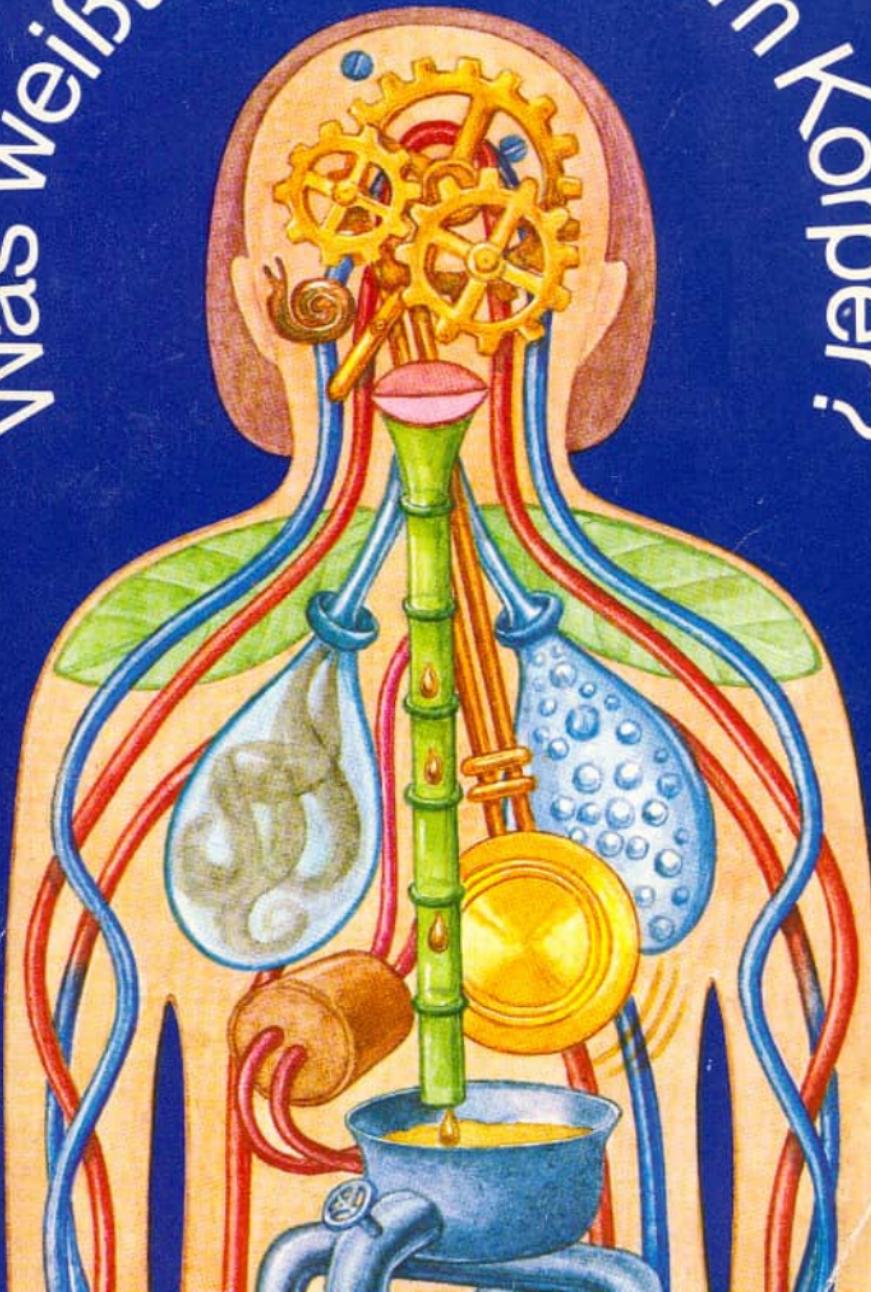


Lothar Obgartel

Was weißt du von deinem Körper?



Lothar Obgartel
Was weißt du von deinem Körper?

NEUES
LEBEN

Lothar Obgartel

Was weißt du
von deinem Körper?

Verlag Neues Leben Berlin

Zeichnungen von Werner Hahn

Liebe Mädchen, liebe Jungen!

Auf den folgenden Seiten wollen wir eine Kreuzfahrt durch den menschlichen Körper unternehmen. Bei seinen Bausteinen beginnend, werden wir zu Funktionen wie Reaktionen vordringen und auch an mehr oder weniger problemreichen Gestaden — zum Beispiel möglichen Gefährdungen in der Wechselbeziehung mit der Umwelt, persönlicher Hygiene und gesunder Lebensweise — Anker werfen. Als Kompaß dienen dabei die zahlreichen Fragen, die mir Jugendliche während meiner jahrzehntelangen Vortrags-tätigkeit auf Foren, in Jugendklubs und Schulen stellten. Alles, was meine jungen Gesprächspartner besonders bewegte, worüber sie eingehender informiert sein wollten, wurde gesichtet und in diesem Büchlein verarbeitet.

Aus einer solchen Auswahl ergibt sich, daß wir nicht nach strenger Systematik vorgehen werden und daß hier kein vollständiges Bild des Menschen gezeichnet wird. Alle interessanten Geschehnisse in unserem Körper und die Vielfalt seiner Aufgaben mit jeder Einzelheit zu schildern ist weder beabsichtigt noch vom Umfang eines Taschenbuchs her möglich. Ich hoffe aber, daß ich euch trotzdem weitere Einsichten in die Lebensvorgänge eures Körpers vermitteln und euch

*helfen kann, gesund zu bleiben, wofür ja die Kenntnis
des eigenen Organismus eine wesentliche Voraus-
setzung ist.*

In diesem Sinne: Gute Fahrt!

