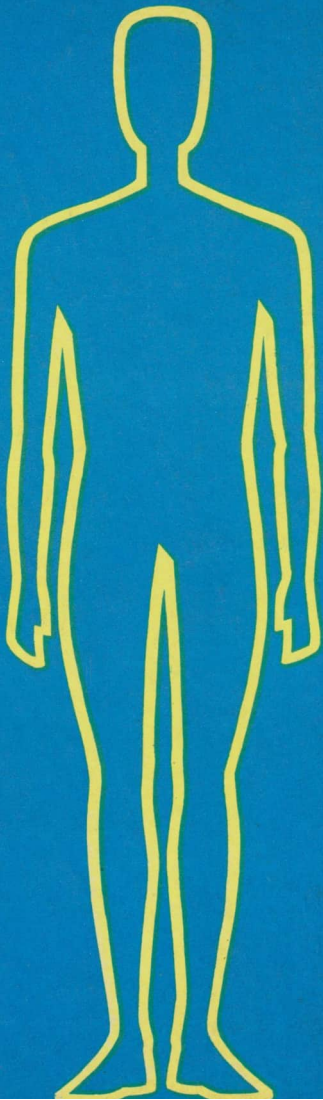


DER MENSCH



SPEERWURF



WEITSPRUNG



HOCHSPRUNG



LAUF



DER MENSCH

EIN LEHRBUCH FÜR DEN BIOLOGIEUNTERRICHT

Mit 117 Abbildungen im Text
und 4 Farbtafeln



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

1967

Das Lehrbuch wurde von Dr. H.-G. Gießmann verfaßt.
An der Bearbeitung wirkten viele erfahrene Lehrer und
Wissenschaftler mit.

Vom Ministerium für Volksbildung der Deutschen
Demokratischen Republik als Lehrbuch für die
allgemeinbildende polytechnische Oberschule bestätigt.

Ausgabe 1959

9., unveränderte Auflage

Redaktionsschluß: 10. August 1967

Umschlag: Günther Klaus

Vorsatz: Günther Klaus (Darstellung der Muskelschlingen nach
der Arbeit von Dr. med. habil. Kurt Tittel „Beschreibende
und funktionelle Anatomie des Menschen“)
Ausstattung: Atelier Volk und Wissen Berlin

ES · 11 H · Bestell-Nr. 01 08 04-9 · Preis 2,—
Lizenz Nr. 203 · 1000/67 (UN)

Satz: VEB Leipziger Druckhaus, Leipzig (III/18/203)
Druck: (140) Druckerei Neues Deutschland, Berlin
(Fotomechanischer Nachdruck)

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	5	Die Blutgerinnung	53
Der Aufbau des menschlichen Körpers...	6	Abwehrfunktionen des Blutes	54
Die Zellen	6	Blutbildung und Blutabbau	55
Die Gewebe	7	Das Kreislaufsystem	56
Die Organe und Organsysteme	11	Das Herz	56
Das Stütz- und Bewegungssystem.....	13	Die Blutgefäße	58
Der Aufbau des einzelnen Knochens...	14	Die Lymphgefäße	60
Die Gelenke	15	Die Ausscheidung	62
Das Knochensystem (Skelett) und die Muskeln	17	Die Haut	63
Der Stoffwechsel	32	Besondere Bildungen der Haut	63
Der Energiebedarf des Körpers	32	Die Pflege der Haut	65
Die Ernährung	33	Beispiele für das Zusammenwirken verschiedener Organsysteme	65
Die Nährstoffe	33	Aufnahme und Transport der Nährstoffe.....	66
Die Mineralstoffe	34	Der Stoffwechsel des Muskels	67
Die Vitamine.....	34	Die Temperaturregulation	68
Zubereitung und Aufbewahrung der Nahrung.....	37	Die Sinnesorgane	70
Die Genußmittel	39	Die Reizaufnahme beim Menschen	70
Das Verdauungssystem	40	Das Auge	71
Verdauungsvorgänge im Mund	41	Das Ohr	78
Das Schlucken und der Transport in den Magen.....	42	Die Nase	82
Verdauungsvorgänge im Magen.....	43	Die Zunge	82
Verdauungsvorgänge im Darm	44	Die Rezeptoren der Haut	83
Regeln für eine richtige Ernährung....	46	Die Regulationssysteme	86
Die Atmung	47	Das hormonale System	87
Die Atemwege.....	48	Das Nervensystem	90
Die Lungen	50	Das Nervensystem des Menschen	91
Das Blutssystem	51	Die Fortpflanzung des Menschen	100
Der Transport von Stoffen	52	Die Entwicklung des Menschen	103

Hygiene	108	Die Abstammung der Menschen	122
Die Seuchenhygiene	110		
Die persönliche Hygiene	116		
Die allgemeine Hygiene	118	Anhang	
Arbeitsschutz und Arbeitshygiene	118		
Die Sozialhygiene	121	Erste Hilfe	129

Abbildungsnachweis

Farbtafeln

Franz Frank-René, Berlin (Farbtafel gegenüber S. 48, 49, 64, 65).

Fotos

Herbert Blunck, Berlin (Abb. 97 Mitte und rechts); DEWAG-Foto-Werkstätten, Berlin, aufgenommen im Zoologischen Institut der Humboldt-Universität, Berlin (Abb. 9, 10); aus History of Technology, Oxford 1955 (Abb. 99 links); Landesmuseum für Vorgeschichte, Halle (Abb. 104); Löbbecke Museum, Düsseldorf (Abb. 103 links); Presse-Foto Eckebrecht, Berlin (Abb. 97 links); The Old Stone Age, London 1958 (Abb. 102, 103 rechts, 105 unten); aus Urania, 1955, H. 12 (Abb. 100 oben), H. 4 (Abb. 105 rechts); Weinert, Ursprung der Menschheit (Abb. 98 links); Weinert, Stammesentwicklung des Menschen (Abb. 98 rechts); Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin (Abb. 96).

Zeichnungen

H. Baderschneider und E. Graf, Berlin (Abb. 72); Dr. Wolfgang Crome, Berlin (Abb. 37); Deutsches Hygiene-Museum, Dresden, Tafel Nr. 2035 (Abb. 67); Kurt Dornbusch, Leipzig (Abb. 69); Franz Frank-René, Berlin (Abb. 1 rechts, 5, 6, 11, 12, 14 bis 16, 18 bis 20, 22, 24 bis 27, 29, 30, 32 bis 34, 36, 39, 42, 45, 46, 48 bis 47, 59 bis 62, 77, 80 bis 82, 84 bis 86, 91 bis 95, 106, 107, 112, 114, 115, 117 rechts); aus Giesler, Abstammungs- und Rassenkunde des Menschen (Abb. 103 Mitte, 105 links); aus Grahmann, Urgeschichte der Menschheit (Abb. 99 rechts, 100 unten); Kurt Herschel, Holzhausen bei Leipzig (Abb. 2 bis 4, 7, 8, 13, 17, 21, 23, 28, 31, 35, 38, 40, 41, 43, 44, 47, 58, 63 bis 68, 70, 71, 73 bis 76, 78, 79, 83, 88 bis 90); Bernhard Kluge, Berlin (Abb. 108 bis 111, 116, 117 links); Elena Panzig, Berlin (Abb. 1 links); Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin (Abb. 113).

Einleitung

Von allen Lebewesen verdient der Mensch unsere größte Aufmerksamkeit. Wenn wir wissen, wie unser Körper gebaut ist und wie er seine Lebensfunktionen ausübt, was ihm nützt und was ihm schadet, können wir unser Leben so einrichten, daß wir gesund und leistungsfähig bleiben.

Doch wir werden noch etwas anderes erfahren: So sehr der Mensch auch in seinen körperlichen Merkmalen den anderen Säugern, vor allem den Menschenaffen, ähnelt, so grundsätzlich unterscheidet er sich andererseits doch von ihnen. Der Mensch ist das höchstentwickelte Lebewesen. Namentlich zwei Merkmale sind es, die ihn auszeichnen und von allen anderen Organismen biologisch deutlich abgrenzen: die aufrechte Körperhaltung, die seine vorderen Gliedmaßen für die Arbeit frei macht, und die besondere Ausbildung des Gehirns, die ihm als einzigem Lebewesen die Sprache und das Denken ermöglicht. Diese beiden Tatsachen waren die biologischen Voraussetzungen für alles, was der Mensch im Laufe seiner Geschichte vollbracht hat.

Der Mensch ist zum Herrn der Natur geworden. Er ist in ihre Geheimnisse eingedrungen und hat gelernt, die Kräfte der Natur zu nutzen. Dadurch kann er vielen Gefahren begegnen, denen seine Vorfahren hilflos gegenüberstanden. Das Wissen um die Gesetzmäßigkeit der Natur gestattet ihm, die Natur nach seinen Bedürfnissen zu verändern.

Trotz aller Besonderheiten ist der menschliche Körper der Körper eines Wirbeltiers, und die meisten Leistungen des menschlichen Organismus entsprechen denen der Tiere. Deshalb finden wir beim menschlichen Organismus vieles wieder, was wir schon bei anderen Lebewesen kennengelernt haben. Umgekehrt können wir am Menschen vieles kennenlernen, was auch für andere Lebewesen gilt.

Es gibt mehrere Wissenschaften, die den menschlichen Organismus erforschen. Vor allem sind das die Anatomie und die Physiologie.

Die Anatomie untersucht den Aufbau des Körpers und seiner Organe, die Physiologie die Lebensprozesse, die im Organismus ablaufen.

Die anatomische und die physiologische Forschung gelten dem gesunden Körper und seinen Funktionen. Demgegenüber beschäftigt sich die Medizin besonders mit krankhaften Veränderungen des menschlichen Organismus sowie mit ihrer Heilung und mit der Vorbeugung gegen Krankheiten. Die Hygiene untersucht, wie die Lebensbedingungen auf den Menschen einwirken, und gibt Hinweise für eine gesunde Lebensweise.

Der Aufbau des menschlichen Körpers

Die Zellen

Die einzelligen Lebewesen bestehen aus den gleichen Bestandteilen wie die Zellen der mehrzelligen Organismen: aus Zellplasma und Zellkern. Dazu kommen bei Tieren eine Zellmembran, bei Pflanzen eine Zellwand, die den Zellkörper mehr oder weniger deutlich nach außen abgrenzen, und eine Reihe von besonderen Bildungen, bei Pflanzen beispielsweise Chlorophyllkörper (Abb. 1). Die Tatsache, daß alle Lebewesen aus Zellen aufgebaut sind, zeugt von ihrer gemeinsamen Abstammung.

Beim Einzeller werden vom Zellkörper alle Lebensfunktionen ausgeführt: zum Beispiel Stoffwechsel, Fortpflanzung und Bewegung. Beim Mehrzeller dagegen teilen sich die Zellen gewissermaßen die Arbeit. Da jede Zelle nur eine bestimmte Leistung übernimmt, wird sie dieser Funktion entsprechend einseitig ausgebildet (Abb. 2).

Die Arbeitsteilung hat sich im Verlaufe der Stammesgeschichte allmählich vollzogen. Wir können diese Entwicklung auch noch beim Vergleich verschiedener Gruppen lebender Organismen verfolgen. Im vergangenen Schuljahr haben wir sie bei den Algen kennengelernt.

Durch die einseitige Ausbildung der Zellen im Gefolge der Arbeitsteilung entstehen Gruppen von gleichartig ausgebildeten Zellen, sie werden als **Gewebe** bezeichnet.

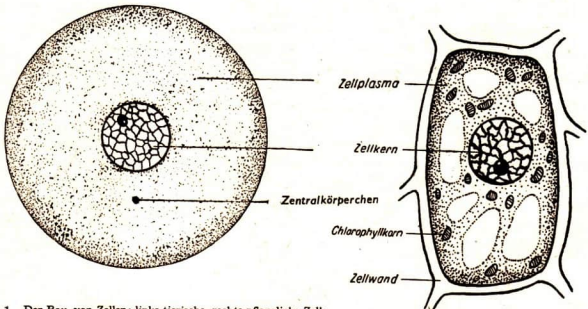


Abb. 1 Der Bau von Zellen; links tierische, rechts pflanzliche Zelle

Die Gewebe

Im tierischen und im menschlichen Körper unterscheiden wir vier Gewebearten:

Deckgewebe
Binde- und Stützgewebe
Muskelgewebe
Nervengewebe

Das Deckgewebe

Das Deckgewebe überzieht als zusammenhängende ein- oder mehrschichtige Decke die Oberfläche unseres Körpers und seiner inneren Organe. Außerdem kleidet es die Körperhöhlen aus. Es gibt verschiedene Formen des Deckgewebes (Abb. 3).

Aus dem Deckgewebe haben sich als besondere Organe die Drüsen entwickelt. Sie bilden Stoffe, die sie nach außen, in Körperhöhlen oder ins Blut absondern. Die Absonderungen der Drüsen werden mit einem Fremdwort als Sekrete, die Drüsentätigkeit wird als Sekretion bezeichnet. Drüsen mit einem Ausführungsgang nach außen oder in Körperhöhlen (z. B. Schweißdrüsen und Speicheldrüsen) heißen Drüsen mit äußerer Absonderung oder äußerer Sekretion (Abb. 4); Drüsen, deren Absonderungen direkt ins Blut gelangen, bezeichnen wir als Drüsen mit innerer Absonderung oder innerer Sekretion.

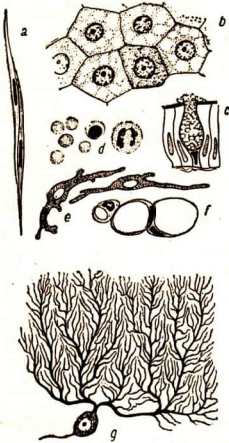


Abb. 2 Verschiedene Formen von tierischen Zellen (etwa 300fach vergr.) a Zwei glatte Muskelzellen, b Leberzellen, c Zellen aus der Darmwand, d Blutzellen, e Zellen mit Farbstoffkörperchen (Pigmentzellen), f Fettzellen, g Nervenzelle aus dem Kleinhirn

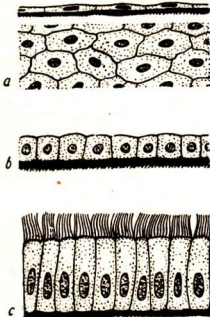


Abb. 3 Verschiedene Formen des Deckgewebes (etwa 500fach vergr.) a Deckgewebe mit plattenförmigen Zellen, Querschnitt (oben) und Aufsicht (darunter), b Deckgewebe mit pflasterförmigen Zellen, c Deckgewebe mit Flimmerzellen, d mehrschichtiges Deckgewebe



Abb. 4 Schema einer Speicheldrüse

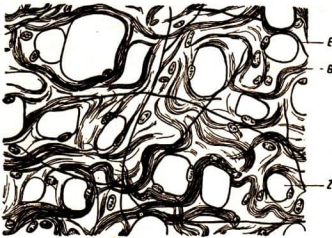


Abb. 5 Bindegewebe (280fach vergr.)
B Bindegewebsfaser, E elastische Faser, Z Zelle

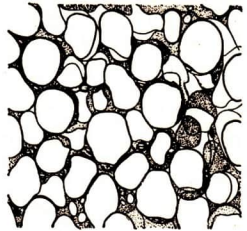


Abb. 6 Fettgewebe (etwa 300fach vergr.)

Das Binde- und Stützgewebe

Die wichtigsten Formen des Binde- und Stützgewebes sind das eigentliche Bindegewebe, das Fettgewebe, das Knorpelgewebe und das Knorpelgewebe.

Eigentliches Bindegewebe. Im gesamten Organismus finden wir Bindegewebe. Es verbindet die Organe mit ihrer Umgebung und festigt ihre innere und äußere Form. Als lockeres Bindegewebe ist es in allen Organen vorhanden (Abb. 5).

Die Bedeutung des lockeren Bindegewebes erkennen wir deutlich an einem Stück Rindfleisch (Muskel), das lange gekocht wurde. Die Fasern des Bindegewebes sind durch das Kochen weitgehend zerstört worden; der Muskel läßt sich leicht zerteilen, weil die Hüllen fehlen.

Die Sehnen, Bänder und Gelenkkapseln unseres Körpers bestehen aus straffen Bindegewebe, das sehr zugfest ist.

Fettgewebe. Die Zellen des Fettgewebes sind umgestaltete Bindegewebszellen, die Fett speichern. Es liegt als großer Tropfen im Zelleib und drängt Zellplasma

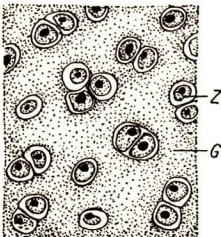


Abb. 7 Knorpelgewebe (etwa 200fach vergr.)
G Grundsubstanz, Z Knorpelzelle

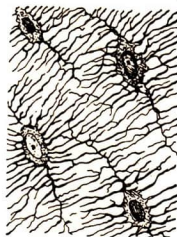


Abb. 8 Knochenzellen
(500fach vergr.)

und drängt Zellplasma und Zellkern an die Zellwand (Abb. 6). Das Fettgewebe dient nicht nur als Speicherorgan für den Reservenernährungsfaktor Fett, es kann auch empfindliche Organe, beispielsweise das Auge und die Niere, vor mechanischen Schädigungen schützen.

Das Fettgewebe unter der Haut hat noch eine andere Funktion: Da Fett ein guter Isolator

ist, vermindert es die Wärmeverluste des Körpers.

Knorpelgewebe. Das Knorpelgewebe befindet sich vor allem im Stützgerüst der Nase und der Ohrmuschel, im Kehlkopf und in der Luftröhre mit ihren Verzweigungen, im Knorpel der Rippen, in den Zwischenwirbelscheiben und auf den Gelenkflächen der Knochen (Abb. 7). Es dient in der Hauptsache als elastische Stütze oder elastische Verbindung.

Knochengewebe. Das Knochengewebe (Abb. 8) besteht vorwiegend aus Knochenzellen und Bindegewebsfasern, in die Salze, hauptsächlich Kalziumphosphat $[Ca_3(PO_4)_2]$, eingelagert sind. Die Salze sind die anorganischen Bestandteile, das Knochengewebe bildet die organischen Bestandteile des Knochens. Durch das Zusammenwirken der Bindegewebsfasern mit den Kalziumsalzen erhält der Knochen eine große Druck- und Zugfestigkeit und ist außerdem etwas elastisch.

Beim Ausglühen werden die organischen Bestandteile des Knochens zerstört. Der so veränderte Knochen besitzt noch seine ursprüngliche Form, ist jedoch brüchig und spröde, weil er nur noch aus den anorganischen Stoffen besteht (Abb. 9 u. 10).

Durch Säuren (z. B. Salzsäure) können die Salze aus dem Knochen herausgelöst werden. Er verliert dadurch seine Härte und Druckfestigkeit, wird weich und biegsam. Seine Zugfestigkeit aber bleibt erhalten, weil der organische Stoff übrigbleibt.

Knorpelgewebe tritt schon bei einigen wirbellosen Tieren auf. Bei den einfachsten Wirbeltieren, zum Beispiel den Haien, besteht das gesamte Skelett aus Knorpel. Knochengewebe dagegen finden wir nur bei den höher entwickelten Fischen und den übrigen Wirbeltieren.

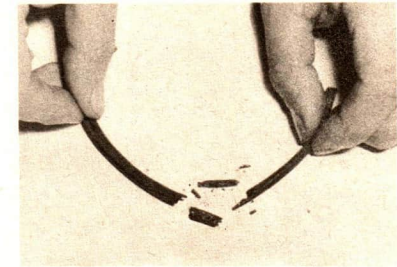


Abb. 9 Ausgeglühter Knochen bei Belastung

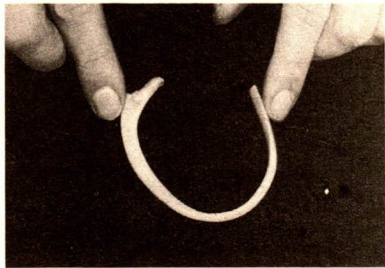


Abb. 10 Entkalkter Knochen bei Belastung

Das Muskelgewebe

Bei allen Lebewesen können wir aktive Bewegungen beobachten (Plasmabewegungen bei den Amöben; Flimmerbewegungen bei den Pantoffeltierchen). Bei den höher entwickelten Tieren und beim Menschen sind bestimmte Zellen darauf spe-



Abb. 11 Quergestreifte Muskulatur
K Kern, Mf Muskelfaser



Abb. 12 Glatte Muskulatur (etwa 200fach vergr.)
K Kern, Mf Muskelfaser

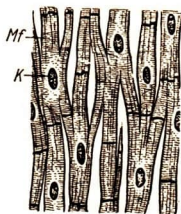


Abb. 13 Herzmuskulatur (etwa 300fach vergr.)
K Kern, Mf Muskelfaser

zialisiert, die Bewegungen des Körpers auszuführen. In diesen Zellen, den Muskelzellen, befinden sich feine Plasmafäden, die sich zusammenziehen können

Muskelgewebe finden wir in fast allen Organen des Körpers. Das Muskelgewebe der Skelettmuskulatur zeigt im mikroskopischen Bild eine regelmäßige Querstreifung (Abb. 11), die dem Muskelgewebe des Darms und anderer innerer Organe fehlt. Wir unterscheiden danach quergestreifte und glatte Muskulatur.

Die glatte Muskulatur besteht aus länglichen, spindelförmigen Zellen mit einem mittelständigen Kern (Abb. 12). Wir können ihre Tätigkeit mit unserem Willen nicht unmittelbar beeinflussen; wir können zum Beispiel nicht plötzlich die Tätigkeit der Muskelzellen in der Darmwand einstellen. Die glatten Muskelzellen bewegen sich nur langsam; unter normalen Verhältnissen ermüden sie nicht.

Bei der quergestreiften Muskulatur lassen sich keine Muskelzellen erkennen (Abb. 11). Sie besteht aus mehrkernigen Muskelfasern. Die einzelnen Muskelfasern werden durch lockeres Bindegewebe zu kleineren oder größeren Muskelfaserbündeln vereinigt (s. S. 8).

Die quergestreifte Muskulatur wird auch als Skelettmuskulatur bezeichnet, da sie vor allem mit dem Skelett in Verbindung steht und die Knochen bewegt. Sie ermöglicht die aktiven, dem Willen unterworfenen Bewegungen. Ihre Plasmafäden können sich rascher zusammenziehen als die Plasmafäden der glatten Muskulatur.

Die Herzmuskulatur ist ebenfalls quergestreift, doch weicht ihr Aufbau von dem der Skelettmuskulatur ab; sie nimmt eine Zwischenstellung zwischen der glatten und der quergestreiften Muskulatur ein (Abb. 13), die auch in der Funktion zum Ausdruck kommt. Ihre einzelnen Muskelfasern sind netzförmig miteinander verbunden. Die Herzmuskulatur kann von unserem Willen nicht unmittelbar beeinflusst werden.

Das Nervengewebe

Das Nervengewebe stellt die Verbindung zwischen den einzelnen Teilen des Körpers her und leitet Erregungen von einem Organ zum anderen (s. S. 90). Neben den eigentlichen Nervenzellen (s. Abb. 80, S. 92) enthält es noch Zellen, die ähnliche Aufgaben haben wie das Bindegewebe.

Die Gewebe haben sich auf bestimmte Funktionen spezialisiert und führen deshalb nicht mehr alle Funktionen aus. Bei den Nervenzellen hat die Spezialisierung dazu geführt, daß sich die Zellen nur in der frühen Entwicklung lebhaft teilen. Bald nach der Geburt des Menschen erlischt ihre Fähigkeit zur Zellteilung weitgehend. Die Neubildung von Nervenzellen ist dann nur noch selten. Zerstörte Nervenzellen können daher auch nicht ersetzt werden.

Die Organe und Organsysteme

Im Verlauf der stammesgeschichtlichen Entwicklung kam es zur Zusammenfassung verschiedener Zellen und Gewebe, die gemeinsam eine Funktion ausüben; es entstanden die **Organe**.

Am Aufbau der verschiedenen Organe sind die einzelnen Gewebe unterschiedlich beteiligt. So bestehen das Herz überwiegend aus Muskelgewebe, die Knochen hauptsächlich aus Knochengewebe. Bindegewebe und Nervengewebe finden wir in allen Organen (Abb. 14).

Jedes Organ führt bestimmte Funktionen aus, doch arbeitet keines für sich allein. Immer wirken mehrere Organe gemeinsam. Die Verdauungsvorgänge zum Beispiel laufen durch das Zusammenwirken mehrerer Organe ab, die wir als Verdauungsorgane bezeichnen. Zu ihnen gehören nicht nur der Magen und der Darm, sondern auch die Mundhöhle, die Speiseröhre und eine Reihe von Drüsen mit äußerer Sekretion, beispielsweise die Leber. Alle Organe, die an einer Funktion des Organismus beteiligt sind, bilden ein **Organsystem**. Wir unterscheiden folgende Organsysteme:

Stütz- und Bewegungssystem
Verdauungssystem
Blutsystem
Kreislaufsystem
Ausscheidungssystem
Hautsystem

Sinnesorgane
Regulationssystem
(mit dem System der
Hormondrüsen und dem
Nervensystem)
System der Fortpflanzungsorgane

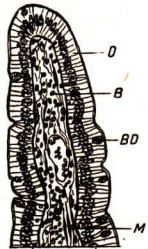


Abb. 14 Dünndarmzotte im Längsschnitt (40fach vergr.)

B Bindegewebe, BD becherförmige Drüsenzelle, D Zelle des Deckgewebes, M Muskelzelle (glatte Muskulatur)

Die Funktionen der verschiedenen Organsysteme sind nicht streng voneinander geschieden. Für die Arbeit des Verdauungssystems sind beispielsweise Nervensystem und Kreislaufsystem von Bedeutung. Das Nervensystem steuert die Verdauungsvorgänge, und das Kreislaufsystem transportiert die verdauten Nahrungsstoffe zu anderen Organen. Die Organsysteme arbeiten

nicht isoliert; erst durch das Zusammenwirken aller Organsysteme vollzieht sich das normale Leben des Körpers.

Der Organismus ist ein Ganzes, das nur dann voll leistungsfähig ist, wenn alle seine Teile miteinander arbeiten. Ist eine Körperfunktion gestört, so sind auch die anderen in ihrem Ablauf behindert. Aber wie wir im Betrieb eine Maschine besonders gut kennenlernen, wenn wir mit der Untersuchung des Baus und der Wirkungsweise ihrer Einzelteile beginnen, so können wir uns auch vom menschlichen Organismus nur dann ein klares Bild verschaffen, wenn wir die Organe und ihre Funktionen erst einmal einzeln betrachten. Daß sie alle miteinander ein einheitliches Ganzes darstellen, wollen wir aber dabei nie vergessen.

Wenn also in den folgenden Abschnitten vom Bau und von der Funktion des menschlichen Körpers gesprochen wird, so darf niemals außer acht gelassen werden, daß jedes Gewebe, jedes Organ und auch jedes Organsystem als Teil des gesamten Organismus zu verstehen ist.

Aufgaben und Fragen

1. Stelle in einer Tabelle die Merkmale der Pflanzenzelle und die Merkmale der Tierzelle gegenüber!
2. Worin zeigt sich die Einheit im Bau von Pflanze, Tier und Mensch?
3. Untersuche das Fleisch eines Schlachttiers! Benutze dazu die Lupe! Koche das Fleisch! Untersuche das gekochte Fleisch! Vergleiche den Zustand der Muskelhüllen vor und nach dem Kochen!
4. Untersuche die Sehnen eines Schlachttiers (z. B. an den Läufen von Geflügel)! Versuche ihre Funktion festzustellen! Zerzupfe sie!
5. Wo kannst du an deinem Körper unter der Haut Sehnen feststellen?
9. Untersuche die Wirbelsäule von Fischen, die in Essig eingelegt sind (z. B. Delikateßhering)! Vergleiche sie mit der Wirbelsäule eines frisch gefangenen Fisches! Begründe den Unterschied!
7. Betätige verschiedene Muskeln deines Körpers! Wie verändern sich die Muskeln bei der Bewegung der Gliedmaßen?
8. Nenne verschiedene Organe deines Körpers! Bezeichne ihre Lage!
9. Nenne die Organsysteme des menschlichen Körpers! Nenne die Organe, die zu den einzelnen Systemen gehören! Kennzeichne ihre Lage!

Das Stütz- und Bewegungssystem

Bei einfach gebauten kleineren Organismen, etwa bei einem Strudelwurm, umgibt eine Haut die weichen inneren Organe und hält sie zusammen. Größere Tiere besitzen festere, aus Haut und Muskeln bestehende Umhüllungen. Wir kennen sie vom Regenwurm und von den Schnecken. In mehreren Gruppen des Tierreichs, vor allem bei den größeren Tieren auf dem Lande, treten besondere Stützorgane aus festen, harten Stoffen auf. Die Stützorgane umschließen den Körper entweder von außen oder liegen im Innern des Organismus. Stützorgane, die den Körper von außen umschließen, kennen wir vom Panzer des Krebses, von der Chitinhülle der Insekten und der anderen Gliederfüßer. Solche Stützorgane werden als **Außenskelette** bezeichnet.

Außenskelette haben eine Reihe von Nachteilen. Unter anderem behindert das Skelett das Wachstum (Häuten der Krebse u. a.) und beschränkt die Verbindung zwischen Organismus und Umwelt (Aufnahme von Reizen, Gasaustausch, Temperatúrausgleich usw.). Weitaus größere Möglichkeiten als ein Außenskelett bietet ein Stützsystem im Körperinnern, wie es das Skelett der Wirbeltiere darstellt. Ein solches **Innenskelett** in einfacher Form besitzen die Fische. Im Verlaufe der Höherentwicklung der Wirbeltiere vervollkommen sich das Skelett besonders durch Veränderung des Gliedmaßen skeletts.

Die Bewegungen der Tiere und des Menschen kommen durch das Zusammenwirken von Knochen und Muskeln zustande. Nach welchem Prinzip das geschieht, zeigt die Abbildung 18 auf Seite 16.

Die Knochen des Menschen und die der Wirbeltiere besitzen eine recht große Festigkeit gegenüber Zug und Druck. Die Ursache dafür liegt in der Zusammensetzung der Knochen aus organischer Substanz (Zugfestigkeit) und anorganischen Stoffen (Druckfestigkeit; s. S. 9).

Festigkeit verschiedener Stoffe

Stoff	Zugfestigkeit (in kp/mm ²)	Druckfestigkeit (in kp/mm ²)
Gußeisen	13	78
einfacher, nicht legierter Stahl	40,9	22
Messing	12,4	110
Holz in Richtung der Fasern	6,5	4,8
Ziegelstein	—	0,6
Knorpel der Rippen	0,17	1,57
Knochen in Längsrichtung	9,25 bis 12,41	12,56 bis 16,80
Knochen quer	4,8	8,0

Das Verhältnis zwischen den organischen und den anorganischen Grundbestandteilen des Knochens ändert sich mit dem Lebensalter des Menschen. Damit ändern sich selbstverständlich auch die Eigenschaften der Knochen. Bei Kindern enthalten

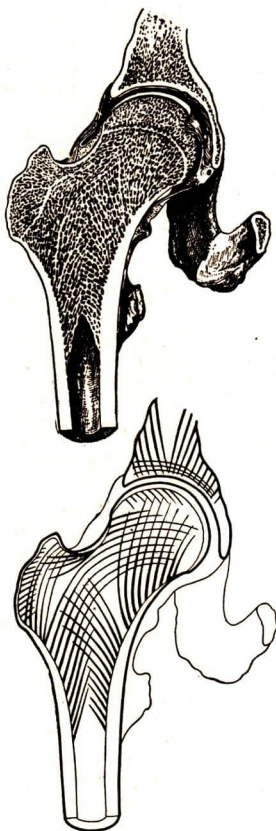


Abb.15 Balkchenstruktur im Hüftgelenk (oben) und Belastungslinie im Hüftgelenk (schematische Darstellung)

sie viel organische und wenig anorganische Bestandteile. Darum brechen sie nicht so leicht wie bei älteren Menschen. Ist der Kalziumgehalt, also der Anteil der anorganischen Stoffe, jedoch zu gering, so können sie sich bei zu großer Belastung verbiegen (O-Beine). Bei älteren Menschen nimmt der Anteil der Salze zu. Dadurch werden die Knochen spröde, brechen leichter und verheilen schlechter.

Der Aufbau des einzelnen Knochens

Die hohe Druck- und Zugfestigkeit des Knochengewebes, also die günstigen stofflichen Eigenschaften, sind nicht der einzige Grund für die Leistungsfähigkeit unseres Stützsystems. Der Schnitt durch einen Knochen zeigt, daß die Knochensubstanz entsprechend dem Verlauf der tatsächlichen Belastung auf Druck und Zug in Form von **Knochenbälkchen** angeordnet ist (Abb. 15). Der Bau des Knochens entspricht demnach einer Gitterkonstruktion, wie sie beim Bau von Brücken und Türmen angewendet wird, weil sie die günstigste Anordnung des Materials darstellt.

Lange, stark belastete Knochen haben die Form eines Rohres (Röhrenknochen) mit einer recht festen, kompakten Außenschicht und einem Hohlraum (Abb. 16). In den Hohlräumen der Knochen, auch zwischen den Bälkchen, liegt das Knochenmark, in dem sich blutbildende und fett-speichernde Gewebe befinden.

Die Bälkchenstruktur des Knochens entwickelt und verändert sich während des gesamten Lebens. Nach einem Knochenbruch zum Beispiel wird nicht nur in der Knochenwunde neue Knochenmasse gebildet. Da sich in dem verheilten Knochen die Linien der Belastung ändern, entstehen auch in den nicht verletzten Teilen des Knochens neue Knochenbälkchen, während alte abgebaut werden (Abb. 16).

Die Röhrenknochen, vor allem die langen Knochen unserer Beine und Arme, können außerordentlich starke Belastungen aushalten.

Belastungsgrenze verschiedener Knochen des menschlichen Körpers

Schlüsselbein	190 kg
Speiche	335 kg
Elle	235 kg
Oberschenkelknochen	740 kg
Wadenbein	66 kg
Schienbein	1000 kg

Einige Knochen sind entsprechend ihrer besonderen Aufgabe etwas anders gebaut als die Röhrenknochen. Hierzu gehören vor allem die Knochen des Gehirnschädels, die das empfindliche Gehirn wie eine Kapsel umschließen (Deckknochen).

Jeder Knochen ist von einer Haut, der Knochenhaut, umhüllt (Abb. 17). Sie ist eine besonders ausgebildete Bindegewebsschicht, die zahlreiche Nerven und Blutgefäße enthält. Die Knochenhaut dient vor allem der Ernährung des Knochens. Wenn die Knochenhaut zerstört ist, stirbt der Knochen ab.

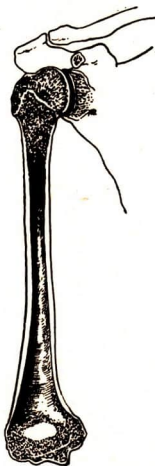
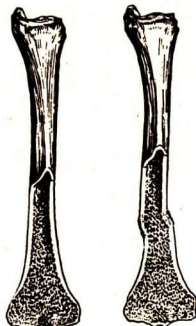


Abb. 16 Röhrenknochen. Links: Längsschnitt durch den Oberarmknochen; Mitte und rechts: Anordnung der Knochenbälkchen im Schienbein vor dem Bruch und nach schief verheiltem Bruch



Die Gelenke

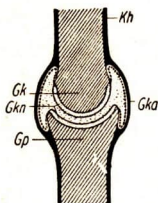


Abb. 17 Schema eines Gelenks, Gk Gelenkkopf, Gka Gelenkkapsel, Gkn Gelenkknorpel, Gp Gelenkpfanne, Kh Knochenhaut

Nur wenige Knochen sind starr miteinander verbunden, zwischen den meisten liegen Gelenke. Zu einem Gelenk gehören die beiden Knochen, die in ihm aufeinanderstoßen, und eine Kapsel, die das Gelenk umhüllt (Abb. 17). Vor einem Zerreißen der gelenkigen Verbindung schützen Bänder, die über das Gelenk hinweg von einem Knochen zum anderen ziehen.

Die Bewegungen in dem Gelenk werden durch Muskeln ermöglicht, die ebenfalls die beiden Knochen über das Gelenk hinweg miteinander verbinden. Welche Bedeutung die Muskeln für die Bewegung haben, können wir an uns selbst feststellen. An der Vorderseite des Oberarms können wir den Armbeuger tasten. Winkelt man den Unterarm an, so wird dieser Muskel dicker und härter. Was ist geschehen? Unserem Willen entsprechend haben sich die

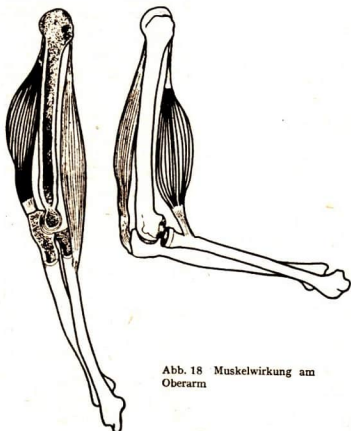


Abb. 18 Muskelwirkung am Oberarm

einzelnen Muskelfasern des Armbeugers und damit der ganze Muskel zusammengezogen, sind also kürzer und dicker geworden. Dadurch ist ein Zug auf den Unterarm ausgeübt worden. Da zur selben Zeit die Spannung in dem Muskel an der Rückseite des Oberarms, dem Armstrecker, nachgelassen hat, konnte der Unterarm nachgeben und gebeugt werden. Wollen wir den Arm wieder strecken, so erschlafft der Armbeuger, während sich nunmehr der Armstrecker zusammenzieht und den Unterarm in die gestreckte Stellung führt. Eine einfache „Bewegungseinheit“ besteht also aus zwei Knochen, einem Gelenk und zwei Muskeln (Abb. 18). Da die beiden Muskeln einander entgegenwirken, bezeichnet man sie als Gegenspieler.

Entsprechend den Aufgaben ist die Form der Gelenke im Organismus sehr unterschiedlich. Wir können

aber einige Grundformen unterscheiden (Abb. 19).

Das **Scharniergelenk** läßt wie ein Scharnier nur Bewegungen um eine Achse zu; ein Beispiel sind die Fingergelenke.

Beim **Eigelenk** (Ellipsoidgelenk) ist eine Bewegung um zwei Achsen möglich; ein solches Gelenk liegt zwischen den Handwurzelknochen und den Unterarmknochen.

Das **Kugelgelenk** läßt Bewegungen um die drei Achsen des Raumes zu, bietet also mehr Bewegungsmöglichkeiten als alle anderen Gelenkformen. Ein Beispiel ist das Schultergelenk.

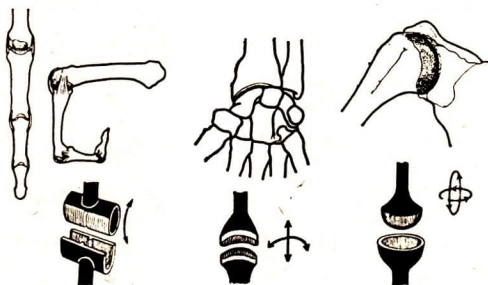


Abb. 19 Gelenkformen;
links Scharniergelenk,
Mitte Eigelenk,
rechts Kugelgelenk
Die Pfeile geben die Bewegungsrichtung an.

Schließlich ist noch eine Verbindung zwischen Knochen zu erwähnen, die zwar kein Gelenk ist, aber eine Beweglichkeit zwischen ihnen zuläßt. Es sind **Knorpelbrücken**, die biegsam und elastisch sind. Solche Knorpelverbindungen bestehen beispielsweise zwischen den Rippen und dem Brustbein sowie zwischen den Wirbeln der Wirbelsäule (Zwischenwirbelscheiben, Abb. 31).

Das Knochensystem (Skelett) und die Muskeln

Am Knochensystem des Menschen, an seinem Skelett, lassen sich die Knochen des **Stammes** und die Knochen der **Gliedmaßen** unterscheiden. Zum Stammskelett, das auch als Achsenskelett bezeichnet wird, gehören der Schädel, die Wirbelsäule und der Brustkorb (Rippen und Brustbein). Das Gliedmaßenskelett besteht aus den Gliedmaßenknochen und aus den Knochen des Schulter- und des Beckengürtels. Schulter- und Beckengürtel stellen die Verbindung der Gliedmaßen mit dem Stamm her (Abb. 20).

Die Knochen des Kopfes

Am knöchernen Schädel unterscheiden wir zwei Teile: den Hirnschädel und den Gesichtsschädel. Der Hirnschädel umgibt und schützt den oberen Abschnitt des Zentralnervensystems, das Gehirn. Der Gesichtsschädel ist der Sitz wichtiger Sinnesorgane und umschließt den Anfangsteil des Verdauungs- und des Atmungssystems (Abb. 21).

Der **Hirnschädel** bildet eine Kapsel; er kann unterteilt werden in das Schädeldach und die Schädelbasis. Die Schädelkapsel besteht aus mehreren platten Knochen, die durch die sogenannten Nähte un-

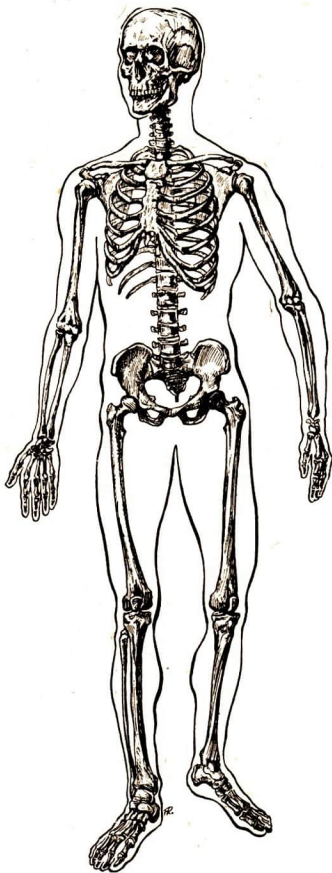


Abb. 20 Das Knochensystem des Menschen

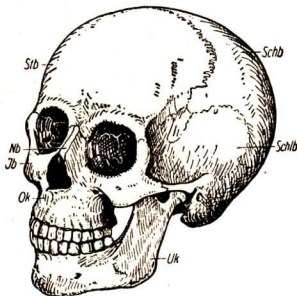


Abb. 21 Hirnschädel und Gesichtsschädel
Jb Jochbein, Nb Nasenbein, Ok Oberkieferbein,
Schb Scheitelbein, Schlb Schläfenbein, Sfb Stirnbein,
Uk Unterkiefer

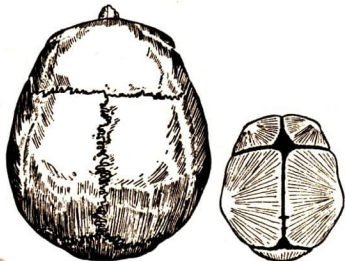


Abb. 22 Schädel eines Erwachsenen und eines Neugeborenen, von oben gesehen

beweglich miteinander verbunden sind. Die feste Vereinigung der Schädelknochen in diesen Nähten erfolgt jedoch erst nach dem zwanzigsten Lebensjahr, wenn das Wachstum des Gehirns und des Schädels abgeschlossen ist. Vorher liegt in den Nähten zwischen den Knochen eine dünne Bindegewebsschicht. Beim Schädel des Säuglings klaffen die Nähte sogar recht weit auseinander (Abb. 22).

Durch eine Reihe von Öffnungen in der Schädelbasis ziehen Nerven und Blutgefäße, durch die größte Öffnung, das Hinterhauptloch, führt das Rückenmark (Abb. 23).

Im **Gesichtsschädel** liegen zwischen der Stirn und dem Oberkiefer die beiden Augenhöhlen. Dazwischen erhebt sich der Nasenrücken, der zum Teil knöchern, nach vorn zu knorplig ist.

Der Oberkiefer besteht aus vier Knochen, dem rechten und dem linken Oberkieferknochen und den beiden Zwischenkieferknochen (Abb. 28). Die Zwischenkieferknochen tragen bei allen Säugern die Schneidezähne. Während sie bei fast allen auch am Schädel des erwachsenen Tieres noch deutlich zu

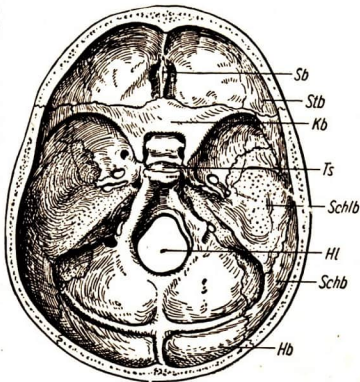


Abb. 23 Schädelbasis
Hb Hinterhauptbein, Hl Hinterhauptloch, Kb Keilbein,
Schb Scheitelbein, Schlb Schläfenbein, Sb Siebbein, Stb Stirnbein,
Ts Türkensattel

sehen sind, verwachsen sie beim Menschen schon sehr frühzeitig. Sie sind nur bei menschlichen Keimlingen und bei kleinen Kindern nachzuweisen. Beim Schimpansen entsprechen die Verhältnisse denen des Menschen, bei den anderen Menschenaffen sind sie ähnlich.

Früher wurde das Fehlen der Zwischenkieferknochen als eins der Merkmale angesehen, die den Menschen vom Tier unterscheiden. Der deutsche Dichter und Naturforscher GOETHE entdeckte jedoch, daß auch der Mensch Zwischenkieferknochen besitzt.

Die Oberkieferknochen und die Zwischenkieferknochen bilden den Oberkiefer, den harten Gaumen und die äußere Nasenwand. Sie tragen die obere Zahnreihe. Die untere Zahnreihe liegt im Unterkiefer, dem einzigen beweglichen Knochen des Kopfes.

Das Gelenk zwischen dem Unterkiefer und dem Oberkiefer läßt nicht nur die Scharnierbewegung beim Öffnen und Schließen des Mundes zu, sondern erlaubt auch eine seitliche Verschiebung des Unterkiefers und eine Verschiebung nach vorn und zurück. Diese Bewegungen lassen sich bei fressenden Tieren gut beobachten. Nagetiere verschieben den Unterkiefer vor allem nach vorn und hinten, Wiederkäuer nach den Seiten.

Einige Schädelknochen tragen große Luftkammern. Dadurch werden diese Knochen wesentlich leichter. Die Knochenhöhlen stehen alle mit den Nasenhöhlen in Verbindung. Wir bezeichnen sie deshalb auch als die Nebenhöhlen der Nase. Die wichtigsten sind die Keilbeinhöhle, die Stirnhöhle, die Kieferhöhlen und die Siebbeinhöhlen (Abb. 24).



Abb. 24 Schädel von vorn. An der linken Schädelseite sind Stirnhöhle und Kieferhöhle geöffnet.

Das Gebiß

Die Zähne bestehen aus der **Wurzel** und der **Krone**; die Wurzel liegt in einer Höhle des Kiefers, die Krone überragt das Zahnfleisch (Abb. 25). Die Zähne bestehen aus einem knochenähnlichen Stoff, dem **Zahnbein**, der im Bereich der Krone

noch von einer sehr harten und auch sehr spröden Schicht aus **Zahnschmelz** umkleidet ist. Der Zahnschmelz ist der härteste Stoff unseres Körpers. Die Zähne haben eine ein-, zwei- oder auch dreiteilige Wurzel. In jeder Wurzel ist ein kleiner Kanal vorhanden, der das **Zahnmark** – Blutgefäße, einen Nerv und Bindegewebe – enthält (Abb. 25).

Die häufigste Krankheit unserer Zähne ist die **Zahnfäule** oder Karies (Abb. 26). Zu Beginn einer Erkrankung treten kleinere Löcher im Zahn auf, die vom Zahnarzt ohne weiteres schmerzlos

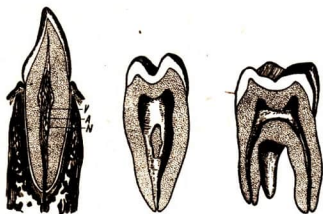


Abb. 25 Schneidezahn, Vormahlzahn und Mahlzahn
V Vene, A Arterie, N Nerv

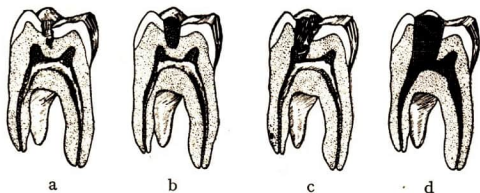


Abb. 26 Von Karies befallene Zähne
a kleine Karieshöhle,
b Füllung, c große Karieshöhle, d Wurzelfüllung



Abb. 27 Gebiß eines Nagetiers (Ratte); Nagezähne schwarz

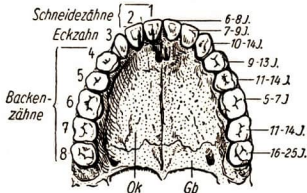
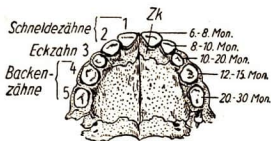


Abb. 28 Gebiß des Menschen; oben Milchgebiß, unten bleibendes Gebiß
Gb Gaumenbein, Ok Oberkieferknochen, Zk Zwischenkieferknochen

und auch dauerhaft verschlossen werden können. Versäumt man diesen kleinen Eingriff, so erkrankt der Zahn stärker, und auch das Zahnmark wird angegriffen. Es muß dann entfernt werden, der Wurzelkanal wird mit einem Zahnzement gefüllt. Dieser Zahn ist dann tot.

Im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung hat sich auch das Gebiß vervollkommen. Ursprüngliche Gebisse, zum Beispiel die der Haie, sind noch nicht spezialisiert. Die Zähne dienen nur zum Fassen und Abbeißen von Nahrungsbrocken.

Die Gebisse der Säugetiere sind meist einer bestimmten Ernährungsweise sehr stark angepaßt. Das Gebiß der Nagetiere ist durch je zwei lange, scharfe Schneidezähne (Nagezähne) im Oberkiefer und im Unterkiefer gekennzeichnet (Abb. 27). Da den Nagetieren, etwa den Mäusen, die Eckzähne und die Vornahlzähne fehlen, sind die Nagezähne durch eine große Lücke von den Backenzähnen getrennt. Sie können vorzüglich als Nagewerkzeuge arbeiten. Die Schneidezähne nutzen sich beim Nagen stark ab; sie besitzen keine Wurzeln und wachsen zeitlebens nach.

Pflanzenfresser, wie die Wiederkäuer, haben Backenzähne mit großen, breiten Kauflächen im Oberkiefer. Statt der Schneide- und oft der Eckzähne besitzen sie im Oberkiefer nur eine Platte aus Hornhaut. Ein vollständiges Gebiß haben wir beim Schwein,

einem Allesfresser, kennengelernt. Der unterschiedlichen Nahrung entsprechend besteht sein Gebiß aus Schneidezähnen, Eckzähnen und Backenzähnen.

Auch der Mensch nimmt verschiedenartige Nahrung zu sich. Sein Gebiß ist dementsprechend nicht besonders spezialisiert, also im biologischen Sinne das Gebiß

eines Allesfressers. Der Mensch besitzt meißelförmige Schneidezähne und spitze Eckzähne zum Abbeißen sowie höckrige Mahlzähne (Backenzähne) zum Zerkleinern der Nahrungsbrocken.

Im Verlauf unseres Lebens bekommen wir zweimal Zähne: in der Zeit vom sechsten Lebensmonat bis zum dritten Lebensjahr das **Milchgebiß** und vom siebenten Lebensjahr an das bleibende Gebiß. Das Milchgebiß besteht aus 20 Zähnen: in Ober- und Unterkiefer sitzen auf jeder Seite je zwei Schneidezähne, ein Eckzahn und zwei Mahlzähne (Abb. 28).

Mit dem siebenten Lebensjahr beginnt der **Zahnwechsel**. Die kleinen Milchzähne werden ausgestoßen und durch größere, bleibende Zähne ersetzt. In Abbildung 28 sind die Zeiten angegeben, wann etwa die Zähne des bleibenden Gebisses auftreten. Der erwachsene Mensch besitzt 32 Zähne, in jedem Kiefer auf jeder Seite zwei Schneidezähne, einen Eckzahn, zwei Vormahlzähne und drei Mahlzähne. Vormahlzähne und Mahlzähne zusammen werden auch als Backenzähne bezeichnet. Den hintersten Backenzahn nennt man Weisheitszahn. Er bricht im allgemeinen zwischen dem 16. und dem 25. Lebensjahr, manchmal auch gar nicht durch.

Jedes Organ kann durch Training gekräftigt werden. Das gilt auch für das Gebiß. Durch das Kauen von festem Brot (Vollkornbrot, Knäckebrot), rohen Mohrrüben, Äpfeln u. a. wird das Zahnfleisch massiert und infolgedessen besser durchblutet. Auf diese Weise wird das Gebiß gekräftigt.

Die Muskulatur des Kopfes

Die Muskeln des Kopfes können wir in zwei Gruppen einteilen: die Gesichtsmuskulatur, die Kaumuskulatur und die Zungen- und Schlundmuskulatur.

Die **Gesichtsmuskulatur**, auch mimische Muskulatur genannt, bewegt nicht Knochen, sondern Hautabschnitte. Bei vielen Tieren ist die Hautmuskulatur weit über den Körper verbreitet und stark ausgeprägt. Wenn Pferde oder Rinder Fliegen abwehren, läßt sich das gut beobachten. Der Mensch besitzt Hautmuskeln nur am Kopf und an den vorderen Halsabschnitten (Abb. 29).

