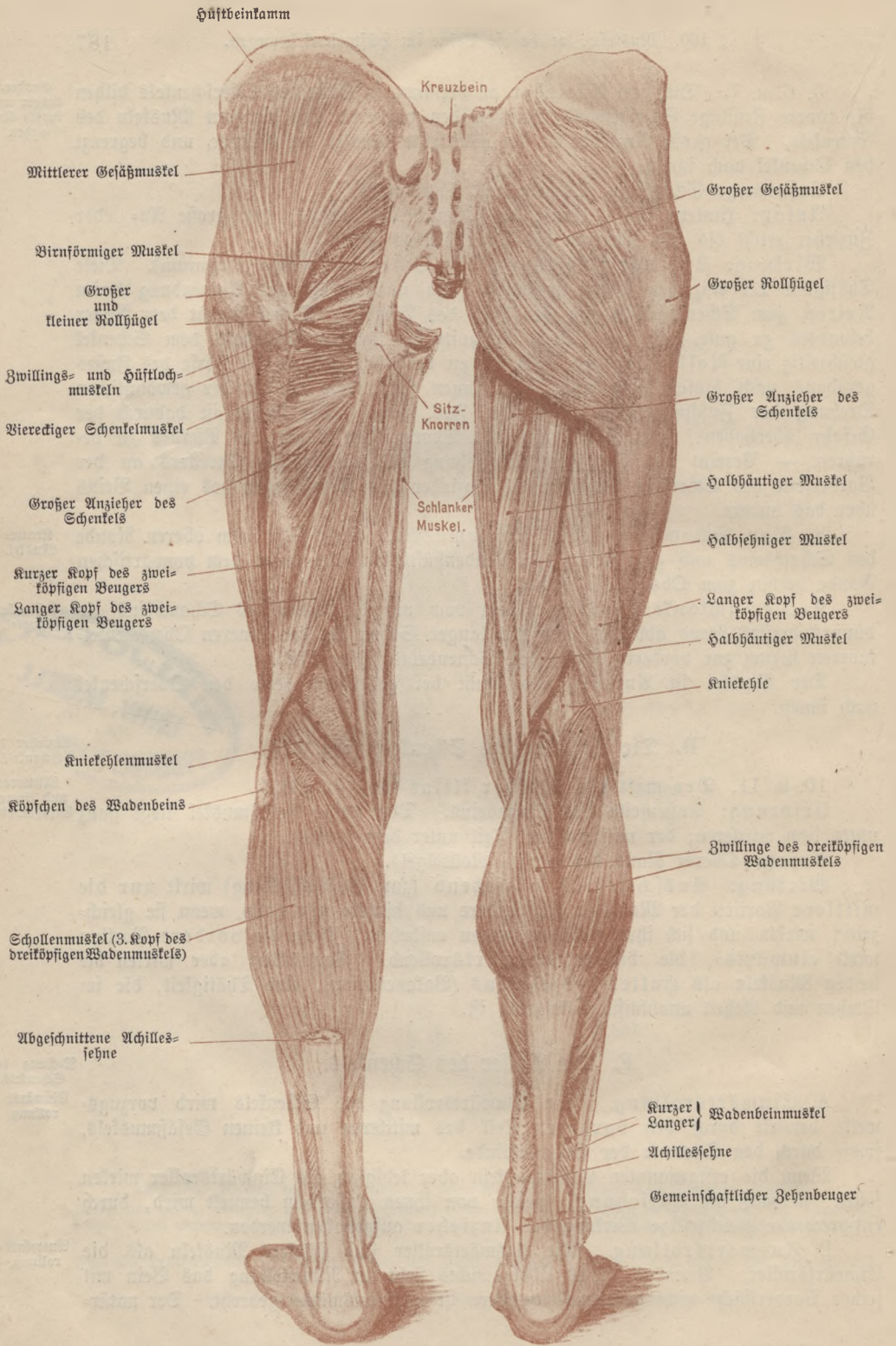


Fig. 275. Muskeln der Beine: Hintere Ansicht. Links sind der große Gesäßmuskel, der halbsehnerige und der halbhäutige Muskel entfernt.

liche Gang erfolgt mit nach außen gerichteten Fußspitzen: Gehen mit geradeaus und parallel gerichteten Füßen ist kein natürlicher, sondern ein Kunstschritt.