*Medizinalrat Dr. med. Lothar Obgärtel
Facharzt für Sozialhygiene, Gynäkologie
und Geburtshilfe*

Vom Kleinsten zum Großen

Untersuchen wir mit Hilfe des Mikroskops ein Teilchen des menschlichen Organismus, so finden wir darin lauter mehr oder weniger kleine, voneinander abgegrenzte Zellen, die im wesentlichen jeweils aus einer Zellhaut oder Zellmembran, dem Proto- oder Zytoplasma als Zelleib und dem Zellkern bestehen.

Die Zellen haben sich im Verlauf von Milliarden Jahren differenziert, also für verschiedene Aufgaben spezialisiert. Eine größere Ansammlung von Zellen mit gleichem Aufbau und gleichen Aufgaben bildet einen Zellverband oder ein Gewebe, wobei in unserem so zweckmäßig organisierten Körper die Gewebe auch noch Fasern (oder Bindegewebe) enthalten. Verschiedene Gewebe mit gleichem Zweck schließen sich zu Organen zusammen, wie zum Beispiel ein Muskel aus Muskelgewebe, Bindegewebe, Nervengewebe und Blutgefäßen besteht. Organe gleicher Art mit bestimmter Aufgabenstellung bilden Organsysteme — beispielsweise die Muskeln das Muskelsystem oder Nieren, Harnleiter, Harnblase und Harnröhre das Harnsystem —, und deren Gesamtheit ergibt endlich den menschlichen Körper.

Während beispielsweise ein Wurm nur aus einigen hundert Zellen besteht, besitzt der Mensch unvorstellbar viele, die noch niemand zählen konnte, und daher schwanken die geschätzten Zahlen bei den verschiedenen Autoren zwischen 10 Billionen und mehreren Trillionen. Die Arbeitsteilung zwischen den Zellen ermöglichte es, von ihren vielseitigen Fähigkeiten die eine hier, die andere dort zur Vollkommenheit zu steigern. Und wie stets führte die Konzentration auf eine bestimmte Aufgabe zu hohen Leistungen, ja zur Höchstleistung.

Feinster Aufschnitt — wissenschaftlich zubereitet

Auf einer gewissen Entwicklungsstufe nehmen die Zellen entsprechend ihren jeweiligen Aufgaben verschiedene Gestalt an. Diesen Zusammenhang zwischen Form und Leistung einer Zelle erkennen wir noch deutlicher, wenn wir uns mit dem Mikroskop Präparate anschauen, die hauchfeine Schnitte von allerlei menschlichen Körperteilen zwischen zwei Glasplättchen einschließen.

Verlangen wir in einem Fleischerladen von Wurst oder Schinken Aufschnitt, so benutzt die Verkäuferin meist eine Maschine, die gleichmäßige Scheiben abschneidet. Ähnliches geschieht im wissenschaftlichen Laboratorium, wenn wir Zellen mikroskopisch betrachten wollen; denn von dem jeweiligen Organ müssen ebenfalls Scheibchen geschnitten werden. Mikrotom heißt das Präzisionsgerät, das feinste Schnitte in einer Stärke von 1 bis 50 μm (10^{-6} m) herstellt. Das hört sich so einfach an, aber man kann ein Organteilchen nicht unpräpariert auf das Gerät legen und dann schneiden wie in der Fleischerei. Die winzigen Zellen würden zusammengeschoben oder zerrissen, die feinen Strukturen zerstört.

Zuerst muß eine Fixierung des Gewebes erfolgen, um Zersetzungsvorgänge zu verhüten, und dazu dienen verschiedene spezifische Flüssigkeiten, wie zum Beispiel Formalin-, Alkohol- oder Säuregemische. Danach wird das Gewebe eingebettet, das heißt mit bestimmten Substanzen durchtränkt, die zu einer festen, gut schneidbaren Masse erstarren — beispielsweise Paraffin, Zelloidin, Gelatine. Erst dann kann man es in dünne Scheibchen schneiden, auf den gläsernen Objekträger kleben und nach Entfernen der Einbettungsmasse weiter herrichten.

Die auf solche oder ähnliche Weise gewonnenen histologischen Präparate — Histologie wird die Gewebelehre genannt — sind aber noch farblos und lassen die Gewebestrukturen kaum erkennen. Daher behandelt man sie mit besonderen Farbstoffen, von denen es Tausende gibt, um diesen oder jenen Gewebebestandteil recht intensiv zu färben und deutlich zu machen. Nach der Färbung wird das Präparat mit einer erstarrenden Schicht überzogen und mit einem dünnen Deckglas vor Zerstörungen geschützt. Jetzt haben wir endlich die Möglichkeit, es unter dem Mikroskop zu betrachten.

Können wir aus der Haut fahren?