Nicht nur die Hautmuskulatur am Körper, auch einige Gesichtsmuskeln haben sich im Laufe der menschlichen Stammesgeschichte stark rückgebildet. Sie haben keine Bedeutung mehr, sind meist nur als spärliche Reste vorhanden und können nicht betätigt werden. Das gilt beispielsweise für die Muskeln zur Bewegung der Kopfschwarte und der Ohrmuskeln. Andere, wie der Schließmuskel des Auges und die Muskeln des Mundes, die für die Lautbildung beim Sprechen große Bedeutung haben, sind sehr gut entwickelt



Abb. 29 Gesichtsmuskulatur

Die **Kaumuskulatur** dient der Bewegung des Unterkiefers. Ihre wichtigsten Anteile sind der Schläfenmuskel, der von der Schläfe unter dem Jochbogen hindurch zum Unterkiefer führt, und der sehr kräftige Kaumuskel, der vom Jochbogen zum unteren Unterkieferrand zieht (Abb. 29). Beide Muskeln heben den Unterkiefer an. Dabei können sie einen sehr hohen Kaudruck zwischen den Zähnen hervorrufen; zwischen den Schneidezähnen kann er bis 60 at erreichen.

Zur **Zungenmuskulatur** rechnen wir alle Muskeln zwischen der Zunge, dem Unterkiefer und dem Zungenbein, einem kleinen, hufeisenförmigen Knochen des Halses, der mit keinem anderen Knochen verbunden ist (Abb. 53). Diese Muskulatur dient der Mundhöhle als Boden; sie ermöglicht die Bewegung der Zunge beim Kauen, beim Schlucken und beim Sprechen sowie das Öffnen des Mundes durch Herabziehen des Unterkiefers.

Die **Schlundmuskulatur** setzt an der Schädelbasis an und umgreift die Rachenhöhle; sie dient der Bewegung des Gaumensegels und ermöglicht vor allem das Schlucken.

Knochen und Muskeln des Halses und des Rumpfes

Zum Rumpf gehören die Knochen und Muskeln des Körpers mit Ausnahme des Schulter- und Beckengürtels, die zum Gliedmaßenskelett zählen.

Durch den gesamten Rumpf zieht als feste, dabei aber bewegliche und federnde Stütze die **Wirbelsäule** (Abb. 30). Sie besteht aus 7 Halswirbeln, 12 Brustwirbeln, 5 Lendenwirbeln, 5 Kreuzbeinwirbeln und 3 bis 5 Steißbeinwirbeln. Während die oberen 24 Wirbel das ganze Leben hindurch gelenkig miteinander verbunden bleiben, sind die 5 Kreuzbeinwirbel zum Kreuzbein verwachsen.

Der einzelne **Wirbel** besteht aus dem Wirbelkörper und dem Wirbelbogen, von dem mehrere Fortsätze ausgehen (Abb. 31). Zwischen den Wirbelkörpern liegen Zwischenwirbelscheiben aus Knorpel.

In dem Kanal, den die Wirbel bilden, liegt gut geschützt das Rückenmark (Abb. 81).

Beim Vergleich der menschlichen Wirbelsäule mit der Wirbelsäule anderer Säuger fallen die Halswirbel besonders auf. Alle Säuger haben von ihren gemeinsamen Vorfahren sieben Halswirbel übernommen. Als die Wale im Verlauf der Stammesgeschichte Fischgestalt annahmen, bildeten sich ihre sieben Halswirbel zu flachen Knochen-scheiben zurück. Die Halswirbel der Vorfahren unserer Giraffe dagegen vergrößerten sich stark. Die Giraffe hat in ihrem langen Hals auch nur sieben Wirbel; diese sind aber außerordentlich lang gestreckt.

Zwei der Halswirbel sind besonders ausgebildet: der **Atlas** als Träger des Kopfes und der **Dreher**, der die Drehbewegungen des Kopfes ermöglicht (Abb. 31).

Die Wirbelsäule ruht auf dem Becken und trägt auf ihrem oberen Ende den Kopf. Sie zeigt mehrere Krümmungen. Die unterste liegt



Abb. 30
Die Wirbelsäule

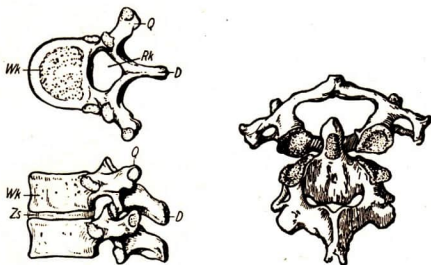


Abb. 31 Links: Wirbel von oben und von der Seite gesehen D Dornfortsatz, Q Querfortsatz, RA Rückenmarkskanal, Wk Wirbelkörper, Zs Zwischenwirbelscheibe
Rechts: Atlas und Dreher. Der Atlas ist vorn angehoben, damit die Gelenkflächen zu sehen sind.

im Beckenteil und hat keine wesentliche Bedeutung (Abb. 30). Darüber beginnt die Lendenkrümmung, sie ist in Verbindung mit der Entwicklung des aufrechten Ganges entstanden und kommt deshalb nur beim Menschen vor. Die folgende Krümmung im Bereich der Brustwirbelsäule ist nach hinten gerichtet und die Halskrümmung nach vorn. Die Halskrümmung ergibt sich aus der Haltung des Kopfes beim Gang auf zwei Beinen (Abb. 32).

Beim Säugling ist die Wirbelsäule noch gestreckt. Die Krümmungen bilden sich erst im Laufe der Entwicklung des Kindes aus (Abb. 33).

Durch eine sehr kräftig ausgebildete Muskelgruppe, den **Rückenstrecker**, wird die S-förmige Krümmung der Wirbelsäule aufrechterhalten, die Wirbelsäule nach hinten gestreckt und der Kopf nach

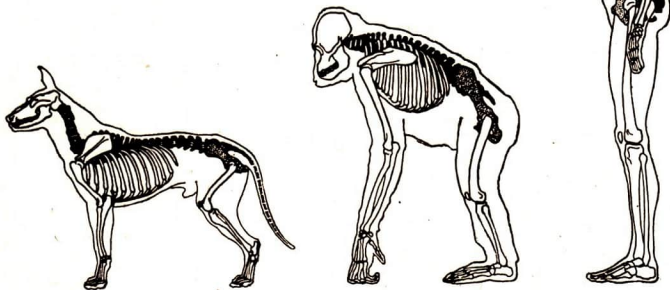


Abb. 32 Stellung von Wirbelsäule und Becken bei Hund, Affe (Schimpanse) und Mensch. Wirbelsäule schwarz, Becken punktiert

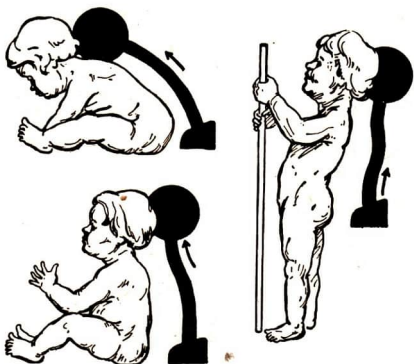


Abb. 33 Entwicklung der Wirbelsäulenbiegungen beim Kleinkind

hinten gezogen. Dieser Muskel ist also wichtig für die gute aufrechte Haltung des Körpers.

Der Gegenspieler des Rückenstreckers ist die **vordere Rumpfmuskulatur**, die die Wirbelsäule nach vorn biegt (Abb. 34). Wir unterteilen sie in drei Gruppen: die Halsmuskulatur, die vor allem die Bewegung des Kopfes bewirkt, die Zwischenrippenmuskulatur, die eine wichtige Aufgabe bei den Atembewegungen der Rippen hat, und schließlich die Bauchmuskulatur, die nicht nur auf die Beugung der Wirbelsäule einen Einfluß hat, sondern auch einen Druck auf die Eingeweide ausüben kann (Bauchpresse). Die Funktion der Bauchpresse ist beispielsweise auch für die Atmung wichtig (s. Abschnitt Atmung).

Die Organe des Brustraumes werden vom **Brustkorb** umschlossen und geschützt. Er besteht aus 12 Paar langen, gebogenen Knochen, den **Rippen**, die durch Gelenke mit den Brustwirbeln verbunden sind. Vorn sind 10 Paar Rippen über eine Knorpelbrücke mit dem Brustbein elastisch verbunden, während die letzten zwei Paar frei in der Muskulatur enden (Abb. 20).



Abb. 34 Muskelsystem des Menschen

Die unteren Gliedmaßen

Die Wirbelsäule ist in ihrem unteren Teil, dem Kreuzbein, mit den anderen Beckenknochen durch starke Bänder eng verbunden, so daß sie fest auf dem **Becken** ruht (Abb. 35). Über die Beckenknochen wird das Gewicht des Körpers auf die unteren Gliedmaßen übertragen. Der Mensch hat auf jeder Seite drei miteinander verwachsene Beckenknochen. Der größte von ihnen ist das Darmbein, auf dessen flacher Schaufel ein großer Teil der Baueingeweide ruht.

Die unteren Gliedmaßen bestehen aus dem Oberschenkelknochen, den beiden Unterschenkelknochen und den Fußknochen.

Durch das **Hüftgelenk** ist der Oberschenkelknochen mit dem Becken verbunden (Abb. 35). Das Verbindungsstück zwischen Gelenkkopf und Oberschenkelknochen wird als Oberschenkelhals bezeichnet. Er kann vor allem bei älteren Menschen, deren Knochen spröde sind, leicht brechen.

Das Hüftgelenk ist ein Kugelgelenk. Die sehr festen Bänder schränken jedoch die Bewegungsfähigkeit dieses Gelenks sehr ein. Durch Übung können die Bänder etwas gedehnt werden, so daß auch stärkere Bewegungen, beispielsweise Spakat, möglich sind.

Der wichtigste Muskel des Hüftgelenks ist der Gesäßmuskel, der das Hüftgelenk streckt und dadurch das längere Stehen und Gehen ermöglicht. Bei den vierfüßigen Tieren wird er weit weniger beansprucht und ist deshalb wesentlich schwächer entwickelt. Sein Gegenspieler ist der Beuger, der auf der Vorderseite der Lendenwirbelsäule ansetzt und vorn über das Hüftgelenk hinwegzieht.

Der Oberschenkelknochen ist mit dem Schienbein des Unterschenkels durch ein Scharniergelenk, das **Kniegelenk**, verbunden. Es ist das größte Gelenk des Körpers, seine Verletzung ist sehr gefährlich. Das Kniegelenk wird durch eine kleine Knochenplatte, die Kniescheibe, geschützt.

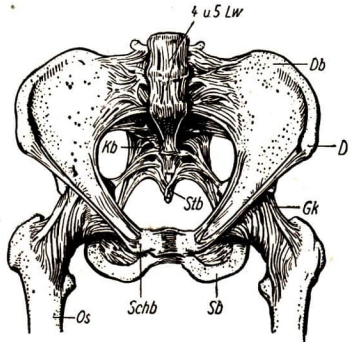


Abb. 35 Becken, Vorderansicht

D Darmbeinstachel, Db Darmbein, Gk Gelenkkapsel, Kb Kreuzbein, 4 u. 5 LW 4. und 5. Lendenwirbel, Os Oberschenkelknochen, Sb Sitzbein, Schb Schambein, Stb Steißbein

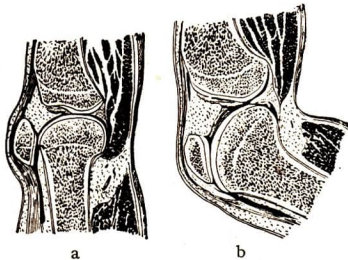


Abb. 36 Kniegelenk a gestreckt, b gebeugt

Sie liegt in der Sehne des über das Kniegelenk hinwegziehenden Kniestrecker-muskels (Abb. 36).

Die Beugung im Kniegelenk erfolgt durch zwei Muskeln, deren Sehnen auf der Rückseite des Kniegelenks auf beiden Seiten gut zu tasten sind. Zwischen ihnen liegt eine Vertiefung, die Kniekehle.

Im Unterschenkel liegen das Schienbein und das Wadenbein. Während sich das Schienbein unmittelbar unter der Haut befindet, liegt das Wadenbein tief in der Wadenmuskulatur. Sein oberes Ende kann dicht unterhalb des Kniegelenks getastet werden. Sein unteres Ende ist der äußere Knöchel. Das Wadenbein ist an beiden Enden durch Bänder fest mit dem Schienbein verbunden.

Nach unten bilden Schienbein und Wadenbein gemeinsam eine Gelenkpfanne, in der ein Fußwurzelknochen als Gelenkkopf liegt.

Der Beugemuskel des **Knöchelgelenks** ist der kräftige Wadenmuskel. Der Streck-muskel liegt vorn außen neben der Schienbeinkante. Die starke Sehne des Beuge-muskels (die Achillessehne) ist an der Ferse angeheftet. Die Sehne des Streckmuskels führt vorn über das Knöchelgelenk hinweg. Die Achillessehne und der Wadenmuskel sind deutlich durch die Haut hindurch zu tasten.

Der Mensch setzt den Fuß in seiner ganzen Länge auf; er ist ein Sohlengänger. Das Aufsetzen des ganzen Fußes ist die ursprüngliche Fortbewegungsform der Land-wirbeltiere. Wir finden sie bereits bei den Lurchen und Kriechtieren.

Der **Fuß** des Menschen ist nicht besonders spezialisiert, seine Knochen sind aber fester miteinander verbunden als beispielsweise die eines Salamanders, dessen Fuß noch sehr stark dem ursprünglichen Aufbau der fünfstrahligen Wirbeltiergliedmaßen entspricht (Abb. 37).

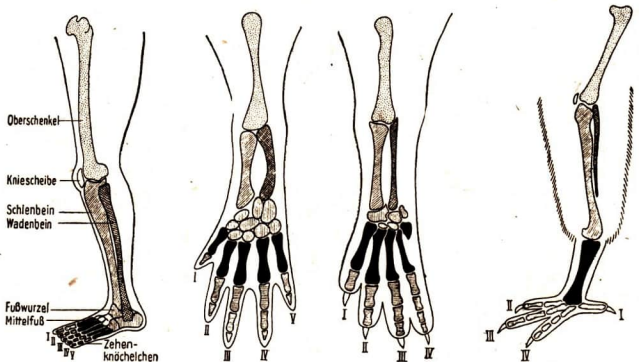


Abb. 37 Hintergliedmaße von Säuger (Mensch), Lurch (Salamander), Kriechtier (Krokodil) und Vogel (Taubе). Die entsprechenden Knochen sind bei den verschiedenen Abbildungen in der gleichen Weise gekennzeichnet.

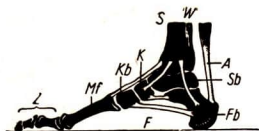


Abb. 38 Fußskelett mit Sehnen
A Sehne des Wadenmuskels (Achillessehne), *Fb* Fersenbein, *F* Fußgewölbe, *K* Kahnbein, *Kb* Keilbein, *Mf* Mittelfußknochen, *S* Schienbein, *Sb* Sprungbein, *W* Wadenbein, *Z* Zehenknochen

In den Gelenken zwischen den einzelnen Fußwurzelknochen und zwischen den Fußwurzelknochen und den Mittelfußknochen sind nur geringe Bewegungen möglich, durch sie ist das sichere Gehen auch auf unebenem Boden gewährleistet. Fußwurzel und Mittelfuß bilden zusammen eine nach unten zu offene Wölbung des Fußes, auf deren höchstem Punkt des Gewicht des Körpers ruht (Abb. 38). Die Wölbung wird

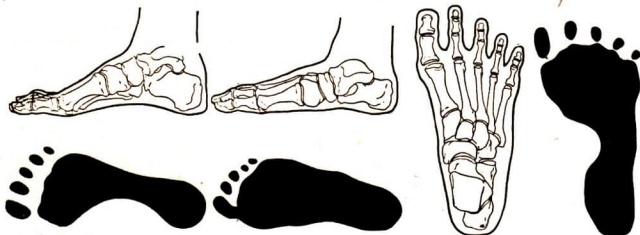


Abb. 39 Skelett und Abdruck von Normalfuß, Plattfuß und Spreizfuß

durch Bänder und Muskeln aufrechterhalten. Wenn diese erschlaffen, wird das Fußgewölbe durchgedrückt. Wir sprechen dann von einem Plattfuß (Abb. 39). Das Gehen ist dadurch anstrengender. Zu diesem Längsgewölbe kommt noch ein von den Mittelfußknochen gebildetes Quergewölbe. Ist das Quergewölbe durchgedrückt, so entsteht der Spreizfuß. Damit die Gewölbe erhalten bleiben, muß man morgens bei der Frühgymnastik auch Übungen zur Kräftigung der Fußmuskulatur durchführen.

Die Zehenknöchelchen sind durch Scharniergelenke miteinander verbunden. Die erste Zehe enthält zwei, die fünfte Zehe zwei oder drei und die anderen Zehen enthalten drei Knochen. Die Beuger und Strecker der Zehengelenke liegen im Unterschenkel, ihre Sehnen ziehen teils über das Knöchelgelenk, teils unter dem inneren Knöchel zu den Zehengelenken.

Die oberen Gliedmaßen

Die oberen Gliedmaßen sind nach dem gleichen Prinzip aufgebaut wie die unteren (Abb. 41). Da sie jedoch keine Stützfunktion zu erfüllen haben, sind ihre Verbindungen viel lockerer, ihre Gelenke viel beweglicher. Einerseits entsprechen sie noch stärker als die unteren Gliedmaßen dem ursprünglichen Aufbau der Wirbeltierglied-

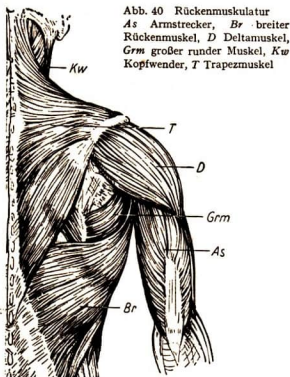


Abb. 40 Rückenmuskulatur
As Armstrecker, Br breiter Rückenmuskel, D Deltamuskel, Grm großer runder Muskel, Kw Kopfwender, T Trapezmuskel

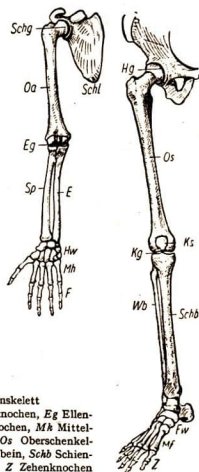


Abb. 41 Gliedmaßenskelett, links Arm- u. rechts Beinskelett
Schg Schultergelenk, Schl Schulterblatt, Oa Oberarmknochen, Eg Ellenbogengelenk, Sp Speiche, E Elle, Hw Handwurzelknochen, Mh Mittelhandknochen, F Fingerknochen, Hg Hüftgelenk, Os Oberschenkelknochen, Ks Kniescheibe, Kg Kniegelenk, Wb Wadenbein, Schb Schienbein, Fw Fußwurzelknochen, Mf Mittelfußknochen, Z Zehenknochen

maßen, andererseits sind sie überaus hoch entwickelt. Wir können die Finger mit Hilfe der im Unterarm liegenden Muskulatur so vielgestaltig und fein abgestimmt bewegen, wie das bei anderen Lebewesen völlig unmöglich ist.

Als sich die tierischen Ahnen des Menschen aufzurichten begannen, wurden die vorderen Gliedmaßen von ihrer ursprünglichen Funktion befreit. Sie bildeten sich im Zusammenhang mit der Entwicklung des gesamten Organismus, besonders mit der Entwicklung des Nervensystems, zu sehr vielseitig verwendbaren Organen aus. Am stärksten entwickelten sich dabei die Hände. Die Vorfahren des Menschen erwarben im Laufe von Millionen Jahren die Fähigkeit zu arbeiten, Werkzeuge herzustellen. Die ersten Menschen entwickelten sich durch die Arbeit aus ihren tierischen Vorfahren; die Arbeit wirkte ihrerseits auf den Entwicklungsprozeß des Menschen ein.

Der Beckengürtel, der große Kräfte übertragen muß, ist starr und fest, der **Schultergürtel** dagegen ist beweglich und nicht vollständig geschlossen (Abb. 20). Er besteht jederseits aus dem Schlüsselbein, das über ein Gelenk mit dem Brustbein verbunden ist, und aus dem Schulterblatt, das frei in der Muskulatur liegt. Es ist durch ein Gelenk mit dem Schlüsselbein verbunden und trägt die Gelenkpfanne für den Kopf des Oberarms. Das Schultergelenk, das zwischen Schulterblatt und Oberarmknochen liegt, ist ein Kugelgelenk. Es läßt sich freier bewegen als irgendein anderes Gelenk des Körpers.



Abb. 42 Armmuskulatur

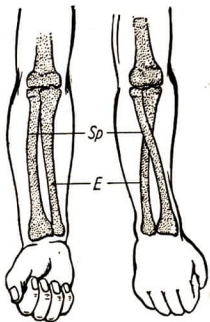


Abb. 43 Drehung der Hand
E Elle, Sp Speiche

Von den zahlreichen Muskeln, die am Schultergürtel und am Schultergelenk wirksam sind, sollen nur die wichtigsten genannt werden. Der eine ist der Trapezmuskel, der von der Wirbelsäule zum Schultergelenk zieht. Mit seinen oberen Anteilen hebt er die Schulter, mit den unteren zieht er sie herab, und im ganzen zieht er sie nach hinten. Der Deltamuskel zieht über das Schultergelenk hinweg, er hebt den Arm nach außen (Abb. 40). Der vorn liegende Brust-

muskel, der von der vorderen Brustwand zum Oberarm zieht und der entsprechende hinten liegende Schulterblatt-Oberarmmuskel haben eine verschiedene Wirkung je nach der Stellung des Armes. So wird zum Beispiel vom Brustmuskel der nach oben gestreckte Arm herabgezogen (Klimmzug) und der seitlich abgewinkelte Arm nach vorn bewegt (Umarmung).

Das **Ellenbogengelenk** wird vom Oberarmknochen und den beiden Unterarmknochen gebildet. Es ist ein zusammengesetztes Gelenk, das nicht nur die Scharnierbewegung zwischen Ober- und Unterarm ermöglicht, sondern auch an den Drehbewegungen der Hand teilnimmt (Abb. 43). Im Unterarm liegen kleinfingerwärts die Elle und daumenwärts die Speiche.

Der Beuger des Ellenbogengelenks heißt Bizeps. Er ist ein Muskel mit zwei Sehnenköpfen. Ihm gegenüber liegt an der Rückseite des Oberarms der Streckmuskel. Im Unterarm liegen die Beuge- und Streckmuskeln der Hand und der Finger (Abb. 18, 40 und 42).

Das Handgelenk wird aus der Elle, der Speiche und den Handwurzelknochen gebildet. Es ist ein Gelenk, das Beuge- und Streckbewegungen sowie seitliche Bewegungen ermöglicht.

Zwischen den einzelnen Handwurzelknochen und zwischen diesen und den Mittelhandknochen sind nur geringe Bewegungen möglich. Eine Ausnahme bildet der Mittelhandknochen des Daumens, der eine größere Beweglichkeit besitzt. Dadurch kann er den übrigen Fingern gegenübergestellt werden, wie zum Beispiel beim Umfassen eines Hammerstiels.

Hygiene des Stütz- und Bewegungssystems

Das Knochen- und Muskelsystem wird am besten durch ständige Übung gepflegt. Nur durch dauernde Betätigung erhalten wir die Bänder elastisch, die Gelenke beweglich und die Muskeln kräftig. Außerdem fördert die Betätigung der Muskeln die Tätigkeit des gesamten Körpers; sie trainiert das Herz und den Kreislauf, die Atemorgane und die anderen Organe des Körpers. Darum soll man, vor allem bei überwiegend sitzender Tätigkeit, regelmäßig auch körperliche Arbeit leisten und Spiel und Sport pflegen. Aber auch für den körperlich Arbeitenden sind Sport und Spiel wichtig, weil der Körper bei der Arbeit oft nur einseitig beansprucht wird. Diese einseitige Belastung muß durch Sport und Spiel ausgeglichen werden.

Jede sportliche Übung sollte mit einer kurzen Gymnastik begonnen und beschlossen werden. Vor einseitiger sportlicher Betätigung soll man sich hüten. Auch die Leistungssportler, wie zum Beispiel die Teilnehmer an den Olympiaden, trainieren ihren gesamten Organismus und nicht nur bestimmte Muskelgruppen.

Wenn ein Ungeübter beim Sport oder bei körperlicher Arbeit über längere Zeit hin große Muskelanstrengungen vollbringt, so treten am nächsten Tag ziehende Schmerzen in den Muskeln auf, der Muskelkater. Er verschwindet nach wenigen Tagen wieder. Leichte Gymnastik, bei der die Muskeln ohne Anstrengung betätigt werden, und Massage fördern das Abklingen des Muskelkaters.

Unwillkürliches und oft sehr schmerzhaftes Zusammenziehen der Muskeln bezeichnen wir als Krampf. Bei Unfällen oder Überanstrengungen treten zuweilen auch Zerrungen und Risse der Muskeln auf. Sie heilen nur langsam und müssen von einem Arzt behandelt werden. Wichtig ist, daß die betreffenden Muskeln geschont werden.

Bei Unfällen können Knochen zerbrechen, Gelenke verrenkt oder verstaucht werden. Bei der Verrenkung tritt der Gelenkkopf aus der Gelenkpfanne und bleibt neben ihr liegen. Am häufigsten ist die Verrenkung im Schultergelenk, weil seine Gelenkpfanne sehr flach ist. Auch hier kann nur der Arzt helfen; man darf keinesfalls versuchen, selbst den Knochen wieder einzurenken. Die Verunglückten müssen mit einem Notverband (Schiene) möglichst bald zum nächsten Krankenhaus gebracht werden. Von einer Verstauchung spricht man, wenn der Gelenkkopf von selbst wieder in die Gelenkpfanne zurückspringt. Bei dem Verdacht einer Wirbelsäulenverletzung bewegen wir den Verletzten nicht, sondern lassen ihn liegen, bis fachkundige Krankenträger kommen und den Abtransport des Verunglückten übernehmen.

Einer besonderen Pflege bedürfen die Zähne. Faulende Speisereste, die zwischen ihnen leicht hängenbleiben, begünstigen die Zahnfäule, sie zerstören den Zahnschmelz und das Zahnbein. Die Zahnfäule oder Karies bekämpfen wir durch regelmäßiges Zähneputzen, vor allem durch sorgfältige Reinigung der Zähne vor dem Schlafengehen, und durch vollwertige Ernährung.

Das kräftige Kauen von Vollkornbrot, festem Gemüse oder Früchten, zum Beispiel rohen Mohrrüben und Äpfeln, kräftigt das Gebiß. Sehr schädlich für die Zähne ist das Beißen harter Stoffe (Nüsse, Bonbons), weil dadurch der Zahnschmelz leicht platzt. In den so entstandenen Rissen können die Fäulniserreger die Zerstörung des Zahns beginnen.

Aufgaben und Fragen

1. Zersäge verschiedene Knochen von Schlachttieren längs und quer! Untersuche ihren Bau! Vergleiche die Ausbildung der Knochen mit ihrer Funktion! Vergleiche Knochen von Säugetieren und Vögeln!
2. Prüfe Knochen und Knorpel auf Druckfestigkeit, Zugfestigkeit und Biegezugfestigkeit! Vergleiche!
3. Zersäge einen kleinen Knochen längs! Entkalke eine Hälfte! Glühe die andere im Ofen aus! Prüfe, ob beide ihre Form behalten haben! Untersuche die Eigenschaften der Knochenhälften!
4. Koche einen entkalkten Knochen! Prüfe die Eigenschaften der zerkochten organischen Substanz des Knochens! Vergleiche mit einer gekochten Sehne!
5. Versuche die im Lehrbuch genannten Knochen an deinem Körper zu finden!
6. Vergleiche das Skelett des Menschen mit dem Skelett eines vierfüßigen Säugetiers! Stelle die Übereinstimmungen und die Unterschiede zusammen!
7. Nimm zwei Bogen Papier von gleicher Größe und gleicher Stärke! Drehe das eine fest zu einer (innen nicht hohlen) Rolle zusammen! Forme aus dem anderen mit Hilfe eines runden Bleistifts eine Röhre! Belaste beide auf Biegung, bis sie einknicken! Begründe die Unterschiede der Biegezugfestigkeit!
8. Untersuche die Gelenke eines geschlachteten Tiers! Vergleiche mit Abbildung 17!
9. Bewege verschiedene Gelenke deines Körpers! Stelle die Bewegungsmöglichkeiten fest! Vergleiche deine Feststellungen mit Abbildung 19!
10. Vergleiche die Wirbelsäule eines Säugetiers mit der des Menschen!
11. Versuche die Lage deiner Rippen festzustellen! Vergleiche mit Abbildung 20!
12. Stelle fest, wo du an deiner Wirbelsäule die Dornfortsätze tasten kannst! Vergleiche mit Abbildung 31!
13. Stelle im Spiegel den Aufbau deines Gebisses fest! Prüfe den Zustand deiner Zähne! Hat der Schulzahnarzt bei der letzten Untersuchung Schäden an deinem Gebiß festgestellt? Wann hast du sie beseitigen lassen?
14. Vergleiche den Schädel eines Säugetiers mit dem des Menschen! Stelle in einer Tabelle das Gemeinsame und die Unterschiede zusammen!
15. Prüfe bei gestrecktem und bei gebeugtem Knie die Verschiebbarkeit der Kniescheibe! Vergleiche mit Abbildung 36!
16. Untersuche den Gewölbebau deiner Füße! Laufe mit nassen Füßen über Holz! Betrachte den Abdruck! Vergleiche mit der Form deiner Schuhe!
17. Taste den Ansatz der Sehne des Bizeps im Ellbogengelenk! Vergleiche mit Abbildung 18 und 42!
18. Umschließe den linken Unterarm an verschiedenen Stellen mit der rechten Hand! Drehe dabei die linke Hand! Vergleiche mit Abbildung 43!
19. Umschließe den linken Unterarm mit der rechten Hand! Beuge und strecke die Finger! Versuche die Lage der Sehnen und Muskeln für das Beugen und Strecken der Finger festzustellen! Vergleiche mit Abbildung 42!
20. Beuge und strecke den Arm! Taste die Veränderung des Beugemuskels, des Streckmuskels und ihrer Sehnen!
21. Vergleiche auf Abbildung 41 die verschiedenen Knochen des Arms mit den entsprechenden Knochen des Beins!
22. Bestimme die Lage der Kniescheibe bei Hausrind und Pferd!

Der Stoffwechsel

Jeder Organismus nimmt ständig bestimmte Stoffe aus seiner Umwelt auf und gibt andere Stoffe ab. Der Mensch benötigt wie alle Tiere Nährstoffe, Wasser, Mineralstoffe, Vitamine und Sauerstoff; er ißt, trinkt und atmet. Die aufgenommenen Stoffe werden im Körper umgewandelt und zum Aufbau des Organismus beziehungsweise zur Aufrechterhaltung der Lebenstätigkeit verwendet. Andere Stoffe, beispielsweise Kohlendioxid, scheidet der Mensch als Abfallprodukte aus. Die Gesamtheit dieser Vorgänge bezeichnen wir als Stoffwechsel.

Im Verlauf des Lebens wird die gesamte Körpersubstanz, die im wesentlichen aus Eiweiß besteht, ständig abgebaut und wieder aufgebaut. In der Kindheit überwiegen dabei die Aufbauprozesse – der Organismus wächst –, im Alter die Abbauvorgänge. Den Stoffwechsel, der diesen Auf- und Abbauprozessen zugrunde liegt, bezeichnen wir als **Baustoffwechsel**.

Bestimmte Funktionen des Körpers müssen immer ablaufen, auch bei vollständiger Ruhe. Dazu gehören zum Beispiel die Herztätigkeit, die Tätigkeit der Atemmuskeln, die Wärmebildung zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur. Den Teil des Stoffwechsels, der diesen Funktionen dient, nennen wir **Erhaltungsstoffwechsel**.

Befindet sich der Körper nicht in vollständiger Ruhe, werden beispielsweise Muskeln betätigt oder wird eine Mahlzeit verdaut, so steigt der Stoffwechsel infolge dieser zusätzlichen Leistung des Organismus an. Der dadurch bedingte Stoffwechsel ist der **Leistungsstoffwechsel**.

Der Energiebedarf des Körpers

Zu jeder Lebensfunktion wird **Energie** benötigt. Da sich alle Energieformen – mechanische Energie, elektrische Energie, chemische Energie und Wärmeenergie – nach den Gesetzen der Physik in Wärmeenergie umrechnen lassen, drücken wir die verschiedenen Energieformen in Einheiten der Wärmeenergie, in Kalorien aus.

Sorgfältige Messungen an vielen Menschen haben ergeben, daß der **Energiebedarf** des Körpers bei Erwachsenen in vollständiger Ruhe etwa 1 kcal je kg Körpergewicht in einer Stunde beträgt. Diese Energiemenge muß also für den Baustoffwechsel und für den Erhaltungsstoffwechsel aufgebracht werden.

Täglicher Kalorienbedarf des Körpers

Lebensjahr	Kalorienbedarf in kcal	
	männlich	weiblich
1.	700	700
7.	1600	1600
11.	2100	1900
15.	2500	2200
19.	2800	2400

Bei körperlicher Arbeit steigt der Energiebedarf erheblich an, er beträgt bei ganz leichter Beschäftigung 1,5 kcal und steigt bei angestrenzter Arbeit bis auf 2,5 kcal je kg Körpergewicht in der Stunde.

Durch umfangreiche Untersuchungen hat man für die einzelnen Altersstufen und für die verschiedenen Tätigkeiten den durchschnittlichen Kalorienbedarf ermittelt.

Täglicher Kalorienbedarf bei verschiedener Tätigkeit

Tätigkeit	Kalorienbedarf in kcal
Ohne wesentliche körperliche Anstrengung (z. B. Schneider, Optiker, Chemiker)	etwa 2800
Mit mäßiger körperlicher Anstrengung (z. B. Drucker, Lehrer, Arzt)	etwa 3000
Mittelschwere körperliche Arbeit (z. B. Traktorist, Tischler, Schlosser, Fleischer)	etwa 3400
Schwerste körperliche Arbeit (z. B. Landarbeiter, Bergmann, Gleisbauarbeiter bei Arbeit ohne moderne technische Ausrüstung)	etwa 4200 bis 4500

Frage

Warum brauchen wir in der heißen Jahreszeit weniger Nahrung als im Winter?

Die Ernährung

Die Nährstoffe

Unser Körper gewinnt die zum Leben nötige Energie letztlich durch die chemische Umwandlung der Nährstoffe (z. B. Zucker) in einfachere Verbindungen (z. B. Kohlendioxid). Diese Prozesse sind **langsame Oxydationen**. Die Energielieferanten sind die drei Gruppen von Nährstoffen, die in unseren Nahrungsmitteln enthalten sind: Eiweiße, Fette und Kohlenhydrate. **Eiweiße** bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, einige enthalten Schwefel und andere Elemente. **Fette** und **Kohlenhydrate** enthalten nur Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff. Eiweiße befinden sich im Fleisch und in der Milch, aber auch in pflanzlichen Produkten; Fette liefern die Tiere als Milchfett (Butter), Schmalz, Talg und die Pflanzen als Pflanzenöl (Rapsöl, Erdnußöl u. a.) oder Pflanzenfett (Kokosfett u. a.). An Kohlenhydraten nehmen wir vor allem Stärke und Zucker auf.

Die Kohlenhydrate und die Fette werden im Stoffwechsel des Körpers vor allem zu Kohlendioxid und Wasser abgebaut. Bei den Eiweißen entstehen außer diesen beiden noch stickstoff- und schwefelhaltige Verbindungen, die zum Teil giftig sind.

Die Nährstoffe enthalten unterschiedlich viel Kalorien. Aus einem Gramm Eiweiß gewinnt unser Körper etwa 4 kcal, aus einem Gramm Kohlenhydrat (Stärke, Zucker) ebenfalls 4 kcal und aus einem Gramm Fett 9 kcal.

Während für den Erhaltungsstoffwechsel und den Leistungsstoffwechsel fast ausschließlich Zucker und Stärke, also Kohlenhydrate, und Fette verwertet werden, sind für den Baustoffwechsel Eiweiße erforderlich. Nur sie enthalten die Grundstoffe, die zum Aufbau körpereigenen Eiweißes gebraucht werden. Daraus ergibt sich, daß wir eine Mindestmenge Eiweiß, etwa 50 g am Tage, aufnehmen müssen. Den restlichen Kalorienbedarf decken wir durch Fette und Kohlenhydrate.

Die über das erforderliche Maß vom Organismus aufgenommenen Fette und Kohlenhydrate werden als **Reservestoffe**, vor allem als Fett, gespeichert. Kohlenhydrate wandelt der Körper vorher in Fett um. Ein Teil der Kohlenhydrate wird in Form einer besonderen Stärke, des Glykogens, vor allem in der Leber gespeichert. Es wird den arbeitenden Muskeln als Energiespender zugeführt. Eiweiß kann nicht gespeichert werden, auch eine Umwandlung in Fett ist kaum möglich. Übermäßige Eiweißzufuhr ist eine große Belastung für den Stoffwechsel. Die tägliche Eiweißzufuhr sollte das Doppelte der notwendigen Menge, also 100 g, nicht wesentlich überschreiten. Von pflanzlichem Eiweiß wird jedoch mehr benötigt als von tierischem, weil das pflanzliche Eiweiß vom Organismus nicht so gut verwertet werden kann.

Die Mineralstoffe

Zu einer richtigen Ernährung gehört nicht nur die ausreichende Kalorienzufuhr und die Versorgung mit den Grundstoffen, die zum Aufbau des körpereigenen Eiweißes erforderlich sind, auch Mineralstoffe, Wasser und Vitamine müssen aufgenommen werden.

Von den Mineralstoffen sind in unserer Nahrung die Kalziumsalze mitunter in zu geringer Menge enthalten, das muß beim Zusammenstellen des Speiseplanes beachtet werden. Wir benötigen Kalzium vor allem zum Aufbau der Knochen. Natriumchlorid setzen wir als Kochsalz unserer Nahrung zu.

Die Vitamine

Vitamine sind lebenswichtige Stoffe, die vom menschlichen Organismus nicht gebildet werden können und vorwiegend mit der pflanzlichen Nahrung aufgenommen werden. Sie greifen in eine ganze Reihe wichtiger Prozesse wie Katalysatoren ein, sind also in den Endprodukten der chemischen Prozesse nicht enthalten. Die Vitamine werden im Organismus nur in geringem Umfang gespeichert, sie werden ständig ausgeschieden. Wir müssen sie also täglich aufs neue mit der Nahrung aufnehmen. Die einzelnen Vitamine werden mit Buchstaben bezeichnet; die wichtigsten sind die Vitamine A, B, C, D, E und K.

Untersuchungen haben ergeben, daß nicht alle Vitamine einheitliche Stoffe sind. Das Vitamin B zum Beispiel besteht aus mehreren Vitaminen, die als B₁, B₂, B₃ usw. bezeichnet werden.

Durch Mangel an Vitaminen entstehen die **Vitaminmangelkrankheiten**. Eine bekannte Mangelkrankheit ist die Rachitis. Sie wird durch den Mangel an Vitamin D

tionen. Bei Mangel entstehen Nervenentzündungen, Muskelschwäche, Herzschwäche, u. a. Der tägliche Bedarf eines Erwachsenen beträgt etwa 1,5 mg.

Vitamin C ist wasserlöslich und hitzeempfindlich. Es wird von Sauerstoff zerstört. Deshalb darf man Nahrungsmittel, die Vitamin C enthalten, nicht längere Zeit zerschneiden im Wasser oder an der Luft liegenlassen und nicht lange kochen. Vitamin C ist vor allem in Früchten (Schwarzen Johannisbeeren, Apfelsinen, Zitronen, Tomaten), Hagebutten, Blattgemüse, Paprikafrüchten, Kartoffeln, Zwiebeln und Petersilie enthalten. Nach langer Lagerung enthalten die Nahrungsmittel weniger Vitamin C als im frischen Zustand. Der tägliche Vitamin-C-Bedarf eines Erwachsenen beträgt 75 bis 125 mg.

Vitamin C stärkt die Widerstandsfähigkeit; ein Mangel zeigt sich besonders im Frühling als Frühjahrsmüdigkeit oder erhöhte Anfälligkeit gegen Infektionen, da dann vitaminreiche Nahrungsmittel seltener genossen werden.

Vitamin D, dessen Fehlen Rachitis hervorruft (s. S. 34), ist fettlöslich und hitzebeständig, verliert also durch Kochen seine Wirksamkeit nicht. Der tägliche Bedarf beträgt 0,01 mg. Vitamin D kommt besonders im Eigelb, im Lebertran, in der Butter und auch im Hering vor. Der Körper kann es aus einer Vorstufe, dem Ergosterin, bei Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen in der Haut aufbauen. Deshalb ist der Aufenthalt im Freien für Säuglinge so wichtig. Ultraviolette Strahlen sind nicht nur im direkten Sonnenlicht enthalten, sondern auch im zerstreuten Licht. Ersatz für die natürliche Strahlung bietet die Quarzlampe.

Vitamin K ist fettlöslich. Es kommt in Grünkohl, Blumenkohl, Spinat, in Erbsen und in der Leber vor. Außerdem wird es im Darm durch dort befindliche Bakterien gebildet und über die Darmschleimhaut aufgenommen. Vitamin K ist für die Blutgerinnung von außerordentlich großer Bedeutung. Menschen, die an Vitamin-K-Mangel leiden, neigen zu Blutungen.

Zubereitung und Aufbewahrung der Nahrung

Damit die zugeführte Nahrung voll ausgenutzt werden kann, muß sie gut zubereitet werden. Der biologische Nutzen ist vor allem darin zu sehen, daß die Nahrung den Verdauungssäften besser zugänglich und demzufolge besser ausgenutzt wird. Dadurch wird eine geringere Nahrungsmenge benötigt. Außerdem werden die Verdauungsorgane entlastet.

Die Zubereitung der Nahrungsmittel hat folgende Aufgaben:

1. die Nahrung besser kaubar zu machen (z. B. Kochen von Fleisch),
2. die großen Moleküle zum Teil zu spalten (z. B. Brotbacken),
3. die Zellulosewände der Pflanzenzellen zu zerstören (z. B. Mahlen von Getreide).

Darüber hinaus wird durch die Zubereitung, durch einen mäßigen Zusatz von Gewürzen und durch appetitliches Anrichten eine Verbesserung des Geschmacks und damit eine Anregung der Verdauungsorgane und eine bessere Verdauung erreicht.

Damit die Nahrungsmittel nicht verderben oder in ihrem Wert gemindert werden, müssen wir zu ihrer Zubereitung und Aufbewahrung einige wichtige Grundsätze beachten:

Von verderblichen Nahrungsmitteln soll kein größerer Vorrat gekauft werden. Besonders von Fleisch, Wurst, Fisch und Milchprodukten ist nur der Bedarf für ein bis höchstens zwei Tage einzukaufen. Vor allem im Sommer ist das wichtig.

Lebensmittel sollen kühl und luftig aufbewahrt werden. Fliegen, Mäuse und Ratten, die gefährliche Krankheitskeime übertragen können, dürfen zu den Lebensmitteln keinen Zugang haben. Dicht schließende Gazeschränke schützen die Nahrungsmittel gut vor Ungeziefer. Von großem Vorteil sind Kühlschränke. Sie halten im Innern eine Temperatur von 0 bis 4 °C, die das Verderben von Lebensmitteln über zwei bis drei Tage verhindert. Es muß dabei beachtet werden, daß Lebensmittel nicht warm in den Kühlschrank gestellt werden dürfen.

Kartoffeln, Obst und Wintergemüse (z. B. Möhren) werden am besten licht- und frostgeschützt im Keller aufbewahrt.

Konserven sind vor dem Genuß sorgfältig zu prüfen. Sie müssen gut verschlossen sein. Nicht in jedem Fall läßt sich ihr Zustand durch Geruch oder Geschmack sicher feststellen. In verdorbenen Konserven sind oft Bakteriengifte enthalten, die durch Kochen oder Braten nicht zerstört werden können. Konserven, bei denen der Deckel der Büchse aufgewölbt ist, dürfen nicht verbraucht werden.

Schädliche oder giftige Stoffe (z. B. Salzsäure, Salmiakgeist, Fleckenwasser, Terpentin oder Waschbenzin) dürfen auf keinen Fall in Gefäßen aufbewahrt werden, die auch der Aufbewahrung von Lebensmitteln dienen (z. B. Bierflaschen, Konservengläser). Außerdem sind sie von den Lebensmitteln streng getrennt aufzubewahren und dürfen für Kinder nicht erreichbar sein.

In der Küche hat peinliche Sauberkeit zu herrschen. Abfalleimer müssen immer zugedeckt sein. Nahrungsreste sollen nicht offen umherstehen. Nahrungsspritzer sind von Herd, Fußboden, Wänden usw. sofort zu entfernen. Fliegen übertragen viele Krankheiten, sie müssen deshalb energisch bekämpft werden. Wir nehmen ihnen durch Sauberkeit die Lebensgrundlage und töten sie durch geeignete Mittel. Zur Zubereitung der Speise gehört peinliche Sauberkeit der Arbeitsgeräte, der Hände und der Nahrungsmittel.

Die Art der Zubereitung unterliegt wesentlich dem persönlichen Geschmack. Damit dem Körper genügend Vitamine zugeführt werden, ist aber folgendes zu beachten:

Gemüse und Kartoffeln dürfen nie lange im Wasser liegen. Wertvolle Stoffe (z. B. Vitamin C) gehen dann aus dem Gemüse in das Wasser über.

Gemüse und Kartoffeln dürfen nicht zu lange gekocht („totgekocht“), warm gehalten oder mehrfach gewärmt werden. Dabei werden die meisten Vitamine zerstört.

Bei der Zubereitung von Gemüse sollte man eine kleine Menge roh zurückhalten und fein geschnitten unter das fertige Gemüse mischen.

So oft wie möglich sollten roh zubereitete Gemüsesalate und ähnliches gegessen werden. Einseitige Rohkost oder ausschließlich pflanzliche (vegetarische) Kost ist ebenso abzulehnen wie übermäßiger Fleischgenuß. Die Verdauungsorgane des Menschen sind auf eine gemischte Kost eingestellt.

Fertig zubereitete Speisen sollten nicht öfter als einmal, und das auch nur unter besten Aufbewahrungsbedingungen, aufgewärmt werden. Durch mehrfaches Aufwärmen entwickeln sich leicht Krankheitskeime.

Milch sollte abgekocht verwendet werden. Vorzugsmilch von tuberkulose- und bangfreien Rinderbeständen kann – wenn sie ganz frisch ist – unabgekocht getrunken werden.

Die Speise soll stets appetitlich angerichtet und gut schmackhaft sein, denn dann arbeiten unsere Verdauungsorgane viel besser. Beispielsweise werden Speichel und Magensaft schon beim Anblick, beim Riechen und beim Schmecken abgesondert. So werden die Verdauungsorgane auf die Verarbeitung der Speisen vorbereitet.

Die Genußmittel

Außer den Nahrungsmitteln werden auch sogenannte Genußmittel aufgenommen. Das sind Stoffe, die oft keinen Nährwert haben, jedoch besondere geschmackliche Eigenschaften besitzen und vor allem besondere Wirkungen auf das Nervensystem ausüben. Hierzu gehören in erster Linie der Bohnenkaffee, der Tabak und der Alkohol.

Diese Genußmittel zeigen ihre anregende Wirkung nur in nicht zu großen Mengen. In größeren Mengen genossen, sind sie alle schwere Gifte, die vor allem bei andauerndem übermäßigem Genuß eine bleibende Schädigung des Körpers verursachen.

Unter Alkoholeinwirkung werden Selbstbewußtsein und Selbstvertrauen in dem gleichen Maße übersteigert, wie Urteilskraft, Leistungsvermögen und Reaktionsfähigkeit absinken. Der Mensch wird hemmungslos und verliert die Kontrolle über sich. So entstehen zum Beispiel die vielen durch Trunkenheit verursachten Verkehrsunfälle. Ständiger Alkoholgenuß führt zu einer bleibenden Schädigung insbesondere der Zellen des Nervengewebes und der Leber. Die Folgen bestehen im Nachlassen der Denkfähigkeit und in verschiedenen langwierigen (chronischen) Krankheiten. Bei Kindern und Jugendlichen werden die Zellen infolge ihres Wachstums durch Alkohol besonders schwer geschädigt. Deshalb sollen Jugendliche überhaupt keine alkoholische Getränke zu sich nehmen.

Gänzlich andere Auswirkungen hat das Rauchen. Das im Tabak enthaltene Nikotin ist in erster Linie ein Gefäßgift. Es führt im Laufe von Jahren zu schweren Störungen des Organismus, vor allem zu Schäden am Herzen und am Kreislaufsystem. Auch gegen Nikotin ist der wachsende Organismus außerordentlich empfindlich. Es ist wichtig, daß jeder Jugendliche den Tabak meidet. Die krankhaften Veränderungen, die Tabakgenuß in der Jugend erzeugt, treten oft erst in späteren Lebensjahren in Erscheinung.

Das Nikotin ist nicht der einzige giftige Stoff, den der Mensch beim Rauchen aufnimmt. Besonders gefährlich sind Teerprodukte, die krebserregend wirken (Lungenkrebs, Kehlkopfkrebs). Von allen Möglichkeiten des Tabakrauchens ist das Rauchen von Zigaretten die schädlichste.

Aufgaben und Fragen

1. Gib in einer Tabelle Auskunft über drei pflanzliche Nahrungsmittel (z. B. Kartoffeln, Weizenmehl, Zucker, Graupen, Reis, Erdnußöl)! Folgende Fragen sollen beantwortet werden: Von welcher Pflanzenart stammen die Nahrungsmittel? Zu welcher Pflanzen-

- gruppe gehören die Pflanzen? Aus welchen Pflanzenteilen werden die Nahrungsmittel gewonnen? Welche Bedeutung haben diese Pflanzenteile für die Pflanze? Welche Nährstoffe, Vitamine usw. enthält das Nahrungsmittel? Wieviel Kalorien enthält es?
2. Stelle in einer Tabelle drei Gewürze zusammen! Beantworte sinngemäß die gleichen Fragen wie bei Aufgabe 1!
 3. Nenne verschiedene tierische Nahrungsmittel (z. B. Speck, Talg, Schinken, Schweinekamm)! Von welcher Tierart stammen die Nahrungsmittel? In welche Tiergruppe gehört diese Art? Von welchen Teilen des Tieres stammen die Nahrungsmittel?
 4. Notiere sorgfältig die Nahrungsmittel, die du an einem bestimmten Tag zu dir genommen hast! Versuche mit Hilfe der Tabelle auf Seite 36 festzustellen, welche Mengen an tierischem Eiweiß, pflanzlichem Eiweiß, Fett, Kohlenhydraten, Vitaminen und Calcium du aufgenommen hast!
Wieviel kcal hast du deinem Körper zugeführt? Vergleiche die ermittelten Werte mit den Bedarfszahlen! Bewerte deine Ernährung an diesem Tag!
 5. Wie mußt du deine Ernährung gestalten, wenn du einen Schnupfen hast?
 6. Warum soll das Abendessen nicht kurz vor dem Schlafengehen eingenommen werden?
 7. Was ißt man am besten zum Abendbrot? Welche Beziehungen bestehen zwischen Abendbrot und Träumen?
 8. Stelle fest, ob folgende Nahrungsmengen den täglichen Nahrungsbedarf eines 15jährigen Jungen decken?
200 g Vollkornbrot, 100 g Weißbrot, 40 g Butter, 30 g Marmelade, 70 g Schweinefleisch, 20 g Schmalz, 20 g Mehl, 200 g Mohrrüben, 300 g Kartoffeln, $\frac{1}{4}$ l Vollmilch, 40 g Wurst, 20 g Zucker, 200 g Äpfel.

Das Verdauungssystem

Einfachste Lebewesen, beispielsweise die Wechseltierchen, nehmen die Nahrung in besonderen Nahrungsvakuolen auf. Dort werden die Nährstoffe chemisch so verändert, daß sie ins Protoplasma übergehen können. Die verwertbaren Stoffe werden aufgenommen, die unverdaulichen Bestandteile der Nahrung ausgeschieden. Bei den Schwämmen sind viele Zellen für die Nahrungsaufnahme zuständig. Sie arbeiten noch weitgehend wie Geißelträger, geben die aufgenommene Nahrungsstoffe aber größtenteils an andere Zellen weiter. Mit der Höherentwicklung der Tiere bildet sich allmählich ein ganzes System von **Verdauungsorganen** heraus.

Wir bezeichnen als **Verdauung** alle Veränderungen der Nahrung, die von der Nahrungsaufnahme an innerhalb der Verdauungsorgane vor sich gehen. Durch sie werden die Nahrungsmittel so umgewandelt, daß sie aus dem Verdauungssystem in die Gewebe des Körpers aufgenommen werden können. Bei manchen Tieren, zum Beispiel bei den Spinnen, wird die Nahrung auch außerhalb des Körpers verdaut.

Bei vielen Tieren und beim Menschen wird die Nahrung durch das Gebiß, einen Kaumagen oder ähnliche Organe **mechanisch zerkleinert**. Durch die Zerkleinerung der Nahrung werden oft die Nährstoffe freigelegt. Beispielsweise wird ein Haferkorn im Kaumagen des Huhns zerquetscht, so daß die Stärke des Mehls hervortritt.