Der kräftigste Auswärtsroller ist der große Gefäßmuskel; ferner bewirkt Auswärtsrollung der hintere Teil des mittleren und des kleinen Gefäßmuskels.

Weiterhin kommen hinzu eine Reihe kleinerer Muskeln, die vom Becken hinter dem Schenkelhals entspringend, zum großen Kollhügel gehen. Diese kleinen Kollmuskeln sind übrigens auch Beckenhalter. Die kleinen Kollmuskeln.

Es sind folgende Muskeln:

12. Der birnförmige Muskel.
13. Der innere Hüftbeinlochmuskel.
14. u. 15. Die beiden Zwillingsmuskeln.
16. Der äußere Hüftbeinlochmuskel.
17. Der viereckige Schenkelmuskel.

§ 101. Muskeln, welche die Beine im Kniegelenk bewegen.

Beugung im Kniegelenk ist spitzwinklig möglich bis zu einem Spielraum von 160°. Bewegung der Beine im Kniegelenk

Bei ganz gestrecktem Knie geschieht die Rollbewegung im Hüftgelenk; im Kniegelenk ist dann nur eine geringe Drehung der Fußspitze nach außen möglich. Nämlich der innere Oberschenkelknorren ist etwas nach auswärts gebogen, so daß der innere Schienbeinknorren um ihn herum nach auswärts gleitet. Die gespannten Seitenbänder des gestreckten Knies hindern weitere Rollbewegung des Unterschenkels. Werden diese Bänder entspannt durch rechtwinklige Beugung des Knies, so kann der Unterschenkel für sich eine Rollbewegung im Umfang von einem halben rechten Winkel ausführen. Diese Bewegung ist am äußern Schienbeinknorren mittels der aufgelegten Hand gut fühlbar.

Vorn am Oberschenkel liegen die Strecker, hinten die Beuger. Nach außen stoßen beide Gruppen aneinander; nach innen sind sie durch die Gruppe der Anzieher geschieden.

A. Beugung. Beuge- muskeln.

Von Sitzknorren nehmen ihren Ursprung:

1. Der lange Kopf des zweiköpfigen Beugers des Unterschenkels.
2. Der halbsehnige Muskel.
3. Der halbhäutige Muskel.

Alle drei bilden eine rundliche Muskelmasse (1 u. 2 sind mit ihrem fleischigen Ursprung verschmolzen, 3 hat weiter unten einen starken Fleischbauch), die unter der Gefäßfalte zum Vorschein kommt.

Unter der Mitte des Oberschenkels teilt sich die Gruppe in zwei auseinandergehende Büschel, welche die spitzwinklige Grube (oberer Winkel) der Kniekehle zwischen sich lassen.

Der zweiköpfige Beuger, dessen langer Kopf also vom Sitzknorren entspringt, während der kurze Kopf von der hinteren Mitte des Oberschenkels hinzutritt, geht zum Köpfchen des Wadenbeins. Zweiköpfiger Beuger.

Der halbsehnige und der halbhäutige Muskel gehen zur innern Fläche des Schienbeins. Halbsehniger und halbhäutiger Muskel.

Ebenselbst finden noch zwei Muskeln ihren Ansat: der oben bei den Anziehern des Schenkels bereits beschriebene schlanke Muskel, und

Schneider-
muskel.

4. Der Schneidermuskel. Der Schneidermuskel ist der längste aller Muskeln des Körpers. Er entspringt vom vorderen oberen Darmbeinstachel, und geht spiralig um den Schenkel, indem er die an der Vorderfläche des Schenkels befindlichen Längsmuskeln kreuzt. Weiter bildet er die Grenze zwischen dem vierköpfigen Streck- und der Gruppe der Anzieher, zieht am inneren Oberschenkelknorren hinab, wendet sich am inneren Knorren des Schienbeins nach vorne, und endet am Schienbeinstachel.

Alle diese Muskeln beugen also den Unterschenkel gegen den Oberschenkel oder umgekehrt.

Der Schneidermuskel dreht zudem bei gebeugtem Knie den Unterschenkel nach innen (Einwärtsrollung). Dagegen schlägt der Muskel nicht das eine Bein über das andere, wie es der Schneider thut — führt also den ihm beigelegten Namen zu Unrecht (Fig. 272).

Streckung.