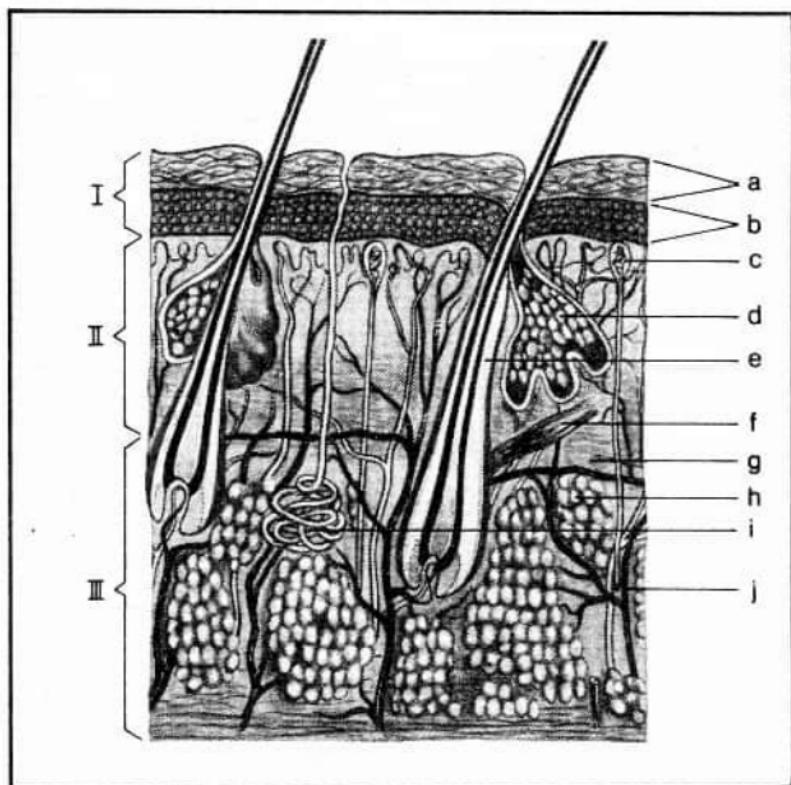
Als erstes wollen wir uns ein Stückchen Körperhaut ansehen, um dieses Organ in allen Einzelheiten untersuchen und seine lebenswichtigen Funktionen besser verstehen zu können. Den Wert und die Besonderheiten unseres elastischen Schutzhildes kannte schon der berühmte Arzt und Humanist Christoph Wilhelm Hufeland (1762—1836). Er erklärte bereits, daß wir unsere Haut nicht nur als einen gleichgültigen Mantel gegen Regen und Sonnenschein betrachten müssen, sondern als eines der wichtigsten Organe unseres Körpers, ohne dessen unaufhörliche Tätigkeit weder Gesundheit noch langes Leben bestehen kann.

Im Alltag hört man nicht selten einen verärgerten, ratlosen oder verzweifelten Menschen ausrufen: „Es ist, um aus der Haut zu fahren!“ Selbstverständlich bleibt es bei diesem Wunsch; denn etwas Derartiges vermögen zwar Schlangen, Flußkrebse oder Insekten, wenn ihnen ihr natürliches Kleid zu klein geworden

ist beziehungsweise wenn Gliederfüßer ihre Metamorphose durchmachen. Wir Menschen aber können in diesem wortwörtlichen Sinn unsere äußere Hülle nicht verlassen, die beim Erwachsenen eine Gesamtfläche von 1,5 bis 2,0 m² bedeckt und etwa ein Sechstel des Körpergewichts beträgt. Dennoch erneuert sich unsere Haut, unser „schönstes Kleid“, täglich, ja stündlich, ohne daß sie dadurch dünner wird.

Schnitt durch behaarte menschliche Haut

- I Oberhaut mit Hornschicht (a) und Keimschicht (b)
- II Lederhaut mit Tastkörperchen (c), Haarbalgdrüsen (d), Aufrichtungsmuskel (f) am Haarbalg (e) und Bindegewebe (g)
- III Unterhaut mit Fettgewebe (h), Schweißdrüse (i) und Blutgefäßen (j)

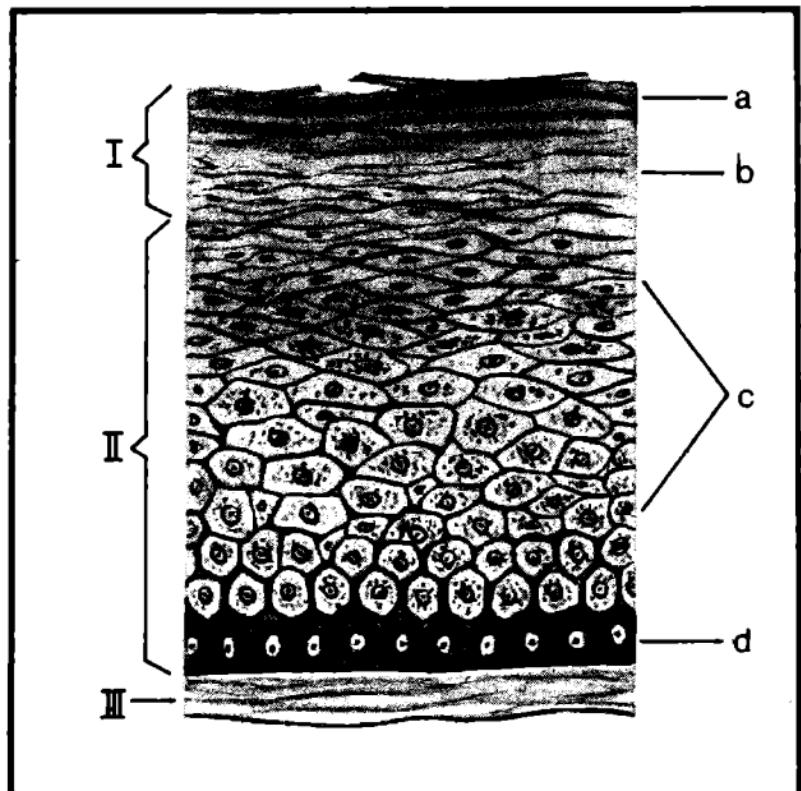


Ob das Hautpräparat vom Rücken, Gesicht oder Bauch, von einer Hand oder einem Fuß stammt, überall zeigt uns das mikroskopische Bild in mehreren Schichten übereinander gelagerte Zellen. Lassen wir die beiden tieferen Schichten, das Unterhautgewebe und die Lederhaut, zunächst unberücksichtigt, und betrachten wir die zur Außenwelt hin abschließende, blutgefäßlose Oberhaut oder Epidermis. Ihre 5 feinen Lagen erfüllen trotz unterschiedlicher Struktur letztlich alle die gleiche Aufgabe als Hautoberfläche und sehen daher auch annähernd gleich aus.

Als sogenanntes Deckgewebe haben die oberen Hautzellen keine sehr komplizierten Funktionen, dementsprechend ist ihre Form einfach. Sie liegen dicht an- und übereinander und sind an den Berührungsstellen abgeflacht.