Die größte Bedeutung der mechanischen Verdauung liegt aber darin, daß beim Zerkleinern die Oberfläche der Nahrung vergrößert wird.

Bei allen tierischen Lebewesen wird die Nahrung außerdem durch **chemische Vorgänge** verändert. Verdauungssäfte (Speichel, Magensäure u. a.) durchdringen den Nahrungsbrei und beginnen ihn chemisch zu verändern.

Die chemische Verdauung besteht in einer Umwandlung der Nährstoffe. Sie wird durch chemisch aktive Stoffe, die **Verdauungsfermente**, ermöglicht. Diese Fermente wirken ähnlich wie die Katalysatoren, die bei chemischen Vorgängen eine große Rolle spielen.

Die Verdauungsorgane können nicht alle Bestandteile unserer Nahrung so weit verändern, daß sie von den Zellen der Darmwände aufgenommen werden. Ein Teil der Nahrung ist unverdaulich. Er verläßt als Nahrungsrest im Kot den Verdauungskanal.

Verdauungsvorgänge im Mund

Unser Verdauungssystem (Abb. 44) beginnt mit den **Lippen**, die beim Ergreifen der Nahrung mithelfen. Bei uns spielen sie in dieser Beziehung keine so große Rolle wie zum Beispiel bei den Pferden, Kühen und anderen Tieren, weil wir die Nahrung mit den Händen oder mit Eßgeräten zum Munde führen.

Die **Zähne** dienen dem Zerkleinern der Nahrung. Mit den Schneidezähnen wird die Nahrung in einzelne Bissen zerteilt, die dann durch die Mahlzähne und die Zunge weiter zerrieben werden. Im Mund wird die Nahrung also vorwiegend mechanisch zerkleinert.

Drei Paar große **Speicheldrüsen** (Unterzungspeicheldrüsen, Unterkieferspeicheldrüsen, Ohrspeicheldrüsen; Abb. 45) sondern in die Mundhöhle Speichel ab, der beim Kauen den Nahrungsbissen beigemischt wird. Der Speichel macht die

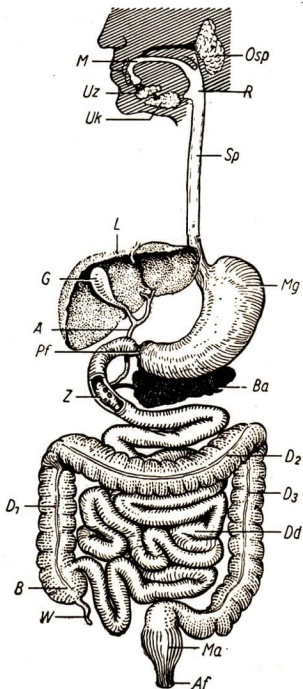


Abb. 44 Verdauungsorgane

M Mundhöhle, Osp Ohrspeicheldrüse, R Rachenhöhle, Uz Unterzungspeicheldrüse, Uk Unterkieferspeicheldrüse, Sp Speiseröhre, L Leber, G Gallenblase, A Gallengang, Mg Magen, Pf Pfortner, Ba Bauchspeicheldrüse, Z Zwölffingerdarm, D₁ aufsteigender, D₂ querverlaufender, D₃ absteigender Teil des Dickdarms, Dd Dünndarm, B Blinddarm, W Wurmfortsatz, Ma Mastdarm, Af After

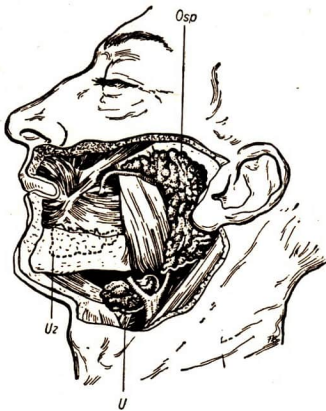


Abb. 45 Lage der Speicheldrüsen, Osp Ohrspeicheldrüse, U Unterkieferspeicheldrüse, Uz Unterzungspeicheldrüse

Nahrungsbissen feucht und schlüpfrig, so daß wir sie gut schlucken können. Wenn zu wenig Speichel abgesondert wird und daher die Nahrungsbissen zu trocken sind, fällt uns das Schlucken schwer, so zum Beispiel wenn wir Durst haben und eine Scheibe trockenes Brot essen wollen.

Die Menge des abgesonderten Speichels hängt von der Art der aufgenommenen Nahrung ab. So wird zum Beispiel beim Genuß von Milch wenig zähflüssiger, klebriger Speichel, beim Kauen eines Stücks Knäckebrot reichlich dünnflüssiger, wäßriger Speichel abgesondert.

Der Speichel feuchtet die Nahrung nicht nur an. Er enthält auch Fermente, die die **Stärke** in der Nahrung zersetzen und in Zucker umwandeln. Diese Wirkung des Speichels kommt im Munde jedoch kaum zur Geltung, weil hier die Nahrung meist nicht lange genug verweilt.

Das Schlucken und der Transport in den Magen

Wenn der Bissen im Munde gut zerkleinert und eingespeichelt worden ist, wird er von der Zunge zum Rachen geschoben und verschluckt. Er gelangt in die Speiseröhre und von dort in den Magen.

Das **Schlucken** wird meist nicht von unserem Willen eingeleitet, es läuft automatisch ab, wenn der Nahrungsbrei die hintere Rachenwand berührt. Das Schlucken brauchen wir nicht erst zu erlernen. Als wir geboren wurden, konnten wir es schon. Solche automatisch ablaufende Körperfunktionen bezeichnen wir als unbedingte Reflexe.

Der Schluckreflex ist ein komplizierter Vorgang. Beim Schlucken wird nicht nur der Nahrungsbissen von der Mundhöhle durch den Rachenraum in die Speiseröhre befördert, sondern gleichzeitig verhindert, daß er in die Luftröhre gelangt (Abb. 46). Der Luftkanal wird verschlossen, indem sich der Kehlkopf beim Schlucken anhebt, so daß sich der Kehldeckel auf ihn legt. Der Weg zur Nase wird dadurch versperrt, daß sich der weiche Gaumen, auch Gaumensegel genannt, anhebt.

Bei Bewußtlosen läuft der Schluckreflex nicht richtig ab. Wir dürfen deshalb einem Bewußtlosen auf keinen Fall Getränke einflößen.

Die **Speiseröhre** verläuft zwischen der Luftröhre und der Wirbelsäule. Sie ist innen mit Schleimhaut ausgekleidet. Darüber liegt eine Schicht ringförmiger Muskeln und eine Längsmuskelschicht (Abb. 47). Gewöhnlich berühren die Wandungen der

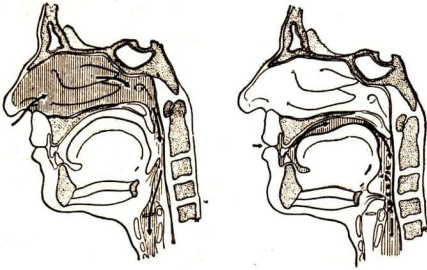


Abb. 46 Der Weg der Atemluft (links) und der Weg der Nahrung (rechts) durch die Rachenhöhle. Beim Atmen hängt der weiche Gaumen nach unten und der Kehldeckel ist geöffnet. Während des Schluckens wird der Nasenraum durch den weichen Gaumen und der Kehlkopf durch den Kehldeckel verschlossen.

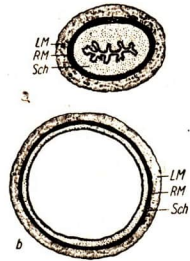


Abb. 47 Querschnitt durch die Speiseröhre; a in Ruhe, b beim Schlucken eines Bissens
LM Längsmuskulatur, RM Ringmuskulatur, Sch Schleimhaut

Speiseröhre einander. Wird jedoch der Speisebrei in sie hineingedrückt, so erschlaffen die magenwärts gelegenen ringförmigen Muskeln, die mundwärts gelegenen ziehen sich zusammen und drücken den Speisebrei weiter in Richtung des Magens. Die Längsmuskulatur zieht sich ebenfalls zusammen und beschleunigt die Weiterbewegung des Speisebreies. Diese Bewegung, die im Tierreich weit verbreitet ist (z. B. Fortbewegung des Regenwurms), ist für die Weiterbeförderung der Nahrung im gesamten Magen-Darm-Kanal charakteristisch. Man bezeichnet sie als **Peristaltik**.

Die Nahrung verweilt in der Speiseröhre nur wenige Sekunden.

Verdauungsvorgänge im Magen

Im Magen bleibt die Nahrung längere Zeit und wird gut mit den Absonderungen der Magendrüsen, dem Magensaft, durchmischt. In unserem Magen kann die Nahrung nicht, wie zum Beispiel im Vogelmagen, mechanisch zerkleinert, sondern nur chemisch verdaut werden. Der Magen enthält vor allem die Magensäure, beim Menschen eine etwa 0,5- bis 1% ige Salzsäurelösung. Außerdem enthält er ein Ferment, Pepsin, das **Eiweiß** spaltet. Es gibt Tiere (z. B. Schnecken), deren Magen Schwefelsäure statt Salzsäure enthält.

Die Wirkung der Fermente ist von bestimmten Voraussetzungen abhängig. Die Fermente des Speichels beispielsweise wirken nur in alkalischer Umgebung. Im Magen stellt das Ferment des Speichels also seine Wirksamkeit in dem Maße ein, in dem der Speisebrei mit dem sauren Magensaft durchmischt wird. Die Fermente des Magensaftes dagegen können nur in saurer Umgebung das Eiweiß angreifen und verändern.

Je nach der Zusammensetzung der Nahrung verbleibt der Speisebrei kürzere oder längere Zeit im Magen. Danach gelangt er in kleinen Schüben durch den Magenausgang, den **Pfortner**, in den Zwölffingerdarm.

Ungefähre Verweildauer einiger Nahrungsmittel im Magen

1 bis 2 Std.	2 bis 3 Std.	3 bis 4 Std.	4 bis 5 Std.	etwa 8 Std.
Fleischbrühe	Milch	Rindfleisch, gekocht	Rindfleisch, gebraten	Ölsardinen
Reis	Fisch, gekocht	Schwarzbrot	Salzhering	
Eier, weichgekocht	Kartoffeln	Möhren	Linsen	
	Weißbrot		Schnittbohnen	
	Blumenkohl			

Verdauungsvorgänge im Darm

Der Dünndarm. Der Zwölffingerdarm ist der erste Abschnitt des Dünndarms. In ihm werden dem Speisebrei der Gallensaft sowie die Verdauungssäfte der Bauchspeicheldrüse und des Zwölffingerdarms mit ihren Fermenten beigemischt. Sie führen die **Stärkeverdauung** und die **Eiweißverdauung** weiter. Außerdem enthalten diese Säfte auch Fermente, die **Fette** chemisch verdauen.

Der Gallensaft wirkt vor allem durch die in ihm enthaltenen Gallensäuren. Sie verteilen das Fett in viele kleine Fetttropfchen. Dadurch wird die Oberfläche der Fette außerordentlich stark vergrößert, so daß die fettspaltenden Fermente eine große Angriffsfläche vorfinden und gut wirken können.

Die Wirkung der Fermente beruht auf einer Spaltung der großen Moleküle, aus denen unsere Nährstoffe aufgebaut sind. Stärke beispielsweise wird in mehreren Etappen in bestimmte Zuckerarten mit kleinen Molekülen umgewandelt. Eine solche einfache Zuckerart ist der Traubenzucker.

Sämtliche Nahrungsstoffe, die durch die vorangegangene Verdauung mechanisch zerkleinert, chemisch gespalten und auf diese Weise wasserlöslich geworden sind, werden im folgenden Abschnitt des Dünndarms durch die Darmwand in den Kreislauf aufgenommen.

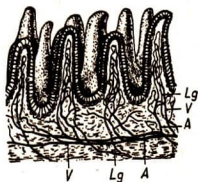


Abb. 48 Darmzotten mit Blut- und Lymphgefäßen
A Arterie, Lg Lymphgefäß, V Vene

Die Oberfläche des Dünndarms ist durch eine große Anzahl von Falten und **Darmzotten**, die in den Nahrungsbrei hineinragen, sehr stark vergrößert. Die Darmzotten sind von zahlreichen kleinen Gefäßen durchzogen, in die die Nährstoffe aufgenommen werden (Abb. 48).

Ein Teil der Nahrung wird gewöhnlich nicht verdaut. Dazu gehören Stoffe, die durch unsere Verdauungsfermente nicht gespalten werden, vor allem die Zellulose aus der Zellwand der Pflanzen. Wir bezeichnen diese Stoffe als Ballaststoffe.

Die Ballaststoffe sind nicht unwichtig. Sie vermehren die Menge des Nahrungsbreis, füllen also den Verdauungskanal und regen dadurch dessen Tätigkeit an.

Nahrungsmittel mit einem hohen Zellulosegehalt, etwa Schwarzbrot und Gemüse, fördern die Verdauung und wirken Verstopfungen entgegen.

Alle Stoffe des Nahrungsbreis, die nicht von den Schleimhäuten des Dünndarms aufgenommen werden, gelangen in den Dickdarm.

Der Dickdarm. Der erste Abschnitt des Dickdarms ist der **Blinddarm**. Er liegt rechts im Unterbauch. An der Einmündungsstelle des Dünndarms in den Blinddarm befindet sich eine doppelte Schleimhautfalte. Sie verhindert, daß die Nahrungsreste aus dem Dickdarm wieder in den Dünndarm zurücktreten, wirkt also wie ein Ventil.

Der Blinddarm hat einen wurmförmigen Anhang, den **Wurmfortsatz**. Dieser Wurmfortsatz kann sich leicht entzünden; er muß dann entfernt werden. Starke, lang anhaltende Leibschmerzen können Anzeichen einer derartigen Entzündung sein. Darum sollte bei solchen Erscheinungen sehr bald ein Arzt aufgesucht werden.

Im Gegensatz zum Dünndarm, der kaum Bakterien enthält, ist der Dickdarm von Bakterien und anderen Einzellern stark besiedelt. Sie ernähren sich von den unverdauten Nahrungsresten. Dabei spalten sie vor allem auch die Zellulose zu Zucker.

Die Zellulose gehört wie die Stärke und der Zucker zu den Kohlenhydraten. Alles, was die Mikroben so weit chemisch zerlegen, daß es in wäßriger Lösung vom Körper aufgenommen werden kann, wird im Dickdarm noch für den Organismus nutzbar gemacht. Beim Menschen ist das nicht viel, bei Pflanzenfressern aber, zum Beispiel beim Hausrind, macht es einen großen Teil des Nahrungsbedarfs aus. Der Dickdarm ist bei diesen Tieren auch im Verhältnis zur Körpergröße viel länger als beim Menschen.

Der Dickdarm des Menschen hat vor allem die Funktion, Wasser aufzunehmen. Mit den Verdauungssäften wird vom Organismus viel Wasser in den Verdauungskanal abgesondert, täglich etwa 6 bis 8 l Flüssigkeit: 1 bis 2 l Speichel, 1 bis 1½ l Magensaft, ½ bis 1 l Galle, etwa 1½ l Bauchspeichel und 2 l Darmsaft. Diese großen Wassermengen müssen dem Organismus erhalten bleiben. Sie werden im Dickdarm zum Teil dem Nahrungsbrei entzogen und an das Blut abgegeben. Der Kot, der schließlich den Organismus verläßt, enthält nur noch 75% Wasser. 15% des Kots bestehen aus unverdauten Nahrungsresten und 10% aus Bakterien.

Der Kot gelangt aus dem absteigenden und S-förmigen Teil des Dickdarms in den letzten Darmabschnitt, den **Mastdarm**. Bei der Füllung des Mastdarms durch den Kot wird die Darmwand gedehnt; durch diese Dehnung werden reizbare Zellen in der Darmwand erregt: Es kommt zum Stuhldrang. Der Kot darf nicht zu lange zurückgehalten werden, weil bei der Tätigkeit der Bakterien schädliche Stoffe entstehen, die bei zu langem Verweilen des Kots im Darm von der Darmwand aufgenommen und dem Blut zugeführt werden können. Außerdem kann der Reflex, der zur Stuhlentleerung führt, in seinem Ablauf gestört werden, so daß eine langwierige Verstopfung entsteht. Wie auch für andere Körperfunktionen, so ist für die Stuhlentleerung das Einhalten einer bestimmten Tageseinteilung von entscheidender Bedeutung. Sie unterstützt die Tätigkeit der Verdauungsorgane und fördert das körperliche Wohlbefinden.

Tätigkeit des Verdauungssystems

Abschnitt	Aufgabe	abgesonderte Säfte (Fermente)
Mundhöhle	Zerkleinern, gleitfähig machen, Beginn der Stärkeverdauung	Speichel (stärkespaltendes Ferment)
Speiseröhre	Transport	Schleim
Magen	Durchmischen, Vorverdauung der Eiweiße, Transport	Magensaft mit Salzsäure (eiweißspaltendes Ferment)
Zwölffingerdarm	Verdauung der Eiweiße, Stärke, Fette; Transport	Darmsaft (eiweißspaltendes Ferment) stärkespaltendes Ferment, fettspaltendes Ferment)
Bauchspeicheldrüse	Verdauung der Eiweiße Stärke, Fette	Bauchspeichel (eiweißspaltendes Ferment, stärkespaltendes Ferment, fettspaltendes Ferment)
Leber (Gallenblase)	Erleichterung der Fettspaltung	Gallensaft (keine Fermente)
Dünndarm	Aufnahme der verdauten Nahrung, Mischen, Transport	Schleim (Fermentbildung nur im oberen Abschnitt)
Dickdarm	Spaltung von unverdauter Nahrung durch Bakterien, Aufnahme von Wasser Mischen, Transport	Schleim (keine Fermente)
Mastdarm	Transport, Stuhlentleerung	Schleim (keine Fermente)

Regeln für eine richtige Ernährung

1. Die Kalorienmenge, die mit der Nahrung zugeführt wird, muß den Energiebedarf des Organismus decken.
2. Die Nahrung muß eine ausreichende Menge an Eiweiß, Fett und Kohlenhydraten enthalten. Ein Teil des Eiweißes muß tierischer Herkunft sein.
3. Die Nahrung muß genügend Gemüse, Früchte und andere Vitaminträger enthalten, damit der Vitaminbedarf in vollem Umfang gedeckt wird.
4. Auch Ballaststoffe müssen in der Nahrung enthalten sein, damit der Darmkanal zur Tätigkeit angeregt wird.
5. Geschmackstoffe müssen in der Nahrung enthalten sein, damit die Verdauungsdrüsen angeregt werden. Es ist also nicht überflüssig, die Nahrung schmackhaft zuzubereiten.

6. Die Mahlzeiten sollen täglich etwa zu den gleichen Zeiten eingenommen werden, weil der Mensch zu den Stunden, in denen er zu essen gewohnt ist, den größten Appetit hat. Regelmäßig eingehaltene Mahlzeiten fördern die Arbeit des Verdauungskanal und tragen daher zur Gesunderhaltung bei.
7. Es ist wichtig, daß die Speisen sauber und ansprechend hergerichtet und in einem freundlichen Zimmer, an einem schön gedeckten Tisch in Ruhe eingenommen werden. Alle diese Faktoren fördern die Tätigkeit der Verdauungsdrüsen.

Aufgaben und Fragen

1. Ein Hund sondert Speichel ab, wenn er Sand ins Maul bekommt! Welche Bedeutung hat dieser Vorgang?
2. Prüfe, ob du gleich nach dem Verschlucken von Speichel neue Schluckbewegungen ausführen kannst! Erkläre!
3. Lege beim Schlucken die Finger auf den Kehlkopf! Fühle seine Bewegungen!
4. Stelle aus 100 ml Wasser, 1 g Pepsin und 1 ml verdünnter Salzsäure Magensaft her! Fülle damit mehrere Reagenzgläser! Gib in je eines von ihnen ein Stück eines Nahrungsmittels: mageres gekochtes Fleisch, fettes gekochtes Fleisch, Weißes eines gekochten Eies, Brot! Stelle fest, wieviel Zeit vergeht, bis sich die Nahrungsmittel verändern und welche Veränderungen vor sich gehen!
Führe einen der Versuche bei unterschiedlichen Temperaturen aus!
5. Warum wird Menschen mit schlechtem Appetit geraten, vor dem Essen Fleischbrühe zu trinken?
6. Wie ändert sich die Tätigkeit der Verdauungsorgane, wenn der Magen entfernt worden ist? Wie muß die Ernährung gestaltet werden?
7. Wie entsteht der Appetit? Welche Bedeutung hat er?
8. Berechne die Oberfläche eines Würfels von 1 cm Seitenlänge! Berechne die Oberfläche einer entsprechenden Anzahl von Würfeln mit 1 mm Seitenlänge! Vergleiche!
9. Warum sollen wir unsere Nahrung sorgfältig kauen?

Die Atmung

Der größte Teil der aufgenommenen Nährstoffe wird zur Gewinnung von Energie benötigt. Die chemischen Vorgänge, die diese Energie freisetzen, sind Oxydationen. Den Sauerstoff, der für diese Oxydation notwendig ist, nimmt unser Körper bei der Atmung aus der Luft auf.

Sauerstoff kann nicht wie Nährstoffe und Flüssigkeit im Körper gespeichert werden; er muß also dem Organismus ununterbrochen zugeführt werden.

Der beim Einatmen aufgenommene Sauerstoff verbindet sich im Körper mit den hauptsächlichsten Elementen der Nährstoffe: Kohlenstoff und Wasserstoff. Es entstehen als Stoffwechselprodukte Kohlendioxid und Wasser.

Da die weitaus größte Menge des Kohlendioxids und auch ein Teil des Wassers bei der Atmung in gasförmigem Zustand ausgetauscht werden, können wir die Atmung als **Gasaustausch** zwischen Organismus und Umwelt bezeichnen.

Das Prinzip des Atmens ist das gleiche, das beim Blasebalg wirksam ist: Im Brustraum wird ein **Unterdruck** erzeugt, dadurch wird die sauerstoffreiche Frischluft eingesogen. Kurz danach wird ein **Überdruck** hervorgerufen, der die verbrauchte, kohlendioxidreiche Luft wieder austreibt.

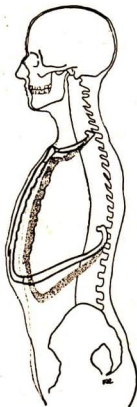


Abb. 49 Stellung des Brustkorbs bei Einatmung und Ausatmung. Durchgehende Linien Einatmung, Punktierung Ausatmung

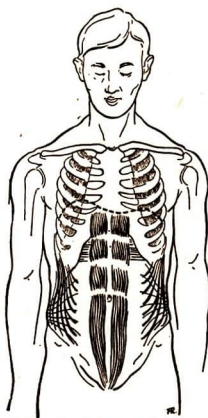
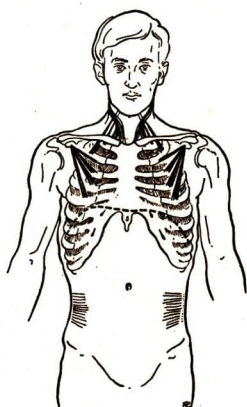


Abb. 50 Atembewegungen; links: Ausatmung, rechts: Einatmung. Die jeweils tätigen Muskeln sind hervorgehoben, die Lage des Zwerchfells ist durch eine unterbrochene Linie angedeutet.



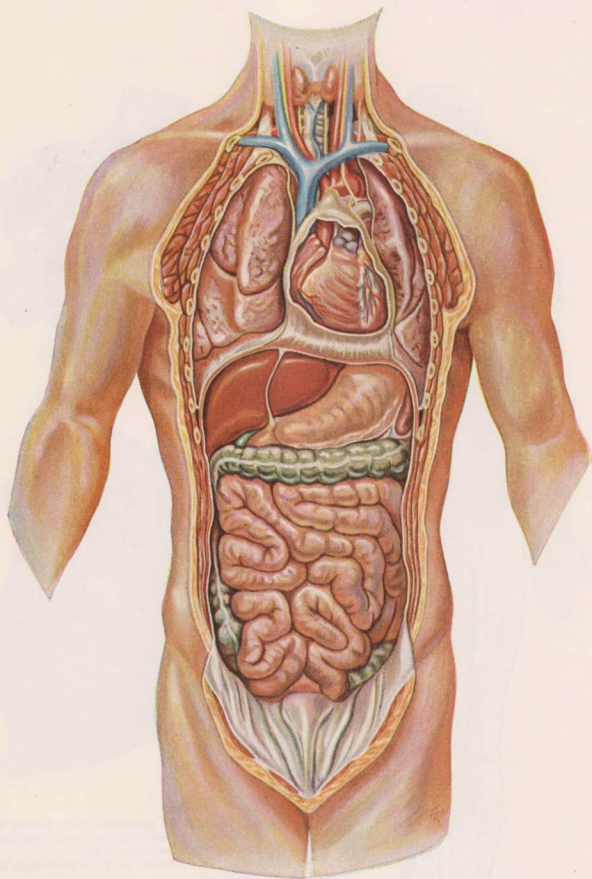
Der Unterdruck entsteht durch das **Anheben der Rippen**. Dadurch vergrößert sich der Durchmesser des Brustkorbs nach vorn und nach der Seite. In diesen vergrößerten Innenraum strömt die Luft ein (Abb. 49). Die Ribbenbewegung kommt vor allem dadurch zustande, daß sich die Zwischenribbenmuskeln zusammenziehen. Bei angestrenghem Einatmen wirken aber auch die Halsmuskeln mit (Abb. 50).

An der Atmung ist auch das **Zwerchfell** beteiligt, ein Muskel, der von dem Ribbenbogen zu einer Sehnenplatte in der Mitte des Körpers zieht (Abb. 50). Das Zwerchfell bildet mit seiner Sehnenplatte eine Scheidewand zwischen Bauchraum und Brustraum. Wenn es sich zusammenzieht, bewegen sich seine Seitenteile nach unten. Dadurch wird der Brustraum größer; die Baueingeweide werden nach unten und vorn gedrängt. Wenn das Zwerchfell erschläfft, nehmen die Eingeweide durch den Druck der Bauchmuskulatur (Bauchpresse) wieder ihre alte Lage ein.

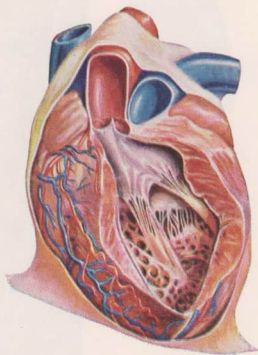
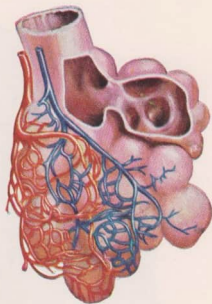
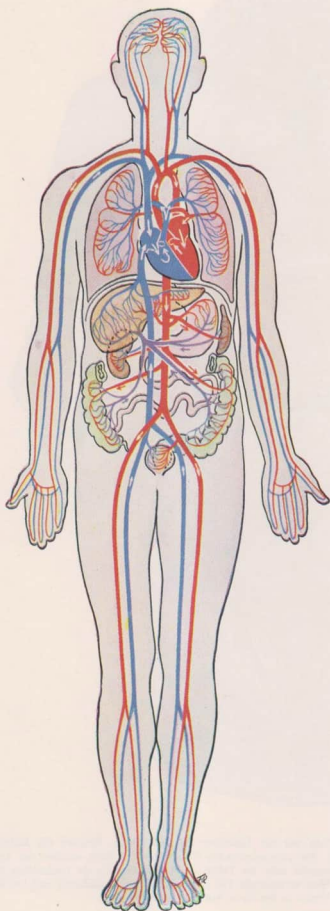
Die Atembewegungen der Brustwand bezeichnen wir als **Brustatmung**, die Atembewegungen der Bauchwand als **Bauchatmung**. Bei den Männern überwiegt im allgemeinen die Bauchatmung, bei den Frauen dagegen die Brustatmung.

Die Atemwege

Die Nasenhöhle. Die Luft gelangt bei Einatmung mit geschlossenem Mund zunächst in die Nase. In die Nasenhöhle springen mehrere Knochenleisten vor, die Nasenmuskeln (Abb. 46). Um diese Vorsprünge streicht die Atemluft herum.



Innere Organe der Brust- und Bauchhöhle. Oben vor der Luftröhre die Schilddrüse, daneben die Halsgefäße (Venen blau, Arterien rot) und Nervenstränge (gelb). Im aufgeschnittenen Herzbeutel das Herz, darüber der Aortenbogen, zu beiden Seiten die Lungen. Unter dem Zwerchfell links die Leber, an ihrer Unterseite die Gallenblase, rechts der Magen und rechts außen die Milz. Darunter der quer verlaufende Teil des Grimmdarms (Dickdarm) und der Dünndarm. Links der aufsteigende Teil des Grimmdarms. Unten in der Mitte ein Teil der Blase



Blutkreislauf des Menschen, Links: Schema des Blutkreislaufs (arterielles Blut rot, venöses Blut blau, Blut des Pfortadersystems violett).

Oben: Lungenbläschen (z. T. aufgeschnitten) mit Kapillarnetz.

Unten: Herz, aufgeschnitten. Oben von links nach rechts Körperhohlvene, Körperschlagader, Lungen-
schlagader. In der Einmündung der Körper-
schlagader die Taschenklappen, oben in der Herz-
kammer die Segelklappen. Um das Herz herum der auf-
geschnittene Herzbeutel, unten angedeutet das
Zwerchfell

Sie kommt dabei auf einer größeren Fläche, als es bei geradem Wege der Fall wäre, mit der stark durchbluteten Schleimhaut in Berührung und wird angewärmt und angefeuchtet. Außerdem hält der klebrige Nasenschleim Staub- und Schmutzteilchen fest, reinigt also die Atemluft. Der Nasenschleim wird normalerweise durch den Wimperschlag der Flimmerzellen zum Rachen befördert und verschluckt.

In die Nasenhöhle münden die Ausführungsgänge der umliegenden Knochenhöhlen (Kieferhöhlen, Siebbeinhöhlen, Stirnhöhle, Keilbeinhöhle). Der Tränen-Nasengang, der den inneren Augenwinkel mit der Nasenhöhle verbindet, leitet die Tränenflüssigkeit in die Nasenhöhle. Der Verbindungsgang zum Mittelohr, die Ohrtrumpete, mündet in den hinter der Nase liegenden Rachenraum.

Der Rachenraum. Im Rachenraum wird der Luftweg von dem Weg der Nahrung gekreuzt (Abb. 46). Im Rachenraum liegen an der Grenze zur Nasenhöhle die Rachenmandeln, an der Grenze der Mundhöhle die Gaumenmandeln. Beide Organe dienen der Abwehr von Krankheitserregern. Die Luft gelangt aus dem Rachenraum in den Kehlkopf.

Der Kehlkopf. Der Kehlkopf besteht aus einem Knorpelgerüst, das oben den Kehldeckel trägt (Abb. 51). Im Kehlkopf ziehen von vorn nach hinten zwei Schleimhautfalten, die beiden **Stimmklappen**. Zwischen ihnen bleibt ein Spalt frei, die **Stimmritze**. Durch Veränderungen von Muskeln werden die Stimmklappen verstellt. Die Stimmritze erweitert oder verengt sich entsprechend.

Werden die Stimmklappen so weit geschlossen, daß zwischen ihnen ein schmaler Spalt bleibt, so entsteht beim Durchpressen von Luft ähnlich wie bei einer Pfeife ein Ton (Abb. 52). Dieser Ton wird durch die Resonanz in Mund- und Nasenhöhle verstärkt. Bestimmte Stellungen der Stimmklappen, der Zähne, der Zunge, der Lippen und des weichen Gaumens führen zur Bildung der verschiedenen Vokale und Konsonanten.

Die Stimmritze kann reflektorisch vollständig geschlossen werden, wenn beispielsweise die Nervenendigungen der Nase durch Staub stark gereizt werden. Dann kommt es im Zusammenhang mit dem Verschluss der Stimmritze zu plötzlichen starken Atemstößen, die wir als **Niesen** bezeichnen. Das **Husten** wird in ähnlicher Weise bei starker Reizung der Kehlkopfschleimhaut hervorgerufen.

Die Luftröhre. An den Kehlkopf schließt sich die Luftröhre an. Sie wird durch hufeisenförmig gebogenen Knorpelspannen weit offen gehalten, so daß die Luft ungehindert hin-

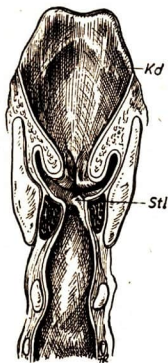


Abb. 51 Kehlkopf im Schnitt. Kd Kehldeckel, Stl Stimmklappe



Abb. 52 Stellung der Stimmklappen beim Hervorbringen eines hohen Tons (links), beim ruhigen Atmen (Mitte) und bei starker tiefer Atmung (rechts)

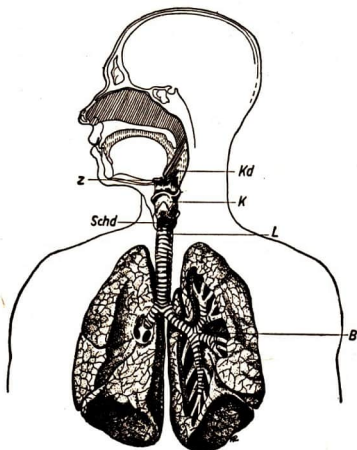


Abb. 53 Die Atemwege. Linke Lunge geöffnet
B Bronchien, *K* Kehlkopf, *Kd* Kehldeckel, *L* Luftröhre,
Schd Schilddrüse, *Z* Zungenbein

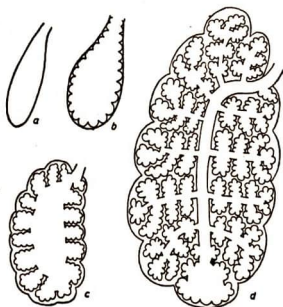


Abb. 54 Zunehmende Vergrößerung der Lungen-
 fläche bei den verschiedenen Klassen der Wirbeltiere
a Schwanzlurch, *b* Froschlurch, *c* Kriechtier, *d* Säuger

durchströmen kann (Abb. 53). Hinter dem Brustbein verzweigt sich die Luftröhre in zwei Äste (Bronchien), die zu den beiden Lungen rechts und links in der Brusthöhle ziehen. Dort teilen sich die Luftröhrenäste, die Bronchien, weiter auf. Die Luftröhre ist mit Flimmerzellen (Abb. 3) ausgekleidet, deren Geißeln ständig schlagen. Auf diese Weise werden eingedrungene Fremdkörper und Schleim aus der Luftröhre befördert.

Die Lungen

Die Lungen des Menschen und der anderen Säuger können wir mit einem lufthaltigen Schwamm vergleichen. Den Hohlräumen des Schwamms entsprechen bei der Lunge die **Lungenbläschen** (s. Farbtafel gegenüber S. 49). Bei der Einatmung werden sie entfaltet und nehmen viel Luft auf, bei der Ausatmung werden sie zusammengedrückt, und die Luft entweicht aus ihnen.

Die Aufgliederung der Lunge in Lungenbläschen führt zu einer außerordentlichen Vergrößerung der Oberfläche. Ein Vergleich der Lunge eines Lurchs, eines Kriechtiers und eines Säugers (Abb. 54) läßt diese Oberflächenvergrößerung deutlich werden. Je größer die Oberfläche ist, desto besser und rascher kann sich der Gasaustausch vollziehen.

Um die einzelnen Lungenbläschen liegt ein Gespinnst feinsten Blutgefäße (Kapillaren). Weil die Wand der Lungenbläschen sehr dünn ist, kann der Sauerstoff leicht aus

der Luft in das Blut aufgenommen und das Kohlendioxid aus dem Blut in die Luft abgegeben werden.

In der Ruhe atmet der Erwachsene in der Minute 12- bis 14mal. Bei jedem Atemzug atmet er etwa einen halben Liter Luft ein und aus. So beträgt der Luftwechsel in der Lunge in einer Minute 6 bis 7 Liter. Die Einatemluft enthält etwa 20%, die Ausatemluft 16% Sauerstoff. Der Körper verbraucht also in der Ruhe in einer Minute etwa $\frac{1}{4}$ l Sauerstoff. Im Schlaf atmen wir nur etwa zehnmal in der Minute, bei körperlicher Arbeit oder beim Sport dagegen 40- bis 60mal oder noch öfter. Es ist für den Körper jedoch besser, wenn nicht rasch und oberflächlich, sondern langsam und tief geatmet wird. Der Luftwechsel kann bei tiefer Ein- und Ausatmung bis zu 4 oder 5 l je Atemzug erreichen.

Bei der Atmung ist es wichtig, daß die oberen und unteren Abschnitte der Lunge gut durchlüftet werden. Bei schlechter, gekrümmter Körperhaltung werden die oben liegenden Lungenspitzen schlecht beatmet; es können sich in ihnen leicht Krankheiten, zum Beispiel Tuberkulose, entwickeln.

Aufgaben und Fragen

1. Schildere die Atembewegungen deiner Rippen bei tiefer Brustatmung!
2. Beobachte die Funktion der Halsmuskulatur bei tiefster Einatmung!
3. Hauche gegen eine kalte Glasscheibe! Beobachte! Erkläre!
4. Ruhe dich aus! Zähle die Atemzüge je Minute! Zähle nach 20 Kniebeugen!
5. Vergleiche die Atmungsorgane des Menschen mit denen eines Säugetiers!
6. Warum soll man durch die Nase atmen?
7. Sprich die verschiedenen Vokale und Konsonanten! Beobachte dabei mit Hilfe des Spiegels die Stellung der Zunge, der Lippen und des Unterkiefers!
8. Warum ist bei einem Menschen, der starken Schnupfen hat, die Stimme verändert?
9. Bestimme an deinem Körper die ungefähren Begrenzungen der Lungen und den Sitz des Zwerchfells!
10. Taste deinen Kehlkopf beim Sprechen verschiedener Vokale und Konsonanten ab!
11. Versuche ohne Bewegung des Brustkorbs zu atmen! Erkläre die dabei ablaufenden Atembewegungen!
12. Stelle fest, wie sich die Atmung beim Husten, beim Niesen, beim Lachen und beim Weinen verändert!
13. Weshalb sind Verletzungen der Lungen gefährlich?
14. Wie wirkt sich erhöhter Blutdruck auf die Atmung aus?
15. Wie wirkt sich verminderter Luftdruck auf die Atmung aus?
16. Untersuche die Lungen eines Säugetiers, die deine Mutter beim Fleischer gekauft hat!

Das Blutsystem

In der Lunge wird Sauerstoff aus der Luft in das Blut aufgenommen und Kohlendioxid aus dem Blut in die Atemluft abgegeben. In der Darmwand werden Nährstoffe, in der Dickdarmwand außerdem große Mengen Wasser vom Blut aufgenommen. Das Blut muß all diese Stoffe transportieren. Es kann diese Aufgaben nur erfüllen, wenn es flüssig ist und ständig durch den ganzen Körper bewegt wird.

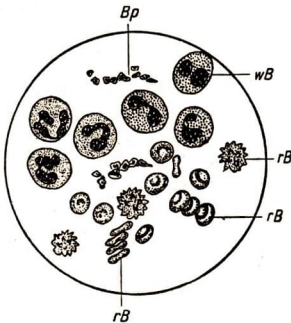


Abb. 55 Mikroskopisches Bild des Blutes

Bp Blutplättchen, *rB* rote Blutkörperchen (die stacheligen Körper sind beim Herstellen des Präparates entstanden), *wB* weiße Blutkörperchen

Die Gesamtmenge des Blutes im Körper ist beim gesunden Menschen recht einheitlich, sie beträgt 7 bis 8% des Körpergewichts. Das sind beim Erwachsenen bei einem durchschnittlichen Körpergewicht von 70 kg 5 bis 6 l. Das Blut besteht zu 45% aus den verschiedenen Blutzellen (Abb. 55) und zu 55% aus Blutflüssigkeit.

Zusammensetzung des Blutes

Bestandteil	ungefähre Menge	
Zellen:		
rote Blutkörperchen	5 Mill./ μ l	Sauerstofftransport
weiße Blutkörperchen	5000/ μ l	Abwehr von Bakterien und anderen Körpern
Blutplättchen	600000/ μ l	enthalten Fermente für Blutgerinnung
Blutflüssigkeit:		
Immunkörper (Eiweiß)	25 g/l	Abwehr von Krankheitserregern u. a.
Gerinnungseiweiß	5 g/l	Blutgerinnung
andere Eiweiße	50 g/l	verschiedene Aufgaben
Fette und ihre Spaltprodukte	8 g/l	für den Stoffwechsel der Zellen
Traubenzucker	1 g/l	für den Stoffwechsel der Zellen
Spaltprodukte der Eiweißverdauung	0,06 g/l	für den Stoffwechsel der Zellen
Sauerstoff	140—200 ml/l	für Verbrennungsprozesse
Kohlendioxid	400—500 ml/l	aus Verbrennungsprozessen
Stickstoff	10 ml/l	—
Eiweißabbauprodukte	0,5 g/l	—
Mineralstoffe	9,5 g/l	für den Baustoffwechsel u. a.
Wasser	90 %	als Transportmittel

Der Transport von Stoffen

Der Sauerstoff wird von den roten Blutkörperchen transportiert. Es sind flache runde Zellen ohne Kern, die den roten **Blutfarbstoff** enthalten (Abb. 55). Der rote Blutfarbstoff kann Gase, vor allem Sauerstoff, chemisch binden. Bei der Sauerstoff-

aufnahme verändert sich der Farbton des roten Blutfarbstoffs. Der einfache rote Blutfarbstoff ist dunkelrot, fast bläulichrot, während der oxydierte Blutfarbstoff leuchtendrot aussieht.

Das sauerstoffreiche leuchtendrote Blut bezeichnen wir als **arterielles Blut**, das sauerstoffarme dunkelrote Blut nennen wir **venöses Blut**.

Alle roten Blutkörperchen eines erwachsenen Menschen zusammen ergeben eine Oberfläche von 3600 m². Wir begegnen hier dem gleichen Prinzip, das wir schon beim Bau der Dünndarmwände und der Lungen kennengelernt haben: Vergrößerung der Oberfläche durch Unterteilung. Die große Oberfläche der Blutkörperchen ermöglicht einen raschen Gasaustausch.

Während der Sauerstoff in Blutzellen transportiert wird, wird das Kohlendioxid in der Blutflüssigkeit, vor allem chemisch an Natrium (NaHCO_3), gebunden, zur Lunge gebracht (Abb. 56).

Außer Sauerstoff, Kohlendioxid und Nährstoffen transportiert das Blut vor allem die Endprodukte des Stoffwechsels aus den Geweben zu den Ausscheidungsorganen, besonders zu den Nieren.

Die Blutgerinnung

Wenn wir uns verletzen, tritt Blut aus den beschädigten Blutgefäßen. Dabei wird einer der flüssigen Eiweißbestandteile des Blutes (das Gerinnungseweiß) durch die Wirkung von Fermenten fest und bildet ein Maschenwerk aus vielen Fasern (Abb. 57). Dieser Vorgang ähnelt äußerlich dem Festwerden der Milch bei der Gerinnung. Durch die Gerinnung des Blutes werden die Blutgefäße und die Wunde verschlossen, so daß kein Blut mehr ausfließt und weder Schmutz noch Krankheitserreger in die Wunde eindringen können. Schließlich wird das Blutgerinnsel zu Ge-

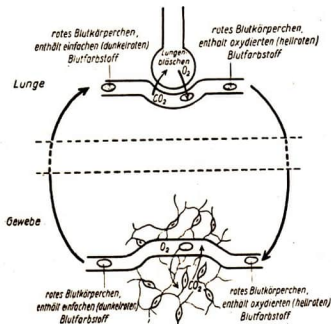


Abb. 56 Gasaustausch (Schema)

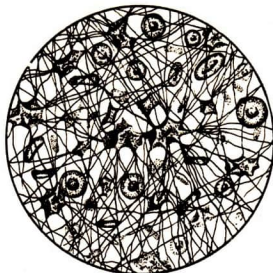


Abb. 57 Mikroskopisches Bild des gerinnenden Blutes

webe (Narbengewebe) umgewandelt und trägt dadurch zur Heilung der Wunde bei. Die Fermente, die die Blutgerinnung verursachen, stammen zum Teil aus den Blutplättchen, den kleinsten Blutzellen (Abb. 55). Wenn die Blutplättchen fehlen, gerinnt das Blut sehr langsam. Vögel beispielsweise haben keine Blutplättchen. Dementsprechend benötigt ihr Blut eine längere Gerinnungszeit als das des Menschen.

Gefährlich ist es, wenn die Blutgerinnung schon in den Blutgefäßen eintritt. Das kommt mitunter durch Verletzungen von Gefäßen vor. Wir sprechen dann von einer Thrombose. Das nur lose an der Gefäßwand haftende Gerinnsel kann sich leicht lösen und dann wichtige Blutgefäße im Körper verstopfen (Embolie).

Abwehrfunktionen des Blutes

Die Abwehrfunktionen des Blutes sind sehr vielfältig. Am wichtigsten sind hierfür die weißen Blutkörperchen (Abb. 55) und Eiweiße (die Immunkörper), die ähnlich wie Fermente wirken.

Weißer Blutkörperchen. Die weißen Blutkörperchen verhalten sich wie Amöben. Sie werden auch als Freßzellen bezeichnet. Beispielsweise nehmen sie Bakterien in ihr Inneres auf, verdauen sie und machen sie dadurch unschädlich. Häufig sterben sie dabei ab. Sie werden dann entweder mit dem Blut zur Milz transportiert und dort zerstört oder auf anderem Wege aus dem Körper ausgeschieden. Eiter enthält neben den Eitererregern viele solcher abgestorbenen weißen Blutkörperchen. Bei Infektionskrankheiten werden mehr weiße Blutkörperchen gebildet als im gesunden Körper. Darum steigt ihre Anzahl im Blut. Eine Vermehrung der weißen Blutkörperchen zeigt also immer eine Krankheit an. Sie kann durch mikroskopische Untersuchung des Blutes, durch das sogenannte Blutbild, festgestellt werden.

Immunkörper. Bei Infektionskrankheiten entstehen im Blut Abwehrstoffe, die wie Fermente wirken und die Krankheitserreger zerstören. Diese Stoffe machen den Körper gegen neue Infektionen mit dem gleichen Krankheitserreger unempfindlich (immun), sie werden deshalb Immunkörper genannt. Sie wirken nur gegen einen bestimmten Erreger, Diphtherie-Immunkörper beispielsweise nur gegen Diphtheriebakterien und nicht gegen den Erreger der Masern.

Man kann eine Immunität auch dadurch erreichen, daß man dem Körper abgeschwächte Krankheitserreger einspritzt. Er bildet dann die Immunkörper, ohne die Krankheit durchgemacht zu haben. Dieses Verfahren wird als Schutzimpfung bezeichnet.

Nach vielen Krankheiten behält der Körper die Immunkörper für immer. An diesen Krankheiten erkrankt der Mensch also gewöhnlich nur einmal. Hierzu gehören Masern, Scharlach, Pocken, Ruhr und viele weitere Krankheiten. Bei anderen Krankheiten jedoch müssen die Immunkörper immer wieder von neuem gebildet werden, diese Krankheiten können also bei einem Menschen öfter auftreten. Hierzu gehören vor allem Mandelentzündungen (Anginen), Eiterungen u. a.

Blutgruppen. Für die Blutübertragungen ist von großer Bedeutung, daß auch gegen Eiweißkörper im Blut anderer Menschen Gegenstoffe vorhanden sind. In den roten Blutkörperchen können zwei verschiedene Arten von Eiweißkörpern

enthalten sein (A und B), gegen die es im Serum zwei Gegenstoffe gibt (α und β). Hat der Mensch in seinen Blutkörperchen den Eiweißkörper A, so hat er meist im Plasma Gegenstoffe gegen den Eiweißkörper B und umgekehrt.

Je nach dem Vorhandensein oder Fehlen dieser Gegenstoffe können wir vier Blutgruppen unterscheiden, die nach den Eigenschaften der roten Blutkörperchen benannt werden.

Blutgruppe	Eiweißkörper im roten Blutkörperchen	Gegenstoffe in der Blutflüssigkeit
A	A	β
B	B	α
AB	A und B	keine
0	keine	α und β

Wenn bei einer Blutübertragung Blut mit dem Eiweißkörper B und dem Gegenstoff α Blut mit dem Eiweißstoff A zugegeben wird, so werden die roten Blutkörperchen des Spenderbluts zusammengeballt. Sie können keinen Sauerstoff mehr aufnehmen und verstopfen die Gefäße. Deshalb darf bei Blutübertragungen nur Blut der gleichen Blutgruppe verwendet werden.

Den Gegenstoffen in der Blutflüssigkeit des Spenders kommt bei Blutübertragungen keine so große Bedeutung zu. Das Blut des Spenders wird durch das Blut des Empfängers sofort stark verdünnt, so daß die Gegenstoffe sich nicht auf die Blutkörperchen des Empfängers auswirken können.

Rhesusfaktor. Unser Blut enthält noch weitere Stoffe, die ähnlich wie die Stoffe das A-B-Systems wirken. Unter normalen Verhältnissen sind sie nur in den roten Blutkörperchen enthalten. In der Blutflüssigkeit bildet der Körper erst dann Gegenstoffe, wenn Blut mit roten Blutkörperchen, die diese Stoffe tragen, in die Blutbahn gelangt. Es ist ein ähnlicher Vorgang wie die Bildung von Abwehrstoffen gegen Krankheitserreger. Weil diese Stoffe bei Versuchen mit Blut von Rhesusaffen entdeckt wurden, werden sie Rhesusfaktoren oder kurz Rh-Faktoren genannt. Man unterscheidet Rh-positives Blut, in dessen roten Blutkörperchen Rh-Faktoren enthalten sind, und Rh-negatives Blut, in dessen roten Blutkörperchen keine Rh-Faktoren enthalten sind. Auch die Rh-Faktoren haben praktische Bedeutung. Wenn sich im Körper einer Rh-negativen Mutter ein Rh-positives Kind entwickelt, kann der Körper der Mutter Abwehrstoffe gegen den Rh-Faktor des Kindes bilden, die in dessen Blut übergehen und so das Kind schädigen. In unserer Republik wird das Blut aller schwangeren Frauen sorgfältig untersucht, damit gegebenenfalls rechtzeitig die notwendigen Maßnahmen ergriffen werden können.

Blutbildung und Blutabbau

Die Bestandteile des Blutes, vor allem die Blutzellen und die Bluteiweiße, werden an verschiedenen Stellen des Körpers ständig neu gebildet. Die Bluteiweiße entstehen hauptsächlich in der Leber, die Blutzellen fast ausschließlich im roten Knochenmark. Nur ein Teil der weißen Blutkörperchen, die Lymphzellen, werden in der Milz und in den Lymphknoten (s. S. 60) gebildet. Da die Lebensdauer der Blutzellen nicht sehr groß ist – sie beträgt für die roten Blutkörperchen etwa 100 Tage

und für die weißen Blutkörperchen nur 4 bis 5 Tage –, werden ständig sehr große Mengen an Blutzellen gebildet. So gelangen in jeder Sekunde etwa 3500000 neue rote Blutkörperchen in das Blut.

Der Abbau verbrauchter Blutzellen erfolgt vor allem in der Milz und in der Leber. Dabei wird der rote Blutfarbstoff zerstört und von der Leber mit der Galle in den Darm ausgeschieden. Auf die Abbauprodukte des roten Blutfarbstoffes ist vor allem die Farbe des Gallensaftes, des Kotes und zum Teil auch des Urins zurückzuführen.

Werden die Abbauprodukte des roten Blutfarbstoffes nicht ordnungsgemäß ausgeschieden, zum Beispiel bei Erkrankungen der Leber, so erhält die Blutflüssigkeit durch sie eine gelbe Farbe. Die gelben Farbstoffe gehen in diesem Fall in die Gewebsflüssigkeit über und geben der Haut, auch der Lederhaut des Auges, ein gelbes bis grünlichgelbes Aussehen. Wir sprechen dann von einer Gelbsucht.

Aufgaben und Fragen

1. Warum müssen die Zellen des Organismus durch Flüssigkeiten miteinander verbunden sein?
2. Bei blutarmen Menschen sind die Schleimhäute blaß. Erkläre diese Erscheinung!
3. Wieso ist die Entzündung eine Schutzreaktion?
4. Wenn bei starkem Blutverlust kein Blutspender der gleichen Blutgruppe vorhanden ist, kann das Blut eines Menschen der Blutgruppe 0 übertragen werden. Begründe!
5. Bei starkem Blutverlust werden Verletzte in bestimmten Fällen mit reinem Sauerstoff künstlich beatmet. Begründe!
6. Fülle Blut eines eben geschlachteten Tieres in ein Becherglas! Decke das Glas zu! Laß es einen Tag lang stehen! Beobachte!

Das Kreislaufsystem

Das Blut kann seine vielfältigen Aufgaben nur erfüllen, wenn es ständig im Körper bewegt wird und alle Zellen erreichen kann. Das wird durch das Kreislaufsystem erreicht. Wir können es mit dem vielfach verzweigten Rohrnetz eines Wasserwerkes vergleichen, in dessen Zentrum ein Pumpwerk (das Herz) steht. Während jedoch das Wasserwerk nur den Hinfluß zum Verbraucher zu gewährleisten hat, muß durch den Kreislauf auch der Rückfluß zur Pumpe gesichert werden.