B. Streckung.

Vierköpfiger
Streckmuskel
des Schenkels.

Ein einziger mächtiger Muskel, an der Vorderseite des Schenkels gelegen, bewirkt die Streckung im Kniegelenk: der vierköpfige Streckmuskel des Beines. Er setzt sich zusammen aus vier Muskeln oder Köpfen. Drei davon sind bei muskulösen Beinen äußerlich unter der Haut deutlich erkennbar:

1. der gerade Schenkelmuskel oder gerade lange Kopf. Ursprung: mit starker Sehne vom vorderen unteren Darmbeinstachel;

2. der äußere Kopf oder äußere große Schenkelmuskel. Ursprung: äußere Leiste der Oberschenkelkante;

3. der innere Kopf oder innere große Schenkelmuskel. Ursprung: innere Oberschenkelkante, mit seiner Fleischmasse um den Knochen herumgreifend;

4. zwischen diesen, durch den geraden äußeren Kopf verdeckt, liegt der mittlere Kopf oder innere äußere Schenkelmuskel, von der Vorderfläche des Oberschenkels entspringend.

2 und 3 liegen als große Fleischwülste zu beiden Seiten von 1, der innere, 2 bis 3 Finger breit, tiefer als der äußere.

Ansatz: Der Muskel endet mit seinen vier mächtigen Köpfen an einer gemeinsamen starken Sehne am oberen Rand der Kniescheibe, geht dann in das Kniescheibenband über (an dessen Innenfläche die Kniescheibe anhängt) und endet damit am Schienbeinhöcker.

Unter dem Kniescheibenband liegt am Schienbeinhöcker ein (auch äußerlich in der Form der Knieegend sich bemerkbar machender) Schleimbeutel. Derselbe entzündet sich leicht bei häufigem anhaltenden Knien und schwillt dann an (House-maids-Knie in Folge vom Bohren der Fußböden im Knien).

Rollung.

C. Rollung.

Kniekehlen-
muskel.

Für die Rollung des Unterschenkels ausschließlich ist nur der kleine Kniekehlenmuskel thätig. Er geht vom äußeren Oberschenkelknorren zum Schienbein in der Kniekehle unter der Wade.

Sonst bewirken die Rollung des Unterschenkels (bei gebeugtem Knie) folgende Muskeln:

Schneider-		Muskel: drehen die Fußspitze nach einwärts.
Schlanfer		
Halbsehniger		
Halbhäutiger		
Zweiköpfiger Beuger:		dreht die Fußspitze nach auswärts.

Die Rollbewegungen erfolgen seitens der Beugemuskeln jedoch nur dann, wenn diese Muskeln einseitig und nicht gleichzeitig wirken. Undernfalls heben sich ihre Rollbewegungen nach außen oder innen gegenseitig auf, und es bleibt lediglich die Beugebewegung übrig.

§ 102. Muskeln, welche die Fußgelenke bewegen.

A. Vordere Gruppe (3 Muskeln) (Fig. 276):

1. Der vordere Schienbeinmuskel.

Ursprung: Äußere Hälfte des Schienbeins. Die rundliche Sehne des Muskels geht von dem Schienbeinknöchel zum inneren Fußrand.

Ansatz: Erstes Keilbein und Grundteil des ersten Mittelfußknochens.

Wirkung: Beugen des Fußes gegen den Unterschenkel; Drehung des Fußes um seine Achse, so daß der innere Fußrand nach oben sieht, und die Fußspitze sich etwas nach innen begiebt.

2. Der lange Streckter des Großzehs. Derselbe geht von der inneren Wadenbeinfläche zum zweiten Glied des Großzehs. — Die Sehne des Muskels springt auf dem Fußrücken nach dem Großzeh hin stark vor.

3. Der lange gemeinschaftliche Streckter der Zehen.

Ursprung: Oberes Ende von Schien- und Wadenbein. An die Sehnen treten noch weit hinab Muskelbündel.

Ansatz: Die Sehne geht unter einer besonderen Bandschlinge (dem Schleuderband), welche verhindert, daß bei Einwärtsführung des Fußes das Sehnenbündel nach innen rutscht, zum Fußrücken, und weicht hier in vier Sehnen, die zum 2. bis 5. Zeh gehen, auseinander. Dieselben heben sich außen am Fußrücken deutlich ab. Von der Sehne des Kleinzeh geht als fünfte Sehne ein Sehnenstreife zur Rückenfläche des fünften Mittelfußknochens.