Wenn wir die einzelnen Zelllagen der Epidermis, die insgesamt eine Dicke von knapp 0,5 bis 3 mm aufweist, genauer untersuchen, unterscheiden wir zwei Bereiche: zunächst die unten gelegene Keimschicht, in der sich die Hautzellen ein Leben lang vermehren. Durch dieses ständige Nachwachsen werden die älteren Zellen emporgehoben und immer mehr abgeplattet, wobei sie schließlich ihren Zellkern verlieren. Sie verhornten und sterben ab, um dann die oberste Lage, die Hornschicht, zu bilden. Streicheln wir einem lieben Menschen die Hand oder die Wange, so berühren wir trotz aller Wärme und Glätte genau genommen nichts Lebendes. Das Äußere unseres Körpers besteht in weiser Voraussicht der Natur aus toten Zellen, die wegen ihrer Unempfindlichkeit und Zähigkeit eine besonders gute Schutzhülle gegen verschiedene Umwelteinflüsse abgeben.

Diese verhornten winzigen Deckplättchen schilfern sich dauernd in unmerklichen kleinsten Schüppchen ab, werden Tag für Tag zu Millionen oder gar



Schnitt durch Oberhaut

- I Hornschicht mit je einer Lage verhornter (a) und in Verhornung begriffener (b) Zellen
- II Keimschicht mit kubischen bis zylindrischen Zellen (c) und einer Lage Zylinderzellen (d)
- III Bindegewebe

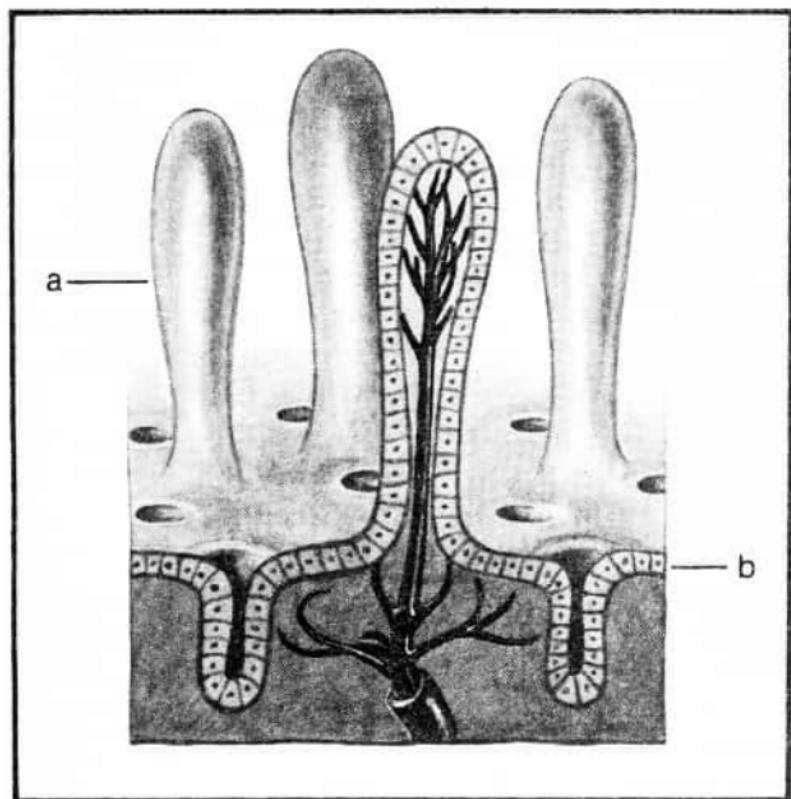
Milliarden abgerieben, abgegriffen, abgestoßen, abgewaschen oder abgebürstet, ohne daß wir deshalb um die Dicke und Dichte unseres ererbten Schutzanzugs bangen müssen. Folglich hat auch die immer noch kursierende Redewendung wasserscheuer Zeitgenossen „Vom Waschen wird nur die Haut dünn“ keine Basis und bleibt eine faule Ausrede. Eine reale und allgemeingültige Gewichtsangabe über den Verlust an verhornten Zellen läßt sich kaum machen, da

Alter, Körpergröße, Lebensgewohnheiten, Gesundheitszustand, Hauttyp, hygienische Ge pflogenheiten und anderes mehr darauf Einfluß haben. So schwanken auch diesbezügliche Schätzungen in der Literatur zwischen etwa 7 g je Tag und nur 20 kg im Laufe des Lebens.

Deckgewebe überzieht aber unseren Körper nicht bloß außen, sondern es kleidet ebenfalls innere Hohlräume des Organismus aus, wie beispielsweise das Innere des Darms. Hier hat es allerdings eine etwas andere Struktur als bei der Epidermis, weil die Aufnahme der Nährstoffe in den Körper (die Resorption)

Schnitt durch Dünndarmschleimhaut

a = Zotten zur Nahrungsaufnahme; b = einschichtiges Deckgewebe



nicht durch Verhornung oder mehrschichtiges Epithel verhindert oder verzögert werden soll. Daher zeigt uns das mikroskopische Bild in diesem Bereich des Verdauungskanals auch nur eine einzige Lage Deckgewebe.