Die Blutgefäße, die das Blut vom Herzen wegführen, bezeichnen wir als **Schlagadern** oder Arterien; an ihnen können wir die Druckwelle des Herzschlags als **Puls** fühlen. Die Blutgefäße, in denen das Blut zum Herzen fließt, nennen wir **Venen** (s. Farbtafel gegenüber S. 49).

Das Herz

Das Fischherz besteht nur aus einer Kammer und einer Vorkammer. Von dem einfachen Fischherzen bis zu dem vollständig geteilten Kreislauf der Säugetiere gibt es viele Zwischenstufen in der Entwicklung (Abb. 58). Je weiter die Trennung

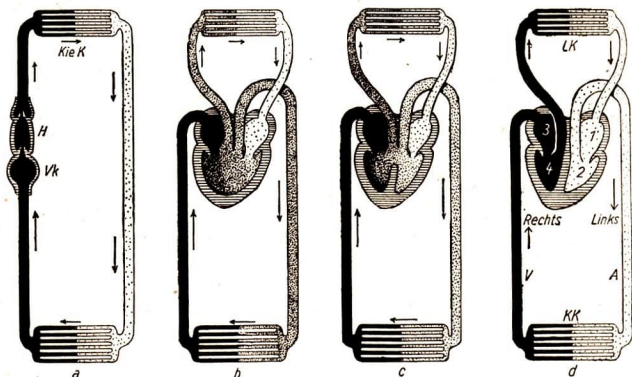


Abb. 58 Blutkreisläufe; a Fisch, b Lurch, c Kriechtier, d Säuger

A Schlagader (Arterie), H Herzkammer, KK Körperkreislauf, KieK Kiemenkreislauf, LK Lungenkreislauf, V Vene, Vh Herzkammer, 1 und 3 linke und rechte Vorkammer, 2 und 4 linke und rechte Herzkammer

des Kreislaufs ausgebildet ist, je weniger venöses und arterielles Blut sich mischen, desto leistungsfähiger ist der Organismus. Wenn wir die Herzen von Arten aus den verschiedenen Wirbeltierklassen vergleichen, können wir deutlich die Entwicklung vom Niederen zum Höheren verfolgen.

Das Herz (Abb. 59) zieht sich in regelmäßigen Abständen zusammen und erschläft dann wieder; die sogenannte Herzpause tritt ein. Während des Erschlaffens wird aus den Venen Blut ins Herz aufgenommen. Zunächst ziehen sich die **Vorhöfe** zusammen, bis die **Kammern** vollgefüllt sind. Dann ziehen sich die **Klappen** zusammen. Dabei schließen sich die Klappen zwischen Vorhof und Kammer, so daß das Blut nicht zurückfließen kann. Es wird in die Arterien gedrückt. Die Klappen an den Übergangsstellen zu den Arte-

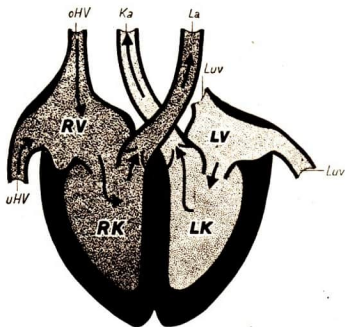


Abb. 59 Schema des Herzens; die Pfeile geben die Strömungsrichtung des Blutes an LV Linker Vorhof, RV rechter Vorhof, LK linke Kammer, RK rechte Kammer, Ka Körperarterie, La Lungenarterie, Luv Lungenvene, oHV obere Hohlvene, uHV untere Hohlvene

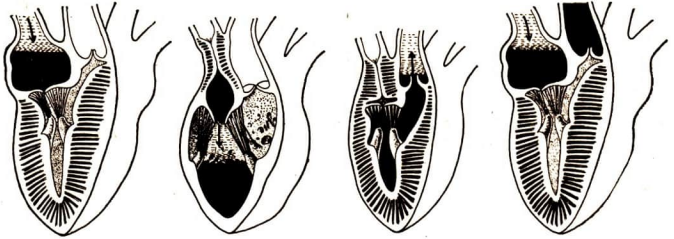


Abb. 60 Herztätigkeit. a Die Vorkammer füllt sich mit Blut. b Die Vorkammer zieht sich zusammen, die Segelklappe öffnet sich, und das Blut strömt in die Herzkammer. c Die Herzkammer zieht sich zusammen, die Segelklappe schließt sich; durch die geöffnete Taschenklappe strömt das Blut in die Arterie. d Die Taschenklappe ist geschlossen, so daß das Blut nicht in die Herzkammer zurückfließen kann. Die Vorkammer erweitert sich und füllt sich erneut mit Blut.

rien verhindern, daß das Blut in der Herzpause ins Herz zurückfließt (Abb. 60). Das Schließen der Klappen kann man als „Herzton“ hören.

Eine Zusammenziehung des Herzens bezeichnen wir als **Herzschlag**. Die Anzahl der Herzschläge können wir am Pulsschlag der Schlagadern fühlen. Es sind beim Erwachsenen normalerweise etwa 70 Herzschläge in der Minute. Bei körperlicher Anstrengung steigt die Anzahl der Herzschläge auf 120 und mehr in der Minute, weil das Blut dann mehr Nährstoffe und Sauerstoff zu den Geweben befördern muß.

Die Blutgefäße

Bei einer Reihe von niederen Tieren, so bei den Insekten und den Weichtieren, wird das Blut vom Herzen aus durch ein Röhrensystem im Körper verteilt, verläßt dort die Blutgefäße und fließt dann frei durch die Spalten der Gewebe des Körpers. Erst kurz vor dem Herzen wird es von Gefäßen wieder aufgenommen. Ein solcher Blutkreislauf wird als **offener Blutkreislauf** bezeichnet (Abb. 61).

Der Mensch und die höheren Tiere haben einen **geschlossenen Blutkreislauf**. Vom Herzen aus fließt das Blut durch Blutgefäße, die sich immer weiter aufteilen, bis zu den feinsten Haargefäßen (Kapillaren), die gerade so groß sind, daß ein rotes Blutkörperchen hindurchgeht. Dann sammeln sich die Gefäße wieder; sie vereinigen sich zu großen Gefäßen, die zum Herzen zurückführen. Bei einem geschlossenen System kann das Herz besser die für die Tätigkeit eines jeden Organs erforderliche Blutmenge zur Verfügung stellen.



Abb. 61 Offener Kreislauf eines Weichtieres; die Pfeile geben die Strömungsrichtung an

Aber auch beim Menschen gibt es noch Abschnitte mit einem offenen Kreislauf. Hierzu gehört der gesamte Lymphkreislauf (s.S.60). Auch in der Milz haben wir keinen geschlossenen Kreislauf; kleine Gefäße münden offen in Spalten des Milzgewebes, aus denen das Blut wieder in kleine Venen aufgenommen wird.

Den Weg des Blutes können wir leicht an Hand der Farbtabelle gegenüber S. 49 verfolgen. Die Schlagadern führen überall im Körperkreislauf das sauerstoffreiche, also hellrote Blut, die Venen das sauerstoffarme, also dunkelrote Blut. Nur im Lungenkreislauf ist es anders, dort fließt in den Schlagadern das sauerstoffarme, dunkle (venöse) und in den Venen das sauerstoffreiche, helle (arterielle) Blut.

Aus der linken Herzkammer fließt das Blut in die große Körperschlagader. Von hier aus verteilt es sich auf die Schlagadern des Kopfes und der Arme, des Brustraums und der Baucheingeweide. Schließlich teilt sich die Körperschlagader in die beiden Beinschlagadern auf. Über die Kapillaren gelangt das Blut in die Venen.

Die Venen verlaufen ähnlich wie die Schlagadern. Aus der großen rechten Körpervene fließt das Blut durch den rechten Vorhof in die rechte Herzkammer, von dort durch die Lungenschlagadern und die Haargefäße der Lunge über die Lungenvenen wieder in den linken Vorhof und in die linke Herzkammer zurück.

Damit das Blut ständig kreist, muß von dem Herzen ein bestimmter Druck eingebracht werden. Dieser Druck beträgt in den größeren Schlagadern etwa 120 Torr (mm Quecksilbersäule). Während der Erschlaffung des Herzens sinkt der Druck um etwa $\frac{1}{3}$ ab. In der Lungenschlagader ist der Druck wesentlich niedriger (etwa 40 Torr).

Während das Blut fließt, sinkt der Druck in den Blutgefäßen stark ab; in einem Haargefäß beträgt er nur 20 bis 30 Torr, in den Venen sinkt er noch weiter, bis er vor dem Herzen dem Luftdruck gleich wird.

Die Blutströmungsgeschwindigkeit ist in den Schlagadern wesentlich größer als in den Venen. Sie beträgt in der Körperschlagader etwa 40 bis 60 cm/min.

Aus der Vielzahl der Organe, die das Blut durchfließt, wollen wir einige wegen ihrer besonderen Bedeutung hervorheben.

Durch die Lunge fließt das gesamte Blut. Hier wird das Blut mit Sauerstoff gesättigt und Kohlendioxid an die Atemluft abgegeben (s. S. 50).

Im Darm wird das Blut mit Nährstoffen angereichert (s. S. 44). Dieses Blut fließt jedoch nicht unmittelbar in den Körperkreislauf zurück, es passiert zunächst die Leber. In der Leber werden viele Stoffe chemisch umgebaut, vor allem werden giftige Stoffe entgiftet. Gleichzeitig bildet die Leber die Galle sowie Bluteiweiße (z. B. Immunkörper) und speichert Zucker als Glykogen.

Der Weg des Blutes vom Darm zur Leber und von dort in den allgemeinen Körperkreislauf wird nach dem Hauptgefäß **Pfortaderkreislauf** genannt.

Die Endprodukte aus den Verbrennungsvorgängen im Körper werden in der Niere dem Blut entzogen und zusammen mit Mineralstoffen und Wasser im Harn ausgeschieden (s. S. 62).

Eine sehr wichtige Aufgabe des Blutkreislaufs ist die richtige **Verteilung** des Blutes. Jedes Organ braucht in der Tätigkeit mehr Blut als in der Ruhe, die Beinhmuskeln beispielsweise beim Gehen mehr als beim Liegen, der Darm nach dem Essen mehr als vor dem Essen. Dieser Mehrbedarf der Organe an Blut kann auf zweierlei Wegen befriedigt werden.

Durch Verengung und Erweiterung der Blutgefäße kann die **Durchflußmenge** des Blutes vermindert oder vergrößert werden. Da aber die Gesamtmenge an Blut nicht vergrößert werden kann, muß die vermehrte Durchblutung in einem Organ (oder Organsystem) mit einer verminderten Durchblutung anderer Organe einhergehen. Wenn zum Beispiel der Darm mehr Blut braucht, so wird im Gehirn und

in den Muskeln durch Verengung der Blutgefäße die Durchblutung vermindert oder umgekehrt.

Eine geringe Menge Blut kann zusätzlich aus **Blutspeichern** in den Kreislauf gebracht werden. Das bedingt aber, daß das Herz schneller schlagen muß, um die größere Blutmenge befördern zu können. Als Blutspeicher dienen vor allem die Lunge, die Leber und die Blutgefäße der Haut.

Die geregelte Blutverteilung gehört zu den wichtigsten Funktionen des Organismus. Sie bestimmt ganz wesentlich die Leistungsfähigkeit des Körpers. Darum muß die Anpassungsfähigkeit des Kreislaufs an die verschiedenen Belastungen geübt werden. Dem dienen in erster Linie gymnastische Übungen, Atemübungen, Seilspringen usw.

Jede sportliche Übung, die die Skelettmuskulatur stärkt und zum Wachstum anregt, stärkt auch den Herzmuskel, regt ihn zum Wachstum an und trainiert den gesamten Kreislauf.

Eine große Bedeutung haben das kalte Duschen und das kalte Waschen sowie das anschließende Warmreiben und Warmlaufen. Bei Kälte ziehen sich die Blutgefäße zusammen und erweitern sich bei der Erwärmung wieder. Dadurch wird das verbrauchte Blut aus den Blutspeichern der Haut entleert, und sie können sich wieder mit frischem Blut füllen. Das führt zu einer kurzen, kräftigen Anregung des gesamten Kreislaufs.

Bei allen körperlichen Übungen darf der Kreislauf aber nicht überlastet werden. Es kommt darauf an, den Organismus planmäßig zu trainieren und allmählich leistungsfähig zu machen. Plötzliche Gewaltanstrengungen können zu schweren Schäden führen.

Die Lymphgefäße

Wenn das Blut des Körpers durch die Haargefäße fließt, tritt ein geringer Teil der Blutflüssigkeit durch die Wand der Haargefäße hindurch in die Zellzwischenräume der Gewebe. Sie bildet so einen Teil der **Gewebsflüssigkeit**, die auch als **Lymph**e bezeichnet wird. Die Gewebsflüssigkeit wird von den Haargefäßen des Lymphgefäßsystems aufgenommen, die zu den Spalten der Gewebe hin offen sind. Dieser Abschnitt des allgemeinen Kreislaufsystems entspricht in gewisser Beziehung noch dem offenen Kreislauf der niederen Tiere.

Die Lymphgefäße vereinigen sich zu größeren Gefäßbahnen, die vor allem die Venen begleiten. In die Lymphgefäße sind **Lymphknoten** eingeschaltet, in denen ein Teil der weißen Blutkörperchen gebildet wird (Abb. 62). Hier wird außerdem die Lymphe von den aus den Geweben mitgeführten Schmutzteilen und von Krankheitserregern gereinigt. Die Lymphknoten wirken also wie Filter. Wenn sich zu viele Krankheitserreger in der Lymphe befinden, können sich die Lymphgefäße und die Lymphknoten entzünden. Sie sind dann schmerzhaft geschwollen und gerötet; die Lymphgefäße sind als roter Streifen durch die Haut hindurch zu erkennen. Solche Erscheinungen deuten immer auf eine ernsthafte eitrige Erkrankung hin.

Hinter den Lymphknoten sammeln sich die vielen Lymphgefäße in zwei Stämmen, die beiderseits im Brustraum in die großen Körpervenen münden.

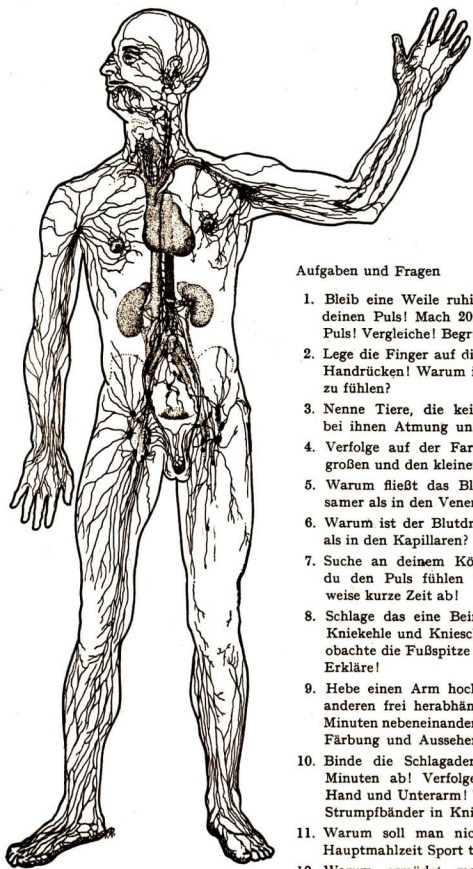


Abb. 62 Lymphgefäßsystem des Menschen

Aufgaben und Fragen

1. Bleib eine Weile ruhig sitzen oder liegen! Zähle deinen Puls! Mach 20 Kniebeugen! Zähle deinen Puls! Vergleiche! Begründe!
2. Lege die Finger auf die gut sichtbaren Gefäße am Handrücken! Warum ist an ihnen kein Pulsschlag zu fühlen?
3. Nenne Tiere, die kein Blut haben! Wie gehen bei ihnen Atmung und Ernährung vor sich?
4. Verfolge auf der Farbtafel gegenüber S. 49 den großen und den kleinen Kreislauf!
5. Warum fließt das Blut in den Kapillaren langsamer als in den Venen?
6. Warum ist der Blutdruck in den Venen niedriger als in den Kapillaren?
7. Suche an deinem Körper die Stellen, an denen du den Puls fühlen kannst! Drücke sie probeweise kurze Zeit ab!
8. Schlage das eine Bein so über das andere, daß Kniekehle und Kniescheibe aufeinanderliegen! Beobachte die Fußspitze des übergeschlagenen Beins! Erkläre!
9. Hebe einen Arm hoch über den Kopf! Laß den anderen frei herabhängen! Lege sie nach einigen Minuten nebeneinander! Vergleiche die Hände nach Färbung und Aussehen der Venen! Begründe!
10. Binde die Schlagadern eines Armes für einige Minuten ab! Verfolge den Lauf der Venen an Hand und Unterarm! Welche Wirkung haben enge Strumpfbänder in Kniestrümpfen?
11. Warum soll man nicht unmittelbar nach einer Hauptmahlzeit Sport treiben?
12. Warum ermüdet man nach einer reichlichen Mahlzeit?

Die Ausscheidung

Beim Stoffwechsel entstehen Abbauprodukte, die vom Blut aus den Geweben des Körpers abtransportiert und auf verschiedene Weise ausgeschieden werden. Das Kohlendioxid verläßt den Körper durch die Lunge. Wasser, das aus dem Stoffwechsel stammt oder mit der Nahrung aufgenommen wurde, geben wir als Dampf beim Atmen, als Dampf oder als Flüssigkeit durch die Schweißdrüsen (s. S. 64) sowie mit dem Kot beziehungsweise dem Harn ab.

Der Harn besteht nicht nur aus Wasser. Er enthält Mineralsalze sowie stickstoff- und schwefelhaltige Abbauprodukte. Der Harn entsteht in einem außerordentlich komplizierten Prozeß in den beiden Nieren.

Die Nieren sind lebenswichtige Organe. Ihre Bedeutung geht schon daraus hervor, daß ständig ein Drittel des gesamten Blutes durch die Nieren fließt. Wenn sie nicht richtig arbeiten, tritt eine Harnvergiftung ein, weil die Abbauprodukte des Eiweißstoffwechsels, die die Nieren aus dem Blut entnehmen, giftig sind.

Der von den Nieren gebildete Harn fließt in den Nierenbecken zusammen und gelangt durch die Harnleiter in die Harnblase (Abb. 63). Hier wird er gesammelt. Wenn die Harnblase gefüllt ist, wird sie durch einen Reflex, der ähnlich wie der Stuhlgangreflex durch den Willen gehemmt werden kann, durch die Harnröhre entleert.

Das Harnsystem ist durch seine Funktion eng mit den Verdauungsorganen verbunden. Der Entwicklung nach bestehen unmittelbare Beziehungen zwischen dem Harnsystem und dem System der Fortpflanzungsorgane. Bei niederen Tieren sind beide Organsysteme noch nicht voneinander geschieden, und auch bei den Säugern bestehen noch engste Verbindungen zwischen ihnen.

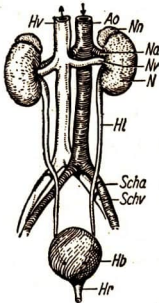


Abb. 63 Harnorgane
Ao Körperschlagader, Hb Harnblase, Hl Harnleiter, Hr Harnröhre, Hv untere Hohlvene, N Niere, Na Nierenarterie, Nv Nierenvene, Scha Schenkelarterie, Schv Schenkelvene

Aufgaben und Fragen

1. Warum wird bei warmem Sommerwetter weniger Harn ausgeschieden als im Winter?
2. Untersuche die Nieren eines Schlachtieres?
3. Warum ist ein Säugetier ohne Nieren nicht lebensfähig?

Die Haut

Die Haut bedeckt den gesamten Körper; beim Erwachsenen beträgt ihre Oberfläche etwa 2 m². Sie hat viele verschiedene Funktionen zu erfüllen. Sie schützt beispielsweise den gesamten Körper vor schädlichen Einflüssen, ist entscheidend an der Wärmeregulation beteiligt (Tätigkeit der Schweißdrüsen u. a.) und enthält zahlreiche Sinneszellen (Temperaturkörperchen u. a.). An den Körperöffnungen (z. B. Lippen, Augenlider) geht die äußere Haut in die Schleimhaut über, die die Körperhöhlen (z. B. Mundhöhle, Nasenhöhle, Verdauungskanal) auskleidet.

Ein Schnitt durch die Haut läßt drei Schichten erkennen: die aus Hornschicht und Keimschicht bestehende Oberhaut, die Lederhaut und die Unterhaut (s. Farbtabelle gegenüber S. 65).

Die Oberhaut. Die Oberhaut ist ein mehrschichtiges Deckgewebe. Ihre oberen Lagen, die man als **Hornschicht** bezeichnet, bestehen aus abgestorbenen, verhornten Zellen, die ständig in kleinen Teilen abgestoßen werden. Von der Kopfhaut sind uns diese Teile als „Schuppen“ bekannt. Durch die Zellteilungen in der **Keimschicht** wird die Hornschicht ständig ergänzt. An mechanisch stark beanspruchten Körperstellen (Fuß und Hand) kann sie mehrere Millimeter dick werden (z. B. „Hornhaut“, „Hühneraugen“). Die abgestorbenen, verhornten Zelllagen schützen den Körper recht gut gegen mechanische Verletzungen, gegen Verdunstung von Körperflüssigkeit und gegen das Eindringen schädlicher Stoffe. In den Zellen der Keimschicht entsteht, besonders bei starker Sonnenbestrahlung, ein dunkler Farbstoff. Er bildet einen gewissen Schutz gegen übermäßige Sonneneinwirkung. Dieser Farbstoff wird bei den Menschen der dunkelhäutigen Rassen besonders reichlich gebildet. Sommersprossen und Leberflecke sind auf Anhäufung des Farbstoffs zurückzuführen.

Die Lederhaut. Die Lederhaut besteht vorwiegend aus dichtem Bindegewebe mit elastischen Fasern; bei manchen Schlachttieren wird aus ihr durch Gerben das Leder gewonnen. In der Lederhaut liegen Schlingen der Kapillargefäße, Lymphgefäße, Sinneszellen, Talgdrüsen, Schweißdrüsen und Muskeln.

Lederhaut und Oberhaut sind durch zahlreiche Vorsprünge fest ineinander „verzahnt“. Bei einer Brandblase sind sie voneinander gelöst. Die aufgewölbte Schicht ist die Oberhaut, die darunterliegende rötliche Schicht die Lederhaut.

Die Unterhaut. Die Unterhaut besteht aus lockerem Bindegewebe, in das reichlich Fettgewebe eingelagert ist. Da Fett ein schlechter Wärmeleiter ist, schützt vor allem diese Hautschicht den Körper vor Wärmeverlusten. In den oberen Schichten der Unterhaut liegen Schweißdrüsen und Sinneszellen.

Besondere Bildungen der Haut

In der Haut entstehen als besondere Bildungen Haare, Nägel und verschiedene Drüsen.

Haare und Nägel bestehen aus Horn. Wenn wir sie verbrennen, entsteht ein charakteristischer Geruch, an dem wir zum Beispiel echte Wolle von pflanzlichen

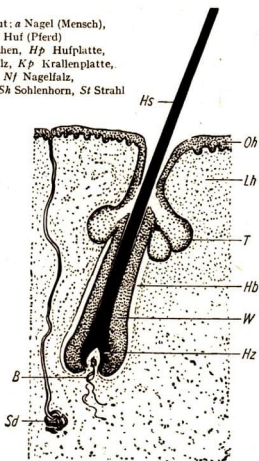


Abb. 65 Haar
B Blutgefäß, Hb Haarbalg, Hs Haarschaft,
Hz Haarzwichel, Lh Lederhaut, Oh Oberhaut,
Sd Schweißdrüse, T Talgdrüse, WWurzelscheide

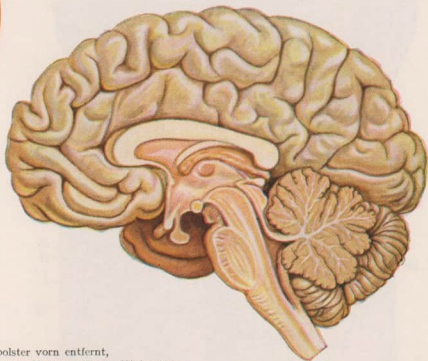
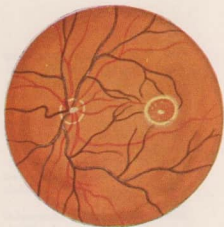
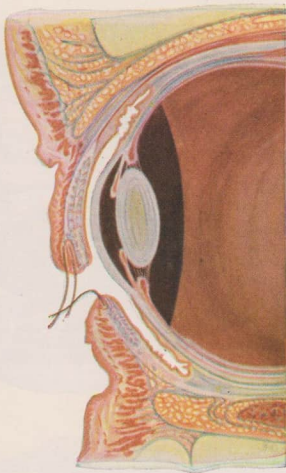
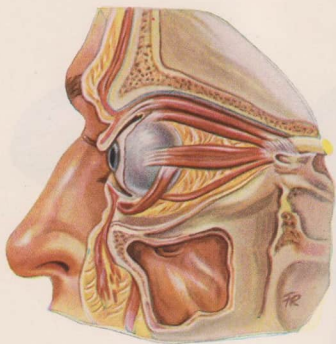
Die **Nägel** schützen die empfindlichen Enden unserer Gliedmaßen und geben ihnen Schutz und Stütze. Der Nagel läßt sich als eine besonders ausgebildete Hornschicht eines bestimmten Hautabschnitts auffassen. Seine Keimschicht liegt am Grunde des Nagels unter einer Hautfalte (Nagelbett). Die Ausbildung von Nägeln hat der Mensch mit den Affen gemein, dem Nagel entsprechende Bildungen sind bei anderen Säugern die Krallen und die Hufe (Abb. 64).

Die **Haare** werden von Einstülpungen der Keimschicht in die Lederhaut gebildet

Beim Menschen zeigen die Haare noch Erscheinungen, die durch die ursprüngliche Funktion der Behaarung bedingt sind. So ziehen sich bei Abkühlung des Körpers Muskeln zusammen, die das Haar aufrichten („Gänsehaut“). Bei Tieren wird auf diese Weise das Fell aufgelockert. Der Vorgang ist mit dem Aufschütteln eines Federbetts zu vergleichen; das aufgelockerte Fell schützt den Körper besser gegen Wärmeverluste.

Die **Talgdrüsen** sind einfache, bläschenförmige Drüsen. Sie stehen meist mit einem Haar in Verbindung. Ihr fettiges Sekret, der Hauttalg, hält die Hornschicht geschmeidig; es bildet auf der Haut eine dünne, für Wasser undurchlässige Schicht und setzt die Verdunstung durch die Haut herab. Ist der Ausführungsgang einer Talgdrüse verstopft, so entsteht ein Mitesser.

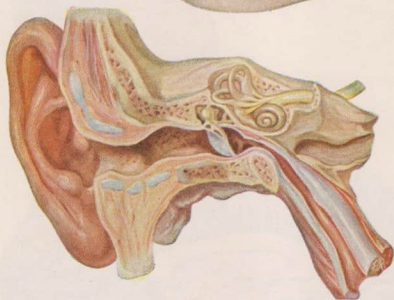
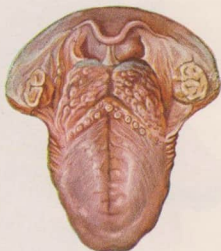
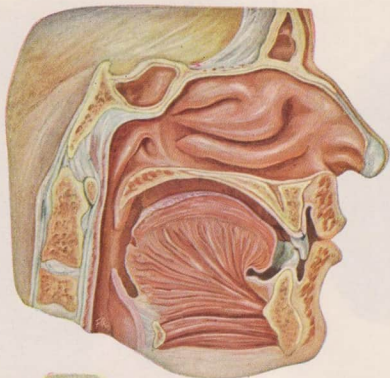
Die **Schweißdrüsen** sind über den gesamten Körper verteilt, liegen aber an manchen Stellen (z. B. Achselhöhle) besonders dicht. Sie scheiden Wasser, Kochsalz und Abbauprodukte des Eiweißstoffwechsels (Ammoniak, Harnstoff) ab. Große Bedeutung haben die Schweißdrüsen für den Wärmehaushalt: die Verdunstung des Schweißes führt zur Abkühlung des Körpers.



Oben links: Kopf mit Augenhöhle. Fettpolster vorn entfernt,
um Augenmuskeln zu zeigen. Rechts Sehnerv. Unten eröffnete Kieferhöhle.
Oben rechts: Schnitt durch Augapfel und Lider.

Unten links: Augenhintergrund. Rechts gelber Fleck, links blinder
Fleck.

Unten rechts: Gehirn, Längsschnitt. Oben Furchen der rechten Großhirnhälfte, Mitte der flache Balken.
Unten rechts Kleinhirn, links daneben verlängertes Mark, Verdickung über der Mitte ist die Brücke.
Links daneben die gestielte Hirnanhangdrüse (Hypophyse)



Oben links: Schnitt durch den Kopf. Unter der geöffneten Stirnhöhle die Nasenhöhle mit Nasenmuscheln. Zwischen Nasen- und Mundhöhle der Oberkiefer (harter Gaumen, weicher Gaumen, Zäpfchen). Unter dem Zäpfchen der Kehldeckel.

Oben rechts: Zunge. Am Zungenrund der Kehldeckel, an den Seiten die Gaumenmandeln (Schnitt).

Mitte: Ohr. Links Ohrmuschel und äußerer Gehörgang. Im Mittelohr die Gehörknöchelchen, nach unten rechts die Ohrtrompete. Im inneren Ohr die Bogengänge und die Schnecke; nach rechts verläuft der Hörnerv.

Unten: Haut. H Hornschicht, K Keimschicht, N freie Nervendigungen, L Lederhaut, Ly Lymphgefäße, U Unterhaut mit Fettgewebe, Ll Lamellenkörperchen (im Längsschnitt), S Schweißdrüse, Ha Haar (links Muskel, der das Haar bei „Gänsehaut“ aufrichtet, darüber Talgdrüse), Lq Lamellenkörperchen (Querschnitt), Ka die in den Lederhautpapillen liegenden Kapillargefäße, dazwischen zwei Tastkörperchen

Die **Milchdrüsen** sind Schweißdrüsen, die sich im Zusammenhang mit der besonderen Fortpflanzungsweise der Säugetiere umgebildet haben. Bei den ursprünglichsten lebenden Säugern, den australischen Schnabeltieren, fließt das Sekret auf die Haut und wird dort von den Jungen aufgelegt. Bei den höherentwickelten Säugern wird nur während der Stillzeit Milch gebildet; sie wird von den Jungen aus der Milchdrüse herausgesaugt.

Die Pflege der Haut

Die Haut wird durch Talg, der in den Talgdrüsen gebildet wird, eingefettet. Dadurch bleibt sie geschmeidig.

Die Ausscheidungen der Schweiß- und Talgdrüsen lagern sich auf der Haut ab, Schmutz und Hautschuppen bleiben auf der Talgschicht haften. Dadurch verschmutzt die Haut ständig und kann dann ihre Funktion nicht mehr richtig ausüben. Um den Schmutz gut zu entfernen, muß man die Talgschicht durch Waschen mit Seife ablösen. Entzieht man dabei der Haut zuviel von ihrem Fett, so wird sie trocken, spröde und unansehnlich. Dann muß ihr durch Salben wieder Fett zugeführt werden, damit sie geschmeidig bleibt und ihre Funktion gut erfüllen kann. Gute Seifen haben deshalb einen hohen Fettgehalt. Es ist sehr wichtig, die Haut sauberzuhalten, weil sie sonst leicht erkranken kann; Erkrankungen der Haut führen, besonders wenn sie ausgedehnt sind, immer zu Störungen im gesamten Organismus.

Aufgaben und Fragen

1. Stecke die Hand in ein trockenes, abgekühltes Becherglas (oder Konservenglas)! Dichte das Glas mit einem Tuch ab! Beobachte! Erkläre!
2. Betrachte deine Haut mit einer Lupe! Betrachte sie, wenn du eine Gänsehaut hast! Betrachte sie, wenn du schwitzt!
3. An welchen Stellen deines Körpers liegen die Schweißdrüsen besonders zahlreich?

Beispiele für das Zusammenwirken verschiedener Organsysteme

Alle Organsysteme wirken mehr oder weniger eng zusammen. Dabei kommt dem Nervensystem und dem System der Hormondrüsen die entscheidende Bedeutung zu: Sie regulieren die Funktionen der einzelnen Organsysteme und stimmen deren Tätigkeit aufeinander ab. Obwohl uns die Wirkung dieser Regulationssysteme noch nicht in allen Einzelheiten bekannt ist, soll an einigen einfachen Beispielen das Zusammenwirken verschiedener Organsysteme dargestellt werden.

Aufnahme und Transport der Nährstoffe

Alle Funktionen des Organismus, die die einfacheren Lebensvorgänge betreffen, vor allem also die Verdauung, der Stoffwechsel, die Ausscheidung, die Atmung und der Blutkreislauf, werden als **vegetative Funktionen** bezeichnet. Wir wollen den Weg einer Scheibe Brot mit Butter und Wurst (s. Tabelle S. 36) verfolgen, um die vegetativen Funktionen unseres Organismus im Zusammenhang betrachten zu können.

Im **Munde** wird die Schnitte mit den Zähnen in einzelne Bissen zerteilt. Die Bissen werden von den Mahlzähnen zerkleinert (mechanische Verdauung) und dabei mit Speichel getränkt, so daß sie gleitfähig werden. Sind die Bissen gut zerkleinert und eingespeichelt, so werden sie verschluckt. (Da sich der Weg der Nahrung und der Weg der Atemluft kreuzen, muß während des Schluckens die Atmung unterbrochen werden.) Bereits im Munde wirkt sich das stärke-spaltende Ferment des Speichels aus: Es beginnt die Spaltung der Stärke in einfachere Zucker (Beginn der chemischen Verdauung).

Ist der Bissen im **Magen** angelangt, so beginnt dort die Absonderung der Salzsäure. Zunächst wirkt das Speichelferment noch weiter. Erst wenn durch die Mischbewegung der Speisebrei ganz durchsäuert ist, hört die Spaltung der Stärke auf, und die Verdauung der Eiweiße (Wurst) durch das eiweiß-spaltende Ferment des Magens (Pepsin) beginnt.

Nach kürzerer oder längerer Zeit (s. Tabelle S. 44) gelangt der Brei aus dem Magen durch den Pförtner in kleinen Portionen in den **Zwölffingerdarm**. Dort wird die Salzsäure neutralisiert. Bei neutraler oder schwach alkalischer Reaktion beginnen die Fermente der Bauchspeicheldrüse und des Zwölffingerdarms zu wirken: Die Kohlenhydrate werden zu Traubenzucker, die Eiweiße zu Aminosäuren abgebaut.

Im Zwölffingerdarm werden weitere Bestandteile zersetzt: Es beginnt die Spaltung der Fette (Butter und Wurstfette). Durch die Gallensäuren, die mit dem Gallensaft in den Speisebrei eindringen, werden die Fette fein verteilt (emulgiert), so daß die fettspaltenden Fermente aus der Bauchspeicheldrüse und aus den Drüsen des Zwölffingerdarms eine große Angriffsfläche haben. Die Spaltung der Fette geht bis zu Propantriol (Glyzerin) und Karbonsäuren (Fettsäuren).

Im Speisebrei, der den Zwölffingerdarm verläßt, sind alle Nährstoffe der Schnitte in Verbindungen vorhanden, die von den Schleimhäuten der nächsten Abschnitte des **Dünndarms** aufgenommen werden können. Es sind im wesentlichen Aminosäuren (Eiweiß), Traubenzucker (Stärke und Zucker), Propantriol (Fette) und verschiedene Karbonsäuren (Fette). Die Mineralstoffe, die Vitamine (unsere Schnitte enthält vor allem die Vitamine A, B, C und in geringen Mengen D und E) und Wasser sind in ursprünglicher Form aufnehmbar. Die Ballaststoffe (vor allem Zellulose) und die anderen „unverdaulichen“ Stoffe (z. B. in zu großer Menge aufgenommene Nahrung) kommen in den **Dickdarm**, wo ihnen noch ein großer Teil des Wassers entzogen wird. Die Reste werden als Kot ausgeschieden.

Alle Stoffe, die im Dünndarm von den Zotten aufgenommen werden, müssen vom **Kreislaufsystem** abtransportiert werden. Nach der Nahrungsaufnahme wird also die Durchblutung der Darmschleimhaut vergrößert, indem die Kapillaren und die kleinen Arterien des Darmes erweitert werden. Das Blut, das für diese Zwecke zusätzlich benötigt wird, kommt aus anderen Organen, vor allem dem Gehirn und den Muskeln. Dort setzt dazu eine Verengung der kleinen Arterien und der Kapillaren ein. Eine Folge dieser Vorgänge ist die Müdigkeit nach der Nahrungsaufnahme.

Während alle anderen Stoffe durch den Blutkreislauf aus der Darmwandung abtransportiert werden, baut der Organismus die Spaltprodukte der Fette zum größten Teil in der Darmschleimhaut wieder zu Fetten auf und schafft sie mit der Lymphe durch die großen Bauchlymphgefäße fort. Sie gelangen erst im Brustraum in den Blutkreislauf.

Die anderen Nahrungsstoffe erreichen über die Pfortader die Leber, in der viele von ihnen chemisch umgewandelt werden. Der Traubenzucker verläßt die Leber unverändert, während aus einzelnen Aminosäuren und Fetten andere Aminosäuren und Fette entstehen. In der Leber werden die von der Darmwand aufgenommenen Gallensäuren wieder für die Erzeugung von Galle verwendet.

Mit dem Blutstrom gelangen die Nahrungsstoffe weiter über das rechte Herz zur Lunge, in der die roten Blutkörperchen sich mit dem Sauerstoff der eingeatmeten Luft sättigen. Dann fließt das Blut über das linke Herz in den Körperkreislauf und damit in die verschiedenen Organe und Gewebe. Hier entnehmen die Zellen dem Blut Nährstoffe, Sauerstoff, Vitamine und Mineralstoffe und beziehen sie in ihren Stoffwechsel ein. Einige Eiweiße werden in das Protoplasma der Zellen eingebaut, dafür werden andere Eiweißstoffe abgebaut. Der Traubenzucker und ein Teil der Fette werden verbrannt, ein weiterer Teil der Fette wird in Fettzellen gespeichert.

Aus der Verbrennung des Traubenzuckers und der Fette zu Kohlendioxid und Wasser gewinnen die Zellen Energie: mechanische Energie (Muskelzellen), chemische Energie (Aufbau komplizierter chemischer Verbindungen in den Drüsenzellen), elektrische Energie und Wärmeenergie.

Die Endprodukte des Stoffwechsels verlassen die Zellen, werden vom Blut aufgenommen und über die Venen aus den Geweben abtransportiert. Kohlendioxid wird in der Lunge ausgeschieden, die Produkte des Eiweißabbaus sowie Wasser entnehmen die Nieren dem Blut. Diese Stoffe werden durch den Urin, zu einem kleinen Teil auch durch den Schweiß ausgeschieden.

Der Stoffwechsel des Muskels

Ein körperlich schwer arbeitender Mensch braucht mehr Nährstoffe als jemand, der sich körperlich wenig betätigt (s. Tabelle S. 33). Wir wissen das aus eigener Erfahrung: Nach körperlichen Anstrengungen haben wir besonders großen Hunger.

Der Muskel leistet, wenn er sich zusammenzieht, eine mehr oder weniger große mechanische Arbeit. Dazu benötigt er Energie. Die Energiequellen sind Kohlenhydrate: das Glykogen und der Traubenzucker. Der Traubenzucker wird vom Blut zum Muskel gebracht und dort in Form von Glykogen gespeichert. Eine Glykogenreserve wird in der Leber angelegt.

Glykogen entsteht aus der Zusammenlagerung von mehreren hundert Traubenzuckermolekülen. Es ist der Stärke, die die Pflanzen als Speicherstoff bilden, sehr ähnlich und wird deshalb auch als tierische Stärke bezeichnet. Im Organismus der Tiere und des Menschen wie in dem der Pflanzen können wir also zwischen der Transportform der Kohlenhydrate (Traubenzucker) und der Speicherform (Stärke bzw. Glykogen) unterscheiden.

Arbeitet ein Muskel, so wird sein Glykogen freigesetzt. Außerdem wird bei starker Beanspruchung die Reserve in der Leber nutzbar gemacht: Das Adrenalin der Neben-

nieren wandelt Glykogen aus der Leber in Traubenzucker um. Es wird ins Blut aufgenommen und zu dem arbeitenden Muskel transportiert.

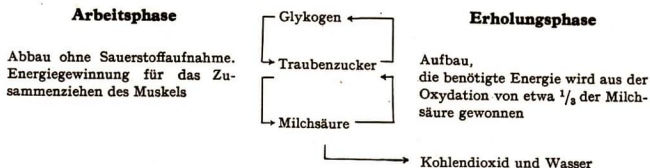
Die chemischen Vorgänge im Muskel, die die Energie für die Muskelarbeit liefern, laufen in zwei Stufen (Phasen) ab. In der ersten Phase wird das Glykogen über Traubenzucker zu Milchsäure gespalten. Diese Phase liefert die Energie für das Zusammenziehen der Muskelfasern. In der zweiten Phase, während des Erschlaffens der Muskelfasern, wird Milchsäure zu Kohlendioxid und Wasser verbrannt. Die erste Phase geht ohne Sauerstoffverbrauch vor sich, die zweite Phase ist eine Oxydation, für sie wird also Sauerstoff benötigt.

Der erhöhte Sauerstoffbedarf des Körpers bei starker Muskelarbeit führt zu einer Beschleunigung der Atmung (vermehrte Sauerstoffaufnahme) und des Herzschlags (schnellerer Transport des Sauerstoffs). Der Traubenzucker aus der Leber wird rasch zum arbeitenden Muskel transportiert.

Da der größere Sauerstoffbedarf während der Erholung des Muskels besteht, sind Atmung und Herzschlag noch lange nach einer körperlichen Arbeit erhöht.

Die Energie, die beim Stoffwechsel im Muskel entsteht, wird nur zu 25 bis 30% in mechanische Energie umgewandelt. Der Rest wird als Wärmeenergie an die Umgebung abgegeben. Auch dieser Vorgang ist uns gut bekannt: Bei Muskelarbeit wird uns warm. Der Wärmeüberschuß kann sogar so groß werden, daß die Körpertemperatur ansteigt (bis 39 und 40 °C) und der Organismus sie durch die Tätigkeit der Schweißdrüsen ausgleichen muß: wir schwitzen.

Aus der Spaltung von 1 g Glykogen zu Milchsäure werden nur etwa 0,2 kcal Energie gewonnen, die Verbrennung von 1 g Milchsäure dagegen liefert 3,6 kcal. Die größere Energiemenge wird also gewonnen, wenn die eigentliche Muskeltätigkeit vorüber ist. Sie stammt aus der Verbrennung von etwa einem Drittel der Milchsäure und wird vor allem dazu verwendet, die restlichen zwei Drittel der Milchsäure wieder zu Traubenzucker und Glykogen aufzubauen.



Ist ein Muskel außerordentlich stark beansprucht worden, so entstehen in ihm mehr saure Stoffwechselprodukte, als mit einem Male abgebaut werden können. Sie werden zunächst im Muskel abgelagert und führen zu einer leichten Entzündung. Diese Entzündung ist uns als „Muskelkater“ gut bekannt. Leichte Betätigung und Massage fördern die Durchblutung und damit den Abbau der sauren Stoffwechselprodukte.

Die Temperaturregulation

Bei allen Lebensfunktionen wird Wärme erzeugt; sie stammt vor allem aus der Oxydation. Den größten Anteil an der Wärmebildung haben die Muskeln.

Der Wärmeerzeugung im Innern des Körpers steht die meist tiefere Temperatur seiner Umgebung gegenüber. Bei fast allen Tieren wechselt die Körpertemperatur entsprechend der Umgebungstemperatur; sie sind wechselwarm. Vögel und Säugetiere, also auch der Mensch, sind gleichwarm. Auf Grund eines hochentwickelten Kreislaufsystems (in Verbindung mit vielen anderen Leistungen) bleibt ihre Körpertemperatur auch bei starkem Wechsel der Außentemperatur nahezu gleich. Meist liegt sie über der Umgebungstemperatur. Beim Menschen beträgt sie etwa 37°C.

Der Mensch hat sich von seiner Umwelt weitgehend unabhängig gemacht. Er schützt zum Beispiel seinen Körper durch zweckmäßige Kleidung. Die gleichwarmen Tiere sind gegen eine zu starke Wärmeabgabe nach außen durch Hautbildungen (Gefieder, Fell) und durch Fettablagerungen geschützt. Beim Menschen ist die Behaarung fast vollständig rückgebildet. Im lockeren Bindegewebe seiner Unterhaut liegen Ansammlungen von Fettzellen, die den Körper vor übermäßiger Wärmeabgabe schützen (s. Farbtafel gegenüber S. 65).

Für eine gleichmäßige Verteilung der Wärme im Innern des Körpers sorgt das Blut, indem es an Stellen mit höherer Temperatur Wärme aufnimmt und sie an Stellen mit tieferen Temperaturen wieder abgibt.

Es kann vorkommen, daß im Körper zuviel Wärme entsteht, zum Beispiel bei angestrengter körperlicher Arbeit oder beim Sport. Steigt die Körpertemperatur an, so erweitern sich die Kapillargefäße der Haut, und eine größere Blutmenge kommt über die Oberfläche der Haut mit der umgebenden Luft in Berührung. Durch die starke Durchblutung bekommt die Haut eine rote Farbe. Sie gibt Wärme an die umgebende Luft ab. Wenn das nicht genügt, sondert die Haut Schweiß ab, er verdunstet und kühlt durch seine Verdunstungskälte den Körper ab.

Ist die Wärmeabgabe zu groß, besteht die Gefahr, daß die Körpertemperatur zu stark sinkt, dann ziehen sich die Kapillargefäße der Haut zusammen: Die Haut wird blaß.

Vögel und Säuger „plustern“ sich bei Kälte auf, das heißt, sie richten ihre Federn oder Haare auf. Dadurch dringt mehr Luft in das Gefieder oder in den Pelz ein und verhindert eine zu große Wärmeabgabe (Aufschütteln eines Federbettes!).

Wenn wir frieren, also zuviel Wärme nach außen abgeben, bekommen wir eine „Gänsehaut“. Sie entsteht dadurch, daß die Körperhaare durch kleine Muskeln (s. Farbtafel gegenüber S. 65) aufgerichtet werden. Bei den Vorfahren des heute lebenden Menschen, die am ganzen Körper noch stark behaart waren, war dieser Vorgang sehr wichtig, für uns ist er bedeutungslos. Wenn unsere Körpertemperatur zu sinken droht, werden Organe in Tätigkeit gesetzt, die Wärme erzeugen; vor allem werden Muskeln betätigt, es kommt zum Muskelzittern (z. B. Zähneklappern bei Kälte).

Die Regulierung der Körpertemperatur durch vermehrte Verbrennung und verminderte Wärmeabgabe oder durch verminderte Verbrennung und erhöhte Wärmeabgabe unterliegt dem Gehirn und dem Rückenmark (Zentralnervensystem). Die entsprechenden Vorgänge werden durch den Temperatursinn ausgelöst (s. S. 84).

Je niedriger die Umwelttemperatur ist, desto stärker sind die Verbrennungsprozesse, desto größer ist also auch der Kalorienbedarf des Organismus. Bei höherer Umwelttemperatur ist es umgekehrt.

Eine Erhöhung der Körpertemperatur können wir außer bei schwerer körperlicher Arbeit auch bei den meisten ansteckenden Krankheiten feststellen. Eine solche Temperatursteigerung bezeichnen wir als Fieber.

Aufgaben und Fragen

1. Warum werden bei zu langem Bade die Lippen blau?
2. Erkläre die Bedeutung des Zitterns bei Kälte!
3. Warum soll man sich kräftig bewegen, wenn man friert?
4. Wie befreit sich der Organismus von überschüssiger Wärme? Unter welchen Bedingungen kann der Organismus überschüssige Wärme nicht abgeben?
5. Hunde haben keine Schweißdrüsen. Wie erfolgt bei ihnen die Abgabe überschüssiger Wärme?
6. Bei trockener Luft kann der Mensch Temperaturen von 50 °C noch gut vertragen, bei hoher Luftfeuchtigkeit (z. B. Treibhaus) bereiten schon Temperaturen von 35 °C Beschwerden. Begründe!

Die Sinnesorgane

Lebewesen können nur dann bestehen, wenn sie sich in ihrer Umgebung zurechtfinden. Die Umwelt wirkt durch **Reize** auf die Lebewesen (z. B. durch Lichtreize, Temperaturreize, Schallreize, Berührungsreize). Von den Organismen werden diese Reize aufgenommen und beantwortet.

Wir Menschen nehmen Reize, die aus der Umwelt auf unseren Körper treffen, mit bestimmten Zellen, den Sinneszellen in unseren Sinnesorganen (Auge, Ohr, Nase, Zunge, Haut) auf. Wenn auf der Straße das Klingeln der Straßenbahn oder das Hupen eines Autos ertönt, **reagieren** wir: Wir drehen uns beispielsweise der Schallquelle zu. Das ist ganz selbstverständlich, wir haben es schon tausendmal getan. Welch komplizierte Vorgänge spielen sich dabei aber in unserem Nervensystem und in den Sinnesorganen ab!

Die Reizaufnahme beim Menschen

Die Reizaufnahmezellen des Körpers, die Sinneszellen, bezeichnen wir als **Rezeptoren**. Die Rezeptoren, die Reize aus der Umwelt aufnehmen, liegen in den Sinnesorganen. Aber auch im Innern des Körpers befinden sich Reizaufnahmezellen. Sie liegen in allen Geweben und Organen verstreut.

Es gibt verschiedene Rezeptoren. Sie sind ihrer Aufgabe entsprechend ausgebildet. Die des Auges beispielsweise sehen anders aus als die des Ohres. Die Rezeptoren sind so spezialisiert, daß jede Art von ihnen gegenüber bestimmten Reizen besonders empfindlich ist.

Das Auge

Der Bau des Auges

Der Mensch orientiert sich in erster Linie mit Hilfe des Auges. Mit seinen Augen nimmt er **Lichtreize** wahr, kann er Hell und Dunkel sowie Formen und Farben unterscheiden. Der Mensch kann mittels des Auges auch von weit entfernten Vorgängen ein Bild erhalten und sich dadurch in seiner Umwelt zurechtfinden.

Erst durch die Verarbeitung der durch das Auge aufgenommenen Lichtreize im Gehirn entsteht der eigentliche Sehvorgang. Da das menschliche Gehirn weit höher entwickelt ist als das Gehirn aller Tiere, kann der Mensch auch deutlicher und klarer als diese sich ein Bild von seiner Umwelt machen, obwohl es Tiere gibt, deren Auge in einzelnen Funktionen eine höhere Leistungsfähigkeit hat (z. B. Raubvögel) als das des Menschen. Der Mensch schafft sich außerdem durch Instrumente (Mikroskop, Fernrohr usw.) die Möglichkeit, auch solche Erscheinungen sichtbar zu machen, die er mit Hilfe seiner Augen allein nicht wahrnehmen kann.

Teile des Auges

Wenn wir uns im Spiegel betrachten, sehen wir nur einen kleinen Abschnitt des Auges (etwa $\frac{1}{3}$). Sein größter Teil liegt in der Augenhöhle. Das Auge ist annähernd kugelförmig, sein Durchmesser beträgt etwa 24 mm.

Beim Betrachten des Auges im Spiegel fällt uns genau in der Mitte zwischen Ober- und Unterlid zunächst die kreisrunde, uhrglasförmig vorgewölbte und glasklare **Hornhaut** auf. In gleicher Ausdehnung sieht man unter dieser durchsichtigen Hornhaut die farbige (meist graue oder blaue, gelbliche oder braune) Regenbogenhaut (Iris), die den Augen die besondere Farbe verleiht. Inmitten der farbigen Regenbogenhaut befindet sich ein kreisrundes, schwarz erscheinendes Loch, die **Pupille**.

Der außerhalb der Hornhaut sichtbare Teil des Augapfels erscheint weiß. Die Innenseite der Lider und der vordere Teil des Augapfels außerhalb der Hornhaut sind von einem durchsichtigen zarten Häutchen, der **Bindehaut**, überzogen. Unter der durchsichtigen Bindehaut liegt die weiße, undurchsichtige und elastische **Lederhaut**, die den ganzen Augapfel umhüllt (Abb. 66). Nur vorn in der Mitte wird sie von der anfangs beschriebenen Hornhaut ersetzt. Gegenüber der Pupille, etwas nasenwärts, enthält die Lederhaut am hinteren Pol ein kleines rundes Loch, durch das der **Sehnerv**, vom Gehirn kommend, in den Augapfel eintritt. Die Lederhaut besteht aus ganz festem Bindegewebe. Sie ist die Schutzhülle für die sehr empfindlichen inneren Teile des Auges.