Wirkung: Streckter der Zehen; Beuger des Fußes nach dem Fußrücken.

B. Äußere Gruppe (2 Muskeln):

1. Der lange | Wadenbein=

2. Der kurze | muskel.

Ursprung: Obere $\frac{2}{3}$ des Wadenbeins. Der lange Wadenbeinmuskel liegt oberflächlicher.

Bewegung der Fußgelenke.

Vorderer Schienbeinmuskel.

Langer Streckter des Großzehs.

Langer gemeinschaftlicher Streckter.

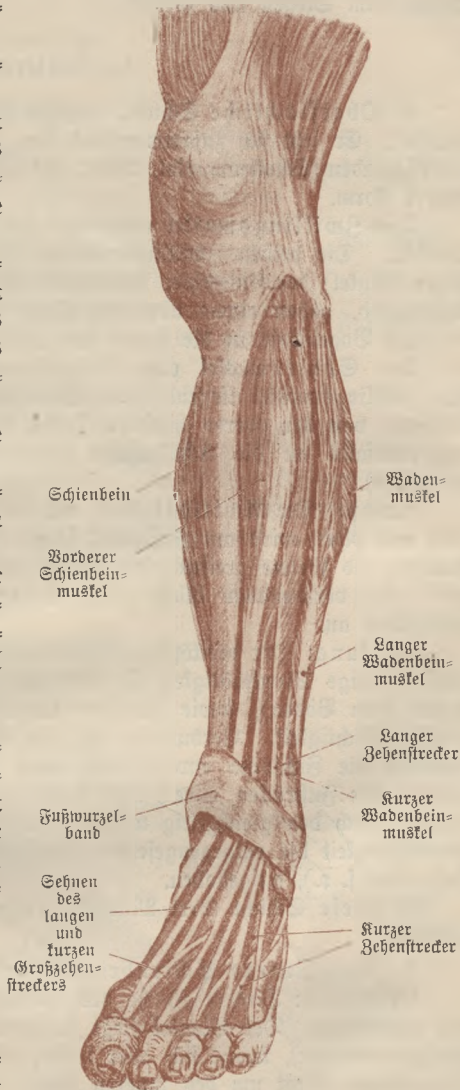


Fig. 276. Muskeln des Unterschenkels.

Ansatz: Die platten Sehnen der beiden Muskeln liegen am unteren Teil des Wadenbeins aufeinander, und biegen in einer Furche am äußern Knöchel nach vorn und unten um. Hier geht die Sehne des kurzen Wadenbeinmuskels zum Höcker des fünften Mittelfußknochens, die des langen durch eine Furche des Würfelbeins unter die Sohle und schräg hinüber zum inneren Fußrand, wo sie am ersten Mittelfußknochen sich ansetzt.

Wirkung: Die beiden Wadenbeinmuskeln strecken den Fuß (Biegung nach der Fußsohle), senken den Innenrand des Fußes, und wenden die Fußsohle etwas nach außen. Namentlich stemmt der lange Wadenbeinmuskel das vordere Ende des Innenrands des Fußes (Großzehballen) mit großer Kraft fest abwärts gegen den Boden beim Stehen und Gehen.

C. Hintere Gruppe.

Dreiköpfiger
Waden-
muskel.

a) Oberflächliche Schicht. Dieselbe wird gebildet vom dreiköpfigen Wadenmuskel. Er setzt sich zusammen aus dem Zwillingsmuskel der Wade und dem darunterliegenden Schollenmuskel, bildet das dicke Fleisch der Wade, und giebt dieser die äußere Form.

Der Zwillingsmuskel entspringt hinten über den beiden Knorren des Oberschenkels. Die beiden Zwillingsmuskeln bilden hier die untere Begrenzung (unterer spitzer Winkel) der Kniekehle. Die beiden Köpfe, an muskulösen Schenkeln sich kräftig abzeichnend, gehen etwas über der Mitte des Unterschenkels mit einer halbmondförmigen Bogenlinie in die breite und platte Achillessehne über.