Den Deckzellen sehen die Drüsenzellen sehr ähnlich. Der Naturwissenschaftler versteht hierunter gleich strukturierte spezifische Zellen oder hochproduktive Organe, die jeweils bestimmte Säfte, wie zum Beispiel Schweiß, Speichel, Magen- und Darmsäfte oder Hormone, bilden und nach außen oder in die Blut- beziehungsweise Lymphbahn absondern. Ein jeder weiß, daß Fische sich schlüpfrig und glitschig anfühlen. Diese Erscheinung bewirkt der Schleim, den einzellige Drüsen ausscheiden, die zwischen den Deckzellen der Fischhaut liegen. Wo sich viele der winzigen „Saftproduzenten“ zu einem Zellverband anordnen, wird die Drüse dem bloßen Auge sichtbar und manchmal so groß wie die Leber oder die Nieren. Jede der Drüsen mit ihren verschiedensten Formen

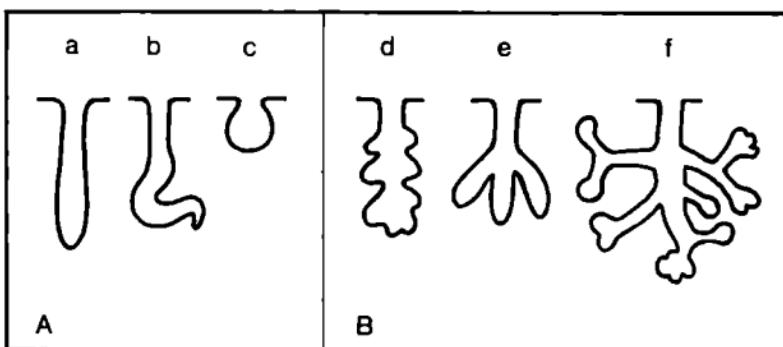
Schema verschiedener Formen von Drüsen mit äußerer Sekretion

A Einzeldrüsen

a = Dickdarmdrüse; b = Schweißdrüse; c = Talgdrüse

B Verzweigte Drüsen

d = Talgdrüse des Auges oder Brustdrüse; e = Magendrüse oder Tränendrüse; f = Speicheldrüse



gleicht einem kleinen chemischen Werk mit recht komplizierten Steuerungs-, Regelungs- und Produktionsprozessen, das trotz elektronischer Strukturanalysen und der Ergebnisse der modernen Biochemie und Molekularbiologie noch allerlei Fabrikgeheimnisse birgt.

Warum gibt es weiße, schwarze und gelbe Menschen?

Wenn wir hier nach den Ursachen der unterschiedlichen Hautfarben der Weltbevölkerung fahnden, sollen dabei krankheitsbedingte Hautverfärbungen außer acht bleiben, wie wir sie von der sogenannten Gelbsucht und sonstigen Erkrankungen kennen. Vielleicht wendet ihr ein, daß die Fragestellung nicht vollzählig ist, weil die „Rothäute“, die Indianer, fehlen. Die Hautfarbe der Indianer ist jedoch in Wirklichkeit mehr gelblichbraun. Die Bezeichnung Rothaut entstand infolge der zeremoniellen rotfarbigen Bemalung, welche die nordamerikanischen Indianer insbesondere trugen, wenn sie sich auf dem Kriegspfad befanden. Neben den drei Grundtypen Weiß, Schwarz und Gelb für die Hautfarbe eines Menschen gibt es zahlreiche Schattierungen oder Abstufungen, die aber die gleichen Ursachen haben.

Auf Jugendforen habe ich wiederholt gehört, daß Sonne und Hitze, die ja in Afrika beträchtlich intensiver sind als in unseren Breitengraden, diese Unterschiede bewirken müßten. Andere Jugendfreunde hielten dem entgegen, daß es in manchen Gegenden Indiens oder an anderen Stellen Asiens kaum kälter sei als im zentralen Afrika und die Menschen dort trotzdem nicht „schwarz wie die

Afrikaner“ aussehen. Diese Äußerung bringt uns schon der Erkenntnis näher, daß es nicht allein an der Sonne oder dem Klima liegen kann.

Das „Geheimnis“ der unterschiedlichen Hautfarben läßt sich in der Haut selbst aufspüren. Ihre Färbung hängt nämlich sehr stark von der Durchblutung ab und von dem Gehalt an Pigmenten, die uns der Große Duden als Farbstoffe oder Farbkörper verdolmetscht, während sie in der Medizin als Eigenfarben von Zellen und Geweben aufgefaßt werden. Bei dem Hautpigment handelt es sich in erster Linie um Melanin, das durch Oxydation aus farblosen Vorstufen gebildet und in Form feiner Melaninkörner von schwarzbrauner Farbe in der tiefen Schicht der Oberhaut eingelagert wird. Es stellt einen Schutz des Körpers gegen zu starke Belichtung beziehungsweise Bestrahlung aus dem ultravioletten Spektrum dar, das chemisch und biologisch sehr nachhaltig einwirkt. Bei wiederholter oder längerer intensiver Sonnenbestrahlung macht sich die Verstärkung dieses Schutzes durch Hautbräune bemerkbar. Rot- wie blondhaarige Menschen werden unter Sonneneinwirkung im allgemeinen schnell „rot wie ein Krebs“, erreichen aber weniger Schutzbräune und haben darum oft unter einem Sonnenbrand zu leiden. Demnach besitzen Asiaten wie Afrikaner seit Jahrtausenden entschieden mehr Pigment als Europäer.

Warum wird man rot vor Verlegenheit und blaß vor Schreck?

Daß für die Farbe unserer Haut auch die Durchblutung mit Hilfe ihrer vielen feinen Haargefäße in der Lederhaut eine Rolle spielt, habt ihr vielleicht

schon in einem Erste-Hilfe-Kursus beobachtet. Beim Üben der Esmarchschen Blutleere, die nach Unfällen an den Gliedmaßen manchmal für die Dauer des Verletztentransports zur Blutstillung nötig ist, wird zeitweilig der arterielle Zufluß durch Abschnürverband unterbunden. Dadurch kommt es, ebenso wie bei starkem Zusammenziehen aller Hautgefäße, zu einem deutlichen Erbllassen der betroffenen Körperpartie. Andererseits tritt eine Rötung ein, wenn sich die Gefäße stark erweitern. Letzteres sehen wir besonders deutlich an einem unter großer körperlicher Kraftanstrengung arbeitenden Menschen — bei ihm sind oft die Schläfenadern „geschwollen“, und er hat „einen roten Kopf“.