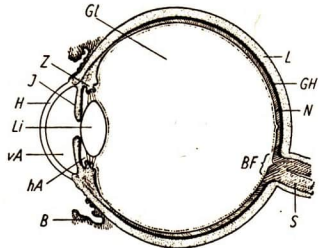


Abb. 66 Längsschnitt durch das Auge

vA vordere, hA hintere Augenkammer, B Bindehaut, BF Blinder Fleck, GH Gefäßhaut, Gl Glaskörper, H Hornhaut, I Regenbogenhaut (Iris), L Lederhaut, Li Linse, N Netzhaut, S Sehnerv, Z Ansatzstelle der Linsenfasern

Unter der Lederhaut liegt die **Aderhaut**. Sie enthält zahlreiche feinste Blutgefäße. Diese Hülle des Augapfels dient vor allem der Ernährung des Auges. Außerdem enthält die Aderhaut einen dunklen Farbstoff, ein Pigment; es verhindert, daß durch die Augapfelhülle Licht in das Innere des Auges gelangen kann.

Die **Regenbogenhaut**, die wir hinter der Hornhaut sehen, ist der vordere Abschnitt der Aderhaut.

Nur durch die Pupille kann das Licht in das Innere des Auges gelangen. Gleich hinter der Pupille befindet sich die glasklare, durchsichtige **Linse**.

Die innerste Hülle des Auges ist die **Netzhaut**. Sie liegt unter der Aderhaut, reicht aber nur bis zur Regenbogenhaut. In der Netzhaut befinden sich die lichtempfindlichen Rezeptoren, von denen der Sehnerv ausgeht.

Zwischen den genannten Hüllen des Augapfels und der hinter der Pupille liegenden Linse befindet sich eine klare, durchsichtige, gallertartige Masse, der **Glaskörper**. Er füllt den Augapfel aus.

Der mit **Augenwasser** ausgefüllte Raum zwischen Hornhaut und Regenbogenhaut beziehungsweise Pupille wird als **vordere Augenkammer**, der zwischen Iris und Linse als **hintere Augenkammer** bezeichnet (Abb. 66).

Bau der Netzhaut

In der durch die äußeren Hüllen geschützten Netzhaut liegen die lichtempfindlichen Rezeptoren. Auf Abbildung 67 sehen wir, daß mehrere Schichten von Zellen in bestimmter Weise miteinander verbunden sind. In dem Teil der Netzhaut, der der Aderhaut zugekehrt liegt, befinden sich die eigentlichen lichtempfindlichen Teile der Rezeptorzellen. Nach ihrer äußeren Form lassen sich zwei Grundformen der Rezeptoren unterscheiden: Stäbchen und Zapfen.

Die **Stäbchen** dienen vor allem der Unterscheidung von Hell und Dunkel. Sie sind hochempfindlich, sprechen also bereits auf außerordentlich geringe Lichtmengen an. Dadurch sind wir in der Lage, abends im Dunkeln unseren Weg zu finden.

Die **Zapfen** dienen dem genauen, scharfen Sehen und dem Farbsehen. In der Dämmerung und im Dunkeln können wir keine Farbunterschiede feststellen, die Zapfen arbeiten dann nicht. Das kommt in dem bekannten Sprichwort zum Ausdruck: In der Nacht sind alle Katzen grau.

Genau der Pupille gegenüber liegt in der Netzhaut eine Stelle, die sich durch ihre gelbliche Farbe von der rötlich erscheinenden übrigen Netzhaut unterscheidet. Es ist die Stelle des schärfsten Sehens, der sogenannte **gelbe Fleck**. Im gelben

Fleck befinden sich keine Stäbchen, sondern nur besondere Zapfen (Farbtafel gegenüber S. 64).

Nur mit dieser winzigen Stelle der Netzhaut können wir scharf sehen, zum Beispiel beim Lesen, Schreiben, Zeichnen, Zielen. Ist die Stelle des schärfsten Sehens erkrankt, so kann man nur noch

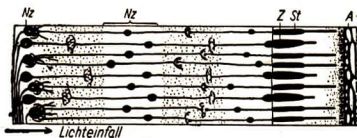


Abb. 67 Bau der Netzhaut (stark vereinfacht)
Ns Nervenzellschichten, Z Zapfen, St Stäbchen, A Aderhaut

so sehen wie in einem dunklen Keller. Man kann sich zurechtfinden, kann aber nichts scharf und genau erkennen.

An der Eintrittsstelle der Sehnerven, etwas nasenwärts neben dem gelben Fleck, befinden sich nur Nervenfasern, aber keine Rezeptoren. Mit dieser Stelle kann

deshalb kein Lichtreiz aufgenommen werden; sie wird als **blinder Fleck** bezeichnet. In unserem Sehgebiet (Gesichtsfeld) befindet sich also eine leere Stelle. Mit der auf Abb. 68 dargestellten Figur läßt sich der blinde Fleck leicht nachweisen. Normalerweise fällt er uns beim Sehen nicht auf, da es sich nur um eine sehr kleine Stelle des Gesichtsfeldes handelt. Im Gehirn wird die leere Stelle durch das Bild ergänzt, das vom anderen Auge kommt; außerdem bewegen wir ständig die Augen, so daß sich die verschiedenen Bilder des gleichen Auges überdecken; daher stört der blinde Fleck nicht.

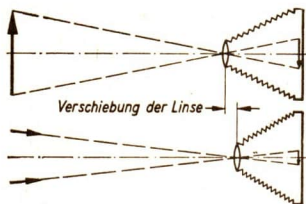


Abb. 68 Nachweis des blinden Flecks: Schließe das linke Auge und blicke mit dem rechten auf das weiße Kreuz, dann nähere das Buch den Augen, bis in einer Entfernung von etwa 15 cm der weiße Fleck verschwindet.

Der Vorgang des Sehens

Netzhautbild und aufrechtes Bild. Durch den Vergleich mit einem Fotoapparat können wir uns die Tätigkeit des Auges gut verständlich machen. Am besten geeignet ist eine Plattenkamera mit Mattscheibe. Die Linse im Auge entspricht dem Objektiv, die Pupille der Blende der Kamera und die Netzhaut dem Film oder der Platte. Im Fotoapparat entsteht durch die Linse des Objektivs auf dem Film ein verkleinertes, umgekehrtes Bild (Abb. 69). Ähnlich ist es beim Auge. Auf der

naher Gegenstand



ferner Gegenstand

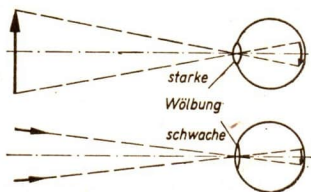


Abb. 69 Vergleich eines entfernten und eines nahen Gegenstandes im Auge (rechts) und in der Kamera (links). Wie in der fotografischen Kamera, so entsteht auch im Auge ein verkleinertes Abbild des Gegenstandes. Das Abbild liegt auf der lichtempfindlichen Netzhaut, die die Innenseite des Augapfels auskleidet.



Abb. 70 Veränderungen der Pupille

a in zerstretem Licht, b im Dunkeln, c in grellem Licht. Die Muskelfasern verlaufen in der Regenbogenhaut in zwei verschiedenen Richtungen. Die einen liegen ringförmig um die Pupille herum. Wenn sie sich zusammenziehen, wird die Pupille kleiner. Die zweite Gruppe von Muskelfasern zieht strahlend vom Pupillenrand zum äußeren Rand der Regenbogenhaut. Sie haben die entgegengesetzte Funktion wie die Ringmuskeln: ihr Zusammenziehen erweitert die Pupille. Die jeweils angespannten Muskelfasern der Regenbogenhaut sind schwarz gezeichnet.

Netzhaut entsteht ein verkleinertes, umgekehrtes Bild, das in den Stäbchen und Zapfen Erregungen hervorruft. Durch den Sehnerv werden diese Erregungen zu bestimmten Teilen des Gehirns geleitet. Erst dort nehmen wir das Bild aufrecht wahr, so wie es der Wirklichkeit entspricht.

Anpassung an die Lichtstärke. Im Fotoapparat wird die Menge des einfallenden Lichtes durch die Blende geregelt, im Auge geschieht dies durch die Pupille. Je heller es ist, desto kleiner ist die Pupille. Je dunkler es wird, desto mehr erweitert sich die Pupille, so daß mehr Licht in das Auge kommt (Abb. 70). Innerhalb gewisser Grenzen wird

dadurch erreicht, daß uns helles Licht nicht zu stark blendet.

Mit der Änderung der Pupillenweite ist jedoch die Anpassung des Auges an die verschiedenen Stufen der Helligkeit nicht erschöpft. Beim Fotoapparat können wir, je nach der Helligkeit des Gegenstandes, den wir aufnehmen wollen, einen mehr oder weniger empfindlichen Film verwenden. Beim Auge ist die Empfindlichkeit der Netzhaut veränderlich.

Die Stäbchen enthalten einen roten Farbstoff, den **Sehpurpur**, der durch das einfallende Licht zerstört wird. Er wird mit Hilfe von Vitamin A gebildet. Der zersetzte Sehpurpur wird ständig wieder ergänzt. Durch die chemischen Veränderungen bei der Zersetzung des Sehpurpurs kommt die Erregung in den Stäbchen zustande, die über die Nervenfasern weitergegeben wird. Bei schwachem Licht enthält die Netzhaut sehr viel Sehpurpur. Beim Sehen im hellen Licht ist wesentlich weniger vorhanden, weil durch das helle Licht mehr zerstört wird.

Durch die Veränderung der Pupillengröße und die Veränderung der Netzhautempfindlichkeit kann sich die Empfindlichkeit des Auges gegenüber dem einfallenden Licht steigern oder vermindern. Die Größe der Pupille paßt sich sehr rasch der Lichtstärke an. Die Empfindlichkeit der Netzhaut dagegen ändert sich sehr langsam. So erklärt es sich, daß wir beim Übergang vom hellen Tageslicht in einen dunklen Raum zuerst überhaupt nichts sehen; erst nach Minuten erkennen wir allmählich die Umrisse der Gegenstände – noch später die Einzelheiten. Die Anpassung an helles Licht erfolgt weitaus schneller.

Aufgabe

1. Setze dich einem anderen Menschen so gegenüber, daß dein Gegenüber ins helle Licht schaut! Verdecke diesem Menschen beide Augen einige Sekunden mit der Hand! Beobachte dann die Pupille!
2. Beobachte die Pupille einer Katze bei Licht und bei Dunkelheit! Beobachte die Pupillen anderer Haustiere!

Anpassung an die Entfernung. Beim Fotografieren müssen wir den Apparat auf die Entfernung des Gegenstandes, den wir aufnehmen wollen, einstellen. Wir verändern dabei den Abstand zwischen Linse und Film und erreichen so, daß auf

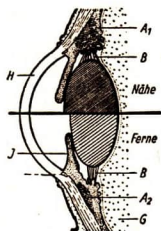


Abb. 71 Längsschnitt durch den vorderen Augenabschnitt; oberer Teil bei stark gekrümmter Linse, unterer Teil mit flach gewölbter Linse. A_1 Linsenmuskel gespannt, A_2 Linsenmuskel entspannt, B Aufhängebündchen der Linse, G Glaskörper, H Hornhaut, I Iris

dem Film ein scharfes Abbild entsteht. Auch das Auge muß auf die Entfernung der Gegenstände eingestellt werden. Wir können nicht nahe und entfernte Gegenstände gleichzeitig deutlich erkennen. Wenn wir in die Nähe blicken, erscheint der Hintergrund unscharf und verschwommen, beim Blick in die Ferne können wir im Vordergrund keine Einzelheiten unterscheiden. Wenn wir beispielsweise an einem Fenster durch die Gardine schauen, erkennen wir entweder das Muster der Gardine deutlich und die Landschaft im Hintergrund ist verschwommen, oder wir sehen den Hintergrund scharf und können keine Einzelheiten der Gardine wahrnehmen.

Bei manchen Lebewesen, zum Beispiel den meisten Fischen, wird die Anpassung des Auges an die Entfernung ebenso wie beim Fotoapparat dadurch erzielt, daß sich der Abstand zwischen Linse und Netzhaut ändert. Es gibt jedoch noch eine andere Möglichkeit der Anpassung an unterschiedliche Entfernungen: die Veränderung der **Linsenwölbung**. Eine flach gewölbte Linse bildet weit entfernte Gegenstände deutlich ab, eine stark gekrümmte Linse dagegen Objekte, die sich unmittelbar vor dem Auge befinden.

Die Linsen unserer Augen sind elastisch, ihre Krümmung kann durch Muskeln verändert werden (Abb. 71). Erschlaffen diese Muskeln, so wird die Linse durch den Zug der Aufhängefasern gespannt und damit flach. Ziehen sich die Muskeln zusammen, so werden die Linsenfasern entspannt, die Linse wölbt sich infolge ihrer Elastizität. Auf diese Weise wird das Auge an das Sehen in verschiedene Entfernungen angepaßt. Rückt ein Gegenstand ans Auge, so wird die Linse dicker, ist er weiter entfernt, so wird sie flacher.

Sehfehler. Mit gesunden Augen ist bei gutem Licht die Schrift in diesem Buche noch in einem Abstand von 1,25 bis 1,50 m ohne Anstrengung zu lesen.

Im Alter verliert die Linse, wie alle Gewebe im Körper, ihre Elastizität. Sie verliert die Fähigkeit, sich stark zu wölben. Deshalb können ältere Menschen weit entfernte Gegenstände gut erkennen; beim Blick in die Nähe aber sehen sie unscharf. Diese Störung der Anpassung des Auges bezeichnen wir als Altersweitsichtigkeit oder kurz als **Alterssichtigkeit**.

Außer der Alterssichtigkeit gibt es noch andere Störungen, die zu einer unscharfen Abbildung auf der Netzhaut führen. Sie alle können durch entsprechende Brillen weitgehend ausgeglichen werden.

Das räumliche Sehen. Wir sehen unsere Umgebung nicht flächenhaft wie eine Fotografie oder einen Film im Kino, sondern wir sehen ein Bild, bei dem die einzelnen Dinge entsprechend ihrer Entfernung vom Auge hintereinander im Raume stehen. Dieses räumliche Sehen ist um so ausgeprägter, je näher sich die Gegenstände befinden.

Wir sehen vor allem deshalb räumlich, weil wir zwei Augen haben. In jedem Auge entsteht ein Bild, das sich ein klein wenig von dem im anderen Auge unterscheidet (Abb. 72). Durch diese unvollständige Übereinstimmung der beiden Bilder auf den Netzhäuten entsteht das räumliche Sehen. Schließen wir ein Auge, so können

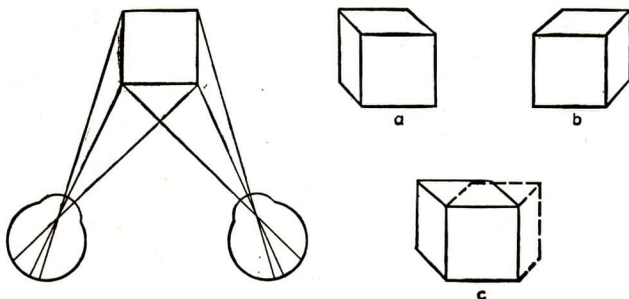


Abb. 78 Betrachten eines Würfels mit beiden Augen. Bei der Betrachtung des Würfels entsteht in jedem Auge ein anderes Bild. Der Strahlengang (linke Abb.) macht das verständlich. Die Abbildung a zeigt das im linken Auge, die Abbildung b das im rechten Auge entstehende Bild. Abbildung c zeigt, wie das Bild zusammengesetzt wird und den räumlichen Eindruck hervorruft.

wir nicht mehr so gut räumlich sehen. Wir merken das allerdings nicht sehr stark, denn eine große Rolle spielt auch unsere Erfahrung; wir wissen ja, daß die Gegenstände nicht auf einer Fläche, sondern im Raume angeordnet sind.

Beim Sehen in eine größere Entfernung erhalten wir kein gutes räumliches Bild. Der Abstand unserer Augen ist gegenüber der Entfernung der Gegenstände zu gering. Man kann ihren Abstand künstlich vergrößern (z. B. durch Scherenfernrohre), so daß auch Gegenstände in der Ferne perspektivisch gesehen werden.

Für das räumliche Sehen ist das Sehen mit zwei Augen zwar die wichtigste, aber nicht die einzige Voraussetzung. Auch die Größe der Gegenstände, die wir erblicken, spielt eine gewisse Rolle. Wir erkennen aus unserer Erfahrung ihre tatsächliche Größe. Sehen wir auf einem Bild zwei Gegenstände verschieden groß, von denen wir aus Erfahrung wissen, daß sie gleich groß sind, so haben wir den Eindruck, daß sie sich nicht nebeneinander, sondern hintereinander befinden. Dadurch entsteht beim Betrachten von Fotografien ein gewisser, wenn auch nicht vollkommener räumlicher Eindruck. Besonders deutlich wird dieser Eindruck durch Linien, die am Horizont in einem Punkt zusammenlaufen, beispielsweise durch Eisenbahnschienen.

Aufgabe

Stelle einen Bleistift in etwa 40 cm Abstand vom Auge auf! Versuche ihn durch eine rasche Bewegung mit der Spitze des rechten Zeigefingers von rechts nach links umzustößen! Führe diesen Versuch aus, wenn du beide Augen offen hast und wenn du ein Auge zuhältst!

Schutzvorrichtungen des Auges

Das Auge ist ein sehr empfindliches Organ und muß deswegen gegen Schädigungen geschützt werden. So ist beispielsweise die Hornhaut außerordentlich empfindlich gegen Berührung, Verletzung sowie Austrocknung. Von einer Flüssigkeit, der Tränen-

flüssigkeit, wird sie ständig befeuchtet. Diese wird von der Tränendrüse, die im äußeren Augenwinkel unter dem Oberlid in der Augenhöhle liegt, ständig abgesondert. Durch den Lidschlag wird die Tränenflüssigkeit gleichmäßig über das Auge verteilt und fließt dann zum inneren Augenwinkel, wo sie durch zwei feine Öffnungen im oberen und unteren Lidrand (die Tränenpünktchen) abfließt. Im Tränensack wird sie zunächst gesammelt; über den Tränengang gelangt sie schließlich in die Nase, wo sie mit dazu beiträgt, die Atemluft anzufeuchten.

Gegen Schlag und Stoß sind die Augen weitgehend durch die vorspringenden Ränder der **knöchernen Augenhöhlen** geschützt. Gegen den von der Stirn herablaufenden Schweiß, gegen Regenwasser u. a. schützen die **Augenbrauen**. Sie leiten die von der Stirn herablaufenden Flüssigkeiten ab. Das Eindringen von Staub und Insekten verhindern die **Lider** mit den Wimpern. Sie legen sich beim Schließen des Auges aneinander und verschließen dadurch die Lidspalte.

Erkrankungen des Auges

Blendung. Sehr grelles direktes Licht (z. B. Sonnenlicht, Scheinwerferlicht, Flamme des Schweißbrenners, Lichtbogen beim elektrischen Schweißen) schadet der Netzhaut. Darum sollten bei grellem Sonnenlicht an der See, im Hochgebirge und in der Schneelandschaft **Lichtschutzbrillen** getragen werden. Nicht alle Sonnenbrillen sind dazu geeignet. Manche schirmen nicht ausreichend die schädlichen Strahlen ab. Das Tragen von Sonnenschutzbrillen unter normalen Lichtverhältnissen ist Unfug. Beim Schweißen oder beim Aufenthalt in der Nähe arbeitender Schweißgeräte sind die Schutzvorschriften (Benutzen von Schweißbrillen, Abschirmen der elektrischen Schweißgeräte usw.) sorgfältig zu beachten.

Fremdkörper. Fremdkörper müssen sehr vorsichtig entfernt werden. Man zieht dazu das Augenlid vom Augapfel ab und wischt den Fremdkörper mit dem angefeuchteten Zipfel eines sauberen Tuchs heraus. Meist liegen kleine Staubeilchen auf der Innenseite des Oberlides, nahe dem Lidrand. Ist der Fremdkörper nicht gleich zu sehen, so sollte recht bald eine Krankenschwester oder ein Arzt zu Rate gezogen werden. Fremdkörper, die auf der Hornhaut liegen, sollen nur vom Augenarzt entfernt werden. Bei einigen Arbeiten, beispielsweise beim Schleifen, sind die Augen besonders gefährdet. Deshalb sind bei diesen Tätigkeiten Schutzbrillen zu tragen.

Überanstrengung. Erkrankungen des Auges können auch durch Überanstrengungen hervorgerufen werden, zum Beispiel durch Lesen und Schreiben bei zu dunklem oder zu hellem Licht. Beim Schreiben, Lesen, Nähen und dergleichen soll der Abstand zwischen Gegenstand und Auge etwa 30 cm betragen. Wer bei diesem Abstand nicht gut sehen kann, muß einen Augenarzt aufsuchen.

Entzündungen. Entzündungen des Auges zeigen sich durch eine starke Rötung an. Sie kann das Anzeichen einer ersten Erkrankung sein, deshalb sollte man in solchen Fällen rechtzeitig einen Arzt aufsuchen. Eine Entzündung der Bindehaut oder der Hornhaut entsteht häufig durch Zugluft, etwa beim Hinauslehnen aus dem Fenster eines fahrenden Zuges.

Farbenblindheit. Eine besondere Sehstörung besteht, wenn die Zapfen nicht richtig funktionieren. Dann können die Farben nicht mehr gut unterschieden werden,

der Mensch ist farbenblind. Am stärksten verbreitet ist eine Störung der Empfindung für Rot und Grün. Da das Farbsehen für manche Berufe sehr wichtig ist (z. B. bei Kraftfahrern und bei Angestellten der Reichsbahn), muß es bei den Bewerbern für derartige Berufe besonders gründlich geprüft werden.

Das Ohr

Entsprechend seinem äußeren Aufbau teilen wir das Ohr in drei Abschnitte ein (Abb. 73). Die ersten beiden, das äußere Ohr und das Mittelohr, dienen der Leitung des Schalles, während im dritten Abschnitt, dem inneren Ohr, die Rezeptorzellen liegen. Das innere Ohr besteht aus drei Organen: das erste ist die Schnecke, mit deren Rezeptoren wir Schallwellen aufnehmen, also hören, das zweite ist der sogenannte Bogengangapparat mit den Rezeptoren für die Drehbewegungen unseres Körpers; das dritte besteht aus zwei kleinen Säckchen, in denen sich Rezeptoren für die Lage unseres Körpers im Raum befinden.

Das Organ der Bewegungsempfindung

Die drei Bogengänge des Organs der Bewegungsempfindung stehen, entsprechend den drei Ausdehnungen des Raumes, senkrecht aufeinander (Abb. 74). Sie beginnen und enden alle in einem der kleinen Säckchen. Jeder Bogengang hat an einem Ende eine kleine, bläschenartige Erweiterung (Ampulle), in der die Rezeptoren liegen. Die Bogengänge sind mit Flüssigkeit (Lymphe) gefüllt. Diese Flüssigkeit kann infolge ihrer Trägheit eine Drehbewegung des Kopfes nicht so rasch mitmachen wie die Bogengänge. Dadurch kommt eine gegenläufige Bewegung zwischen der Lymphe und den Bogengängen zustande. Infolge dieser Bewegung wird ein winziges Haarbüschel, das in die Erweiterung des Bogenganges hineinragt, ab-

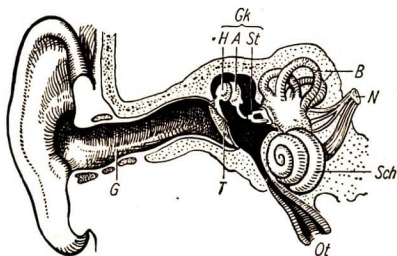


Abb. 73 Schnitt durch das menschliche Ohr (etwa natürliche Größe, Ohrmuschel verkleinert)
G Gehörgang, T Trommelfell, Gk Gehörknöchelchen (H Hammer, A Amboß, St Steigbügel), B Bogengänge, N Gehörnerv, Sch Schnecke, Ot Ohrtrumpete. Zwischen den Bogengängen und der Schnecke befindet sich der Raum für die beiden Säckchen (Vorhof).

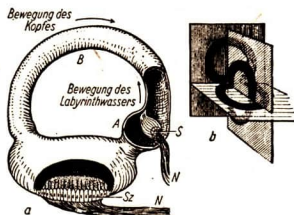


Abb. 74 Lage- und Bewegungssinnesorgane des Menschen
a Bogengang (B) mit Ampulle (A), N Nerven, S Rezeptoren der Ampulle, Sz Rezeptoren eines Säckchens; b Anordnung der Bogengänge in den drei senkrecht aufeinanderstehenden Ebenen

gebogen (Abb. 74). Die Rezeptoren, die mit dem Haarbüschel verbunden sind, werden gereizt und lassen uns die Drehbewegung empfinden.

Bleiben wir nach einigen schnellen Umdrehungen plötzlich stehen, so bewegt sich die Flüssigkeit infolge ihrer Trägheit weiter. Dadurch werden die Haarbüschel weiter gereizt. Dies führt zu einem Nachschwindel.

Aufgabe

Fülle eine Schüssel mit Wasser! Bestreue die Oberfläche mit einigen Sägespänen! Drehe die Schüssel! Laß sie dann ruhig stehen! Beobachte, wie sich das Wasser weiterbewegt!

Das Organ der Lageempfindung

In jedem der beiden Säckchen des Innenohrs befinden sich an einer Stelle Rezeptoren, deren Härchen durch eine gallertartige Masse mit vielen kleinen eingelagerten Kalkstückchen verklebt sind. Diese Masse drückt auf die darunter gelegenen Rezeptoren. Verändern wir unsere Körperstellung, richten wir uns zum Beispiel aus dem Liegen auf, so ändert sich auch die Druckrichtung. Dadurch werden die Rezeptoren gereizt, und die Veränderung der Lage wird wahrgenommen.

Das Organ der Schallaufnahme

Mit unserem Gehörorgan nehmen wir bestimmte Schwingungen wahr, die von Körpern ausgehen und meistens durch die Luft übertragen werden. Wenn es sich um Schwingungen handelt, die mindestens 16mal, höchstens 20000mal in der Sekunde ablaufen, bezeichnen wir sie als Schall; nur auf diese ist unser Gehörgang eingerichtet. Andere Lebewesen, zum Beispiel Hunde, haben einen größeren Hörbereich. Sie nehmen noch Töne wahr, die durch mehr als 20000 Schwingungen in der Sekunde entstehen.

Bei verhältnismäßig langsamen Schwingungen (etwa 50 Schwingungen in der Sekunde) nehmen wir einen tiefen Ton wahr. Schnelleren Schwingungen entsprechen höhere Töne. Die höchsten Töne, die wir hören können, entstehen bei einer Schwingungszahl von 20000 in der Sekunde. Noch schnellere Schwingungen kann das menschliche Ohr nicht mehr aufnehmen. Solche Schwingungen bezeichnen wir als Ultraschall. Sie können durch entsprechende Instrumente nachgewiesen und für den Menschen wahrnehmbar und nutzbar gemacht werden. So ist der Mensch in der Lage, auch solche Naturvorgänge zu erkennen, die seinen Sinnesorganen nicht unmittelbar zugänglich sind.

Äußeres Ohr. Unsere Ohrmuschel wirkt wie ein Schalltrichter, der die Luftschwingungen auffängt und dem äußeren Gehörgang zuleitet. Dort treffen sie auf das dünne Trommelfell und versetzen es in Schwingungen.

Mittelohr. Zwischen Trommelfell und Innenohr liegt ein luftgefüllter Raum: die **Paukenhöhle**. In dieser befinden sich drei Gehörknöchelchen. Diesen Teil des Ohres bezeichnen wir als Mittelohr. Es ist durch einen Kanal, die **Ohrtrompete** mit dem Nasen-Rachen-Raum verbunden. Die Wände der Ohrtrompete liegen normalerweise unmittelbar aufeinander und verschließen sie. Nur beim Schlucken und beim Gähnen wird sie geöffnet und gestattet dann einen Druckausgleich zwischen

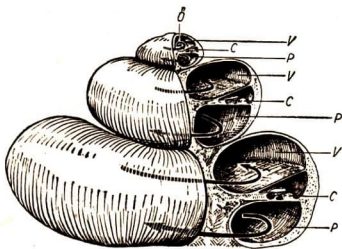


Abb. 75 Die Schnecke des Ohres
 Schnecke zum Teil geöffnet; die Pfeilrichtungen zeigen den Lauf der Druckwellen in den Schneckengängen. δ Öffnung zwischen Vorhoftrappe V und Paukentreppe P, C Hörorgan im Schneckengang

Mittelohr und Außenluft. Dieser Ausgleich ist nötig, damit das Trommelfell gut schwingen kann. Besteht ein starker Druckunterschied (z. B. bei plötzlichem Höhenwechsel), so entsteht ein dumpfes, taubes Gefühl im Ohr, das die Hörfähigkeit vermindert. Es kann durch mehrfaches Schlucken beseitigt werden. Auch durch Erkrankungen, zum Beispiel durch einen Schnupfen, kann ein solches Gefühl auftreten. Dann sind die Schleimhäute der Ohrtrumpete miteinander verklebt. Der Kanal ist verschlossen, so daß der Druckunterschied zwischen Paukenhöhle und Außenluft nicht ausgeglichen

werden kann. Der Arzt kann dies sehr rasch beseitigen, indem er nach dem Abklängen des Schnupfens Luft durch die Ohrtrumpete bläst.

Im Mittelohr befinden sich drei kleine Knochen, die **Gehörknöchelchen**, die nach ihrer Form Hammer, Amboß und Steigbügel genannt werden. Die Gehörknöchelchen übertragen die Schwingungen des Trommelfells auf das Innenohr: Der Hammer liegt am Trommelfell und nimmt dessen Bewegung auf. Die Schwingungen werden über den Amboß auf den Steigbügel geleitet, der mit seiner Platte in einem kleinen **ovalen Fenster** des Innenohrs liegt.

Innenohr. Der Raum hinter dem ovalen Fenster ist bis in die Schnecke hinein mit Flüssigkeit angefüllt. Durch die Schwingungen des Steigbügels wird diese Flüssigkeit in Schwingungen versetzt. Die Druckunterschiede der Schwingungen (Flüssigkeiten lassen sich nicht zusammendrücken) werden durch ein elastisches Häutchen unterhalb des ovalen Fensters, das **runde Fenster**, ausgeglichen. In der Schnecke befindet sich ein Gang, der $\frac{1}{2}$ mal spiralig gewunden ist (Abb. 75). Er ist quer in drei Abschnitte unterteilt. Der obere Abschnitt wird als **Vorhoftrappe** bezeichnet. Sie beginnt am ovalen Fenster und endet an der Schneckenspitze. Dort ist sie über eine Öffnung mit dem unteren Gang, der **Paukentreppe**, verbunden, die am runden Fenster endet. Zwischen Vorhoftrappe und Paukentreppe liegt der **Schnecken-gang** mit dem eigentlichen Hörorgan. Es besteht aus einem Grundhäutchen, den Rezeptoren und den Stützzellen. Das Grundhäutchen durchzieht die Schnecke wie eine Wendeltreppe. Auf dem Grundhäutchen liegen im Schneckengang etwa 15000 Rezeptoren mit ihren Sinneshaaren.

Die Schwingungen des Steigbügels setzen die Flüssigkeit in der Vorhoftrappe und in der Paukentreppe in Mitschwingung. Es entstehen Wellen und Wirbelbildungen, die einen Druck auf die Rezeptorwellen des Grundhäutchens ausüben. Je nach der Art des Schallreizes, beispielsweise nach der Höhe des Tones, werden die Rezeptoren an verschiedenen Stellen des Grundhäutchens gereizt. Dadurch können die Tonhöhen voneinander unterschieden werden. Die Erregungen der Rezeptoren werden über den **Gehörnerv** an das Gehirn weitergegeben. Mit zunehmendem Alter verliert das Ohr die Fähigkeit, sehr hohe Töne aufzunehmen.

Das Richtungshören. Wir können wahrnehmen, aus welcher Richtung ein Geräusch oder ein Ton kommt. Das liegt vor allem daran, daß der Weg des Tones von einer seitlichen Schallquelle zu den beiden Ohren unterschiedlich lang ist. Der Ton wird mit dem der Schallquelle näher liegenden Ohr früher gehört als mit dem anderen. Dieser kleine zeitliche Unterschied (er beträgt 0,00003 bis 0,00063 Sek.) erlaubt das Feststellen der Richtung.

Schützeinrichtungen des Ohres

Im äußeren Teil des Gehörganges befinden sich **Härchen**, die den kleinen Schmutzteilchen, die immer in der Luft umherfliegen, den Eintritt in den Gehörgang erschweren. Das **Ohrenschnal** ist eine fettige Absonderung von Drüsen. Es hält normalerweise den Gehörgang und das Trommelfell geschmeidig und dient auch der natürlichen Reinigung des Gehörganges. Ein Teil des äußeren Ohrs liegt bereits in der Schädelkapsel. Das Mittelohr und das innere Ohr werden vollständig durch Knochen des Schädels geschützt.

Erkrankungen des Ohres

Das Ohr ist ein sehr empfindliches Organ. Schon ein lang anhaltender, sehr lauter Ton kann zu einer Schädigung der Rezeptorzellen führen. Schädigungen dieser Art können als Berufskrankheiten, zum Beispiel bei Kesselschmieden, vorkommen (Lärmtaubheit).

Das Trommelfell, das nur etwa $\frac{1}{10}$ mm dick ist, kann zerreißen; die Folge ist dann eine nicht mehr zu behebende Schwerhörigkeit. Dies tritt nicht nur bei sehr starken Druckwellen (z. B. Sprengungen, Explosionen) auf, sondern kann auch schon durch sehr starke Schallwellen hervorgerufen werden, beispielsweise wenn man einem anderen Menschen direkt ins Ohr hineinschreit oder unmittelbar vor seinem Ohr in die Hände klatscht.

Starke Geräusche kann der Mensch auch ohne Trommelfell hören, weil die Schallwellen durch die Knochen des Schädels zum Innenohr gelangen.

Nach einem Schnupfen oder einer anderen Entzündung der Schleimhäute des Nasen-Rachen-Raumes können Ohrenschnalzen auftreten. Dann muß ein Arzt zu Rate gezogen werden, besonders wenn Fieber vorhanden ist. Es besteht die Möglichkeit einer Mittelohrvereiterung.

Sehr gefährlich ist das Eindringen von Fremdkörpern in den äußeren Gehörgang, besonders wenn es sich um Gegenstände handelt, die im Gehörgang durch Flüssigkeitsaufnahme quellen (z. B. Erbsen). Sie werden dann ganz fest in den Gehörgang gepreßt. Wenn sich ein Fremdkörper im Gehörgang befindet, soll man nicht versuchen, ihn selbst zu entfernen; denn dabei stößt man den Gegenstand meist nur tiefer in den Gehörgang hinein. Das sehr empfindliche dünne Trommelfell kann dabei leicht verletzt werden. Ein Arzt kann schnell und schmerzlos den Fremdkörper entfernen.

Manchmal wird der äußere Gehörgang durch Verhärten des Ohrenschnalzes verstopft. Ein Ohrenschnalzpflöckchen darf nicht mit harten Gegenständen entfernt werden, weil dabei das Trommelfell verletzt werden kann. Er wird vom Arzt oder einer Krankenschwester mit warmem Wasser ausgespült.

Die Nase

Die Rezeptoren für die Geruchsempfindung liegen in beiden Nasenhöhlen im Bereich der oberen Nasenmuschel, in der sogenannten **Rieschschleimhaut** (Abb. 76).

Sie werden durch gasförmige Stoffe gereizt. Die Rieschschleimhaut ist ein kleiner Bezirk von der Größe eines Pfennigs.

Die Rezeptoren tragen feine Härchen, die über die Schleimhaut hinausragen und von den vorüberstreichenden Duftstoffen gereizt werden. Von jeder Rieschzelle geht ein kleiner Nerv aus, der durch das Siebbein zum Gehirn führt.

Obwohl wir bereits außerordentlich geringe Mengen von Geruchsstoffen in der Luft wahrnehmen können (von manchen genügen bereits einzelne Moleküle), hat das Riechen für uns keine so große Bedeutung wie das Sehen und das Hören. Für die Gerüche haben wir auch keine eindeutigen Bezeichnungen, wie etwa die Farbenbezeichnungen, sondern wir benennen sie nach den Objekten, von denen sie gewöhnlich stammen (Rosengeruch, Fischgeruch, blumig, harzig, würzig usw.). Bei vielen Tieren ist das Geruchsorgan wesentlich stärker entwickelt als beim Menschen; sie können sich mit ihrem Geruchssinn sehr viel besser orientieren als wir (z. B. Hunde).



Abb. 76 Lage der Nase im Schädel. Im Bereich der obersten Nasenmuschel die Rieschschleimhaut (R)

Die Zunge

Auf der Zunge befinden sich Rezeptoren, die durch flüssige beziehungsweise gelöste Stoffe gereizt werden; es sind die **Geschmackszellen**. Der Geschmackssinn des Menschen ist sehr wenig entwickelt. Wir können nur vier Grundformen des Geschmacks unterscheiden: salzig, sauer, bitter, süß. Diese Geschmacksarten werden mit verschiedenen Rezeptoren empfunden. Sie sind ungleich über die Zunge verteilt. Süße Speisen schmeckt der Mensch besonders an der Zungenspitze, salzige und saure an den seitlichen Zungenrändern und bittere am Zungengrund (s. Farbtafel gegenüber S. 65).

Wir können trotz der geringen Entwicklung des Geschmackssinns feine Unterschiede schmecken, weil Geschmacksempfindung und Geruchsempfindung gemeinsam wirken. Daher kommt es, daß wir bei einem Verschuß der Nase (z. B. beim Schnupfen) fast nichts mehr schmecken.

Aufgaben

1. Tauche einen Pinsel in Zuckerlösung! Betupfe mit ihm nacheinander die Spitze, die Ränder und den Rücken deiner Zunge, auch den harten und den weichen Gaumen! Stelle die Geschmacksempfindlichkeit fest!
Führe den gleichen Versuch mit Lösungen von Kochsalz und Essig durch!
2. Schließe die Augen, strecke die Zunge heraus und halte die Nase fest zu! Laß dir nacheinander ein Stück Apfel, ein Stück Kartoffel und ein Stück Zwiebel auf die Zunge legen! Versuche, sie am Geschmack zu unterscheiden!

Die Rezeptoren der Haut

In der Haut liegen verschiedene Rezeptoren; aus ihrem Zusammenwirken ergibt sich die Tastempfindung. Bei dem Betasten eines Gegenstandes arbeiten die verschiedenen Rezeptoren gleichzeitig. Wir haben zugleich die Empfindung von der Form, vom Zustand der Oberfläche und von der Temperatur. Wenn wir am Frühstückstisch mit geschlossenen Augen ein gekochtes Ei betasten, haben wir eine einheitliche Empfindung eines länglich-runden, glatten und warmen Körpers, wir haben eine deutliche Wahrnehmung vom Ei. Ob ein Gegenstand Spitzen oder Kanten hat, ob er eine raue oder glatte Oberfläche besitzt und ob er hart, weich oder elastisch ist, empfinden wir mit Hilfe der Berührungs- und Druckrezeptoren. Die Empfindung der Wärme oder Kälte eines Gegenstandes vermitteln uns die Temperaturrezeptoren.

Die Berührungsempfindung

Der Berührungsempfindung dienen Rezeptoren, die ganz dicht unter der Hautoberfläche liegen. Sie sprechen auf Berührung der Oberfläche an. Der Berührungssinn ist an einzelnen Körperstellen außerordentlich fein entwickelt, besonders an den Fingerspitzen, der Zunge, den Lippen und der Nasenspitze.

Die Rezeptoren stehen meist in enger Verbindung mit den Körperhaaren. Die Haare wirken dabei wie Hebel. Sie übertragen die Berührung verstärkt auf die Rezeptoren. Die Schnurrhaare der Katze, die für die nächtliche Lebensweise des Tieres große Bedeutung haben, sind ein bekanntes Beispiel hierfür.

Die Druckempfindung

Die Rezeptoren für die Druckempfindung liegen wesentlich tiefer in der Haut als die Rezeptoren für die Berührungsempfindung und sind in viel geringerer Zahl vorhanden. Sie reagieren vor allem auf einen stetig anhaltenden Druck.

Mit Hilfe eines stumpfen Zirkels läßt sich die Empfindlichkeit einer bestimmten Hautstelle prüfen. So müssen die beiden Zirkelspitzen auf der Fingerbeere mindestens 2 mm, auf dem Unterarm 15 bis 40 mm und auf dem Rücken 70 mm voneinander entfernt sein, damit sie als zwei getrennte Reize wahrgenommen werden. Die Rezeptoren für Druckempfindlichkeit stehen an den Fingerspitzen am engsten; sie sind deshalb für Druckreize am empfindlichsten, der Rücken dagegen ist am wenigsten empfindlich.

Aufgaben

1. Prüfe mit einem stumpfen Stechzirkel, in welchem Abstand die beiden vorsichtig und gleichzeitig aufgesetzten Spitzen gerade noch als zwei Berührungsreize empfunden werden! Untersuche so Fingerspitzen, Handfläche und Handrücken, Stirn, Oberarm die Mitte des Rückens und andere Stellen!
2. Setze den Zirkel mit einem Spitzenabstand von 20 mm vorsichtig auf den Oberarm! Streiche dann langsam auf der Haut des Armes nach der Hand zu! Beobachte, an welcher Spitze die Spitzen nicht mehr als ein Reiz, sondern als zwei getrennte Reize empfunden werden!

Die Temperaturempfindung

Für die Temperaturempfindung ist der Temperaturunterschied zwischen dem Innern der Haut und ihrer Außenseite entscheidend. Wird der Hautoberfläche Wärme entzogen, so führt das zu einer Kaltempfindung, wird ihr Wärme zugeführt, so entsteht eine Warmempfindung. Wir empfinden also das als warm, was unserer Haut im Augenblick der Empfindung Wärme zuführt, und das als kalt, was ihr Wärme entzieht. Man kann also nur **Temperaturunterschiede** feststellen. Die Rezeptoren können sich sehr rasch bestimmten Temperaturverhältnissen anpassen und dann jeweils andere Empfindungen auslösen.

Aufgabe

Tauche die linke Hand einige Minuten in heißes, die rechte in kaltes Wasser! Tauche dann beide Hände in lauwarmes Wasser! Erkläre!

Die Rezeptoren im Innern des Körpers

Auch im Innern des Körpers liegen Rezeptoren. Sie sind über alle Organe verteilt. Von ihnen gehen ständig Erregungen aus, die vom Zustand der inneren Organe abhängen. So teilen die Rezeptoren in der Magenwand mit, ob der Magen voll oder leer ist. Die Rezeptoren der Blutgefäße melden, wie hoch der Blutdruck ist, und die Rezeptoren der Harnblase unterrichten den Organismus, ob die Blase gefüllt ist. Diese Rezeptoren sprechen also auf mechanische Reize an.

Andere Rezeptoren werden durch chemische Veränderungen gereizt. Zum Beispiel teilen Rezeptoren in den Blutgefäßen mit, wie das Blut zusammengesetzt ist, ob es beispielsweise zu wenig Wasser enthält (dann haben wir Durst). Die Rezeptoren im Gewebe geben Auskunft, ob die Zusammensetzung der Gewebeflüssigkeit richtig ist. Auch über die Temperatur in den einzelnen Organen wird mit Hilfe besonderer Rezeptoren unterrichtet.

Alle diese Rezeptoren sind Teile des Eingeweidenervensystems (s. S. 95). Von ihrer Tätigkeit empfinden wir oft gar nichts. Sie haben aber sehr wichtige Aufgaben zu erfüllen. Wenn sie nicht richtig funktionieren, ist die Lebenstätigkeit gestört.

Das Muskelgefühl

Besondere Rezeptoren befinden sich in den Muskeln, Sehnen und Gelenken. Die Rezeptoren in den Muskeln, die **Muskelspindeln** geben uns Auskunft über die Spannung der Muskeln und die Stellung der Gelenke. Sie sind sehr wichtig für die Erhaltung des Gleichgewichts. Wenn sie nicht richtig arbeiten, schwanken wir hin und her. Auch für die Durchführung feiner und genauer Arbeiten sind diese Rezeptoren von großer Bedeutung.

Der Schmerz

In allen Geweben des Körpers liegen Nervenendigungen, die das Schmerzgefühl vermitteln. Schmerzen sind immer ein Warnzeichen. Sie können das Signal für Störungen und Schädigungen unseres Körpers sein, die sich verschlimmern, wenn nichts dagegen unternommen wird.

Aufgaben und Fragen

1. Welche Sinnesorgane sind am Erkennen der Größe eines Gegenstandes beteiligt?
2. Verbinde einem Mitschüler die Augen! Gib ihm einen Gegenstand in die Hand! Laß ihn feststellen, wie dessen Oberfläche beschaffen ist (glatt, rau usw.)! Welche Rezeptoren haben ihm den Gegenstand charakterisieren helfen? Mach weitere Versuche mit diesem Mitschüler: Beuge ihm den linken Arm im Ellenbogengelenk! Bringe die Hand in eine beliebige Stellung! Laß ihn die rechte Hand selbst in die gleiche Stellung bringen!
Gib dem Mitschüler ein Stück Brot in die Hand! Laß es ihn essen! Führt er es richtig zum Munde?
Gib dem Mitschüler in eine Hand ein 50-Gramm-Gewicht, in die andere ein 100-Gramm-Gewicht! Laß ihn angeben, in welcher Hand er die schwerere Last hält! Führe diese Versuche an dir selbst aus! Erfinde ähnliche Versuche! Begründe die Ergebnisse, der Versuche!
3. Warum kann ein Tier erblinden, wenn man ihm die Tränendrüse entfernt?
4. Welche reflektorischen Bewegungen schützen das Auge?
5. Wie nehmen die verschiedenen Lebewesen Lichtreize auf?
6. Wie reagieren grüne Pflanzen auf das Licht? Wie reagieren Kellerasseln auf das Licht? Begründe die Reaktion im Zusammenhang mit der Lebensweise!
7. Betrachte einen Gegenstand mit beiden Augen! Drücke mit dem Finger seitlich leicht gegen einen Augapfel! Wie verändert sich das Bild? Erkläre!
8. Schließe die Augen! Drücke mit dem Finger seitlich leicht gegen den Augapfel! Bewege den Finger hin und her. Was empfindest du? Begründe!
9. Nimm eine Taschenuhr zwischen die Zähne und achte auf das Ticken! Hörst du es verstärkt oder schwächer?
10. Warum kann sich ein Entzündungsprozeß vom Nasen-Rachen-Raum leicht auf das Mittelohr ausdehnen?
11. Wenn sich ein Flieger aus großer Höhe dem Erdboden nähert, wird sein Trommelfell nach innen gedrückt, er vernimmt ein unangenehmes Dröhnen, und sein Hörvermögen läßt nach! Begründe!
12. Verschieße Mund und Nase fest mit der Hand! Versuche kräftig auszuatmen, presse also Luft mit starker Kraft in den Mund- und Rachenraum! Welche Wirkung hat das auf deine Ohren? Schlucke nach dem Versuch! Begründe die Erscheinungen!
13. Tauche im Schwimmbad unter Wasser! Begründe deine Gehörempfindung!
14. Verbinde einem Mitschüler die Augen! Rufe ihm von verschiedenen Seiten zu! Laß ihn die Richtung der Schallquelle finden!
15. Stecke einer Versuchsperson die Enden eines dünnen Gummischlauchs in die Ohren! Klopfe mit einem Bleistift auf den Schlauch! Laß die Versuchsperson angeben, ob der Schall von rechts oder von links kommt! Berechne aus den verschiedenen Strecken die Zeitdifferenz!
16. Vergleiche das Riechvermögen des Menschen mit dem von Tieren (z. B. Hund, Reh)!
17. Kann ein Mensch, der das Geruchsvermögen eingebüßt hat, als Koch arbeiten? Begründe deine Meinung!
18. Prüfe mit Hilfe eines sauberen Pinsels und Lösungen von Salz, Zucker, Speiseessig und Bittersalz die Empfindlichkeit der verschiedenen Zungenbereiche!
19. Warum bemühen wir uns, einen Gegenstand, den wir näher kennenlernen wollen, mit den Fingern zu berühren? Überlege den Sinn des Wortes „begreifen“!
20. Laß einen kleinen Käfer über die behaarte Oberseite und die haarlose Unterseite des Unterarms laufen! Vergleiche die Empfindungen!
21. Hebe einen leeren und einen vollen Eimer! Achte auf den Unterschied der Empfindungen in den Muskeln und Gelenken!

Die Regulationssysteme

Der Körper des Menschen besteht aus einer Vielzahl von Geweben und Organen. Jedes Gewebe und jedes Organ erfüllt innerhalb des Gesamtorganismus eine ganz bestimmte Funktion. Die Tätigkeit der Zellen dieser Gewebe und Organe wird durch Regulationssysteme genau aufeinander abgestimmt.

Die entwicklungsgeschichtlich älteste und einfachste Form der Regulation erfolgt unmittelbar von Zelle zu Zelle. Die Stoffwechselprodukte, die bei der Lebenstätigkeit von Zellen entstehen, beeinflussen die Stoffwechseltätigkeit der benachbarten Zellen. Dieses Geschehen wird als **lokale Regulation** bezeichnet. Es ist bei den Schwammtieren und den Pflanzen die vorherrschende Form der Regulation.

Aus der lokalen Regulation entwickelt sich eine höhere Form: In fast allen Geweben spezialisieren sich bestimmte Zellen und bilden **Gewebehormone**.

Infolge weiterer Spezialisierung haben sich besondere Organe entwickelt, deren einzige Funktion es ist, bestimmte Wirkstoffe zu bilden. Sie geben diese Stoffe an das Blut ab, das sie durch den gesamten Körper transportiert. Diese Organe sind die Drüsen mit innerer Sekretion, sie werden auch Hormondrüsen genannt, ihre Sekrete bezeichnen wir als Hormone; ihr Wirken nennt man **hormonale Regulation**. Die höchste Stufe der Regulation wird durch das Nervensystem erreicht (s. S. 90).

Die verschiedenen Regulationssysteme sind im Verlauf der stammesgeschichtlichen Entwicklung entstanden. Sie sind außerordentlich fein aufeinander abgestimmt. Zwischen allen Regulationssystemen bestehen Übergänge. So werden beispielsweise bei der Nerventätigkeit an den Nervenenden Stoffe gebildet, die wie Hormone wirken. Außerdem gibt es Nervenzellen, die echte Hormone absondern.

Die zentrale Regelung der Körperfunktionen erfolgt beim Menschen durch das **Zentralnervensystem** (Gehirn und Rückenmark). Vom Zentralnervensystem aus wird die Funktion der einzelnen Organe auf dem Wege über die Nervenbahnen oder mit Hilfe der Hormondrüsen und des Kreislaufs beeinflusst.

Der Weg über die Nervenbahnen ist der schnellere, weil die Erregungen schnell fortgeleitet werden. Außerdem zieht ein Nerv nur zu einem einzelnen, ganz bestimmten Organ. Die Hormone dagegen gelangen mit dem Blutstrom zu allen Organen, nicht nur zu denen, die gesteuert werden sollen. Es ist leicht einzusehen, daß der Weg über die Blutbahn viel umständlicher ist als der über die Nerven und deshalb mehr Zeit in Anspruch nimmt. Die Hormondrüsen können außer vom Zentralnervensystem auch vom Blut zur Tätigkeit angeregt werden.

Die Regulation hat nicht nur die Aufgabe, die Beziehungen zwischen den einzelnen Organen und Organsystemen innerhalb des Organismus zu regeln. Sie muß auch den Organismus mit den Umweltbedingungen in Übereinstimmung bringen. Die Umwelt wirkt durch Reize auf den Organismus ein. Diese Reize werden von den Sinnesorganen aufgenommen. Das Nervensystem sorgt dafür, daß der Organismus diese Reize richtig beantwortet, daß er richtig reagiert. In diesem Sinne fällt der höchsten Funktion des menschlichen Gehirns, dem Denken, eine ganz besondere Aufgabe zu. Das Denken ist für die Beziehungen des Menschen zu seiner Umwelt, vor allem auch für seine Beziehung zu den anderen Menschen, entscheidend. Der Mensch wirkt nicht nur auf die anderen Menschen ein. Auch die anderen Menschen,

die Gesellschaft, in der er lebt, wirken auf ihn ein, so daß sein Handeln in erster Linie nicht von den biologischen Gesetzen, sondern von den gesellschaftlichen Bedingungen, unter denen er lebt, abhängt.

Das hormonale System

Hormone sind chemische Verbindungen, die in bestimmten Drüsen, den Hormondrüsen (Drüsen mit innerer Sekretion), gebildet werden. Die Menge der abgesonderten Hormone ist im allgemeinen sehr gering, sie beträgt nur wenige Milligramm, oft sogar nur Bruchteile eines Milligramms täglich. Die Hormone gehören zur großen Gruppe der **Wirkstoffe**, zu denen wir auch Vitamine und Fermente rechnen.

Jedes Hormon hat einen ganz bestimmten Wirkungskreis, beispielsweise beeinflußt das Hormon **Insulin** den Stoffwechsel der Kohlenhydrate im Körper in einer bestimmten Weise. Die meisten Hormone werden nicht nur von einer Organismenart, zum Beispiel vom Menschen, sondern in der gleichen chemischen Zusammensetzung und mit der gleichen Wirkung von umfassenderen Tiergruppen gebildet. Darum können wir auch aus den Hormondrüsen der Tiere Hormone gewinnen und dem Menschen einspritzen, wenn seine Hormondrüsen nicht genügend Hormon bilden. Diese Tatsache erklärt sich aus der stammesgeschichtlichen Verwandtschaft der Arten dieser Gruppe.