Der Sohlenmuskel oder Schollenmuskel, von platter Form, bildet, unter dem Zwillingsmuskel liegend, das tiefe dicke Fleisch der Wade. Er nimmt seinen Ursprung von der oberen hinteren Hälfte des Wadenbeins wie des Schienbeins und geht ebenfalls an die Achillessehne (daher als dritter Kopf des Wadenmuskels zu betrachten).

Ansatz: Die Achillessehne, mit die stärkste Sehne des Körpers, am Beginn breit und platt, wird am Fußgelenk schmaler und dicker. Hier kann man zwischen Knochen und Sehne greifen: die Stelle, wo Thetis ihren Sohn Achilles festhielt, und dieser verwundbar blieb. Die Sehne setzt sich an die hintere Rauigkeit des Fußhöckers an.

Wirkung: Der dreiköpfige Wadenmuskel streckt den Fuß gegen den Unterschenkel. Diese kräftige Streckthätigkeit ist für das Gehen, Laufen, Springen (Abstoßen des Fußes vom Boden), sowie für das Erheben des Körpers auf die Fußspitze von höchster Wichtigkeit. Verbunden mit der Streckung wird durch die Thätigkeit des Muskels die Fußspitze etwas nach innen gedreht, der innere Fußrand etwas gehoben, der Fußrücken etwas nach außen gedreht. Letztere begleitende Bewegungen werden durch den gleichzeitig wirkenden langen Wadenmuskel, der neben seiner Streckthätigkeit die entgegengesetzten Begleitbewegungen macht (Senkung des innern Fußrandes s. o.), aufgehoben.

b) Tiefe Schicht (drei Muskeln, entsprechend den drei Muskeln der vorderen Gruppe).

Hintere
Schienbein-
muskel.

1. Der hintere Schienbeinmuskel.

Ursprung: Hintere Fläche des Schienbeins und Zwischenhaut zwischen Schien- und Wadenbein. Der Muskel liegt zwischen den folgenden (langer Behen- und langer Großzehenbeuger), kreuzt sich aber hinter dem unteren Schienbeinende mit dem langen Behenbeuger, biegt um den inneren Knöchel vorn um, und nimmt seinen

Ansatz am inneren Fußrand: Kahnbein und erstes Keilbein (Fig. 277).

Wirkung: Strecker des Fußes; Heber des inneren Fußrandes mit gleichzeitiger Einwärtsführung der Fußspitze. Dadurch erzielt der Muskel diejenige Bewegung, welche wir machen, um einen Gegenstand mit beiden Füßen zu umklammern. Der hintere Schienbeinmuskel wird daher besonders in Thätigkeit gesetzt beim Klettern an der Stange oder am Tau zum Kletterschluß der Füße.

2. Der lange Großzehenbeuger, ein kräftiger Muskel.

Ursprung: Wadenbein.

Ansatz: Die Sehne geht hinter dem Sprungbein und unter dem Gefims des Fersenbeins zur Fußsohle und zum Großzeh.

3. Der lange (gemeinschaftliche) Zehenbeuger.

Ursprung: Schienbein.

Ansatz: in der Fußsohle zum 2. bis 5. Zeh.

Langer
Großzehen-
beuger.

Langer
Zehenbeuger.

Übersicht.

- a) im Sprunggelenk ist nur möglich: $\left. \begin{array}{l} 1. \text{ Hebung (Beugung) } \\ 2. \text{ Senkung (Streckung) } \end{array} \right\}$ des Fußes.
- b) im Fußwurzelgelenk: 1. Einwärtsführung der Fußspitze
mit: $\left. \begin{array}{l} \text{Hebung des inneren} \\ \text{Senkung des äußeren} \end{array} \right\}$ Fußrandes.
2. Auswärtsführung der Fußspitze
mit: $\left. \begin{array}{l} \text{Hebung des äußeren} \\ \text{Senkung des inneren} \end{array} \right\}$ Fußrandes.

Übersicht der
für die Fuß-
bewegung
thätigen
Muskeln.

Muskeln für a. 1.