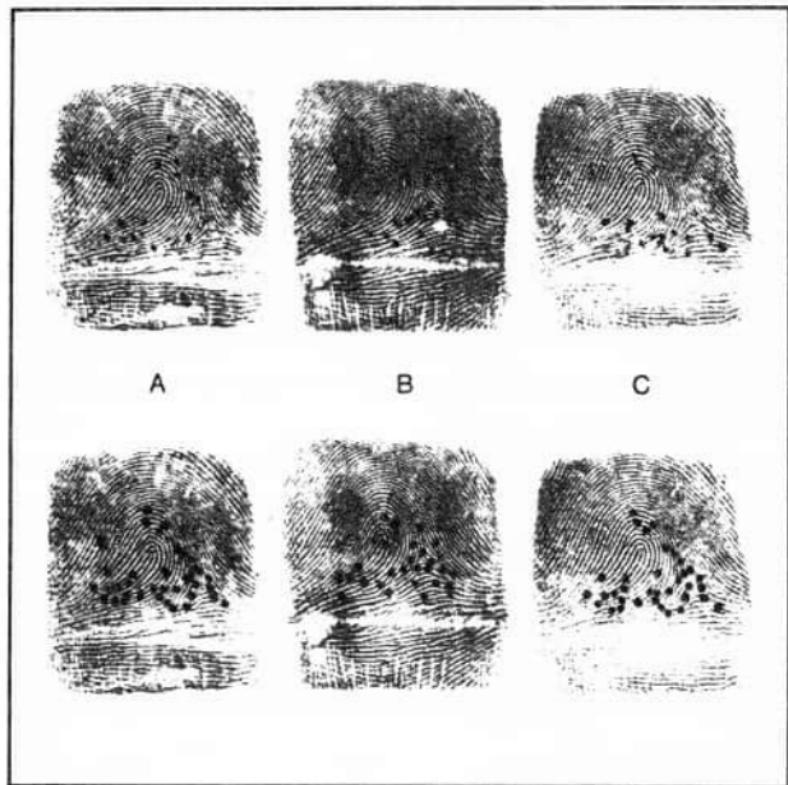
Das mit unserer Frage gemeinte Erröten ist ebenfalls auf eine vermehrte Blutfülle und Erweiterung der kleinen und kleinsten Arterien zurückzuführen, die wie sämtliche Gewebe mit dem Nervensystem verbunden sind. Folglich können alle Einwirkungen auf die Gefäßnerven zum Erröten oder Blaßwerden führen, nicht nur äußere wie ein Schlag auf die Wange, Abreibungen mit Schnee oder der Aufenthalt in einer Sauna. Psychische Empfindungen, beispielsweise freudige Erregung oder Schreck, Schamgefühl und Schuldbewußtsein, Gehemmtsein oder Zorn, vermögen genauso zum Ausdruck zu kommen.

Wer braucht einen Siegelring?

Niemand aus zwingender Notwendigkeit, werdet ihr sagen, und dem will ich aus unserer Sicht auch nicht widersprechen. Das war aber nicht immer so. Vielleicht besitzt noch jemand von euch ein solches Gebrauchs- und Schmuckstück oder ein Petschaft be-

ziehungsweise ein Uhrkettenanhängsel mit vertieft eingeschnittenem Monogramm in Spiegelschrift als Familienerinnerung und Erbstück. Uns allen ist die Redewendung geläufig, daß jemand „Brief und Siegel“ haben könne auf ein ernstes Versprechen oder eine Vereinbarung Schon im Altertum war es üblich, wichtige Dokumente zu siegeln, um damit eine Urkunde glaubwürdig zu machen und ihr Rechtskraft zu verleihen. Gesetze schützten die Siegel, und im Mittelalter wurden beispielsweise Fälscher von Siegeln lebendig gesotten; denn das Siegeln gehörte damals zu den Vorrechten der Herrschenden. Bedenken wir außerdem, daß das Schreiben in der Sklavenhaltergesellschaft wie im Feudalismus keineswegs Allgemeingut war, wird verständlich, daß man schon frühzeitig nach weiteren individuellen Möglichkeiten einer Beurkundung suchte, die über die „drei Kreuze“ als Ersatz für eine Unterschrift hinausgingen.

Was hat das aber mit unserer Haut zu tun, werdet ihr fragen. Die Antwort gaben schon vor rund 2500 Jahren die Assyrer. Der letzte bedeutende Herrscher des neuassyrischen Großreiches Assurbanipal (668–626 v. u. Z.) ließ in seiner Hauptstadt Ninive eine bedeutende Bibliothek mit Keilschrifttafeln anlegen. Unter den 20 000 aufgefundenen Tontafeln beinhalteten einige Verträge, die statt Unterschriften die Fingerabdrücke der Vertragspartner aufweisen. Daß dieses Signum beweiskräftig ist, wird jeder Kriminalist bestätigen. Seit Beginn unseres Jahrhunderts bedient man sich nämlich bei der Verbrechensbekämpfung der Daktyloskopie, des Fingerabdruckverfahrens, weil jeder Mensch sein eigenes Muster auf den Fingerbeeren trägt, das sich lebenslang nicht verändert. Jeder besitzt also von Natur aus seinen individuellen, unverkennbaren Siegelring, der ihn nichts kostet.