Zu den Drüsen mit innerer Sekretion (Abb. 77) gehören die Schilddrüse, die Nebenschilddrüsen, die Bauchspeicheldrüse, die Keimdrüsen, die Thymus (Bries oder innere Brustdrüse), die Nebennieren, die Epiphyse (Zirbeldrüse) und die Hypophyse (Hirnanhangdrüse).

Die Schilddrüse. Die Schilddrüse besteht aus zwei Lappen, die rechts und links neben der Luftröhre unterhalb des Kehlkopfes liegen und fast bis zum Ansatz des Schlüsselbeins am Brustbein reichen. Die beiden Lappen sind durch einen vorn quer über der Luftröhre liegenden Mittellappen miteinander verbunden.

Das Schilddrüsenhormon ist eine jodhaltige Verbindung. Es kann infolgedessen nur gebildet werden, wenn dem Körper Jodsalze in genügender Menge zugeführt

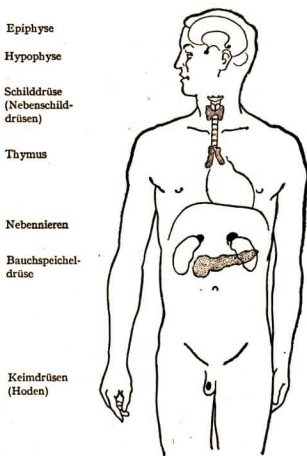


Abb. 77 Übersicht über die Drüsen mit innerer Sekretion

werden. Es wirkt auf den Gewebestoffwechsel, fördert die Verbrennungsprozesse und beeinflußt die Entwicklung des Körpers.

Aus dieser Wirkung des Schilddrüsenhormons ergibt sich, daß bei einer Überfunktion der Schilddrüse zu viel Nährstoffe verbrannt werden. Infolgedessen mageren die Menschen ab; sie haben außerdem ständig eine etwas erhöhte Körpertemperatur, einen raschen Herzschlag und einen etwas erhöhten Blutdruck. Da die gesteigerten Verbrennungsprozesse auch eine erhöhte Funktion der Organe zur Folge haben, sind die Kranken sehr lebhaft und sehr unruhig in ihren Bewegungen. Wenn zu wenig Schilddrüsenhormon abgesondert wird, verhält sich der Körper entgegengesetzt: Die Körpertemperatur ist niedrig, die Kranken speichern in ihrem Körper große Mengen Fett und sind körperlich und geistig träge.

Sowohl die Überfunktion als auch die Unterfunktion der Schilddrüse gehen meist mit einer Vermehrung des Drüsengewebes einher. Eine solche Vergrößerung der Schilddrüse bezeichnen wir als **Kropf**. Bei einer Überfunktion der Schilddrüse ist der Kropf weich und nicht sehr groß; bei einer Unterfunktion kann der Kropf dagegen sehr groß werden und fühlt sich hart an. Dieser Kropf ist auf die Reaktion des Organismus zurückzuführen, die Unterfunktion durch Bildung zusätzlichen Gewebes auszugleichen. In jodarmen Gegenden (Hochgebirge) war der Kropf sehr weit verbreitet. Darum wird dort dem Speisesalz Jod hinzugefügt (Jod-Vollsalz), damit nicht durch den Jodmangel Schilddrüsenkrankungen auftreten.

Die Nebenschilddrüsen. Unmittelbar an der Schilddrüse liegen beiderseits je zwei kleine, knapp erbsengroße Drüsen mit innerer Sekretion, die Nebenschilddrüsen. Ihr Hormon regelt den **Kalziumstoffwechsel** und den Kalziumgehalt des Blutes. Wenn zu wenig Hormon gebildet wird, kommt es zu einer übermäßigen Kalk-einlagerung in den Knochen; sie werden außerordentlich hart und spröde. Gleichzeitig sinkt der Kalziumgehalt des Blutes. Wenn zu wenig Kalzium im Blut enthalten ist, sind Nerven und Muskeln übermäßig erregbar; dadurch treten Krämpfe auf.

Bei einer Überfunktion der Nebenschilddrüsen wird den Knochen Kalk entzogen, der Kalziumgehalt des Blutes steigt an, und infolgedessen wird in den Wänden der Blutgefäße und in anderen Geweben Kalk abgelagert.

Der Kalziumstoffwechsel wird außerdem durch das Vitamin D beeinflußt. Ein Mangel führt zur Verminderung des Kalziumgehalts im Blut und damit zum Auftreten von Krämpfen. Früher, als man diese Zusammenhänge noch nicht kannte, hat man diese Krämpfe, die bei Säuglingen und kleinen Kindern häufig auftraten, mit dem Durchbrechen der Zähne in Verbindung gebracht und als Zahnkrämpfe bezeichnet.

Die Inseln der Bauchspeicheldrüse. Die Bauchspeicheldrüse ist vor allem eine Drüse mit äußerer Sekretion; sie bildet wichtige Verdauungsfermente (s. S. 44). Im Drüsengewebe der Bauchspeicheldrüse liegen jedoch zahlreiche kleine Zellgruppen, sogenannte Inseln, die sich deutlich von dem übrigen Drüsengewebe abheben (Abb. 78). Diese Inseln bilden keine Verdauungsfermente, sondern zwei Hormone, die den **Kohlenhydratstoffwechsel** regulieren. Das eine Hormon, das Inselhormon oder Insulin, wurde als erstes Hormon überhaupt entdeckt. Wenn es fehlt, können die Zucker im Gewebe nicht richtig verbrannt werden. Deshalb steigt der Traubenzuckergehalt im Blut (der Blutzuckerspiegel). Dann geht Zucker meist auch in den Harn über. Da die Kohlenhydrate die wichtigsten Energielieferanten im Stoff-

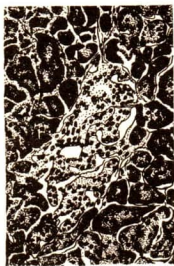


Abb. 78 Schnitt durch die Bauchspeicheldrüse

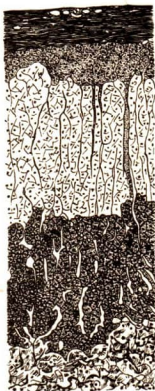


Abb. 79 Schnitt durch die Nebenniere

wechsel sind, führt ihre mangelhafte Verbrennung zu einer sehr schweren Stoffwechselstörung. Die Folge der Stoffwechselstörung ist eine übermäßige Bildung von Milchsäure und anderen Säuren und damit eine erhöhte Säuerung des Blutes. Diese Krankheit wird als **Zuckerkrankheit** (Diabetes) bezeichnet. Als man das Hormon noch nicht kannte und nicht künstlich verabreichen konnte, führte sie stets zum Tode. Heute wird den Kranken durch Spritzen das erforderliche Insulin zugeführt. Leichtere Fälle können auch mit Tabletten behandelt werden. Bei entsprechender Lebensweise sind Diabetiker durch ihre Krankheit kaum behindert.

Die Nebennieren. Die Nebennieren sind kleine Drüsen, die

oberhalb der Nieren liegen. Sie bestehen aus dem innen liegenden Mark und der außen liegenden Rinde (Abb. 79).

Das **Nebennierenmark** bildet zwei Hormone. Das **Adrenalin** davon hat eine sehr vielfältige Wirkung. Vor allem verengt es die Blutgefäße und beschleunigt die Herzstätigkeit. Dadurch wird der Blutdruck erhöht und der Blutumlauf im Körper beschleunigt. Darum wird das Adrenalin dann in vermehrtem Maße in das Blut abgegeben, wenn vom Organismus körperliche Leistungen verlangt werden.

Außerdem wirkt das Adrenalin als Gegenspieler des Insulins im Kohlenhydratstoffwechsel: Es fördert die Umwandlung von Glykogen in Traubenzucker und führt zu einer Erhöhung des Zuckergehalts im Blut. Auch diese Wirkung des Adrenalins führt zu einer Leistungssteigerung des Organismus.

In der **Nebennierenrinde** werden zahlreiche Hormone gebildet, die in unterschiedlicher Weise auf den Stoffwechsel, besonders auf den Stoffwechsel der Mineralsalze, wirken. Daneben haben einige Hormone der Nebennierenrinde eine entzündungshemmende, andere eine entzündungsfördernde Wirkung. Die entzündungshemmenden Hormone werden in einem Präparat, das als Cortison bezeichnet wird, zur Behandlung verschiedener Krankheiten angewendet.

Die Keimdrüsen. Die Keimdrüsen bilden neben den Geschlechtszellen auch Hormone. Unter der Wirkung der Keimdrüsenhormone, die beim Mann und bei der Frau verschieden sind, kommt es zur Ausbildung der **Geschlechtsmerkmale**. Außer der Entwicklung der Geschlechtsorgane bildet sich beim Manne der Bartwuchs und der stärkere Knochenbau, bei der Frau kommt es besonders zum Wachstum der Milchdrüsen und zu der periodischen Veränderung der Gebärmutter-schleimhaut (s. S. 102).

Die Keimdrüsen haben außer diesen Funktionen noch Wirkungen auf den allgemeinen Stoffwechsel, auf die Durchblutung der Gewebe, auf das Wachstum und andere allgemeine Funktionen des Körpers.

Die Hirnanhangdrüse (Hypophyse). Die Hirnanhangdrüse liegt unterhalb des Hirnstamms (Abb. 82). Wir unterscheiden an ihr einen Vorderlappen und einen Hinterlappen. Die Hypophyse ist eine sehr wichtige Hormondrüse. Sie stellt ein Bindeglied zwischen dem Zentralnervensystem und den anderen Drüsen mit innerer Sekretion dar. Ihre Tätigkeit wird vor allem durch das Zwischenhirn gesteuert.

Die meisten Hormone der Hypophyse regeln die Hormonbildung der anderen Drüsen mit innerer Sekretion. Umgekehrt wirken aber auch die Hormone der anderen Hormondrüsen auf die Hypophyse. So führt zum Beispiel eine vermehrte Ausschüttung des Schilddrüsenhormons in das Blut zu einer verminderten Absonderung des auf die Schilddrüse wirkenden Hormons der Hypophyse. Aus diesen Wirkungen ergibt sich ein äußerst kompliziertes Zusammenspiel der verschiedenen Regulationsfaktoren.

Im Hypophysenvorderlappen werden die Hormone gebildet, die die Tätigkeit der anderen Hormondrüsen regeln. Wir unterscheiden ein auf die Schilddrüse, ein auf die Nebennieren und ein auf die Keimdrüsen wirkendes Hormon. Ob die Organfunktionen des Organismus aufeinander abgestimmt sind, hängt darum sehr wesentlich von der Funktion des Hypophysenvorderlappens ab.

Im Hypophysenhinterlappen werden vor allem drei Hormone gebildet. Ein Hormon ruft eine Verengung der Blutgefäße hervor und führt damit zu einer Erhöhung des Blutdrucks. Ein zweites Hormon wirkt auf die Harnbildung in der Niere ein; es verringert die Wasserausscheidung. Das dritte Hormon hat nur bei der Frau wesentliche Bedeutung: Es bewirkt das Zusammenziehen der glatten Muskulatur in der Gebärmutter und ist deshalb für den Geburtsvorgang wichtig.

Die **innere Brustdrüse** (Thymus) und die **Zirbeldrüse** (Epiphyse) haben keine wesentliche Bedeutung.

Das Nervensystem

Die Umwelt wirkt durch Reize auf die Organismen ein. Diese Reize werden aufgenommen und beantwortet. Die Antworten der Organismen nennen wir Reaktionen. Die Fähigkeit, auf Reize zu reagieren, wird als Reizbarkeit bezeichnet. Wir finden sie bei der Amöbe ebenso wie beim Apfelbaum und beim Menschen. Sie ist also, wie auch Stoffwechsel, Wachstum und Entwicklung, eine Eigenschaft aller Lebewesen. Die Reizbarkeit der Tiere und des Menschen beruht vor allem auf der Funktion der Rezeptoren (s. S. 70) und des Nervensystems.

Das Nervensystem steuert alle Leistungen des Körpers. Um dieser Aufgabe gerecht werden zu können, muß es ständig über das, was im Körper vor sich geht, aber auch über alles, was in seiner Umwelt geschieht, unterrichtet sein.

Damit uns die außerordentlich komplizierte Tätigkeit des Nervensystems verständlicher wird, wollen wir es mit einem Telefonnetz vergleichen. Die Telefonapparate sind dabei die Rezeptoren (s. S. 70), die Telefonkabel die einzelnen Nervenstränge, die die Meldung an die Zentrale (Gehirn und Rückenmark) weiterleiten. Von dort aus wird über andere Leitungen den ausführenden Organen, die wir als Erfolgsorgane bezeichnen (Muskeln, Drüsen, Blutgefäße u. a.), mitgeteilt, was getan werden muß.

Durch das Nervensystem ist es also möglich, daß ein Lebewesen die von den Sinnesorganen aufgenommenen Reize verarbeitet und beantwortet. Wenn wir in einen Telefonhörer sprechen, der nicht an das Telefonnetz angeschlossen ist, wird uns niemand hören. Wir werden auch keine Antwort erhalten. Dasselbe wäre der Fall, wenn Nervenstränge durchschnitten wären oder nicht arbeiten würden (z. B. bei einer Lähmung). Eine Verletzung des Hörnervs beispielsweise kann dazu führen, daß man nicht mehr hört, obwohl das Sinnesorgan voll leistungsfähig ist. Dann können auf die Reize auch keine Reaktionen folgen.

Das Nervensystem des Menschen

Der allgemeine Aufbau des Nervensystems

Man bezeichnet die Anteile des Nervensystems, die vornehmlich die Beziehungen des Menschen zur Umwelt regeln, also die Sinnesorgane und die Muskeln versorgen, als **Umweltnervensystem**. Ihnen stellt man die Anteile, die in erster Linie die Funktionen der inneren Organe regeln, als **Eingeweidenervensystem** gegenüber.

Diese Einteilung könnte den Eindruck erwecken, daß zwischen den beiden Anteilen keine Beziehungen bestehen. Das trifft aber nicht zu. Wenn wir beispielsweise durch das Hupen eines Autos erschreckt werden (Reizaufnahme durch das Ohr – Leitung zum Gehirn – Betätigung der Muskeln – Stehenbleiben), dann ist nicht nur das Umweltnervensystem beteiligt. Meist spüren wir die Auswirkung des Schrecks auch an einer Veränderung des Herzschlags, an einer Änderung der Gesichtsfarbe („vor Schreck bleich werden“) und an anderen Erscheinungen. Das sind Wirkungen des Eingeweidenervensystems.

Diejenigen Anteile des Umweltnervensystems, die in Knochenhöhlen liegen, also das Gehirn (Schädelhöhle) und das Rückenmark (Wirbelkanal), bilden das **Zentralnervensystem**. Alle vom Zentralnervensystem nach außen verlaufenden sowie die von außen zum Zentralnervensystem führenden Anteile werden als **peripheres Nervensystem** bezeichnet.

In jedem Abschnitt des Nervensystems verlaufen Nerven vom Zentralnervensystem nach außen (absteigend) und umgekehrt (aufsteigend).

Das Nervengewebe

Von den Bestandteilen des Nervengewebes (s. S. 11) kommt den **Nervenzellen** die entscheidende Bedeutung zu. Sie bestehen aus dem Zellkörper und seinen verschieden geformten Fortsätzen (Abb. 80). Wir können einen langen und mehrere kurze Fortsätze unterscheiden. Die kurzen Fortsätze sind meist sehr zahlreich;

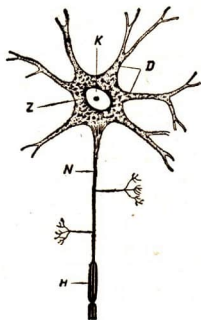


Abb. 80 Nervenzelle mit ihren Fortsätzen (die zahlreichen feinen Verzweigungen der kurzen Fortsätze sind nicht mit eingezeichnet) H fetthaltige Hülle, N langer Fortsatz (Neurit), Z Zellkörper, K Zellkern, D kurze Fortsätze (Dendriten)

durch sie kann eine Nervenzelle mit sehr vielen anderen Nervenzellen in Verbindung treten. Die langen Fortsätze dagegen stehen mit einem der verschiedenen Organe in Verbindung, etwa mit einem Muskel oder einer Drüse. Sie haben eine fetthaltige Hülle, die wie bei einem elektrischen Leitungsdraht als Isolierung wirkt und gleichzeitig eine Nährstoffreserve darstellt. Die langen Fortsätze vereinigen sich zu Bündeln, die nach ihrem Austritt aus dem Zentralnervensystem als Nerven bezeichnet werden.

Das Zentralnervensystem

Schutz und Bau. Das Zentralnervensystem, also Gehirn und Rückenmark, liegt in einer Knochenhöhle, die im Kopfbereich (Gehirn) aus den Knochen des Hirnschädels, der Schädelkapsel, gebildet wird (s. S. 17). Im Bereich des Halses und des Rumpfes (Rückenmark) besteht sie aus den Wirbelbögen, die durch starke Bänder miteinander verbunden sind und den Wirbelkanal bilden (Abb. 81 u. S. 22). Zwischen der Knochenwand und dem Nervengewebe liegen drei Hüllen, die das gesamte Zentralnervensystem schützend umgeben. Die äußere Hülle

ist fest mit dem Knochen verwachsen, zwischen der mittleren und der dem Nervengewebe fest anliegenden inneren Hülle befindet sich ein Zwischenraum, der mit Flüssigkeit gefüllt ist. Dadurch ist das Zentralnervensystem weitgehend gegen mechanische Beschädigungen geschützt.

In einigen Gebieten des Zentralnervensystems liegen hauptsächlich Nervenzellen, in anderen verlaufen die langen Fortsätze der Nervenzellen. Sie führen aus den höheren Abschnitten des Zentralnervensystems zu den tiefer gelegenen und schließlich in den Körper beziehungsweise umgekehrt. Man bezeichnet die Gebiete, in denen die Zellen liegen, als **graue Substanz** des Zentralnervensystems, weil sie grau-gelblich aussehen. Die Gebiete, in denen die Fortsätze der Nervenzellen liegen, sehen reinweiß aus und werden als **weiße Substanz** bezeichnet.

Das Rückenmark. Im Rückenmark liegt die graue Substanz innen. Sie bildet eine charakteristische schmetterlingsförmige Figur (Abb. 81).

Die von den Rezeptoren kommenden aufsteigenden Nerven ziehen zu der grauen Substanz des Rückenmarks. Von dort führen sie teilweise zu Zellen, von denen die Bewegungsnerven ausgehen, teils über Bahnen in der weißen Substanz zum Gehirn. Die von den höheren Abschnitten des Zentralnervensystems kommenden absteigenden Nerven führen zunächst zu Zellen in der grauen Substanz und von dort aus dem Rückenmark hinaus zu den Erfolgsorganen.

Das Gehirn. Einen Überblick über den Bau des Gehirns geben die Abbildungen 82 bis 85. Die aus dem Rückenmark aufsteigenden oder in das Rückenmark absteigenden Bahnen verbinden das Rückenmark mit den einzelnen Abschnitten des Gehirns.

Die graue Substanz (Nervenzellen) liegt im Gehirn zu einem Teil in der Tiefe in einzelnen abgegrenzten Gebieten. Man bezeichnet diese Ansammlungen der

grauen Substanz als **Kerne**. Von den Kernen aus werden die automatisch im Körper ablaufenden Vorgänge gesteuert, vor allem die Funktionen der inneren Organe (Magen, Darm, Herz, Lunge, Leber) und die der Hormondrüsen (s. S. 87). Auch die Muskelbewegungen, die zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts dienen, werden von den Kernen gelenkt.

Die graue Substanz befindet sich nicht nur in den Kernen, sondern sie umschließt auch wie ein Mantel das Großhirn und das Kleinhirn. Man bezeichnet diese Teile der grauen Substanz als Großhirnrinde beziehungsweise Kleinhirnrinde. Die **Kleinhirnrinde** ist nur an den Funktionen beteiligt, die die Bewegung der einzelnen Muskeln in Übereinstimmung bringen und die Muskelspannung regeln. Die **Großhirnrinde** dagegen hat wesentlich kompliziertere Aufgaben zu erfüllen. Sie ist mit allen Bahnen verbunden, die aus dem Körper zum Zentralnervensystem laufen. Von ihr als übergeordneter Zentrale werden die Funktionen des Körpers angeregt und geregelt. Sie sorgt vor allem dafür, daß sich die

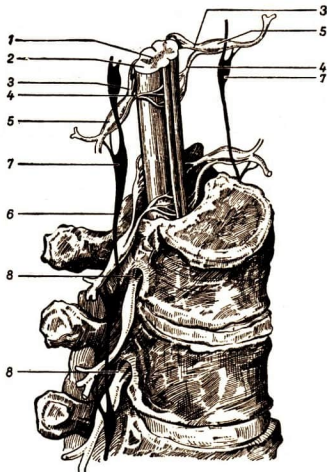


Abb. 81 Rückenmark

1 graue Substanz, 2 weiße Substanz, 3 Hinterwurzel mit aufsteigenden Nervenfasern, 4 Vorderwurzel mit absteigenden Nervenfasern, 5 Rückenmark-Ganglien, 6 und 7 Nervenkettenknoten des Eingeweidenervensystems, 8 Zwischenwirbellocher

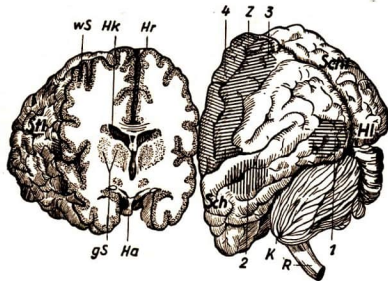


Abb. 82 Überblick über den Bau des Gehirns (mit einem Querschnitt)

gS graue Substanz (Kerne), Ha Hirnanhangdrüse (Hypophyse), Hk Hirnkammern, HI Hinterhauptslappen, Hr Großhirnrinde, K Kleinhirn, R Rückenmark, Sch Schläfenlappen, Schl Scheitellappen, St Stirnlappen, wS weiße Substanz, Z Zentralfurche, Rindenfelder; 1 Sehfeld, 2 Hörfeld, 3 Feld für die Hautempfindungen, 4 Feld der Bewegungsnerven

Tätigkeiten des gesamten Körpers an die sich ständig verändernden Bedingungen der Umwelt anpassen. Die Großhirnrinde ist beim Menschen auch der Sitz der höchsten Tätigkeit des Nervensystems; zu ihr gehört das Denken, der Wille, das Gefühl. Unsere gesamten Vorstellungen von der Umwelt, vom Schönen und Häßlichen, vom Guten und Schlechten, vom Richtigen und Falschen werden hier gebildet.

Seiner überragenden Bedeutung entsprechend, hat sich im Verlauf der Stammesgeschichte der Wirbeltiere gerade dieser Hirnteil stark entwickelt (Abb.83).Beim Menschen

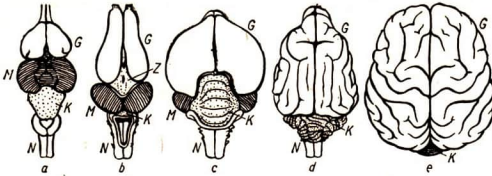


Abb. 83 Gehirne verschiedener Wirbeltiere (Aufsicht)
a Fisch, b Frosch, c Vogel,
d Hund, e Mensch
G Großhirn (Vorderhirn),
Z Zwischenhirn, M Mittelhirn, K Kleinhirn (Hinterhirn), N Nachhirn

überdeckt das Großhirn alle anderen Hirnteile, nur am hinteren Pol ist ein Teil des verlängerten Marks und des Kleinhirns zu erkennen (Abb. 83). Als unsere noch tierischen Vorfahren sich durch die Arbeit zu Menschen entwickelten, waren es zwei Organe, die sich besonders stark umbildeten: das Gehirn und die Hand. Mit Hilfe dieser beiden Organe löste sich der Mensch von der übrigen belebten Natur, begann er die Natur zu verändern und zu erkennen.

Das Großhirn besteht aus einer rechten und einer linken Hälfte, zwischen denen eine tiefe Furche liegt. Die Rinde dieser Großhirnhälften bildet Furchen und Windungen. Nach diesen Furchen und Windungen kann man das Großhirn in verschiedene große Gebiete unterteilen, die als Lappen bezeichnet werden. Die Lappen werden nach den über ihnen liegenden Schädelknochen als Stirnlappen, Scheitellappen, Schläfenlappen und Hinterhauptlappen bezeichnet (Abb. 82).

Die Großhirnrinde arbeitet als Ganzes, ihre Funktionen sind das Ergebnis des Zusammenwirkens aller ihrer Abschnitte. Wir können aber Felder abgrenzen, die bei bestimmten Funktionen (z. B. Riechen, Hören, Sehen, Sprechen) vorwiegend beteiligt sind. Bei diesen Feldern handelt es sich um Gebiete, in denen die von den Sinnesorganen aufsteigenden Bahnen enden, oder um Gebiete, in denen Bahnen, die den willkürlichen Bewegungen dienen, beginnen. Auf Abbildung 82 sind die wichtigsten dieser Felder gekennzeichnet. Wird eines dieser Gebiete zerstört, so fallen die entsprechenden Funktionen aus. Wenn beispielsweise das Sehfeld zerstört ist, sieht der Mensch nichts mehr, auch wenn die Augen völlig gesund sind. Da das Großhirn als Ganzes arbeitet, treten bei Verletzungen eines Teils stets auch allgemeine Störungen auf.

Das periphere Nervensystem

Das Nervensystem kann seinen vielfältigen Aufgaben nur gerecht werden, wenn es mit allen Teilen des Körpers eng verbunden ist. Ähnlich wie die Blutgefäße ziehen darum die einzelnen Nerven durch den gesamten Körper und treten über ihre feinen Verzweigungen mit allen Organen und Geweben in Verbindung. Auf ihrem Wege begleiten sie meist die Blutgefäße. Die Nerven des Eingeweidennervensystems ziehen sogar häufig nicht einmal als eigener Strang durch den Körper, sondern erreichen die Organe als ein feines Geflecht, welches die Blutgefäße umgibt.

Jeweils zwischen zwei Wirbeln verläßt ein Nervenpaar rechts und links den Wirbelkanal. Im Bereich des Bauches und des Brustkorbs ziehen sie einzeln nach vorn und versorgen den Rücken, die Bauchwand und die Brustwand. Im Bereich

des Halses, des Schultergürtels, in der Lendengegend und in der Kreuzbein-
gegend verflechten sich die einzelnen
Nerven und bilden so größere Nerven-
stämme, die vor allem die Gliedmaßen
versorgen. Die Abbildung 84 gibt einen
Überblick über den Verlauf der wich-
tigsten Nervenstämme des mensch-
lichen Körpers.

Das Eingeweidenervensystem

Die Nerven, die in erster Linie die
Tätigkeit der inneren Organe regeln,
unterscheiden sich von den anderen
Nerven vor allem in ihrer Funktion,
aber zum Teil auch in ihrem Bau. Sie
werden deshalb meist gesondert be-
trachtet und als Eingeweidenerven-
system bezeichnet (Abb. 81). Die auf-
steigenden Nervenbahnen des Eingeweidenervensystems gehen von den
Rezeptoren der inneren Organe aus
(s. S. 84).

Das Eingeweidenervensystem besteht
aus zwei Teilen, die sich in ihrer Tätig-
keit gegenseitig ergänzen. So wird zum
Beispiel der Herzschlag durch die eine
Nervengruppe beschleunigt, durch die
andere gehemmt; der eine Teil bewirkt
bei den Speicheldrüsen die Absonderung
von viel dünnflüssigem Speichel (Spül-
speichel), während der andere Teil die
Absonderung von wenig zähflüssigem
Speichel (Verdauungsspeichel) herbei-
führt.

Die Funktionen des Nervensystems

Durch das Zentralnervensystem,
besonders durch das Gehirn, wird die
Tätigkeit aller Organe des Körpers ge-
regelt. Über die Rezeptoren und die
aufsteigenden Nervenbahnen wird das
Gehirn unterrichtet; von ihm aus wird

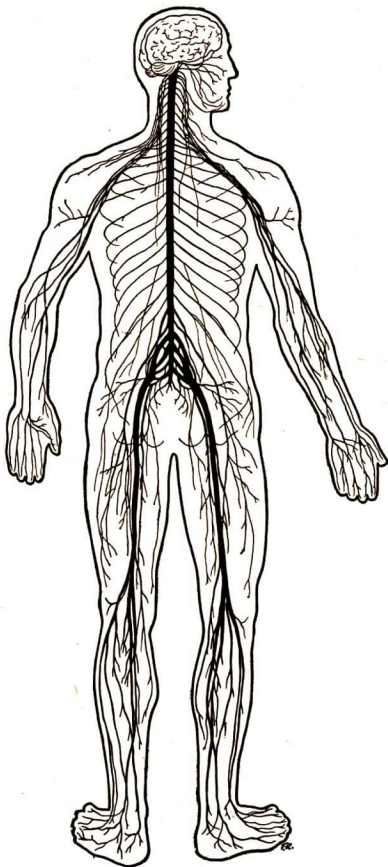


Abb. 84 Das Nervensystem des Menschen

dann die Tätigkeit des Körpers über die absteigenden Bahnen des peripheren Nervensystems und des Eingeweidenervensystems gesteuert.

Der unbedingte Reflex. Grundlage aller Funktionen des Nervensystems ist der Reflex. Es gibt keine Tätigkeit des Nervensystems, die nicht auf Reflexen beruht. Einen einfachen Reflex zeigt uns folgender Versuch (Abb. 85):

Ein Schüler setzt sich auf einen Stuhl und schlägt ein Bein lose über das andere. Ein anderer Schüler schlägt mit der Schmalseite der Hand unterhalb der Kniescheibe auf die Kniestreckersehne des übergeschlagenen Beines.

Wenn man unterhalb der Kniescheibe auf die Sehne des Kniestreckermuskels schlägt, so schnell der Unterschenkel nach einem Bruchteil einer Sekunde in die Höhe. Durch den Schlag auf die Sehne wird ein kurzer Zug auf den Muskel ausgelöst, so daß der Muskel sich dehnt. Die Dehnung führt zu einer Reizung der Rezeptoren im Muskel. Die Erregung, die dadurch in diesen Rezeptoren entsteht, wird über die Nervenbahnen zum Rückenmark geleitet. Über die Leitungsbahnen des Rückenmarks gelangt sie zum Teil zu höheren Zentren im Zentralnervensystem und zur Großhirnrinde. Hier wird uns der Schlag aufs Knie bewußt. Ein anderer Teil der Erregung gelangt zu bestimmten Nervenzellen im Rückenmark. Von diesen Zellen gehen Bewegungsnerven aus, die die Erregung zum Kniestreckermuskel zurückleiten. Der Muskel zieht sich daraufhin zusammen, das Bein streckt sich im Kniegelenk. Der Weg eines Reflexes ist also folgender:

Rezeptor – aufsteigende Nerven – Zentralnervensystem – absteigende Nerven – Erfolgsorgan

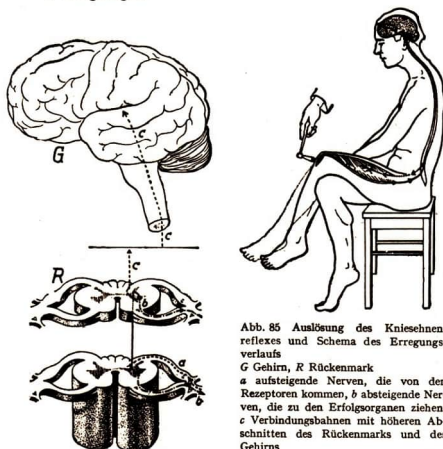


Abb. 85 Auslösung des Kniesehnenreflexes und Schema des Erregungsverlaufs
G Gehirn, R Rückenmark
a aufsteigende Nerven, die von den Rezeptoren kommen, b absteigende Nerven, die zu den Erfolgsorganen ziehen, c Verbindungsbahnen mit höheren Abschnitten des Rückenmarks und des Gehirns

In dem oben beschriebenen Beispiel sind der Rezeptor die Reizaufnahmezellen im Kniestreckermuskel, das Erfolgsorgan ist der Kniestreckermuskel (Abb. 85).

Es gibt auch Reflexe, bei denen nicht Muskeln, sondern Drüsen die Erfolgsorgane sind. Wenn wir beispielsweise einen Bissen Brot in den Mund nehmen, so werden die Geschmackszellen und die Berührungszellen in der Mundhöhle gereizt. Durch einen Reflex werden die Speicheldrüsen in Tätigkeit gesetzt; es wird Speichel abgesondert. Ähnlich können

auch alle anderen Drüsen, zum Beispiel die Magensaftdrüsen und die Schweißdrüsen, in Tätigkeit gesetzt werden

Eine weitere Gruppe der Reflexe sind die Gefäßreflexe. Durch Reize, beispielsweise durch Wärmereize oder Kältereize, werden die Blutgefäße verengt oder erweitert. Äußerlich erkennen wir das daran, daß sich unsere Haut beim Schwitzen rötet, während wir beim Frieren oft blaß werden.

Diese Reflexe haben eine große Bedeutung, weil sie die Körpertemperatur und die Ernährung der verschiedenen Organe regeln (s. S. 66). Ob eine Drüse in Tätigkeit gesetzt wird oder sich ein Muskel zusammenzieht, stets muß die Durchblutung gesteigert werden. So sind bei allen Tätigkeiten des Körpers Gefäßreflexe beteiligt.

Solche Reflexe laufen ständig im Körper ab. Wie der Körperbau (Knochenbau, Lage der Organe u. a.) vererbt wird, so werden auch sie vererbt. Sie sind angeboren, man bezeichnet sie als unbedingte Reflexe.

Die Instinkte. Die bisher beschriebenen Beispiele schildern einfache Reflexe. Es gibt jedoch bei Tieren auch sehr komplizierte unbedingte Reflexe. Zu ihrem Zustandekommen sind wesentlich mehr Voraussetzungen erforderlich als bei einem einfachen unbedingten Reflex. Diese komplizierten unbedingten Reflexe werden als Instinkte bezeichnet, auch sie sind angeboren.

Wir wollen ein Beispiel für eine Instinkthandlung kennenlernen: Die in sonnigen Heidegegenden lebende Grabwespe (Abb. 86) gräbt eine mehrere Zentimeter tiefe Höhle in den Sand. Nach der Fertigstellung verschließt sie diese Höhle oben mit einigen Sandklümpchen (a). Dann fliegt sie weg und holt sich ein Beutetier, eine Raupe (b), die sie durch einen Stich mit dem Giftstachel gelähmt hat. Sie zieht ihre Beute vor die Höhle und legt sie dort nieder. Daraufhin entfernt sie die Sandklümpchen von dem Eingang der Höhle (c), kriecht hinein und untersucht sie (d). Sobald die Grabwespe wieder aus der Höhle herauskommt, zieht sie die Raupe hinein (e) und legt ein Ei an ihr ab (f). Nun verläßt sie die Höhle (g), verschließt den Bau (h) und fliegt wieder weg. Das Ei entwickelt sich in der Höhle, die auskühlende Larve kann sich von der Raupe ernähren.

Die einzelnen Abschnitte im Ablauf dieser Instinkthandlung sind einfache Reflexe. Durch die Zusammenstellung und die Aufeinanderfolge ergibt sich die geschilderte komplizierte Handlung. Das läßt sich besonders gut an folgendem Versuch erkennen: Nachdem die Wespe ihre Beute vor der Höhle abgelegt hat und in die Höhle hineingekrochen ist (d), zieht man die Raupe ein Stück zurück. Die Wespe findet die Raupe

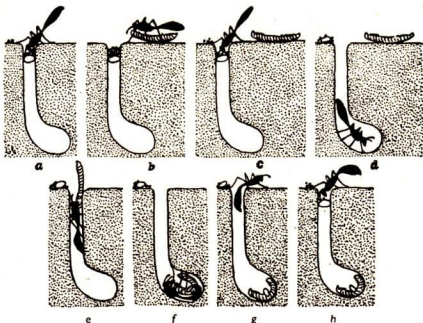


Abb. 86 Instinkthandlung einer Grabwespe (Erklärung im Text; Flügel der Grabwespe nicht eingezeichnet)

nicht sofort, der Reflexablauf wird also unterbrochen. Sie sucht, findet nach kurzer Zeit die Raupe und zieht sie wieder vor die Höhle. Von da an läuft der Instinkt wieder von vorn ab: Die Wespe legt die Raupe vor der Höhle ab, kriecht nochmals in die Höhle hinein usw. Wir können immer wieder von neuem den normalen Ablauf des Instinkts in dieser Form unterbrechen, jedesmal wird die Grabwespe ihre Handlung von vorn beginnen, obwohl das völlig unbegründet ist. Dies ist ein Zeichen dafür, daß die Wespe den Zweck ihrer Handlung nicht kennt. Das bewußte, zweckmäßige Handeln finden wir allein beim Menschen.

Derartige Instinkte sind besonders bei Insekten und Vögeln ausgeprägt, sie werden aber auch bei allen anderen Tieren beobachtet. Es gibt sehr einfache Instinkte (z. B. das Picken der Hühnerküken und das Sperren der Schnäbel bei Jungvögeln), aber auch sehr komplizierte. So ist das ganze Leben im Ameisenhaufen und das Leben der Honigbienen auf Instinkten aufgebaut, ebenso der Netzbau der Spinnen. Die über Tausende von Kilometern gehenden Vogelzüge, der Nestbau, die weiten Fischwanderungen (z. B. Aal und Lachs) sind Instinkthandlungen. Sehr komplizierten Instinkten begegnen wir auch bei Säugetieren, zum Beispiel bei den Bibern, die kunstvolle Baue und Burgen anlegen, ja sogar bei absinkendem Wasser Dämme errichten und so das Wasser stauen.

Alle diese Instinkte dienen der Erhaltung des einzelnen Lebewesens oder der Erhaltung der Art. Die Instinkte und Reflexe sind durch die Entwicklung und die Anpassung der Tiere an ihre Lebensbedingungen entstanden. Wenn sie die Lebensbedingungen der Tiere ändern, können Instinkte und Reflexe bedeutungslos werden. Einen solchen Reflex kennen wir alle: Wenn wir frieren, bekommen wir eine Gänsehaut. Dieser Reflex war bei unseren Vorfahren, die noch stark behaart waren, sehr zweckmäßig, weil durch das Aufrichten der Haare die Wärmeabgabe vermindert wurde.

Der bedingte Reflex. Die meisten Instinkte wirken, da sie angeboren sind, gleich nach der Geburt. Wie wir gesehen haben, können sie bedeutungslos werden, wenn sich die Lebensbedingungen ändern. Durch andere Vorgänge, sogenannte bedingte Reflexe, können Tiere, vor allem die Wirbeltiere, jedoch lernen, sich in bestimmten Grenzen einer Veränderung ihrer Lebensbedingungen anzupassen. Diese Vorgänge sind besonders durch den bekannten Wissenschaftler IWAN PETROWITSCH PAWLOW (1849 bis 1936) untersucht worden.

PAWLOW untersuchte die Tätigkeit der Verdauungsdrüsen, unter anderem stellte er Versuche mit Hunden an. Wie der Mensch, so sondert auch der Hund beim Fressen durch die Berührung der Mundschleimhaut mit der Nahrung, durch den Geschmack und durch das Kauen Speichel ab. Das ist der unbedingte Speichelreflex. PAWLOW hatte bemerkt, daß bei den Hunden schon der Anblick und der Geruch des Futters, der Anblick der Futterschüssel, ja bereits die Schritte des Wärters, der die Hunde immer zu füttern pflegte, eine starke Speichelabsonderung auslösten. Er stellte sich die Frage: Was haben die Schritte des Wärters mit dem Speichelreflex zu tun? Um das festzustellen, führte er folgenden Versuch durch: Er setzte die Hunde in ein Versuchsgestell und ließ jedesmal kurz vor der Fütterung eine Klingel ertönen. Kurz bevor der unbedingte Reflex ablief, wirkte also auf den Hund ein anderer Reiz, ein Gehörreiz, ein. Nachdem er dies mehrmals wiederholt hatte, löste schon das Klingeln allein eine Speichelabsonderung aus. Bedingt durch das Zu-

sammenwirken des Klingelzeichens mit der Fütterung entstand also ein neuer Reflex.

Ein Geräusch, das vorher mit der Speichelabsonderung in keinerlei Beziehung stand, löste nun den gleichen Reflex aus wie das Futter im Maul des Hundes; es wurde zu einem Signal. Da diese neuen Reflexe nur unter bestimmten Bedingungen auftreten, nannte sie PAWLOW bedingte Reflexe.

Nicht nur die Klingel, auch andere Reize können zu bedingten Reflexen führen, etwa das Aufleuchten einer Lampe (Abb. 87), das Berühren der Haut, ein bestimmter Geruch und vieles andere mehr. Wenn wir zum Beispiel eine Zitrone oder einen guten Braten riechen, dann wird bei uns schon von diesem Geruch und nicht erst beim Essen eine Speichelabsonderung ausgelöst, uns „läuft das Wasser im Munde zusammen“.

Auch ein bestimmter Zeitablauf kann zu einem bedingten Reflex führen. Schon bei einem Säugling können wir dies beobachten. Säuglinge werden im allgemeinen regelmäßig zu ganz bestimmten Zeiten, etwa alle vier Stunden, gefüttert. Sehr bald haben sie sich durch die bedingten Reflexe auf diesen Rhythmus eingestellt und werden genau alle vier Stunden munter und unruhig.

Auch bei uns kennen wir derartige bedingte Reflexe auf die Zeit. Ist man zum Beispiel gewöhnt, jeden Morgen pünktlich um sieben Uhr aufzustehen (und abends rechtzeitig schlafen zu gehen), so wird man auch dann pünktlich um sieben Uhr aufwachen, wenn man nicht geweckt wird. Wenn man regelmäßig in der 10-Uhr-Pause sein Frühstück ißt, dann bekommt man regelmäßig um 10 Uhr Hunger, auch am Sonntag oder wenn Ferien sind. Die Reize für diese bedingten Reflexe stammen aus dem Innern des Körpers, besonders von den Stoffwechselorganen.

Die bedingten Reflexe auf die Zeit haben eine große Bedeutung. Wenn wir die regelmäßigen täglichen Verrichtungen, wie zum Beispiel Schlafengehen, Aufstehen, Essen, Stuhlgang, Schularbeiten und Sport, immer zu ganz bestimmten Tageszeiten durchführen, werden wir durch die Bildung der bedingten Reflexe auf die Zeit die Großhirnrinde sehr weitgehend in ihrer Tätigkeit entlasten und auch den übrigen Organen ihre Arbeit erleichtern. Dadurch können wir unsere Arbeiten

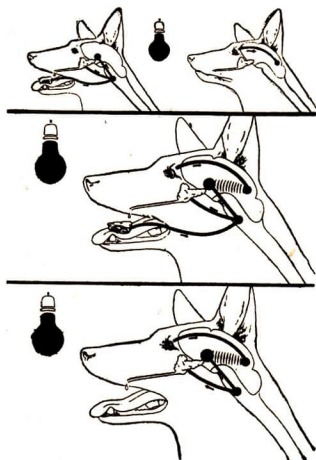


Abb. 87 Bildung eines bedingten Speichelreflexes. Oben links: Ablauf des unbedingten Reflexes. Durch die Nahrung auf der Zunge wird Speichel abgesondert, gleichzeitig wird im Großhirn ein bestimmtes Feld erregt. Oben rechts: Das Aufleuchten einer Lampe führt zu einer Erregung im Sehfeld des Großhirns. Mitte: Wenn der unbedingte Reflex während des Aufleuchtens der Lampe abläuft, entsteht eine Verbindung zwischen dem Sehfeld und dem Feld des unbedingten Speichelreflexes. Unten: Durch diese neue Verbindung wird die Speicheldrüse beim Aufleuchten der Lampe in Tätigkeit gesetzt.

frischer durchführen, sie werden uns viel weniger anstrengen, als wenn wir keinen bestimmten Rhythmus einhalten.

Das Denken des Menschen

Das Denken des Menschen hat sich im Zusammenhang mit der Sprache entwickelt. Die Sprache selbst ist im Laufe der Entwicklung der Menschheit entstanden. Als die Menschen begannen, gemeinsam zu arbeiten, wurde es auch notwendig, sich darüber zu verständigen, welche Arbeit durchgeführt werden sollte und wie sie durchzuführen war. So wurde die Arbeit zu einem entscheidenden Anlaß für die Entwicklung der Sprache.

Während wir mit unseren Sinnesorganen die äußere Erscheinung der Dinge um uns erkennen können, erfassen wir mit Hilfe der Sprache und des Denkens auch Zusammenhänge. Wir beurteilen die Dinge, indem wir über sie nachdenken. Wir bilden uns Begriffe von den Vorgängen in der Wirklichkeit. Die Arbeit führte also mit der Entstehung der Sprache auch zur Entwicklung des Denkens. Nur weil der Mensch bewußt denken kann, vermag er auch bewußt zu handeln. Tiere haben keine Sprache, sie können daher auch nicht bewußt handeln, etwa arbeiten.

Einige Grundlagen der Sprache werden ebenso wie bedingte Reflexe erworben. Das können wir sehr gut beobachten, wenn kleine Kinder sprechen lernen. Es wird ihnen ein Gegenstand gezeigt und gleichzeitig das entsprechende Wort vorgesprochen. So wird langsam die bedingte Verbindung zwischen dem Wort und dem Gegenstand hergestellt. Auch die Worte unserer Sprache haben also die Bedeutung von Reizen, die uns die Gegenstände unserer Umwelt anzeigen; sie wirken als Signale. Wir bezeichnen die Sprache deshalb als zweites Signalsystem. PAWLOW hat einen wesentlichen Teil dieser Gesetzmäßigkeiten entdeckt. Er hat uns dadurch die Möglichkeit gegeben, das Denken, Fühlen, Wollen und Handeln des Menschen als Funktionen der Großhirnrinde zu erkennen. Doch ist die Entwicklung der Bewußtseinsvorgänge nur aus der Entwicklung der menschlichen Gesellschaft zu verstehen. Das bewußte Verhalten des Menschen ist vor allem durch die gesellschaftlichen Verhältnisse bestimmt, unter denen er lebt.

Aufgaben und Fragen

1. Vergleiche das Nervensystem des Menschen mit dem der Säugetiere!
2. Welche Bedeutung hat es, daß jedes Organ über Empfindungsnerven und über Nerven, die den Organen Erregungen zuleiten, mit dem Zentralnervensystem verbunden ist?
3. Warum fließt bei einem jungen Hund, der mit einer Milch-Brot-Diät großgezogen worden ist, beim Anblick von Fleisch kein Speichel?

Die Fortpflanzung des Menschen

Jeder Organismus lebt nur eine begrenzte Zeit, mag diese Zeit auch wie etwa bei den großen Schildkröten mehrere Jahrhunderte oder wie bei der Eibe und bei der Sumpfyzypresse mehrere Jahrtausende betragen. Das weitere Bestehen der betreffenden Art ist nur dadurch möglich, daß die Lebewesen Keime bilden, aus denen

sich Nachkommen entwickeln, daß sie sich fortpflanzen. Eine Art, die sich nicht mehr fortpflanzen kann, stirbt aus. Deshalb ist die Fortpflanzung eine grundlegende Eigenschaft des Lebens wie der Stoffwechsel und die Reizbarkeit.

Einfachste Organismen (Kernlose und viele Einzeller) pflanzen sich durch Teilung fort; wir sprechen von einer ungeschlechtlichen Fortpflanzung. Vielzeller, die infolge der Spezialisierung und Differenzierung ihrer Zellen eine höhere Stufe der Entwicklung erreicht haben, bilden besondere Fortpflanzungszellen (Geschlechtszellen). Meist handelt es sich um kleinere, bewegliche männliche Geschlechtszellen (Schwärmzellen der Pflanzen, Samenzellen der Tiere) und um größere, unbewegliche weibliche Geschlechtszellen (Eizellen). Beide Arten von Geschlechtszellen werden in besonderen Geschlechtsorganen gebildet. Die Entwicklung eines Organismus beginnt mit der Vereinigung einer männlichen und einer weiblichen Geschlechtszelle (Befruchtung), an die sich gsetzmäßig Zellteilungen anschließen. Diese Form der Fortpflanzung nennen wir geschlechtliche Fortpflanzung. Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung finden wir bei niederen Tieren und bei Pflanzen weiterhin verschiedene Formen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung. Wirbeltiere pflanzen sich ausschließlich geschlechtlich fort.

Zu den Geschlechtsorganen gehören nicht nur die Bildungsstätten der Geschlechtszellen, sondern auch Organe, die eine Vereinigung der männlichen Fortpflanzungszellen mit den weiblichen Geschlechtszellen ermöglichen und die Entwicklung des Keimlings gewährleisten.

Die Keimzellen des Menschen

Die Samenzellen des Menschen werden in den Keimdrüsen des Mannes, den Hoden, gebildet (Abb. 88). Es sind kleine, selbständige Zellen, die als Schwanzteil eine lange Geißel haben, mit deren Hilfe sie schwimmen. Sie werden in sehr großer Zahl gebildet. Die Hoden geben Samenzellen zusammen mit den Sekreten anderer Drüsen über Ausführungsgänge (Samenleiter, Harnröhre) ab, sind also Drüsen mit äußerer Sekretion. Außerdem sondern sie auch Hormone (Keimdrüsenhormon) ins Blut ab, sind also gleichzeitig Drüsen mit innerer Sekretion.

In den weiblichen Keimdrüsen, den Eierstöcken (Abb. 89), entstehen die Eizellen. Sie werden bereits vor der Geburt des weiblichen Organismus angelegt, verharren aber bis zur Geschlechtsreife in einem niederen Entwicklungsstadium im Ruhezustand. Nach der Geschlechtsreife entwickeln sie sich infolge komplizierter hormonaler Steuerungsprozesse so, daß alle 28 Tage eine Eizelle voll entwickelt ist und in den Eileiter befördert wird. Die Eizellen sind knapp $\frac{1}{8}$ mm groß.

Einen solchen vierwöchigen Entwicklungszyklus gibt es nur beim Menschen und bei Menschenaffen. Bei den anderen Säugetieren findet die Eireifung nur zu ganz bestimmten Zeiten im Jahr statt: zu den Brunstzeiten.

Die beiden Eileiter münden in die Gebärmutter, ein Organ mit einer sehr dicken Muskelwand. Im Innern enthält sie

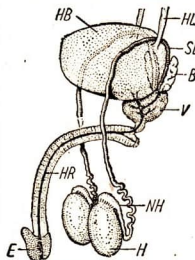
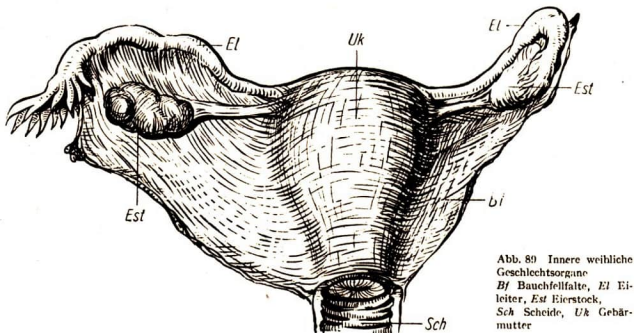


Abb. 88 Männliche Harn- und Geschlechtsorgane
B Bläsendrüse, E Eichel,
H Hoden, HB Harnblase,
HR Harnröhre, NH Nebenhoden, SL Samenleiter, V Vorstehdrüse



eine Höhle, die mit Schleimhaut ausgekleidet ist. Nach unten ist die Gebärmutterhöhle durch den Muttermund mit der Scheide verbunden.

Im Eileiter wird das Ei, das keiner Eigenbewegung fähig ist, vor allem durch den Wimperschlag der Schleimhaut-Flimmerzellen und durch peristaltische Bewegungen des Eileiters transportiert.

Hormone sorgen dafür, daß die Funktionen der Eierstöcke und der Gebärmutter aufeinander abgestimmt werden. Wenn in den Eierstöcken ein Ei reift, so gelangt

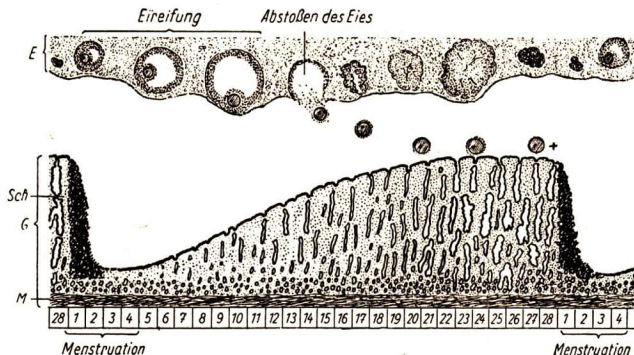


Abb. 90 Menstruationszyklus

E Eierstock, G Gebärmutterwand, M Muskulatur, Sch Schleimhaut, + Absterben des Eies.

über das Blut ein Hormon zur Gebärmutter, das die Gebärmutter Schleimhaut zum Wachstum anregt. Auf diese Weise wird sie für die Aufnahme des befruchteten Eies vorbereitet. Wenn das Ei in den Eileiter gelangt, stellt die Schleimhaut ihr Wachstum ein. Ist das Ei nicht befruchtet worden, sondern im Eileiter abgestorben, so stirbt auch sie ab und wird unter Blutaustritt abgestoßen. Das Blut gerinnt nicht, sondern fließt zusammen mit dem unbefruchteten Ei und den Resten der abgestorbenen Schleimhaut durch den Muttermund ab (Menstruation)

Der Zeitraum zwischen der Lösung des Eies aus dem Eierstock und dem Abstoßen der Gebärmutter Schleimhaut beträgt meist etwa 14 Tage (Abb. 90)

Die Entwicklung des Menschen

Wie alle höherentwickelten Organismen, so entsteht auch der Mensch aus einer befruchteten Eizelle, das heißt aus einer Eizelle, in die ein Samenfaden eingedrungen ist. Die Eizelle des Menschen, die sich im Eierstock entwickelt hat, wird während ihres Transports durch den Eileiter befruchtet. Wie bei den anderen Organismen, so finden auch beim Menschen die männlichen Keimzellen die Eizelle infolge chemischer Reizstoffe.