Heber des Fußes: Der vordere Schienbeinmuskel;
Der lange Zehen- } Strecker.
Der lange Großzehen- }

a.2. Senker oder Strecker des Fußes: Der dreiköpfige Wadenmuskel;
Der hintere Schienbeinmuskel;
Der lange Wadenmuskel;
Der lange Zehen- } Beuger.
Der lange Großzehen- }

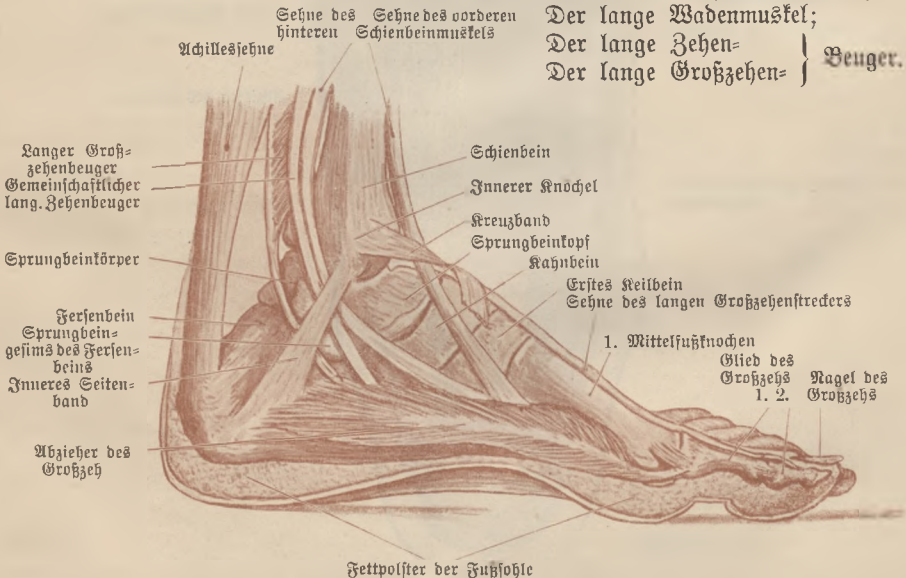


Fig. 277. Sehnen und Muskeln der Innenseite des Fußes.

- b. 1. Auswärtswender: Der lange | Wadenbeinmuskel;
 Der kurze |
 Der lange Zehenstrecker mittels der fünften Sehne, die zum äußern Fußrande geht.
- b. 2. Einwärtswender: Der vordere und besonders der hintere } Schienbeinmuskel;
 Der lange Zehenbeuger.

Kurze Muskeln am Fuße.

§ 103. Kurze Muskeln am Fuße. (Fig. 277 u. 278.)

A. Auf dem Fußrücken (s. Fig. 276):

1. Der kurze Zehen=
 2. Der kurze Großzehen=
- } Strecker.



Fig. 278. Muskeln der Fußsohle.

Ursprung: Obere Fläche des Ferfenbeinfortsatzes.

Ansatz an die Strecksehnen der langen Strecker.

B. In der Fußsohle (Fig. 278). Die Muskeln der Fußsohle bilden drei in ^{Muskeln der} der Richtung von hinten nach vorn zu den Zehen verlaufende Wülste. _{Fußsohle.}

Innerer Handwulst: 1. Abzieher des Großzehs;
2. Kleiner Beuger des Großzehs.

Ursprung: Unterfläche des Ferfenbeins.

Außerer Handwulst: 3. Abzieher
4. Kleiner Beuger } des Kleinzehs.

Mittlerer Handwulst: 5. Kurzer Zehenbeuger.

Mit drei Bäuchen vom Ferfenbein zu den mittleren (zweiten bis vierten) Zehen gehend. Die Sehnen sind gabelig geteilt, die Sehnen des langen Beugers gehen durch dieselben hindurch (wie an der Hand).

Außerdem finden sich an den Sehnen der langen Beuger vier Regenwurm- oder Spulmuskeln und drei äußere, sowie vier innere Zwischenknochenmuskeln zwischen den Mittelfußknochen, ähnlich wie an der Hand.

Dagegen fehlen, im Gegensatz zur Hand, Muskeln, welche den Groß- oder Kleinzeh in Gegenstellung zu den andern Zehen bringen könnten.

Die Sohlenmuskeln spannen das Fußgewölbe, wie eine Sehne den Bogen, und halten der gesamten Körperlast, welche das Fußgewölbe zu verflachen strebt, das Gleichgewicht. Hierbei werden die Muskeln unterstützt durch die Widerstandskraft der außerordentlich starken sehnigen Häute oder Bänder an der Fußsohle.



KOLEKCJA
SWF UJ

A.

323

Biblioteka GI. AWF w Krakowie



1800053044