Fingerbeerenmuster

Bei genauer Betrachtung erkennt man, besonders an den Punktmarkierungen in der unteren Reihe, daß die Fingerabdrücke A und C gleich sind

Die übrige Innenfläche der Hand zeigt ebenfalls ungezählte Linien, Bögen und Wirbel verschiedenen Ausmaßes und unterschiedlicher Tiefe. Und weil auch diese Muster jeweils einmalig angeordnet sind und bleiben, nutzen ebenso gerissene wie gewissenlose Schwindler Abergläubiken und Unwissenheit ihrer Mitmenschen aus, um aus der Hand ihrer Opfer zu „lesen“, Prognosen und Diagnosen zu stellen. Wir lächeln darüber, aber die Zahl derer, die solchen Scharlatanen glauben, ist in vielen Ländern geradezu erschreckend hoch.

Demgegenüber beginnt sich aber auch ein neuer

Wissenschaftszweig zu entwickeln, über den unsere Presse erstmalig gegen Ende des Jahres 1975 informierte: die Dermatoglyphik. Sowjetische Genetiker, das heißt Forscher, die sich mit der Vererbungslehre befassen, haben einen Zusammenhang zwischen dem Hautmuster der Handflächen und Krankheiten entdeckt, die mit Veränderungen der Gene, der Träger der Erbinformation, einhergehen. Um hier Einzelheiten und Gesetzmäßigkeiten zu finden, werden im Rahmen eines Forschungsauftrags die Hautlinien und -muster schwangerer Frauen untersucht. Mitarbeiter des Laboratoriums für medizinische Genetik des Georgi-Golowatschow-Instituts in Leningrad meinen, daß ihre wissenschaftliche Tätigkeit ein weiteres Hilfsmittel liefern wird, mit dem sich Erbkrankheiten feststellen lassen, noch ehe sie in Erscheinung treten. In diesem Sinn ermöglicht also die Hand künftig doch gewisse Diagnosen.

Mit Haut und Haaren

„Rotkäppchen wurde von dem Wolf mit Haut und Haaren gefressen“, formulierte meine Mutter stets beim Erzählen jenes Märchens, um uns Kindern klarzumachen, daß das Mädchen in seiner Gesamtheit verschlungen wurde. Ebenso hört man, daß sich jemand „mit Haut und Haaren verschrieben“ hat, wenn zum Ausdruck kommen soll, daß er sich voll und ganz einer Person oder einer Sache widmet. Der Volksmund sagt uns also schon, daß Haut und Haar zusammengehören. Wer dann beispielsweise an der Grundausbildung zum Gesundheitshelfer teilnimmt — und diese Möglichkeit hat jeder interessierte Jugendliche ab 14. Lebensjahr bei guten schulischen Leistun-

gen —, findet in der Ausbildungsbroschüre des Deutschen Roten Kreuzes der DDR den Satz: „Außerdem gehören zur Haut noch die Anhangsgebilde: Haare, Nägel, Schweiß- und Talgdrüsen“*.

Als wir das Schnittpräparat durch behaarte Haut betrachteten, konnten wir feststellen, daß diese fadenförmigen Horngebilde schräg in die Haut eingepflanzt sind und aus deren Oberfläche hervorragen. Zu erkennen waren auch die beiden Bestandteile: der Haarschaft und die von dem Haarbalg umgebene Wurzel, die in einer zwiebelförmigen Anschwellung, der Haarzwiebel, endet. Hier wird nicht nur das Haar gebildet, sondern auch Pigment eingelagert, das zusammen mit dem Luftgehalt die Haarfarbe eines Menschen ergibt.

Die endgültige Haarfarbe läßt sich nicht vor dem zweiten Lebensjahr bestimmen, weil erst dann die Farbstoffbildung richtig einsetzt. Natürliche farbliche Abstufungen reichen von hell- oder weißlichgelb über rötlichgelb, mittelbraun, kastanienbraun bis zum tiefen Schwarz. Als Abweichung treten auch angeborene oder erworbene Veränderungen der Farben in Erscheinung. Sie können als Anlagen in der Familie beruhen und vererbt sein. Andererseits haben verschiedene Lebensbedingungen, wie Krankheiten, Alter, bestimmte Arzneimittel, berufliche und andere Umweltfaktoren, Vitaminmangel oder Hormonstörungen bleibenden oder vorübergehenden Einfluß. Pigmentmangel und vermehrte Lufteinlagerung lassen das Haar weiß werden.

Wer in den Spiegel schaut, erkennt die drei unterschiedlichen Arten unseres natürlichen Wärmeschutzes und Schönheitsattributs: die feinen Wollhaare im Gesicht, die außerdem an Rumpf, Armen und Beinen

* Grundlagen für den Gesundheitshelfer, VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1975, S. 62

vorkommen, die Kurz- oder Borstenhaare in Form von Augenbrauen, Wimpern sowie als Behaarung des Nasen- und Ohreingangs und schließlich die Langhaare auf dem Kopf, in den Achselhöhlen, als Scham- und Barthaare. Die Gesamtzahl der feinen elastischen Hornfäden eines Menschen erreicht etwa 100 000 bis 160 000, wovon der Kopf die meisten, der übrige Körper hingegen rund 20 000 Haare trägt. In Abhängigkeit von der Farbe findet man etwa 140 000 blonde, annähernd 110 000 braune, gut 100 000 schwarze oder ungefähr 80 000 rote Kopfhaare, die täglich 0,2 bis 0,3 mm wachsen. Daß Männer mit zunehmendem Alter oft wegen „Geheimratsecken“ oder gar noch größeren Haarverlusts Sorgen haben, weiß ihr sicher. Im Gegensatz dazu beobachtet man bei Indianern einen ausgesprochen üppigen Wuchs des Kopfhaars und niemals eine Glatze, dafür fehlt ihnen der Bartwuchs. Die Chinesen besitzen ebenfalls wenig Barthaare und keine Körperbehaarung. Für diese Erscheinungen gibt es noch keine einheitliche wissenschaftliche Begründung. Erwiesen ist jedoch, daß Kahlköpfigkeit mit dem Zugrundegehen der Haarzwiebeln zusammenhängt, und danach helfen auch keine Kopf- oder Haarwässer mehr.