Nachdem eine Samenzelle mit ihrem Kopfteil die Zellmembran des Eies durchbohrt hat, verschmilzt zunächst der Kern der Eizelle mit dem Kopf des Samenfadens. Mit der Kernverschmelzung wird gleichzeitig die erste Teilung der befruchteten Eizelle eingeleitet (Abb. 91). Die beiden Tochterzellen teilen sich dann weiter, so daß 4 Zellen, später 8, 16 und mehr Zellen entstehen. Schließlich entsteht an Stelle der Eizelle ein gleich großer Haufen kleiner Zellen, der an das Aussehen einer Maulbeere erinnert (Maulbeerkeim).

Der Maulbeerkeim nimmt Flüssigkeit auf, und während sich in dem ursprünglich vollen Zellhaufen Hohlräume bilden, teilt er sich in die Anlage des Keimlings und die Anlage der Eihäute.

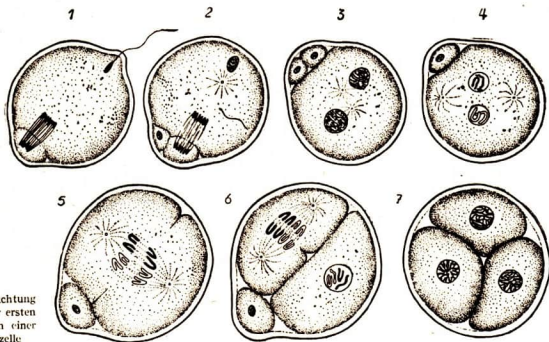


Abb. 91 Befruchtung und Ablauf der ersten Zellteilungen in einer befruchteten Eizelle

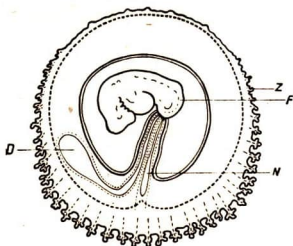


Abb. 92 Keimling mit Eihäuten (schematisch)
D Dottersack, F Keimling, N Nabelstrang,
Z Zotten des Eies mit Blutgefäßen

Zu diesem Zeitpunkt verläßt das Ei den Eileiter und gelangt in den Hohlraum der Gebärmutter. Die Schleimhaut der Gebärmutter hat sich inzwischen unter der Einwirkung eines Eierstockhormons sehr stark aufgelockert, so daß der Keimling leicht in die Schleimhaut eindringen kann. Im Innern der Gebärmutter-schleimhaut wächst er und entwickelt sich weiter (Abb. 92), indem er Nährstoffe aus der mütterlichen Schleimhaut und aus den mütterlichen Blutgefäßen aufnimmt.

Der Keimling sondert Stoffe ab, die verhindern, daß die Gebärmutter-schleimhaut abstirbt und daß im Eileiter neue Eier reifen können. Wissenschaftler haben festgestellt, daß sich bei Organismen in der Entwicklung des Keimlings die Stammesentwicklung widerspiegelt. Das heißt natürlich nicht, daß bei Menschen der Keimling erst ein Wurm, dann ein Fisch usw. wird. Aber es bilden sich beim Keimling Anlagen von Organen aus, die der Mensch nicht mehr besitzt, die aber den Tieren eigen sind, aus denen sich der Mensch schließlich entwickelt hat. So gibt es zum Beispiel im frühen Entwicklungsstadium eine Teilung

des Körpers in viele Abschnitte wie bei Ringelwürmern, später eine Kiemenanlage wie bei Fischen, die sich dann aber nicht zu Kiemen weiterentwickelt, sondern zu anderen Organen umgebildet wird, zum Beispiel zum Unterkiefer und zu den Ohrknöchelchen (Abb. 93).

Die Organe des Keimlings entwickeln sich in gesetzmäßiger Reihenfolge. Als erstes entwickeln sich das Herz und der Blutkreislauf, die für die Versorgung der Gewebe mit Nahrung und Sauerstoff am wichtigsten sind. Erst später werden die Lunge und das Verdauungssystem gebildet, die der Keimling im Mutterleib nicht benötigt, weil er Nahrung und Sauerstoff aus dem Blut der Mutter erhält.

Das Skelett besteht beim Keimling anfangs zum größten Teil aus Knorpel. Er wird erst später durch Knochen ersetzt. Noch nach der Geburt bestehen einige Teile des Skeletts aus Knorpel.

Das Muskelsystem wird etwa nach vier Monaten funktionstüchtig. Wenig später kann dann die Mutter die ersten Bewegungen des Keimlings deutlich spüren.

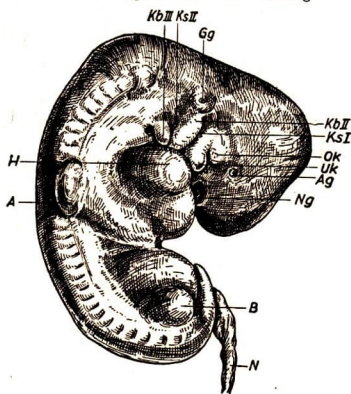
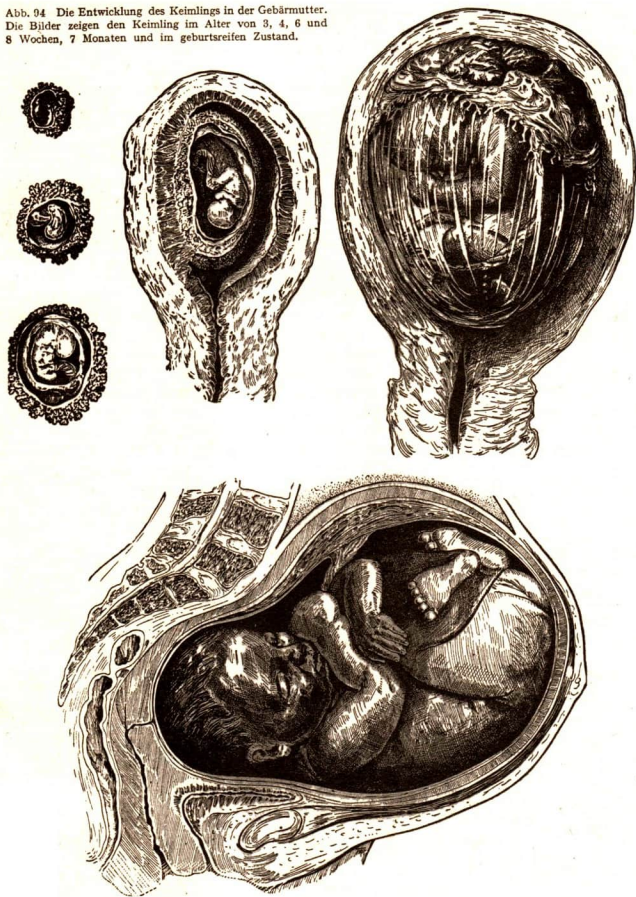


Abb. 93 Keimling mit Kiemenfurchen (etwa 5 Wochen alt) A Armanlage, Ag Augenblase, B Beinanlage, Gg Gehörgrüben, H Herzanlage, Kb II zweiter Kiemenbogen, Kb III dritter Kiemenbogen, Ks I erste Kiemenspalte, Ks II zweite Kiemenspalte, N Nabelstrang, Ng Nasengrübchen, Ok Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens, Uk Unterkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens

Abb. 94 Die Entwicklung des Keimlings in der Gebärmutter.
Die Bilder zeigen den Keimling im Alter von 3, 4, 6 und
8 Wochen, 7 Monaten und im geburtsreifen Zustand.



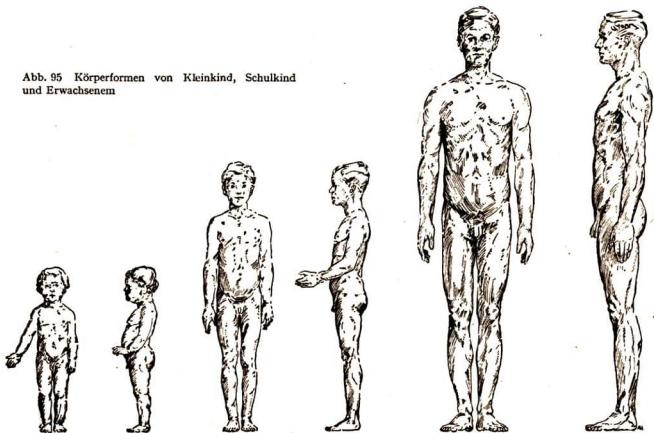
Wenn die Entwicklung der Lunge und des Verdauungssystems abgeschlossen ist, wird der Keimling durch den Geburtsvorgang aus der Gebärmutter ausgetrieben. Die gesamte Geburt wird vor allem durch die Wirkung von Hormonen aus dem Hypophysenhinterlappen geregelt.

Die richtige Entwicklung des gesamten Keimlings, aller seiner einzelnen Zellen, Gewebe, Organe und Organsysteme hängt von mehreren Faktoren ab. Einen großen Einfluß haben die Vererbungsfaktoren. Sie wirken sich in kompliziertem Wechselspiel mit dem Stoffwechsel der Mutter und den Regulationsvorgängen im Keimling selbst aus und übertragen die Anlagen der Eltern auf das Kind. Eine plötzliche Veränderung der Erbfaktoren führt praktisch immer zu einer Störung der Entwicklung und damit – wenn der Keimling überhaupt lebensfähig ist – zu einer Mißbildung.

Derartige Erbänderungen können durch sehr verschiedene Einwirkungen hervorgerufen werden. Eine der wichtigsten ist die radioaktive Strahlung. Die Anzahl der Mißgeburten (Kinder mit körperlichen oder geistigen Mängeln) wächst mit der Höhe der radioaktiven Verseuchung der Luft und des Bodens. So sind in Japan – als Folge der Atombombenabwürfe – von Frauen aus den Städten Hiroshima und Nagasaki viele Kinder mit Mißbildungen geboren worden.

Die Forderung der Sowjetunion und aller sozialistischen Länder nach einer sofortigen Einstellung aller Atombombenversuche und dem Verbot der Herstellung, Lagerung und Anwendung von Kernwaffen aller Art ist deshalb eine der humansten Forderungen in der Menschheitsgeschichte. Sie wird nicht nur von der Bevölkerung der sozialistischen Staaten, sondern von den verantwortungsbewußten Menschen in der ganzen Welt tatkräftig unterstützt. Ihre Verwirklichung bewahrt nicht nur

Abb. 95 Körperformen von Kleinkind, Schulkind und Erwachsenen



viele jetzt lebende Menschen vor dem Tode oder vor langem Siechtum, sondern verhindert auch das vermehrte Auftreten von Mißbildungen bei Kindern und schützt somit die Gesundheit aller folgenden Generationen.

Die Entwicklung des Menschen ist mit der Geburt nicht abgeschlossen. So ist beispielsweise das Verdauungssystem noch nicht so weit entwickelt, daß der Säugling jede Nahrung verträgt. Er kann zunächst nur Milch verdauen. Seine Magendrüsen bilden noch keine Salzsäure, dafür aber ein Ferment, das die Milch zur Gerinnung bringt. Dieses Ferment wird später nicht mehr gebildet. Die Zusammensetzung der Milch ist bei den verschiedenen Säugern unterschiedlich. Für die richtige Entwicklung des Säuglings ist die Muttermilch von entscheidender Bedeutung.

Mit den Muskeln kann der Säugling nach der Geburt zwar Bewegungen ausführen, jedoch sind sie noch nicht so kräftig, daß sie den Körper im Sitzen oder Stehen halten können. Auch die Knochen sind noch zu weich, als daß sie die Last des Körpers tragen könnten. So bedarf der Mensch nach der Geburt noch besonderer Pflege. Wir können ihn aus diesem Grunde zur Gruppe der Nesthocker rechnen. Diese Zeit, die etwa das ganze erste Lebensjahr umfaßt, bezeichnen wir als das Säuglingsalter.

In dem darauffolgenden Kleinkindalter liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung des Verdauungssystems, der Festigung der Knochen und der Entwicklung des Gehirns. Die Bewegungen des Kleinkindes sind noch ungeschickt, tolpatschig, der Bauch ist stark vorgewölbt, der Kopf verhältnismäßig groß (Abb. 95).

Mit dem 6. Lebensjahr setzt eine Änderung der Entwicklung ein. Der Bauch wird flach, die Muskulatur entwickelt sich stärker, die Bewegungen werden geschickt. Vor allem aber setzt jetzt eine verstärkte geistige Entwicklung ein. Diese Entwicklungszeit erstreckt sich beim Menschen über eine lange Zeit. Der Eintritt in das Erwachsenenalter erfolgt im Verhältnis viel später als bei den Tieren.

Etwa im 11. bis 15. Lebensjahr beginnt die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane, die einen neuen Abschnitt, das Entwicklungsalter, einleitet und mit dem Eintritt in das Erwachsenenalter endet. Dieser Abschnitt ist vor allem durch eine vollkommene Umstellung im System der Hormondrüsen gekennzeichnet: Die Keimdrüsen beginnen zu arbeiten, Epiphyse und Thymus stellen ihre Tätigkeit ein, und die Hypophyse stellt ihre Tätigkeit um.

Wenn der Mensch erwachsen ist, hört auch das Längenwachstum der Knochen auf, und die letzten Reste des ursprünglichen Knorpelskeletts werden in Knochengewebe umgewandelt. Im Greisenalter setzt dann eine Rückbildung der Organe ein. Die Gewebe werden wasserärmer, trockener, die Haut wird schlaff und faltig, die Knochen verlieren an organischer Substanz und brechen leicht (s. S. 9). Auch die Muskelkraft wird geringer, und die geistigen Fähigkeiten, insbesondere die Merkfähigkeit, das heißt also die Fähigkeit des Lernens, lassen nach.

Hygiene

Die Hygiene ist die Wissenschaft von der Gesunderhaltung des Menschen. Ursprünglich befaßte sie sich ausschließlich damit, die Umwelteinflüsse, die auf den Menschen schädigend wirken, zu erkennen und Regeln für deren Beseitigung aufzustellen. Sehr schnell aber haben sich der Umfang und der Gegenstand der Hygiene erweitert; sie beschäftigt sich heute vor allem mit der Erforschung von Umweltbedingungen, die Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen fördern.

Die Lebensbedingungen des Menschen werden in erster Linie durch den Stand der gesellschaftlichen Entwicklung bestimmt. Auch die Wirkung der natürlichen Einflüsse hängt von ihm ab. So hatte das Klima (Hitze, Kälte, Nässe usw.) früher eine ganz andere Bedeutung für das Leben der Menschen als heute; denn wir können uns durch Kleidung, Heizung und andere Mittel vor Witterungsunbilden schützen. Auch die Einwirkung von Mikroorganismen (z. B. Bakterien) auf den Menschen ist je nach dem Stand der Bekämpfungsmittel und der Einrichtung des vorbeugenden Gesundheitsschutzes unterschiedlich. Eine besonders große Bedeutung für Leben und Gesundheit hat die Gesellschaftsordnung, in der die Menschen leben. Die Kapitalisten halten es zum Beispiel kaum für nötig, die Gesundheit der in den Betrieben arbeitenden Menschen zu schützen. Sie wenden dafür nur so viel Mittel auf, wie zur Erhaltung der Arbeitskraft unbedingt notwendig sind. In den sozialistischen Staaten dagegen steht der Schutz der werktätigen Menschen stets im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit von Regierung und Gesellschaft.

Einzelne hygienische Kenntnisse sind sehr alt. So gab es schon lange vor unserer Zeitrechnung hygienische Vorschriften, die meist in den religiösen Gesetzbüchern ihren Niederschlag fanden. Über 3000 Jahre alt sind die hygienischen Vorschriften der Chinesen, Babylonier, Inder und Ägypter. Sie schrieben regelmäßige Waschungen vor und gaben bestimmte Regeln für eine gesunde Lebensführung. In Ägypten gab es sogar eine Fleischbeschau. Fremde, die in das Land am Nil einwanderten, wurden ärztlich untersucht und, wenn sie krank waren, kostenlos behandelt. Dem Charakter der damals herrschenden Gesellschaftsordnung entsprechend, dienten diese Vorschriften fast ausschließlich den herrschenden Klassen.

Die hygienischen Kenntnisse der alten Völker gingen in der Folge jedoch mehr oder weniger vollständig verloren, und das, was wir heute unter Hygiene verstehen, ist eine sehr junge Wissenschaft. Ihre Entstehung ist vor allem an die Erforschung der Krankheitsursachen geknüpft.

Solange die Ursachen der meisten Erkrankungen noch nicht bekannt waren, versuchten die Menschen, sich der Krankheiten durch Kulthandlungen zu erwehren. Man dachte sich die Krankheiten als lebende Wesen und stellte sie als Dämonen dar; den Göttern, die vermeintlich Schutz gegen die Krankheiten gaben, brachte man Opfer, um sich ihre Hilfe zu sichern.

Je weiter die Natur erforscht wurde, desto stärker drängte die Wissenschaft falsche, abergläubische Auffassungen vom Wesen der Krankheiten zurück. Aber noch lange hielten sich unwissenschaftliche Vorstellungen. Die lebensgefährlichen Infektionskrankheiten zum Beispiel, die von Zeit zu Zeit als Seuchen auftreten

und früher oft verheerende Wirkungen hatten, wurden als das Werk eines Gottes angesehen, der auf diese Weise die Menschen strafen wollte.

Obwohl das Wesen der Krankheiten heute gut bekannt ist und in seinen Grundzügen in der Schule gelehrt wird, sind noch immer manche Menschen in den unsinnigsten Vorstellungen befangen. Sie meinen, man könne einen Kranken gesundbeten oder ihm durch andere abergläubische Handlungen helfen.

In ihren falschen Auffassungen werden diese Menschen von Kreisen bestärkt, die aus den verschiedensten Gründen daran interessiert sind, den Aberglauben aufrechtzuerhalten. Den Bewohnern kapitalistischer Länder beispielsweise werden viele „wundertätige“ Mittelchen angeboten, mit denen gewissenlose Fabrikanten kranke Menschen betrügen. Auch „wundertätige“ Quellen und „heilkräftige“ Reliquien, wie sie von verschiedenen kirchlichen Einrichtungen zahlreich angepriesen werden, unterstützen den unheilvollen Aberglauben.

Für den Kranken bringt die Anwendung solcher Mittel große Gefahren. Er wird durch seinen Wunderglauben meist davon abgehalten, sich von einem Arzt ordentlich behandeln zu lassen. Wenn dann endlich ein Arzt geholt wird, ist es oft schon zu spät. Der Kranke ist aber nicht nur selbst gefährdet, er bringt auch seine Umwelt in Gefahr. Die Orte der „wundertätigen“ Quellen zum Beispiel waren in Europa bis vor kurzem in großem Ausmaß gefährliche Infektionsherde. In vielen Ländern der Erde sind sie es noch heute mit unverminderter Stärke. Die kultischen Bäder im Ganges, zu denen sich große Menschenmengen versammeln, tragen ungemein zur Verbreitung gefährlicher Seuchen bei. Obwohl heute in den großen europäischen Wallfahrtsorten, etwa dem französischen Pyrenäenort Lourdes, Ärzte angestellt sind und die Regeln der Hygiene mehr oder weniger befolgt werden müssen, sind die Gefahren sehr groß. Unter den irregeführten Kranken, die nach solchen Orten wallfahrten, befinden sich Menschen mit offener Tuberkulose und ähnlichen gefährlichen Infektionskrankheiten. Durch die enge Berührung mit ihnen sind die anderen Menschen aufs äußerste gefährdet.

Die wissenschaftliche Forschung hat gerade in der neueren Zeit zu gewaltigen Erfolgen bei der Bekämpfung von Krankheiten geführt. Diese Erfolge beruhen nicht nur auf unmittelbaren Untersuchungen der Krankheiten. Wichtige Voraussetzungen haben die Naturwissenschaften und die Industrie geschaffen. So wurde erst durch den Bau leistungsfähiger Mikroskope die Beobachtung der Krankheitserreger möglich. Weiterhin hatte die Chemie entscheidenden Einfluß, da es erst mit der Entdeckung von Anilinfarbstoffen möglich war, die zur eingehenden mikroskopischen Untersuchung der Mikroorganismen erforderlichen Färbungen vorzunehmen. Heute liefern uns die volkseigenen Betriebe eine Fülle von wertvollen Heilmitteln.

So große Bedeutung die wissenschaftlichen Erkenntnisse auch haben mögen, so kommt es, wie auf anderen Gebieten, auch in der Hygiene entscheidend darauf an, daß die Erkenntnisse zum Wohle der Menschen angewendet werden. In den sozialistischen Staaten, beispielsweise in unserem Arbeiter-und-Bauern-Staat, wird der Gesunderhaltung der Bevölkerung größte Aufmerksamkeit geschenkt. Ein beachtlicher Teil der Haushaltsmittel fließt jedes Jahr dem Gesundheitswesen zu. Entsprechend dem Wachstum unseres wirtschaftlichen Aufbaus sind diese Mittel allein in den Jahren 1951 bis 1956 fast verdoppelt worden.

Ausgaben des Gesundheitswesens je Einwohner der DDR

(zu diesen Summen kommen noch die Leistungen der Sozialversicherung für die Behandlung der Kranken)

1951	56,50 DM	1955	88,88 DM	1958	144,97 DM
1953	77,42 DM	1965	95,77 DM	1960	211,18 DM

Auch in den imperialistischen Staaten wurden, vor allem auf Kosten der Bevölkerung in den Kolonien, verschiedene hygienische Maßnahmen getroffen. Durch sie ist das durchschnittliche Lebensalter zum Beispiel in England von 41 (1850) auf 63 (1937) Jahre gestiegen. Demgegenüber betrug die durchschnittliche Lebenserwartung eines Menschen in Indien, das entscheidende Voraussetzungen für diese Verbesserungen in England schuf, noch im Jahre 1930 nur 27 Jahre.

Die Staaten, die sich von der Herrschaft des Imperialismus befreit haben, führten ein ganzes System von hygienischen Maßnahmen ein. In der Sowjetunion stiegen beispielsweise die Ausgaben für das Gesundheitswesen allein in den Jahren 1928 bis 1950 von 660,8 Millionen Rubel auf 22 Milliarden Rubel. Während im Jahre 1913 im zaristischen Rußland noch nicht einmal 20000 Ärzte tätig waren, arbeiteten 1957 in der Sowjetunion fast 350000 Ärzte.

Die Hygiene umfaßt verschiedene Arbeitsgebiete, vor allem die Gebiete der Seuchenhygiene, der persönlichen Hygiene, der allgemeinen Hygiene, der Arbeitshygiene und der Sozialhygiene.

Die Seuchenhygiene

Erst im letzten Jahrhundert, als die Erreger der Seuchen entdeckt waren, die Schutzimpfungen eingeführt wurden und wirksame Medikamente hergestellt werden konnten, wurde es möglich, Seuchen umfassend zu bekämpfen.

Wegen ihrer großen Bedeutung hat der Schutz vor Seuchen stets eine außerordentlich große Rolle gespielt. An den Seuchen sind bis ins vorige Jahrhundert hinein wesentlich mehr Menschen gestorben als an irgendwelchen anderen Katastrophen. Vor allem in den Kriegs- und Nachkriegsjahren traten häufig als mittelbare Kriegsfolgen große Seuchen auf, durch die häufig mehr Menschen umkamen als durch die unmittelbaren Kriegseinwirkungen. In der Kriegs- und Nachkriegszeit 1870/71 starben von der Zivilbevölkerung allein an den Pocken fast 130000 Personen, das war dreimal mehr als die gesamten unmittelbaren Kriegsverluste.

Die angestrengte Arbeit vieler Generationen von Wissenschaftlern hat die Menschheit von der größten Geißel früherer Jahrhunderte befreit. Welch einen Rückfall ins Barbarentum bedeutet es demgegenüber, daß in einigen kapitalistischen Staaten, vornehmlich in den USA, große Mittel für die Züchtung von Seuchenkeimen aufgewendet werden! Die Erreger abscheulicher Krankheiten sollen als sogenannte biologische Kampfmittel eingesetzt werden.

Diese verbrecherischen Versuche haben ihre unmittelbaren Vorläufer in den Bemühungen, die deutsche und japanische Faschisten während des letzten Weltkrieges anstellten, um biologische Kampfmittel zu entwickeln. Sie scheuten nicht davor zurück, für ihre unmenschlichen Experimente wehrlose Häftlinge aus Konzentrationslagern und Kriegsgefangene zu mißbrauchen.

An der Verbreitung von Infektionskrankheiten ist das **Ungeziefer** wesentlich beteiligt. Flöhe, Läuse, Wanzen, Schaben, Fliegen und Mücken, aber auch größere Tiere, wie Mäuse und Ratten, haben an ihrer Verschleppung großen Anteil. Darum ist die Bekämpfung aller Arten von Ungeziefer – vor allem in den menschlichen Wohnräumen – eine der ersten hygienischen Forderungen.

Eine besondere Bedeutung für die Bekämpfung der Krankheiten hat die **Schutzimpfung**. Die erste Seuche, die durch gesetzlich vorgeschriebene Schutzimpfungen bekämpft werden konnten, waren die Pocken. Während sie noch vor 300 Jahren so allgemein verbreitet waren, daß das Fehlen von Pockennarben als besonderes Kennzeichen in den Ausweispapieren vermerkt wurde, hat diese Krankheit heute in Europa praktisch keine Bedeutung mehr.

In unserer Republik werden Schutzimpfungen nicht nur gegen Pocken, sondern auch gegen Diphtherie, Keuchhusten, Wundstarrkrampf und Tuberkulose regelmäßig durchgeführt, während die Impfungen gegen Grippe, Ruhr, Cholera, Fleckfieber und Typhus nur dann vorgenommen werden, wenn unmittelbar die Gefahr einer Epidemie besteht. In letzter Zeit ist es auch gelungen, einen Impfstoff gegen die Kinderlähmung herzustellen, von dem Tropfen eingenommen werden.

Die Impfungen werden zu bestimmten, besonders günstigen Zeiten vorgenommen. So ist es beispielsweise vorteilhaft, die Tuberkulose-Schutzimpfung in den ersten Tagen nach der Geburt durchzuführen, weil das Neugeborene sie am besten verträgt. Die Pockenschutzimpfung wird am Ende des ersten Lebensjahres vorgenommen und muß im zwölften Lebensjahr wiederholt werden, damit der Schutz gegen die Pockeninfektion längere Zeit anhält. In unserer Republik wurde ein von erfahrenen Ärzten verfaßter Impfkalendar eingeführt, der das günstigste Alter für die Durchführung der betreffenden Impfung angibt.

Für die Entstehung einer Infektionskrankheit ist die **soziale Lage** sehr wichtig. Sie hat einen bestimmten Einfluß auf die natürliche Widerstandskraft des Organismus: Schlechte Wohnverhältnisse, unzureichende Ernährung und mangelhafte Kleidung setzen die Abwehrfähigkeit des Organismus herab. Ausbeutung und Unterdrückung spielen demnach eine wesentliche Rolle bei der Verbreitung von Infektionskrankheiten.

Die Auswirkungen der sozialen Verhältnisse betreffen nicht nur die Ernährung und die Wohnverhältnisse. Die Angst um den Arbeitsplatz und der Konkurrenzkampf, um nur zwei alltägliche Erscheinungen der kapitalistischen Gesellschaft zu nennen, beeinflussen den Gesundheitszustand ungünstig. Geregelter Arbeitsbedingungen, Sport, Erholung und harmonische Familienverhältnisse fördern die natürliche Widerstandskraft des Körpers.

Pockenerkrankungen in der Stadt Duisburg (1871)

Steuerstufen	von 1000 Einwohnern erkrankten starben	
Steuer über 24 Taler	21	3
Steuer 10 bis 24 Taler	49	8
Steuer 6 bis 10 Taler	83	14
Steuer 2 bis 5 Taler	93	19
Steuer $\frac{1}{2}$ bis 1 Taler	116	21

**Todesfälle an Lungentuberkulose auf je 10 000 Einwohner in
verschiedenen Bezirken der Stadt Paris (1901 bis 1905)**

Stadtbezirk	Im Alter von			
	1 bis 19 Jahren	20 bis 29 Jahren	40 bis 59 Jahren	über 60 Jahre
Bewohner meist sehr reich	6,1	12,9	15,9	10,5
Bewohner meist reich	7,8	20,5	24,1	16,8
Bewohner meist arm	16,8	52,6	64,1	34,0
Bewohner meist sehr arm	18,0	68,5	90,7	52,4

Vergleich zwischen Negern und Weißen in den USA

	Neger	Weiße
Durchschnittseinkommen jährlich	1043 Dollar	3062 Dollar
Erkrankungen an Tuberkulose (1939 bis 1941) auf je 10 000 der Bevölkerung in		
Chicago	25,0	4,5
New York	21,3	4,0
Newark	27,6	4,0
Mittlere Lebenserwartung		
Männer	52 Jahre	63 Jahre
Frauen	55 Jahre	67 Jahre

Die Entwicklung der wissenschaftlichen Hygiene in den letzten einhundert Jahren hat es ermöglicht, die Gefahr der Seuchen wesentlich einzudämmen. Viele dieser Krankheiten lassen sich schon heute völlig bannen. Wir kennen bei uns weder Pocken noch Pest oder Cholera. Dagegen starben in den britischen Provinzen Indiens im Jahre 1943 eine halbe Million Menschen an Cholera. Allein im Jahre 1946 gingen in Bombay 3405 Einwohner an der Pest zugrunde, und im gleichen Jahre gab es in dieser Stadt 8000 Pockenranke.

Früher galten das zaristische Rußland und die Länder des Balkans als Ausgangspunkt vieler Seuchen. In der Sowjetunion und in den volksdemokratischen Ländern sind diese Krankheiten völlig verschwunden. Das zeigt den engen Zusammenhang zwischen Krankheitsgeschehen und Gesellschaftsordnung.

Die Entdeckungen der Wissenschaft allein genügen nicht, die Gesundheit der werktätigen Bevölkerung zu schützen. Sie können erst in einer Gesellschaftsordnung ohne Ausbeutung wirksam werden, in der die Werktätigen selbst den Staat regieren und die Wissenschaft zum Wohle der gesamten Bevölkerung anwenden können. Erst im Sozialismus werden die wissenschaftlichen Erkenntnisse der Hygiene zur Grundlage der Lebensführung aller Werktätigen.

Die wichtigsten übertragbaren Krankheiten

Masern. Die Masern treten vor allem im Kindesalter auf. Nach einem nur kurze Zeit anhaltenden hohen Fieber (40 bis 41 °C) tritt ein kleinleckiger Hautausschlag auf. Kennzeichnende Begleiterscheinungen sind Halsentzündungen und Entzündung

der Bindehaut an den Augen (Kranke scheuen das Licht). Die Krankheit selbst ist nicht sehr gefährlich, jedoch schwächt sie für längere Zeit die Abwehrkräfte des Körpers, so daß mitunter Infektionen mit anderen Krankheiten, besonders mit Tuberkulose, erfolgen können.

Scharlach. Der Scharlach geht ebenfalls mit einem Hautausschlag und einer Halsentzündung einher und kann deshalb leicht mit den Masern verwechselt werden. Es fehlt jedoch die Bindehautentzündung, und der Ausschlag ist großflächiger. Kennzeichnend ist eine Blässe um den Mund, die wegen des Gegensatzes zu dem hochroten Gesicht deutlich auffällt.

Der Scharlach verläuft schwerer als die Masern. Durch die Anwendung von Penicillin konnte die Behandlung sehr verbessert werden. Wegen der Übertragbarkeit besteht eine gesetzliche Vorschrift zur Einweisung der Erkrankten in ein Krankenhaus. Scharlacherkranke dürfen 6 Wochen lang keine Schule, keinen Kindergarten oder ähnliche Einrichtungen besuchen.

Diphtherie. Die Diphtherie ist eine besonders schwere Halsentzündung mit ausbreiteten eitrigen Belägen auf den Gaumenmandeln. Im Gegensatz zu der gewöhnlichen eitrigen Halsentzündung, die mit hohem Fieber von 39,5 bis 41 °C einhergeht, beträgt das Fieber bei der Diphtherie meist nur 38 bis 38,5 °C.

Der Erreger der Diphtherie scheidet im Körper des Menschen Gifte aus, die lähmend auf das Herz und auf das Nervensystem wirken. Gegen die Diphtherie gibt es eine Impfpflicht.

Keuchhusten. Der Keuchhusten tritt ebenfalls vorwiegend im Kindesalter auf. Er beginnt, ähnlich wie eine gewöhnliche Erkältung, mit Husten. Jedoch kommt es bald zu typischen krampfartigen Hustenanfällen, bei denen zwischen den einzelnen Hustenstößen infolge eines Krampfes der Stimmlippenmuskulatur ein kennzeichnender ziehender Ton zu hören ist. Wegen des Gefühls der Atemnot wird meist dabei die Zunge weit aus dem Mund herausgestreckt. Ein solcher Hustenanfall endet häufig mit Erbrechen. Gegen den Keuchhusten gibt es eine Impfung, die meist zusammen mit der Diphtherie-Schutzimpfung durchgeführt wird.

Kinderlähmung. Die spinale Kinderlähmung (Poliomyelitis) ist eine recht heimtückische Krankheit, die auch Erwachsene befallen kann. Besonders gefährlich sind mitunter auftretende Lähmungen der Atmungsmuskulatur, die eine künstliche Atmung erforderlich machen. Sie wird in einem automatisch arbeitenden Gerät, der eisernen Lunge (Abb. 96), durchgeführt.

Die wichtigste vorbeugende Maßnahme gegen Kinderlähmung ist die Polio-Schluckimpfung. Durch staatliche Maßnahmen – Impfung der Kinder und Erwachsenen bis zu 40 Jahren mit

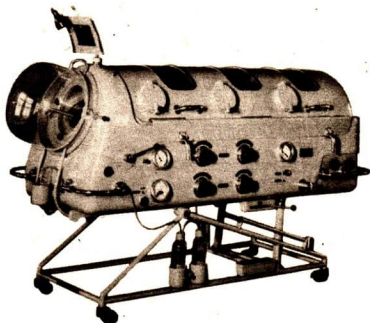


Abb. 96 Eiserne Lunge, hergestellt im VEB Medizintechnik Leipzig

Sabin-Tschumakow-Impfstoff – traten in der letzten Zeit in der Deutschen Demokratischen Republik keine Erkrankungen auf.

Virusgrippe und andere Erkältungskrankheiten. Unter Erkältungskrankheiten verstehen wir, wie schon der Name sagt, Krankheiten, die durch eine ständige oder plötzliche Unterkühlung des menschlichen Körpers (oder eines Teiles: Füße, Mund- und Rachenschleimhäute) hervorgerufen oder begünstigt werden.

Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß manche Erkältungskrankheiten nicht durch Ansteckung (z. B. durch Anhusten) zustande kommen. Völlig harmlose Erreger, die sich normalerweise massenhaft auf unserer Mund- und Nasenschleimhaut befinden, können bei einer entsprechenden Unterkühlung plötzlich Erkältungskrankheiten hervorrufen.

Die echte Virusgrippe, die gefährlichste Erkältungskrankheit, wird von Mensch zu Mensch übertragen. Sie breitet sich in größeren oder kleineren Abständen über weite Gebiete aus. So hat sich die Krankheit im Jahre 1957 von Asien aus in Europa stark verbreitet („asiatische Grippe“).

Auch die ungefährlicheren Erkältungskrankheiten haben eine große Bedeutung. So betrug beispielsweise der prozentuale Anteil der Erkältungskrankheiten an den gesamten Arbeitsausfällen infolge von Krankheit in der Deutschen Demokratischen Republik in den Jahren 1954 bis 1957 37%. Der Gesamtverlust, der infolge der Kosten für die Sozialversicherung, durch den Produktionsausfall und durch den Lohnausgleich entstand, betrug 2,5 Milliarden DM.

Die Erkältungskrankheiten können durch eine Reihe von Maßnahmen stark eingeschränkt werden. Besonders geeignet ist die systematische Abhärtung. Es muß jedoch betont werden, daß jede Übertreibung auch auf diesem Gebiet falsch ist. Im allgemeinen sollen wir möglichst bei offenen Fenster schlafen, wenn wir dabei nicht direkt der Zugluft ausgesetzt sind. Die morgendliche Gymnastik bei offenem Fenster oder im Freien und der Sport stärken den Körper in jeder Hinsicht, sie dienen auch der Abhärtung. Ein weiteres erprobtes Mittel sind Wechselbäder und Bürstenmassagen.

Großen Einfluß auf die Verhütung von Erkältungskrankheiten hat, wie vor allem neuere Untersuchungen zeigen, eine zweckmäßige vitaminhaltige Ernährung.

Tuberkulose. Die Tuberkulose zeigt sehr deutlich den Zusammenhang zwischen Krankheit und Lebensbedingungen. Helle, luftige Wohnräume, ausreichende und sinnvoll gestaltete Freizeit und vollwertige Ernährung sind der wichtigste Schutz gegen diese Krankheit. So ist es nicht verwunderlich, daß mit der Entwicklung der kapitalistischen Industrie die Anzahl der Erkrankungen und Sterbefälle an Tuberkulose sprunghaft anstieg. So starben in den Jahren 1830 bis 1850 etwa 30% aller Menschen an der Tuberkulose (heute etwa 2%), wobei die Sterblichkeit unter den Arbeitern noch wesentlich höher lag. Es starben an Tuberkulose 1910 in Berlin-Charlottenburg von 10000 Einwohnern mit einem jährlichen Einkommen

unter 900 Mark 16,3 Personen
900 bis 3000 Mark 9,2 Personen

3000 bis 6500 Mark 4,5 Personen
über 6500 Mark 3,5 Personen

Durch hygienische Maßnahmen, durch die von den Arbeitern in Streiks durchgesetzten sozialen Zugeständnisse der Unternehmer und durch den Fortschritt der

ärztlichen Wissenschaft sank die Sterblichkeit an Tuberkulose in Deutschland erheblich ab.

Anzahl der Todesfälle an Lungentuberkulose auf je 10000 Bewohner Deutschlands (1895 bis 1933)

1895 23,0	1907 15,7	1913 13,2	1921 12,0	1929 6,0
1905 18,2	1909 14,8	1914 12,8	1923 12,8	1931 5,7
1906 16,0	1910 13,7	1916 14,0	1925 9,3	1933 5,7
	1911 13,6	1918 20,5	1926 6,9	

Während des zweiten Weltkrieges stieg die Tuberkulosehäufigkeit außerordentlich an. In Berlin betrug sie das 3,5fache des Vorkriegsstandes. Es gehört zu den Hinterlassenschaften des faschistischen Staates, daß die Tuberkulosesterblichkeit nach Kriegsende Werte erreichte, die weit über den Sterblichkeitszahlen aus den Jahren vor dem ersten Weltkrieg liegen.

Zahlreiche Maßnahmen und die allgemeine Verbesserung des Lebensstandards in unserem Lande haben die Tuberkulosesterblichkeit bei uns weit unter den Vorkriegsstand (1938 = 6,2) zurückgehen lassen.

Todesfälle an Tuberkulose auf je 10000 Bewohner der DDR

1949 11,3	1951 6,0	1953 3,2	1957 2,3	1963 1,23
1950 7,8	1952 4,8	1954 2,7	1961 1,67	1965 0,98

Die ersten Anzeichen einer Tuberkuloseerkrankung werden meist nicht erkannt. Nur im Röntgenbild der Lunge kann der Arzt das frühe Stadium einer Lungentuberkulose feststellen. Da die Krankheit im Frühstadium wesentlich rascher und besser geheilt werden kann, wird in regelmäßigen Abständen die Bevölkerung der DDR geröntgt. Dadurch können viele Tuberkulosekranke bereits frühzeitig einer Behandlung zugeführt werden. Die fahrbaren Röntgengeräte, mit denen Reihenuntersuchungen gemacht werden, bezeichnet man als Schirmbildgeräte. Bei ihnen wird das auf dem Röntgenschirm aufleuchtende Bild von einem Fotoapparat aufgenommen. Der Arzt, der die Schirmbilddaufnahme später begutachtet, projiziert sie mit einem gewöhnlichen Projektor.

Die Tuberkulose kann nicht nur die Lunge, sondern auch andere Organe befallen: Lymphknoten, Knochen, Haut u. a. Aber diese Tuberkuloseerkrankungen haben schon deshalb keine so große Bedeutung wie die Lungentuberkulose, weil sie nicht so ansteckend sind. Bei einer Lungentuberkulose besteht immer die Gefahr, daß beim Husten oder Niesen unzählige feinsten Tröpfchen mit Bakterien ausgestreut werden, die andere Menschen anstecken können.

Die Tuberkulose wird zum größten Teil durch direkte Ansteckung von Mensch zu Mensch übertragen; ein geringer Teil der Tuberkuloseerkrankungen wird durch die Milch tuberkulosekranker Kühe übertragen. Gegen diese Ansteckung sind besonders Kinder empfindlich. Deshalb dürfen sie keineswegs unabgekochte Kuhmilch genießen. Pasteurisieren, das heißt auf etwa 72 oder 85 °C erhitzen, tötet die Tuberkel-

bakterien nicht mit Sicherheit ab. In unserer Republik wird auf der Grundlage eines 1955 beschlossenen Planes die Rindertuberkulose systematisch getilgt, so daß in absehbarer Zeit diese Infektionsquelle ausscheidet.

Unter Einsatz großer Mittel führt unser Staat zahlreiche Maßnahmen gegen die Tuberkulose durch. Von ihnen sind die Röntgen-Reihenuntersuchungen mit Hilfe des Schirmbildverfahrens, die Schutzimpfung der Neugeborenen und die Beseitigung der Rindertuberkulose nur die wichtigsten. Die planmäßige Verbesserung unseres gesamten Lebens beim Aufbau des Sozialismus wird zu einem weiteren raschen Zurückgehen der Tuberkulose führen.

Wundstarrkrampf (Tetanus). Der Wundstarrkrampf wird nicht von Mensch zu Mensch übertragen. Sein Erreger lebt im Erdboden, besonders in den Humusschichten. Bei Verletzungen mit verschmutzten Gegenständen kann er leicht in eine Wunde geraten. Dort entwickelt er sich und scheidet ein Gift aus, das erregend auf das Zentralnervensystem wirkt. Dadurch kommt es vor allem zu sehr heftigen Krämpfen. Die ersten Krämpfe, die auftreten, sind Krämpfe der Unterkiefermuskulatur und der Halsmuskulatur. Später wird der ganze Körper befallen.

Der Wundstarrkrampf ist eine sehr gefährliche Erkrankung; viele der von ihm befallenen Menschen sterben. Bei verschmutzten Wunden wird deshalb vorbeugend ein von Pferden, Rindern oder anderen Tieren gewonnenes Tetanus-Schutzserum eingespritzt. Das Serum einer Tierart darf aber nicht mehrmals hintereinander eingespritzt werden. Zum Beispiel wird der Arzt bei einer zweiten Impfung Rinder Serum verwenden, wenn zuvor Pferdeserum eingespritzt worden ist. Bei Serumgaben müssen wir uns also das Datum und die Serumart merken, damit wir dem Arzt Hinweise geben können.

Gegen Wundstarrkrampf ist auch eine Schutzimpfung möglich. Dann ist es nicht mehr nötig, bei Verletzungen Tetanus-Schutzserum zu geben. Die Schutzimpfung wird meist zusammen mit Diphtherie und Keuchhusten in einer Mischimpfung vorgenommen (Dreifachimpfung).

Geschlechtskrankheiten. Außer den bisher genannten Krankheiten, die auf verschiedene Weise übertragen werden können, gibt es auch Infektionskrankheiten, die fast nur durch den Geschlechtsverkehr übertragen werden. Die ersten Krankheitszeichen treten an den Geschlechtsorganen auf. Werden diese Krankheiten nicht rechtzeitig behandelt, so erkrankt auch der ganze übrige Körper. Darum muß man sich bei derartigen Infektionen so früh wie möglich in ärztliche Behandlung begeben.

Die persönliche Hygiene

Zur persönlichen Hygiene gehören alle Maßnahmen, die die Gesundheit des einzelnen fördern.

Der Gesunderhaltung dient die tägliche Reinigung des Körpers, mit der wir Schmutz und Rückstände des Schweißes entfernen, und das wöchentliche Vollbad. Auch die Pflege der Zähne gehört dazu; sie trägt zum Schutz vor der Zahnfäule bei. Durch die Reinigungsmaßnahmen wird auch das Auftreten von störendem Körper- und Mundgeruch verhindert.

Auf die Bedeutung von Pünktlichkeit und Regelmäßigkeit im Tagesablauf wurde schon hingewiesen (s. S. 99). Hinzu kommt als dritter Faktor das Maßhalten. Es ist gesund, früh schlafen zu gehen und früh aufzustehen. Man beginnt den Tag am besten mit Gymnastik oder mit einem Lauf. Anschließend wäscht man sich kalt und frühstückt. Das Frühstück sollte – wie jede andere Mahlzeit – in Ruhe eingenommen werden. Es ist besser, eine Viertelstunde früher aufzustehen, als kauend zur Schule zu laufen. Nach beendetem Schulunterricht ist unbedingt eine ein- bis zweistündige Erholungspause einzuhalten. Die Schulaufgaben sollte man nach Möglichkeit immer zur selben Tageszeit anfertigen, und zwar im Anschluß an die Ruhepause. Abends beanspruchen die Schulaufgaben mehr Kraft und Zeit als am Nachmittag. Nach Fertigstellung der Schulaufgaben und vor dem Abendessen soll Zeit zur Beschäftigung nach persönlicher Neigung vorhanden sein. Das Abendbrot soll möglichst ein bis zwei Stunden vor dem Schlafengehen eingenommen werden.

Eine vollwertige Ernährung muß alle zum Aufbau und zur Funktion des Organismus notwendigen Stoffe enthalten: Eiweiße, Kohlenhydrate, Fette, Vitamine und Mineralstoffe. Die Nährstoffe müssen in einer Menge aufgenommen werden, die den Energiebedarf deckt. Keinesfalls soll dem Körper zuviel Nahrung zugeführt werden. Zu reichliche Nahrung belastet den Organismus und schadet ihm daher nur. Wichtig ist die regelmäßige Nahrungsaufnahme ohne Hast, in einem eigens dazu bestimmten Raum und an sauberen, möglichst gedeckten Tischen. Die saubere Umgebung bei der Nahrungsaufnahme wirkt sich günstig auf den Appetit und damit auch auf den Ablauf der Verdauung aus.

Neben der Ernährung haben Wohnung und Kleidung große Bedeutung für die Gesundheit. Wohnungen müssen trocken und richtig temperiert sein. Ein kalter Fußboden ist ungesund. Im Winter darf die Zimmertemperatur nicht über 20°C liegen, sonst leidet die Arbeitsfähigkeit, und man leistet Erkältungen Vorschub. Täglich, auch im Winter, müssen alle Zimmer, besonders das Schlafzimmer, gelüftet werden. Dabei ist Zugluft zu vermeiden. Noch besser ist es, bei offenem Fenster zu schlafen, dadurch wird eine Anreicherung von Kohlendioxid in der Zimmerluft vermieden. Wohnungen und Gemeinschaftsgebäude darf man nicht trocken fegen, weil sonst mit dem Staub zahllose Krankheitserreger aufgewirbelt werden. Jede Wohnung muß den Bedürfnissen ihrer Bewohner dienen und nicht, wie noch häufig, der Repräsentation für Besucher. Es ist daher nicht richtig, wenn sich in einer kleinen Wohnung alle Familienmitglieder in einem Zimmer aufhalten, in dem beispielsweise die Erwachsenen Gespräche führen, das Radio spielt und die Kinder gleichzeitig ihre Schulaufgaben anfertigen, während die „gute Stube“ leersteht.

Die Kleidung dient als Schutz vor Abkühlung, Überhitzung und Verschmutzung. Grundbedingungen sind Sauberkeit und Bequemlichkeit. Die Unterwäsche beispielsweise soll mindestens einmal wöchentlich gewechselt werden. Unsere Kleidung soll bequem und locker sitzen und die Funktion der Haut nicht behindern. Besonders wichtig sind bequem sitzende Schuhe mit flachem Absatz. Hohe Absätze widersprechen dem Gewölbebau des Fußes. Anhaltendes Barfußlaufen fördert auf harten Böden die Plattfußbildung, auf Wald- und Wiesenböden dagegen trägt es zur Kräftigung des Fußes und zur Bekämpfung von Fußschäden bei. Schweißfußbildung ist meist eine Folge schlechter Fußpflege.

Die allgemeine Hygiene

Die allgemeine Hygiene ist ein sehr vielfältiges Gebiet. Sie greift in alle Bereiche des menschlichen Lebens ein. Hierzu gehören die Hygiene des Wohnungs- und Städtebaues, die Trinkwasserversorgung, die Abwässerbeseitigung, die Hygiene der Lebensmittelherstellung (z. B. auch die Sauberkeit der Kuhställe) und des Lebensmittelhandels (Transportmittel, Verkaufsstellen), die Sauberhaltung der Städte und Gemeinden, Müllabfuhr und Müllbeseitigung, die Planung von Grünanlagen und Kinderspielflächen, der Schutz und die Erhaltung der Wälder, die Reinhaltung der Luft von Staub und schädlichen Gasen (Industrieanlagen), der Schutz von radioaktiven Strahlungen – um nur einiges aus den vielfältigen Aufgaben der allgemeinen Hygiene zu nennen.

Besondere Aufgaben erwachsen der allgemeinen Hygiene aus der sozialistischen Umgestaltung in der Landwirtschaft. Hier gilt es, eine jahrhundertalte Rückständigkeit zu beseitigen und das neue, sozialistische Dorf zu gestalten. So ist beispielsweise nur im sozialistischen Großbetrieb, im volkseigenen Gut oder in der landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaft eine Trennung von Wohnung und Produktionsstätte möglich. Dadurch werden viele unhygienische Zustände, wie Geruchsbelästigung und Ungeziefer, beseitigt, die Trinkwasserversorgung verbessert und anderes mehr.

Es entstehen neue arbeitserleichternde Einrichtungen für die Genossenschaftsbäuerin, wie Kinderkrippen, gemeinsame Waschanlagen, Gemeinschaftsküchen und Badeanlagen, die nach Möglichkeit in einem Dorfwirtschaftshaus zusammengefaßt werden. Nur auf diese Weise ist es möglich, die Frau wirksam zu entlasten, die in der kleinbäuerlichen Wirtschaft in den Sommermonaten 14 bis 16 Stunden arbeiten mußte.

Die Einhaltung der hygienischen Vorschriften hat in den Kreisen und Gemeinden der Kreisarzt zu überwachen, der zu seiner Unterstützung besonders ausgebildete Hygieneaufseher zur Seite hat. An der Verbesserung der hygienischen Verhältnisse muß aber die gesamte Bevölkerung mithelfen. Es ist eine wichtige Aufgabe des Deutschen Roten Kreuzes, durch Aufklärung und Erziehung die Arbeit der staatlichen Organe zu unterstützen.

Arbeitsschutz und Arbeitshygiene

Die regelmäßige körperliche und geistige Arbeit ist ein entscheidender Faktor für die volle Entwicklung der Funktionen des menschlichen Körpers. Darum hat die Arbeit neben ihrem gesellschaftlichen Nutzen auch große Bedeutung für die Gesunderhaltung des Körpers. Dies gilt aber nur, wenn die Arbeitsbedingungen und die verlangte Arbeitsleistung den physiologischen Funktionen entsprechen und den verschiedenen Organen keinen Schaden zufügen. Mit der medizinisch-biologischen Seite dieser Frage beschäftigen sich Arbeitsphysiologie und Arbeitshygiene, mit der technischen Seite die Sicherheitsinspektionen und die Einrichtungen des technischen Arbeitsschutzes.

Nicht immer waren die Arbeitsbedingungen so günstig, wie sie es jetzt bei uns sind. Noch vor wenig mehr als hundert Jahren gab es praktisch überhaupt keinen Arbeitsschutz.

Die Arbeiter, die auf die Erhaltung ihrer Gesundheit und Arbeitsfähigkeit, des einzigen Besitzes, den sie für den Existenzkampf im Kapitalismus mitbrachten, unbedingt angewiesen waren, erkämpften sich durch lange gewerkschaftliche Kämpfe (Streiks) gewisse Arbeitsschutzmaßnahmen in den Betrieben.

Die gesetzlichen Vorschriften der Regierungen, die in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts zum Schutze der Gesundheit der arbeitenden Bevölkerung teilweise erlassen wurden, sind allerdings in erster Linie auf Anregungen der Militärbefehlshaber zurückzuführen, die auf den schlechten Gesundheitszustand der Rekruten und ihre ungenügende militärische Einsatzfähigkeit hinwiesen.

Neben den technischen Einrichtungen des Arbeitsschutzes (Schutzvorrichtungen u. a.) und der zweckmäßigen Bekleidung (z. B. wetterfeste Kleidung, Haarschutz) gibt es viele andere Faktoren, die man berücksichtigen muß, um Betriebsunfälle und Krankheiten zu verhüten.

Die Ermüdung. Die Ermüdung tritt nie durch eine Erschöpfung der Muskelkraft auf, sondern durch eine Überlastung des Zentralnervensystems. Ihre Folge ist Unaufmerksamkeit und dadurch vermehrte Unfallgefahr. Damit dieser Gefahr entgangen wird, müssen in erster Linie bestimmte Pausen während der Arbeitszeit eingehalten werden. Im allgemeinen werden eine größere Mittagspause und zwei kleinere Pausen vor- bzw. nachmittags eingelegt. Daneben ist eine zweckmäßige Gestaltung des Arbeitsablaufs von großer Bedeutung. Die Arbeitsvorgänge müssen vereinfacht werden und die Arbeitsmittel bequem erreichbar liegen, damit unnötige Bewegungen vermieden werden. Andererseits muß aber auch eine allzugroße Eintönigkeit bei der Arbeit verhindert werden. Wo es angängig ist, soll die Arbeit im Sitzen verrichtet werden; die Arbeitsplätze müssen der Körpergröße angepaßt sein, schwere körperliche Arbeit ist durch mechanische Hebe- und Transportvorrichtungen zu erleichtern. Nur unter sozialistischen Bedingungen ist dafür gesorgt, daß alle die Arbeit erleichternden Maschinen und Einrichtungen in größtmöglichem Umfang eingesetzt werden.

Ausreichender Schlaf ist sehr wichtig, ebenso eine zweckmäßige Gestaltung der Freizeit (Ausgleichsport) und des Urlaubs. Menschen, die nachts arbeiten, brauchen am Tage ungestörten Schlaf.

Vorbeugend gegen Ermüdung wirken ein angepaßter Arbeitsrhythmus und eine gute Gewöhnung an den Arbeitsplatz. Wenn die Arbeit mit Lust und Liebe getan wird, ist die Ermüdung ebenfalls wesentlich geringer als bei mangelndem Interesse.

Körperliche Schäden. Einseitige Belastung einzelner Muskelgruppen, Knochen und Gelenke führt nicht nur zur vorzeitigen Ermüdung, sondern kann im Laufe der Zeit körperliche Schäden verursachen.

Bei der Auswahl des Berufes, des Arbeitsplatzes und der Arbeitsgeräte muß auf den Körperbau des Menschen Rücksicht genommen werden (vor allem bei Frauen, Jugendlichen und alternden Menschen).

Besondere Bedeutung für den Arbeitsschutz und die Arbeitshygiene hat die Gestaltung des Arbeitsplatzes. Die Arbeitsräume müssen ausreichend durchlüftet sein, Temperatur und Luftfeuchtigkeit sollen günstig gestaltet sein, damit Schwitzen, Überhitzung, Durchnässung und Unterkühlung vermieden werden. In jeden Betrieb gehören Umkleieräume, damit die verschmutzte Arbeitskleidung im Betrieb gewechselt werden kann, sowie eine ausreichende Anzahl von Wasch- und Duschplätzen. Von besonderer Bedeutung sind ausreichende, hygienisch einwandfreie

und freundlich eingerichtete Eßräume, denn das Essen am Arbeitsplatz ist sehr gesundheitsschädlich. In modernen sozialistischen Betrieben gibt es auch Sanitätsstuben und Frauenruheräume.

Die Bekämpfung des Lärms ist in vielen Betrieben eine wichtige Aufgabe der Hygiene. Dies gilt nicht nur für ausgesprochene Lärmbetriebe, wie Kesselschmieden, sondern auch für alle anderen. Oft läßt sich schon durch kleine Maßnahmen, beispielsweise durch Gummibereifung bei Transportkarren, viel unnötiger Lärm vermeiden. Der Lärm führt nicht nur zu Schäden des Gehörorgans, sondern auch zur vorzeitigen Ermüdung, zu Nervosität und **Arbeitsunlust**. Zahlreiche Versuche haben gezeigt, daß durch Lärmbekämpfung die Zahl der Betriebsunfälle wesentlich gesenkt werden kann.

In einigen Betrieben sind die Arbeiter durch Gifte oder Staub gefährdet. Besondere Sicherheitsvorrichtungen (z. B. Absaugvorrichtungen), allgemeine Schutzmaßnahmen und sorgfältige persönliche Sauberkeit stehen dann im Vordergrund.

Eine besondere Bedeutung wird in der nächsten Zukunft der Schutz vor radioaktiven Strahlungen gewinnen. Nicht nur in den Atomkraftwerken, sondern auch in vielen anderen Betrieben und Instituten werden zahlreiche Menschen mit radioaktiven Stoffen arbeiten.

Arbeiter und Ingenieure werden in Industriebetrieben mit Hilfe radioaktiver Isotope zum Beispiel Werkstücke prüfen oder den Ablauf von Herstellungsprozessen kontrollieren, Ärzte werden durch den Einsatz der Radioaktivität manche Krankheiten schneller als bisher erkennen und besser heilen können, Wissenschaftler und ihre Helfer werden mit neuen Methoden tiefer in die Geheimnisse der Natur eindringen.

Die Verwendung radioaktiver Stoffe in so großem Ausmaß eröffnet ungeahnte Möglichkeiten, sie erfordert allerdings auch besondere Schutzmaßnahmen. Radioaktive Strahlungen schädigen vor allem die Bildungsstätten neuer Zellen, also das rote Knochenmark (Blutzellen) und die Keimdrüsen (Geschlechtszellen). Bei der Schädigung des Knochenmarks kommt es in erster Linie zu einem Schwund der weißen Blutkörperchen und damit zu einer Verminderung der Abwehrfunktion des Körpers gegen Infektionen (z. B. Eitererreger). Bei einer Schädigung der Keimzellen ist das vermehrte Auftreten von Mißgeburten die Folge.

Unter den Bedingungen einer geregelten industriellen und wissenschaftlichen Anwendung der Atomenergie können die Menschen vor Schädigungen durch Strahlen geschützt werden. Die unkontrollierte Entstehung von radioaktiven Isotopen bei Atombombenexplosionen macht einen Strahlenschutz jedoch unmöglich. Bei einer Weiterführung der Versuche mit Atombomben wäre eine radioaktive Verseuchung der gesamten Atmosphäre der Erde in absehbarer Zeit die Folge. Darum ist der Kampf auch um die Einstellung der unterirdischen Atombombenversuche eine lebenswichtige Aufgabe. Neben der Bevölkerung der Sowjetunion und der anderen sozialistischen Staaten, neben Arbeitern aus allen Ländern der Erde haben sich deshalb auch viele Wissenschaftler aus kapitalistischen Staaten, die die Gefahren genau kennen, an die Spitze dieser Bewegung gestellt.

Die Sozialhygiene

Die Sozialhygiene befaßt sich ebenfalls mit dem Schutz des Menschen vor Erkrankungen. Gegenstand ihrer Forschungsarbeit ist der Gesundheitszustand der Bevölkerung in seiner Auswirkung auf die Gesellschaft und der Einfluß der gesellschaftlichen Umwelt auf den Gesundheitszustand der Menschen. Die Sozialhygiene schafft die wissenschaftlichen Grundlagen für die Organisation des staatlichen Gesundheitsschutzes, für die Gesundheitspolitik.

Besonders wichtige Gebiete der Sozialhygiene sind der Gesundheitsschutz der arbeitenden Frau und der Jugend. Um einen Überblick über den jeweiligen Gesundheitsstand der Bevölkerung zu haben, wird von den Sozialhygienikern vor allem auch statistisch gearbeitet (Statistik der Erkrankungen usw.).

Das Ziel der Sozialhygiene ist nicht nur, den Menschen vor Krankheiten zu schützen, sondern solche Lebens- und Arbeitsbedingungen zu schaffen, daß alle Werktätigen ihre körperlichen und geistigen Fähigkeiten voll entfalten können und der Gesundheitszustand der gesamten Bevölkerung und des einzelnen verbessert wird.

Hierzu ist jedoch eine breite Mitwirkung der Bevölkerung unerläßlich. Nur wenn jeder einzelne sich verpflichtet fühlt, durch eine hygienische und zweckmäßige Lebensweise sich gesund und leistungsfähig zu erhalten und die Gesundheit seiner Mitmenschen zu schützen, werden die vordbildlichen Maßnahmen unserer Regierung auf dem Gebiete des Gesundheitswesens zu vollen Erfolgen führen.

Die Aufgabenstellung der Wissenschaft geht im Sozialismus von den materiellen und kulturellen Bedürfnissen der gesamten Gesellschaft aus. Sie hilft, die Bedürfnisse maximal zu befriedigen. Dazu erhält sie von der Gesellschaft alle Voraussetzungen für ihre volle Entfaltung. Die hygienischen Wissenschaften haben im besonderen Maße die Aufgabe, durch Krankheitsverhütung und durch Stärkung der Gesundheit dazu beizutragen, das Leben unserer Menschen zu erleichtern, zu verschönern und zu verlängern. Das kostbarste Gut ist der Mensch!

Aufgaben und Fragen

1. Beobachte deinen Tagesablauf! Was mußt du tun, um den Regeln der Hygiene besser zu entsprechen?
2. Welche Bedeutung haben Gymnastik und Sport für dich?
3. Müssen Lüftungsklappen im oberen oder im unteren Teil des Fensters angebracht werden, damit das Zimmer möglichst gut gelüftet werden kann?
4. Berichte, welche Fragen der Arbeitshygiene und des Arbeitsschutzes an dem Arbeitsplatz beachtet werden müssen, den du am Unterrichtstag in der sozialistischen Produktion einnimmst!
5. Laß dich vom Verantwortlichen für Arbeitsschutz des Betriebes, den du am Unterrichtstag in der sozialistischen Produktion aufsuchst, über seine Aufgaben, seine Rechte und Pflichten unterrichten!
6. Unterrichte dich beim Unterrichtstag in der sozialistischen Produktion über die Einrichtungen des Gesundheitswesens im Betrieb! Laß dir berichten, wie die gesundheitliche Betreuung der Arbeiter früher war!
7. Unterrichte dich über die Möglichkeiten der Mitarbeit beim Deutschen Roten Kreuz!
8. Stelle die Tuberkulosesterblichkeit in Deutschland in den Jahren 1895 bis 1933 und in der DDR in den Jahren 1949 bis 1965 als Kurve dar! Kennzeichne bei der ersten Kurve die Kriegsjahre und die Krisenjahre!

Die Abstammung des Menschen

Die ganze Welt ist heute von Menschen besiedelt. Wegen der unterschiedlichen Lebensbedingungen in den einzelnen Zonen – Polarzone, gemäßigte Zone, subtropische und tropische Zone – sind die Umweltbedingungen, denen die Menschen unterworfen sind, sehr verschiedenartig. Dementsprechend sind auch die Lebensgewohnheiten in den einzelnen Siedlungsgebieten andere. Die auf den Menschen seit Jahrtausenden wirkenden Einflüsse der Umwelt bedingten in erster Linie die Unterschiede in der Ausbildung der Körperformen, hatten aber auch Einfluß auf die unterschiedliche technische und kulturelle Entwicklung.

Nach ihren anatomischen Besonderheiten teilen wir die Menschen in verschiedene **Rassen** ein. Wegen der starken Durchmischung der Menschengruppen finden wir keine reinen Rassen. Im allgemeinen werden nur drei große Rassengruppen unterschieden (Abb. 97).

Die drei Rassengruppen sind: die europide („weiße“) Rassengruppe, die mongolide („gelbe“) Rassengruppe – ihr stehen auch die Indianer nahe – und die negride („schwarze“) Rassengruppe. Außerdem gibt es noch kleinere Gruppen, die von den drei großen Rassengruppen deutlich unterschieden sind, wie die Bewohner Australiens, einige Gruppen in Ozeanien und in Afrika (z. B. die Buschmänner und Pygmäen, die zu den Zwergvölkern gehören).

Der Körperbau, die Körperfunktionen und die geistigen Fähigkeiten sind grundsätzlich bei allen Menschen gleich, die Rassenunterschiede beziehen sich lediglich auf unwesentliche Besonderheiten. Wie alle Tier- und Pflanzenarten, so haben auch wir Menschen einen wissenschaftlichen Namen, der die Gattung und die Art bezeichnet. Er lautet: *Homo sapiens*.

Der Mensch gehört im zoologischen System zur Klasse der Säugetiere. Von allen lebenden Säugetieren gleichen ihm in Körperbau und Körperfunktion am stärksten



Abb. 97 Junge Menschen — Vertreter der drei Rassengruppen — während der Weltfestspiele der Jugend und Studenten 1957 in Moskau.

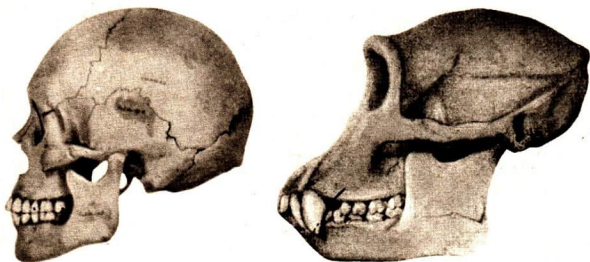


Abb. 98 Schädel eines Menschen (links) und eines Schimpansen

die Menschenaffen, unter diesen am meisten der Schimpanse. Zwischen den Menschenaffen und dem Menschen gibt es jedoch hinsichtlich des Körperbaus eine Reihe von Unterschieden, die ihre Ursache vor allem im aufrechten Gang des Menschen haben: es sind beispielsweise der Bau des Fußes, die Form des Beckens und des knöchernen Schädels (Abb. 32 und Abb. 98). Entscheidend sind die Ungleichheiten in den geistigen Fähigkeiten zwischen Mensch und Tier. Nur der Mensch – vornehmlich durch die besondere Entwicklung des Zentralnervensystems und der vorderen Gliedmaßen – kann arbeiten, kann Werkzeuge herstellen, vermag zu sprechen und zu denken. Auf Grund dieser Fähigkeiten nimmt er mit vollem Recht eine Sonderstellung gegenüber dem gesamten Tierreich ein. Mit dem Entstehen der Menschen wurden besondere, nur für die menschliche Gesellschaft gültige Gesetzmäßigkeiten wirksam. Diese Gesetze werden von den Gesellschaftswissenschaften, die von Karl Marx und Friedrich Engels begründet wurden, erforscht.

Den Wissenschaftlern genügt es nicht, nur festzustellen, was der Mensch mit den Tieren gemeinsam hat und was ihn von diesen unterscheidet, sie erforschen den Weg der Entwicklung, die der Mensch von seinen tierischen Vorfahren bis zu seiner heutigen Gestalt genommen hat.

Die schriftlichen Überlieferungen reichen etwa 5000 Jahre in die Vergangenheit zurück. Über die vor dieser Zeit liegende Geschichte des Menschen unterrichten jene Gegenstände, die bei Ausgrabungen gefunden werden. Es sind Gebrauchsgegenstände, Werkzeuge, Kunstschöpfungen, Waffen und ähnliches. Aus all diesen Hinterlassenschaften des Menschen kann man auf die Lebensgewohnheiten in früheren Jahrtausenden schließen. Um jedoch den Gang der körperlichen Entwicklung festzustellen, muß man die Funde von Skelett-Teilen sorgfältig untersuchen.

Die gemeinsamen Vorfahren der Menschenaffen und des Menschen

In welchem Abschnitt der erdgeschichtlichen Vergangenheit sich die zum Menschen führende Entwicklungslinie von derjenigen zu den heutigen Menschenaffen getrennt hat, läßt sich noch nicht mit Sicherheit sagen. Wahrscheinlich erfolgte die Trennung

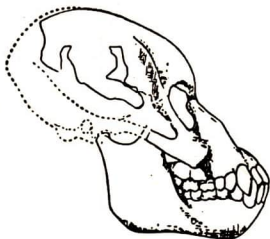


Abb. 99 Schädel eines Proconsul und Nachbildung eines Proconsul an seiner natürlichen Lebensstätte

in der sogenannten Braunkohlenzeit. Vor etwa 15 bis 20 Millionen Jahren lebten verschiedene Formen von Affen, die bereits die Größe eines Schimpansen hatten. Sie bewohnten nicht die dicht geschlossenen Urwälder wie die heutigen Menschenaffen, sondern lebten in steppenartigen Gebieten mit lichtem Baumbestand. Eine besondere Form dieser ausgestorbenen Affen, die in Ostafrika gefunden wurde, erhielt die wissenschaftliche Bezeichnung Proconsul (Abb. 99).

Von Affen dieser Formengruppe, so nimmt die Wissenschaft heute an, trennte sich eine Gruppe ab, die zum ausschließlichen Leben auf dem Erdboden überging, wobei sich die aufrechte Körperhaltung bei der Fortbewegung immer stärker ausbildete. Dies war eine sehr bedeutsame Tatsache für die weitere Entwicklung, denn dadurch wurden die Hände frei. Sie dienten nicht mehr der Fortbewegung und konnten deshalb zum Ergreifen und Festhalten der Nahrung und schließlich zum Herstellen von Werkzeugen verwendet werden.

Die Australopithecus-Gruppe

In Südafrika wurden Knochen von Tieren gefunden, die in bestimmten Körpermerkmalen dem Menschen ähnlicher sind als den heutigen Menschenaffen. Weil diese Tiergruppe auf der Südhalbkugel der Erde lebte, werden die verschiedenen Formen als Südaffen oder Australopithecinen bezeichnet. Sie bewohnten vor etwa einer bis einer halben Million Jahren weite, offene Täler Südafrikas.

Aus dem Bau der aufgefundenen Beckenknochen und aus Besonderheiten des Schädels – das Hinterhauptloch liegt der Mitte der Schädelbasis näher als bei den Menschenaffen – kann man schließen, daß sich die Australopithecinen vorwiegend in aufrechter Haltung fortbewegt haben. Ferner hatten die Australopithecinen ein

sehr menschenähnliches Gebiß (Abb. 100); starke Eckzähne, wie wir sie bei den heutigen Menschenaffen finden, besaßen sie nicht.

Aus Tierknochen und anderen Dingen, die mit den Skelettresten der Australopithecinen zusammen gefunden worden sind, ergibt sich, daß sie sowohl von Fleischnahrung als auch von Pflanzennahrung lebten, sie waren Allesfresser wie der Mensch.

Die Pithecanthropus-Gruppe

Die ersten Knochenreste einer Form, die zwischen ausgestorbenen hochentwickelten Affen und den heutigen Menschen steht, fand in den Jahren 1890 bis 1892 der holländische Arzt EUGEN DUBROIS auf der Insel Java. Die Entdeckung erregte großes Aufsehen, denn sie bestätigte die schon früher aufgestellten Behauptungen, daß es solche ausgestorbenen Menschenformen gegeben haben müsse. Die Funde bewiesen die Entstehung des Menschen auf natürliche Weise, seine Herkunft aus dem Tierreich, und waren eine scharfe Waffe im Kampf gegen die kirchliche Auffassung, die eine Erschaffung des Menschen durch einen Gott behauptet.

Diese ältesten Menschenformen erhielten die Bezeichnung Pithecanthropus (Affenmensch). Heute ist

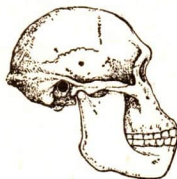
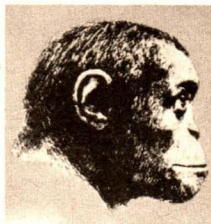


Abb. 100 Nachgebildeter Kopf und ergänzter Schädel eines jungen Australopithecinen

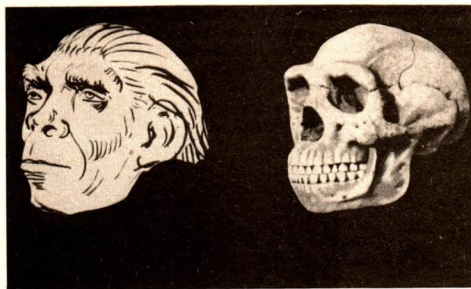


Abb. 101 Pithecanthropus; Nachbildung des Kopfes und Schädel



Abb. 102 Einfaches Werkzeug des Pithecanthropus

diese Bezeichnung als nicht zutreffend erkannt, weil es sich bei den Vertretern dieser Gruppe um richtige Menschen handelt. Sie waren bereits durch jenes Merkmal gekennzeichnet, das den Menschen vom Tier unterscheidet – durch die Arbeit. Auch in unserem Jahrhundert wurden Reste von Menschen der Pithecanthropus-Gruppe entdeckt, so in China (bei Peking), in Deutschland (bei Heidelberg) und neuerdings in Algerien. Der Pithecanthropus lebte am Anfang der erdgeschichtlichen Gegenwart, der sogenannten Quartärzeit, also vor etwa 600 000 bis 300 000 Jahren.

Der Schädel des Pithecanthropus hat eine fliehende Stirn und ein weitausladendes Hinterhaupt, die Schädelhöhe ist gering. Über den Augen liegt ein kräftiger Knochenwulst (Abb. 101); der Gesichtsschädel springt schnauzenartig vor.

Die Menschen der Pithecanthropus-Gruppe fertigten aus Stein und Knochen einfachste Werkzeuge (Abb. 102). Sie lebten in kleinen Horden, jagten gemeinsam und sammelten eßbare Früchte und Knollen. Daß sie auch schon das Feuer zu nutzen verstanden, beweisen Brandschichten, die man zusammen mit Skelettresten von Menschen und Tieren fand.

Die Neandertaler

Vor etwa 300 000 bis 50 000 Jahren lebten die Neandertaler, eine bereits höherentwickelte Menschengruppe. Sie erhielt ihren Namen nach Skelettresten, die im Jahre 1856 im Neandertal bei Düsseldorf gefunden wurden.

Die Neandertaler waren etwa 1,60 m groß, ihr Körper war recht plump und massig. Der Schädel unterscheidet sich noch deutlich von dem des heutigen Menschen (Abb. 103). Die Stirn ist zwar schon höher und steiler als beim Pithecanthropus, aber niedriger als beim heutigen Menschen. Die Überaugenwülste sind auch beim Neandertaler noch stark ausgeprägt (Abb. 103). Ebenso ist der Gesichtsteil des Schädels im Vergleich zu dem des heutigen Menschen noch auffallend groß und stark vorspringend.

Die Werkzeuge der Neandertaler waren schon wesentlich besser angefertigt als die des Pithecanthropus; sie waren auch besser den besonderen Zwecken angepaßt. Es gab Faustkeile, Handspitzen, Schaber, Kratzer und Bohrer, Stoßlanzen aus Holz und kleine Knochenspitzen (Abb. 104). Auch die Neandertaler lebten in mehr oder

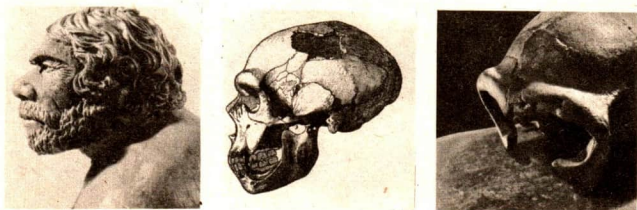


Abb. 103 Neandertaler; links Nachbildung des Kopfes, Mitte Schädel, rechts Schädel mit deutlich sichtbarem Überaugenwulst

minder großen Horden zusammen; sie jagten gemeinsam große Tiere (z. B. Mammut, Nashorn, Höhlenbär). Durch ihre gemeinschaftliche Arbeit vervollkommnete sich das Sprechvermögen und die Fähigkeit zu denken.

Reste von Neandertalern sind während der letzten hundert Jahre in Afrika, Asien und in Europa gefunden worden, doch weichen sie im Aussehen stark voneinander ab. Es gab Formen, vor allem sind sie aus Israel und dem Irak bekannt, die dem heutigen Menschen mehr ähnelten als die übrigen Neandertaler.

Der eiszeitliche *Homo sapiens*

Seit etwa 80000 Jahren tritt eine Menschenform auf, die sich von der heute lebenden Menschheit nur noch unwesentlich unterscheidet. Da der Mensch der Gegenwart



Abb. 104 Faustkeil des Neandertalers

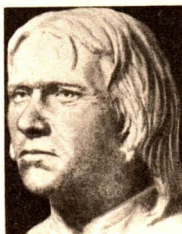
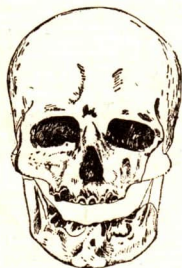
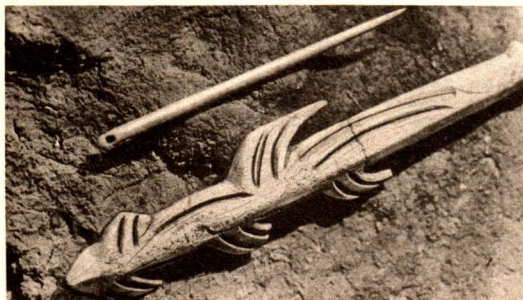


Abb. 105
Links: Schädel des alten Mannes von Cro-Magnon und Nachbildung des Koptes eines eiszeitlichen *Homo sapiens*;
unten: Werkzeuge des eiszeitlichen *Homo sapiens* aus Knochen und Stein



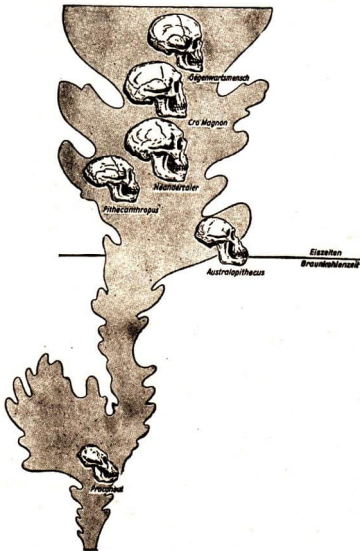


Abb. 106 Stellung der Gruppen im Stammbaum.

Es ist in der Biologie üblich, die Verwandtschaft der verschiedenen Organismengruppen in Stammbäumen darzustellen. Im Stammbaum finden wir die ältesten Formen immer unten. Er ist also von unten nach oben zu lesen. Bei dem nebenstehenden Stammbaum liegen im unteren Bereich die gemeinsamen Vorfahren der Menschenaffen und des Menschen. Rechts führt der Stamm zum Menschen empor, links — in unserem Stammbaum nicht eingezeichnet — zweigen die Entwicklungslinien zu den Menschenaffen ab. Die dunkel gehaltenen Flächen stellen die vielen verschiedenen Formen dar, die früher einmal gelebt haben — breite Flächen zahlreiche Formen, schmale Flächen weniger Formen. Von ihnen sind verhältnismäßig wenige als Funde erhalten geblieben. Unser Stammbaum enthält nur die Schädel-Darstellungen der besprochenen Gruppen.

Das Bild gibt die Verhältnisse also nicht so vollständig wieder, wie es nach den Erkenntnissen der Wissenschaft möglich wäre. Es kann mit großer Sicherheit angenommen werden, daß es in der Gesamtentwicklung des Menschen viele Seitenlinien gegeben hat, die sich nicht weiterentwickelten und ausstarben. Sie sind als blind endende Seitenzweige des Stammbaums dargestellt. Zum Beispiel wurden in China, auf Java und in Afrika Reste von Riesenformen entdeckt. Einige Forscher glauben, daß diese Riesenformen bereits zu den Menschen gehören, andere nehmen an, daß es Riesenaffen waren.

Es gibt unter den Wissenschaftlern verschiedene Auffassungen über Einzelheiten der Entwicklung von affenartigen Vorfahren zum *Homo sapiens*. Neue Funde werden darüber weitere Klarheit schaffen. Sicher begründete wissenschaftliche Erkenntnis ist es, daß die heute lebende Menschheit von tierischen Vorfahren abstammt und das Stadium des Pithecanthropus des Neandertalers und des eiszeitlichen *Homo sapiens* durchlaufen hat.

den wissenschaftlichen Namen *Homo sapiens* trägt, wurde jener Mensch der letzten Eiszeit als eiszeitlicher *Homo sapiens* bezeichnet. Einer der bekanntesten Funde ist das Skelett eines alten Mannes von Cro-Magnon in Südfrankreich (Abb. 105).

Der eiszeitliche *Homo sapiens* war Jäger, Sammler und Fischer. Seine handwerklichen Fertigkeiten stehen bereits auf einer hohen Stufe. Er fertigte viele verschiedenartige Geräte aus Knochen, Horn, Geweih, Elfenbein, Holz und Stein (Abb. 105). Bei der Jagd wandte er außer der Stoßlanze und dem Würfespeer auch Fallen an; er kannte die Harpune sowie Pfeil und Bogen. Von seiner kulturellen Betätigung sind uns neben Schnitzereien und Ritzzeichnungen auch sehr wirklichsgetreue, zum Teil sogar farbig ausgeführte Malereien an Felswänden und in Höhlen erhalten geblieben. Sie dienten dem Jagdzauber und anderen kultischen Handlungen.

Der eiszeitliche *Homo sapiens* bildete erstmalig eine fest organisierte Gemeinschaft. Aus der Horde des Neandertalers entstand die Sippenordnung, die Gentilgesellschaft.

Anhang

Erste Hilfe

In der Turnstunde, auf dem Schulhof, bei Wanderungen und beim Unterricht in der Produktion können, ebenso wie zu Hause, Unfälle eintreten. Wir müssen dann wissen, wie wir uns zu verhalten haben.

Transport. Befindet sich der Verunglückte in unmittelbarer Nähe einer Gefahrenquelle (Brandstätte, defekte Gasleitung o. ä.), so muß er zuerst aus der Gefahrenzone entfernt werden.

Oft muß der Verletzte getragen werden. Wir wollen deshalb einige Regeln für den Transport von Verletzten kennenlernen. Wichtigster Grundsatz ist: Der Verletzte darf durch das Tragen nicht zusätzlich geschädigt werden und keine unnötigen Schmerzen haben!

Wenn es möglich ist, fertigen wir eine behelfsmäßige Trage an (Abb. 107). An Stelle der Decke kann ein Mantel (Abb. 108) oder etwas Ähnliches verwendet werden. Ein Stuhl ist ebenfalls als Trage geeignet (Abb. 109).

Stehen keinerlei Hilfsmittel zur Verfügung, so müssen zwei Helfer den Verletzten transportieren, indem sie ihn auf ihren zusammengelegten Händen sitzen lassen (Abb. 110) oder ihn unter den Armen und an den Beinen festhalten (Abb. 111).



Abb. 107
Behelfsmäßige Trage
aus einer Decke
und zwei Stangen

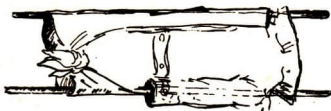


Abb. 108 Behelfsmäßige Trage aus einem Mantel und zwei Stangen



Abb. 109 Stuhl als Behelfstrage



Abb. 110
Tragen eines Verun-
glückten im Handsitz



Abb. 111 Tragen eines Verunglückten ohne Hilfsmittel

Verletzung von Haut und Muskeln. Zu den Verletzungen der Weichteile rechnen die Schnitt-, Platz-, Riß- und Stichwunden. Bei diesen Verletzungen ist die Haut durchgetrennt und Bakterien (z. B. Eitererreger) können in das Körperinnere eintreten. Außerdem gehören dazu Quetschungen und Prellungen. Dabei ist die Hautoberfläche nicht zerstört, die Gefahr einer Infektion ist geringer.

Eine frische Wunde darf nie mit den Fingern berührt oder ausgewaschen werden! Sie ist sofort zu verbinden. Als Verbandstoff kommt nur trockenes, keimfreies Verbandmaterial in Frage. Watte darf nicht verwendet werden! Wir benutzen am besten Verbandpäckchen, von denen jeder eines mit sich führen sollte

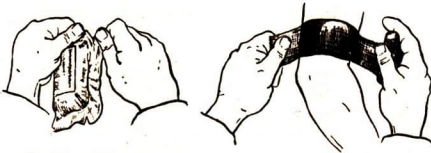


Abb. 112 Aufreißen des Verbandpäckchens und Auflegen der Binde. Der auf die Wunde kommende Verbandstoff darf keinesfalls berührt werden!

(Abb. 112). Größere Gegenstände, die sich noch in der Wunde befinden (z. B. ein Messer), dürfen wir nicht entfernen. Wir müssen sie mit dem Verband so befestigen, daß sie nicht verrutschen können.

Bei größeren Verletzungen darf der verletzte Körperteil nicht bewegt werden, er ist ruhigzustellen. Bei Beinverletzungen muß der Verletzte getragen werden. Wird bei einer Verletzung das Rippenfell durchstoßen, so muß die Wunde luftdicht abgeschlossen werden. Man verwendet dazu die gummierte Hülle eines Verbandpäckchens und befestigt sie mit Heftpflaster. Der Verunglückte muß ruhig liegen und schnell ärztliche Hilfe erhalten.

Wir wollen immer daran denken, daß wir bei größeren Verletzungen nicht wissen können, was in der Tiefe alles zerstört sein mag. Übertriebene Vorsicht ist besser als Nachlässigkeit.

Bei kleinen, oberflächlichen Verletzungen genügt oft ein einfacher Pflaster-Schnellverband. Auch hier gilt, daß die Wunde nicht mit den Fingern berührt oder mit Wasser ausgewaschen werden darf.

Wundlaufen. Beim Wundlaufen zwischen den Zehen hilft das Einlegen kleiner Mullstreifen, die mit Fußpuder bestreut sind. Wunde Stellen an der Ferse werden mit einem Streifen Pflaster-Schnellverband bedeckt.

Das Wundlaufen der Füße läßt sich weitgehend vermeiden: Wasche am Abend vor einer Fußwanderung die Füße gründlich mit kaltem Wasser! Ziehe Strümpfe an, die nicht rutschen und nicht drücken! Wenn du an den Füßen leicht schwitzt, so streue etwas – aber nicht zuviel – Fußpuder in die Strümpfe! Trage bequeme Schuhe, die fest sitzen! Ziehe zu Fußwanderungen keine neuen Schuhe oder Turnschuhe an!

Zerstörung größerer Blutgefäße. Wird bei Verletzungen ein größeres Blutgefäß

getroffen, so tritt eine Blutung ein, die mitunter lebensbedrohend sein kann. Wir müssen zwischen Schlagaderblutungen und Venenblutungen unterscheiden. Bei Schlagaderblutungen ist das Blut hellrot und quillt stoßweise, im Rhythmus des Herzschlages, aus der Wunde. Bei Venenblutungen ist das Blut dunkelrot und fließt gleichmäßig. Bei allen stärkeren Blutungen legen wir einen Druckverband an. Dabei wird ein keimfreies Mullkissen (Verbandpäckchen) auf die Wunde gelegt und mit einer Mullbinde fest angewickelt. Kommt bei Schlagaderverletzungen die Blutung dadurch nicht zum Stehen, so müssen wir den Blutstrom durch Abdrücken der Schlagader an geeigneten Stellen unterbrechen (Abb. 113). Am Oberarm und am Oberschenkel können wir auch eine Abschnürbinde (Gürtel, Tuch) anlegen. Sie muß sehr fest angezogen werden (Abb. 114).

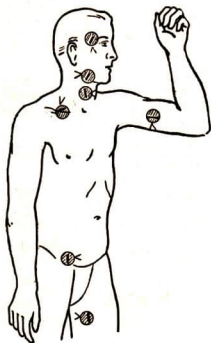


Abb. 113 Stellen, an den Arterien abge- gebunden oder abgedrückt werden können

An jede Abschnürbinde gehört ein Zettel mit der Uhrzeit, wann die Binde angelegt wurde.

Stark blutende Verletzungen müssen schnellstens von einem Arzt behandelt werden. Nach einer bis anderthalb Stunden wird die Abschnürbinde abgenommen, damit das Glied durchblutet wird und nicht abstirbt. Blutet die Wunde noch, so wird die Binde von neuem angelegt (auf dem Zettel vermerken!).

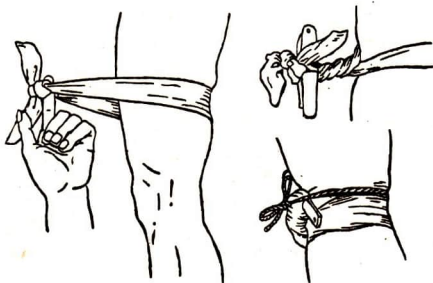


Abb. 114 Abbinden einer stark blutenden Wunde am Bein. Zwischen Wunde und Rumpf wird ein Tuch um das Bein gelegt und mit einem Knebel (z. B. Taschenmesser) so fest angezogen, daß das Blut nachläßt. Der Knebel wird festgebunden. Lockern auf keinen Fall vergessen!

Wird bei einem Unfall eine Gliedmaße abgequetscht, so muß der Stumpf abgebunden werden, auch wenn er nicht sofort blutet.

Tritt eine starke Blutung an Körperteilen auf, an denen wir keine Druckverbände oder Abschnürbinden anlegen können (Hals und Gesicht), so drücken wir mit der Hand ein Mullkissen so fest auf die Wunde, daß die Blutung nachläßt.

Tierbisse. Bei Kreuzotterbissen ist schnellste ärztliche Hilfe notwendig. Bei Bissen in Gesicht und Hals ist äußerste Eile geboten (VP-Notruf!).

Wir binden die verletzte Gliedmaße ab wie bei Schlagaderblutungen. Nach etwa anderthalb Stunden wird die Binde für einige Sekunden gelockert, bis eine Rötung die einsetzende Durchblutung anzeigt (letzte Uhrzeit auf dem Zettel vermerken!).

Abschnürbinden, die länger als drei Stunden nicht gelockert wurden, darf nur der Arzt entfernen!

Bei anderen Tierbissen ist ebenfalls unverzüglich ein Arzt aufzusuchen. Durch Tierbisse können gefährliche Krankheiten übertragen werden.

Verbrennungen. Kleine Brandwunden bestreichen wir zur Schmerzlinderung vorsichtig mit Brandsalbe oder reinem Pflanzenöl und legen einen Schutzverband an. Größere Verbrennungen bedecken wir mit einem trockenen, keimfreien Verband und bringen den Verletzten zum Arzt. Blasen öffnen wir nicht!

Erfrierungen. Zu starke Abkühlung einzelner Körperstellen (Nase, Ohren, Füße) durch scharfen Wind, nasse Kleidung (Strümpfe) oder bei längerem bewegungslosen Stehen in der Winterkälte ruft Erfrierungen hervor. Zunächst rötet sich die Haut, später wird sie weiß und gefühllos. Durch sehr vorsichtiges Reiben mit Schnee wird die Durchblutung solcher Stellen angeregt und größerer Schaden vermieden. Durch richtiges Verhalten und der Temperatur entsprechende Kleidung kann man Erfrierungen verhindern.

Schäden durch chemische Stoffe. Verletzungen mit wasserlöslichen chemischen Stoffen spülen wir mit reichlich Wasser ab. Bei Säureverletzungen können wir eine schwache Seifenlösung verwenden, bei Laugenverletzungen stark verdünnten Speiseessig.

Besteht der Verdacht, daß der Verunglückte mit radioaktiven Substanzen (Staub, Flüssigkeiten) in Berührung kam, so dürfen wir diese Stoffe keinesfalls anfassen. Der Verunglückte muß sofort die Kleidung wechseln und den ganzen Körper intensiv mit Wasser und Seife abwaschen (Brausebad). Rachen, Mund und Nase müssen ebenfalls gründlich mit Wasser gespült werden. Sofortige ärztliche Hilfe ist erforderlich. Außerdem muß eine Spezialuntersuchung durchgeführt werden.

Bei starker Einwirkung von radioaktiven Strahlen ist der Verletzte bis zum Eintreffen ärztlicher Hilfe ruhig zu lagern und vor Verlust an Körperwärme zu schützen.

Bei Verletzungen durch Phosphor und andere nicht wasserlösliche Chemikalien nehmen wir keinesfalls Wasser. Wir tupfen die verletzte Stelle vorsichtig mit trockenem Mull ab (nicht reiben!) und bringen den Verunglückten schnellstens zum Arzt.

Augenverletzungen. Fremdkörper, die unter das Augenlid gekommen sind, wischen wir mit einem Stück angefeuchtetem Mull oder der feuchten Ecke eines sauberen Taschentuches zur Nase hin ab. Dazu ziehen wir beim Blick nach oben das Unterlid nach unten. Dann drehen wir beim Blick nach unten das Oberlid um, indem wir die Wimpern fassen und mit einem Glasstab oder Streichholz die Mitte des Oberlides nach unten drücken (Abb. 115). Fremdkörper, die auf der Hornhaut

liegen, sowie alle anderen Augenverletzungen müssen vom Augenarzt behandelt werden. Bis dahin wird über das Auge ein Schutzverband gelegt.

Verletzung der Knochen und Gelenke.

Wenn jemand nach einem Unfall eine Gliedmaße nicht bewegen kann und große Schmerzen hat, ist wahrscheinlich ein Knochen gebrochen oder ein Gelenk verrenkt. Bei jedem Unfall müssen wir zuerst die ernsteste Verletzung annehmen. Deshalb versuchen wir nicht, die Gliedmaße zu bewegen. Wir binden durch unbiegsame Stützen die Gliedmaße in der Stellung, in der sie sich befindet, so fest, daß sie sich nicht bewegen kann. Die Stütze muß über die beiden benachbarten Gelenke hinwegführen und sie auf diese Weise ruhigstellen. Bei einem Unterarmbruch muß sie also über Ellenbogengelenk und Handgelenk hinausgehen (Schienenverband, Abb. 116).

Beinverletzte müssen getragen werden. Spießen Knochenenden durch die Haut, so legen wir, wie bei allen anderen Wunden, einen keimfreien Verband an und schienen dann.

Wenn ein Verletzter nach einem Unfall beide Beine nicht bewegen kann, liegt wahrscheinlich eine Wirbelsäulenverletzung vor. Jede Bewegung kann zum Abquetschen des Rückenmarks führen! Wir decken den Verletzten vorsichtig warm zu und lassen ihn liegen, bis er von fachkundigen Krankenträgern versorgt werden kann.

Bewußtlosigkeit. Einem Bewußtlosen darf man nie etwas zu trinken geben. Als Regel gilt: Erst wer auf die entsprechende Frage seinen Namen nennen kann, darf ein Stärkungsmittel bekommen.

Ist jemand nach einem Unfall oder nach einem Sturz bewußtlos oder muß er erbrechen, so ist mit einer Gehirnerschütterung zu rechnen. Er muß schnellstens, auch wenn er das Bewußtsein

wieder erlangt hat, liegend zum nächsten Krankenhaus gebracht werden.

Tritt bei Bewußtlosen blutige Flüssigkeit aus Nase, Mund und Ohren, muß man eine Verletzung der Schädelknochen annehmen. Hier ist wie bei einer Wirbelsäulenverletzung zu handeln.

Ein Sonnenstich tritt auf, wenn der Kopf ungeschützt längere Zeit der prallen Sonne ausgesetzt wurde, der Hitzschlag, wenn bei Hitze der Körper nicht die Möglichkeit hat, Wärme in ausreichendem Maße abzugeben. Die Bewußtlosen werden an einen kühlen Ort gebracht; beengende Kleidungsstücke werden geöffnet. Der Kopf ist erhöht zu lagern. Weitere Maßnahmen sind meist nicht notwendig.

Bei längerem Stehen kann eine Ohnmacht eintreten, die mit Schwitzen und einem blassen, blutleeren Gesicht einhergeht. Wenn der Kopf tief, die Beine leicht erhöht gelagert werden, geht die Ohnmacht meist nach wenigen Sekunden vorüber.



Abb. 115 Entfernen eines Fremdkörpers unter dem Augenlid



Abb. 116 Behelfsmäßig geschienter Arm beim Bruch des Unterarmknochens

Treten Leibschmerzen mit Gesichtsblassheit und Erbrechen auf, so ist schnellstens, ein Arzt zu holen, da sich schwere innere Verletzungen und Krankheiten (Leberriß, Blinddarmentzündung) so äußern.



Abb. 117 Zwei Methoden der künstlichen Atmung. Links: Der Verunglückte liegt auf dem Rücken. Der Helfer (besser zwei Helfer!) drückt die Arme des Verunglückten angewinkelt in Höhe der unteren Rippen fest auf dessen Brustkorb (Ausatmung) und hebt sie dann nach oben über dessen Kopf (Einatmung). Rechts: Der Verunglückte liegt flach auf dem Bauch. Der Helfer drückt abwechselnd den Brustkorb des Verunglückten zusammen (Ausatmung) und dehnt ihn durch Heben der Oberarme (Einatmung).

Ertrinken. Wenn Ertrinkende gerettet werden, sind sie meist bewußtlos und atmen nicht mehr. Das erste und wichtigste ist dann, daß den Verunglückten durch künstliche Atmung Sauerstoff zugeführt wird. Es gibt mehrere Methoden der künstlichen Atmung (Abb. 117), doch es genügt, wenn wir eine beherrschen. Man kann so verfahren:

1. Den Verunglückten flach hinlegen, eine kleine Rolle (z. B. eine zusammengerollte Jacke) etwa in Höhe des 12. Brust- bis ersten Lendenwirbels unter den Rücken schieben!
2. Mund und Nase so weit wie möglich von Schmutz und Wasser befreien!
3. Kopf weit zur Seite drehen, damit die Zunge nicht nach hinten auf den Kehledeckel drückt und auch Schmutz und eventuell Erbrochenes nicht so leicht in die Luftröhre fließen können! In manchen Fällen muß die Zunge mit einem Taschentuch gefaßt und nach vorn gezogen werden.

Danach ist umgehend mit der künstlichen Atmung zu beginnen.

Die Atembewegungen werden etwa 20- bis 24mal in der Minute wiederholt. Bei richtiger künstlicher Atmung ist dabei deutlich das Ausströmen der Luft aus dem Munde zu hören. Mit der künstlichen Atmung hören wir erst dann auf, wenn der Verunglückte von allein ruhig und regelmäßig atmet, oder wenn fachkundige Helfer (Arzt, Feuerwehr, Helfer des Deutschen Roten Kreuzes) seine Betreuung übernehmen. Auch wenn der Verunglückte von allein atmet, muß er noch ständig unter Aufsicht bleiben, da die Atmung wieder aussetzen kann. Die künstliche Atmung muß mitunter zwei und mehr Stunden durchgeführt werden. Die Feuerwehr hat Geräte, bei denen die künstliche Atmung mit Hilfe eines Motors ausgeführt wird.

Gasvergiftung. Bei Gasvergiftungen (Leuchtgas) muß man den Verunglückten unverzüglich in frische Luft bringen (Gashahn schließen, Fenster öffnen; kein offenes Licht benutzen) und den Arzt und die Feuerwehr rufen. Bis zu ihrem Eintreffen sollte man dem Verunglückten durch künstliche Atmung Sauerstoff zuführen.

Hat der Verunglückte zuviel lungenschädigende Gase (Chlor, Chlorwasserstoff) eingeatmet, so dürfen wir keine künstliche Atmung durchführen. Wir lagern ihn ruhig, sorgen für frische Luft und schützen ihn durch eine Decke vor Abkühlung. Auch wenn keine Beschwerden auftreten, muß der Verunglückte liegend zum Arzt gebracht werden.

Verletzung durch elektrischen Strom. Bei Verletzungen durch elektrischen Strom (z. B. an defekten Steckdosen) ist besondere Vorsicht notwendig! Bevor der Verunglückte angefaßt wird, müßt ihr euch davon überzeugen, daß er nicht mehr mit einem Stromleiter in Berührung steht, beziehungsweise, daß der Strom ausgeschaltet ist (Hauptsicherung ausschrauben!). Schon verhältnismäßig geringe Spannungen (über 40 V) können zu Schäden führen, besonders wenn der Strom bei seinem Weg durch den Körper direkt das Herz berührt.

In jedem Falle gilt: Ruhe bewahren! Nicht durch unüberlegtes Handeln einem anderen Menschen Schaden zufügen!

Den Verunglückten nicht allein lassen! Nicht aus Angst vor Strafe davonlaufen! Fachkundige Hilfe herbeiholen! Schnellstens die nächste Unfallmelde- oder Rettungstelle benachrichtigen!

Dem Verletzten, so gut es geht, erste Hilfe leisten!

Jeder Verband, den wir anlegen, ist nur ein Notverband. Bei allen größeren Verletzungen und verschmutzten Wunden muß der Verletzte möglichst schnell zum Arzt gebracht werden.

Sich nicht selbst gefährden! Schädliche Stoffe (z. B. Phosphor, radioaktive Stoffe) nicht berühren!

Auf äußerste Sauberkeit achten! (Hände waschen, keimfreies Verbandmaterial verwenden!)

Den Verletzten nicht unnötig berühren oder bewegen!

Alle Maßnahmen der ersten Hilfe werden in den Arbeitsgemeinschaften Junger Sanitäter von Ärzten und erfahrenen Helfern des Deutschen Roten Kreuzes (DRK) erklärt und geübt. Am besten ist es, wenn ihr euch einer solchen Arbeitsgemeinschaft anschließt, damit ihr lernt, wie man Verunglückten und anderen Hilfsbedürftigen richtig hilft.

Sachwörterverzeichnis

Das Zeichen * weist auf eine Abbildung hin

- Adrenalin 67, 89
- Arbeitsschutz 118
- Arm 29*
- Arterien 66
- Atmung 43*, 47, 48ff.
- Auge 71*ff.
- Ausscheidung 62*
- Bakterien 108
- Beckenknochen 25*
- bedingte Reflexe 98, 99*
- Berührungsempfindung 83
- Bewegungsempfindung 78*
- Bewußtlosigkeit 133
- Blinddarm 45
- Blut 51, 52ff.
- Blutkreislauf 56, 57*, 58
- Bogenapparat 78*
- Brustkorb 24
- Cholera 112
- Darm 11*, 44*, 45
- Diphtherie 111, 113
- Druckempfindung 83
- Drüsen 7*, 41, 44, 64*, 65, 77, 87f.
- Eiweiße 33
- Elle 28*, 29*
- Epidemie 111
- Ermüdung 119
- Ertrinken 134
- Farbenblindheit 77
- Fette 33
- Finger 28*, 29*
- Fortpflanzung 100ff.
- Fremdkörper im Auge 77
- Fuß 26*, 27*
- Gasvergiftung 135
- Gebärmutter 101, 102*, 103*, 104
- Geburtsvorgang 106
- Gehirn 17, 92, 93*, 94*
- Gelenke 15*, 25*, 28*, 29
- Genußmittel 39
- Geschmackszellen 62
- Geschlechtsorgane 101*, 102*
- Gesichtsmuskulatur 21*
- Gewebe 7*, 8*
- Gliedmaßen 17, 25ff.
- Glykogen 67
- Haare 63, 64*
- Hand 28*, 29f.
- Haut 63ff.
- Herz 56, 57*, 58*
- Hormone 87f., 101, 102
- Infektionskrankheiten 108
- Immunkörper 54
- Insulin 87, 89
- Instinkt 97*, 98
- Kaumuskulatur 22
- Kehlkopf 49*
- Keimling 103, 104*, 105*
- Keuchhusten 111, 113
- Kiefer 18ff.
- Kinderlähmung 111, 113
- Knie 25*, 26*
- Knochen 9*, 13, 14*, 15*
- Kohlenhydrate 33
- Kropf 88
- Lageempfindung 78*, 79
- Leber 41*, 68
- Linse 71*, 72, 75*
- Lufttröhre 49, 50*
- Lungen 50*
- Lymphge 60, 78
- Magen 43
- Masern 112
- Menstruation 102*
- Milchdrüsen 65
- Milchsäure 68
- Mineralstoffe 34
- Muskelspindeln 84
- Muskulatur 21, 24*
- Nährstoffe 33
- Nase 82*
- Nervengewebe 11, 91, 92*
- Nervensystem 90, 95*
- Nervenzelle 91, 92*
- Ohr 78*, 79*, 80
- Organsysteme 11
- Pawlow 98, 100
- Peristaltik 43, 102
- Pest 112
- Pocken 110
- Pulsschlag 56
- Pupille 71*
- Regulationssystem 86
- Reiz 70
- Reservestoffe 34
- Rezeptoren 70
- Rhesusfaktor 55
- Riechschleimhaut 82
- Rippen 24
- Rückenmark 92, 93*
- Rückenmuskulatur 23, 28*
- Rumpf 22
- Schädel 17ff.
- Scharlach 113
- Schienbein 26*
- Schluckbewegung 42, 43*
- Schmerz 84
- Schultergürtel 28*
- Schutzimpfungen 110
- Sehfehler 75
- Sehnerv 71*
- Sehpurpur 74
- Sehvorgang 73*
- Skelett 9, 17*
- Sozialhygiene 121
- Speiche 28*, 29*
- Speiseröhre 42, 43*
- Sprache 100
- Stäbchen 72*
- Stoffwechsel 32
- Tastempfindung 83
- Tierbisse 132
- Tuberkulose 109, 114f.
- unbedingte Reflexe 96*
- Venen 56
- Verbrennungen 132
- Verdauung 40
- Virusgrippe 114
- Vitamine 34, 35, 37
- Wadenbein 26*
- weiße Blutkörperchen 54, 120
- Wirbel 22, 23*
- Wirbelsäule 22*, 23*, 24*
- Wundlaufen 131
- Wundstarrkrampf 11, 115
- Zähne 19*ff., 41
- Zapfen 72*
- Zelle 6*
- Zentralnervensystem 86, 91, 95
- Zuckerkrankheit 89
- Zunge 82
- Zungenmuskulatur 22
- Zwerchfell 48*
- Zwischenkieferknochen 18, 20*