Da diese elastischen Gebilde nur eine beschränkte Lebensdauer besitzen, findet ständig ein natürlicher Haarwechsel statt. Wimpern, von denen jedes Augenlidpaar etwa 90 bis 150 trägt, werden lediglich 4 bis 6 Wochen, Kopfhaare bis zu 4 Jahre alt. Demnach besteht kein Grund zur Besorgnis, wenn ihr in eurem Alter täglich annähernd 20 bis 40 (Erwachsene rund 40 bis 60) Haare verliert oder auskämmt; das sind normale Werte. Erhöht sich diese Menge oder bilden sich kreisrunde kahle Stellen, muß man umgehend einen Hautarzt zu Rate ziehen, um größeren Schäden vorzubeugen.

Wollen wir unseren schönsten Schmuck recht lange ansehnlich und duftig bewahren, so müssen wir schon ein wenig Zeit für die tägliche Haarpflege opfern. Vergessen wir nicht, daß erfolgreiche Haarkosmetik immer mit der Pflege der Kopfhaut beginnt. Nur wenn sie gut durchblutet wird, kann die Keimschicht gesundes Haar hervorbringen und erhalten. Folglich muß der Kopf gewaschen werden, sobald das Haar schmutzig ist. Das zweite Erfolgsrezept heißt regelmäßige, tägliche Pflege durch Bürsten und Kämmen einschließlich kurzer Massagen. Mädchen wie Jungen — speziell mit langen Frisuren — ist das Haarbürsten gegen den Strich zu empfehlen, das heißt vom Nacken zur Stirn; der Kopf soll dabei hängen. Unsere Urgroßmütter vererbten uns ihre Technik der 100 Bürstenstriche täglich — jeweils zu einem Viertel nach vorn, links, rechts und hinten gerichtet, und diese Methode hat sehr viel für sich.

Zu diesem haarigen Thema werden mir oft zwei Fragen gestellt, die aus der Beobachtung des Organismus herrühren: „Warum bekommt man eine Gänsehaut, und weshalb sträuben sich zuweilen die Haare?“ Wenn man friert oder erschreckt wird, bedeckt sich die sonst so glatte Haut in Sekundenschnelle mit zahlreichen Hügelchen, und „die Haare stehen zu Berge“, sie richten sich auf. Dieser Reflex- und Schutzmechanismus, der nicht unserem Willen unterliegt, verhindert vor allem eine weitere Wärmeabgabe, indem Nerven als Antwort auf den Reiz in Form von Kälte oder als Schreck das Zusammenziehen der winzigen Haarbalgmuskeln und somit das Haarsträuben veranlassen. So feinfühlig vermag unsere äußere Umhüllung auf wechselnde Gegebenheiten der Umwelt zu reagieren, weil das Nervensystem für alle Lebensprozesse verantwortlich ist und das Gleichgewicht zwischen Organismus und Umwelt reguliert.

Die Nägel schützen bekanntlich als feste Hornplatten die empfindlichen Finger- und Zehenspitzen. Sie werden von der Keimschicht des unter der Haut gelegenen Nagelbetts, der Nagelwurzel, gebildet, deren sichtbarer Teil das weißliche, gegen Druck und Stoß sehr empfindliche „Möndchen“ ist. Sie wachsen — an den Zehen etwas langsamer als an den Fingern — durchschnittlich annähernd 0,1 mm je Tag, so daß für den Zeitraum eines siebzigjährigen Lebens etwa 3,5 m veranschlagt werden.

Um ein Splittern der feinen Gebilde zu vermeiden, sollte man bei der wöchentlichen Nagelpflege statt der Schere eine Nagelfeile zum Kürzen benutzen. Als zweckmäßige Form wird im allgemeinen für die Fingernägel das Oval bevorzugt, wobei der freie Rand die Fingerkuppe bis zu 2 oder 3 mm überragt, wenn nicht die berufliche Tätigkeit ein geringeres Maß erfordert. Die Fußnägel dagegen sollen aus gesundheitlichen Gründen eine gerade oder Spatenform haben, ohne daß scharfe Ecken entstehen. Leider begegnen wir mitunter Zeitgenossen mit abgeknabberten Nägeln. So etwas wirkt nicht nur unschön, sondern es ist auch schädigend für den Betreffenden, der seine Fingerkuppen des natürlichen, notwendigen Schutzes beraubt, und im übrigen oft ein Anzeichen für psychische Unausgeglichenheit, die in vielen Fällen ärztlicher Behandlung bedarf.

Zwei Erscheinungen an den Fingernägeln werden mir immer wieder mit der Bitte um Rat und Abhilfe gezeigt: einmal die brüchigen oder rissigen Nägel, zum anderen die weißen Flecken oder Pünktchen auf den Nagelplatten. Die leichte Brüchigkeit kann verschiedene Ursachen haben, wie Erkrankungen der Schilddrüse, der Nerven, der Bauchspeicheldrüse oder ernährungsbedingter Mangel an Kalk, Eisen oder Vitaminen. Solche Schäden entstehen auch durch

Waschmittel, Pilzbefall und anderes. In jedem Fall werden aber die gemeinsamen Bemühungen von Hautarzt und Kosmetikerin eine schnellere Hilfe bringen als eigenes Experimentieren mit rezeptfreien Präparaten.

Die weißen Pünktchen sind nicht Glückszeichen, wie viele Leute immer noch glauben, sondern Luftbläschen in der Hornsubstanz zwischen Nagel und Nagelhaut, die infolge des reflektierten Lichts den weißen Farbeffekt hervorrufen, den wir schon beim Haar erwähnten. Meist handelt es sich um Folgen einer Verletzung bei unsachgemäßer, zu derber Nagelpflege (zum Beispiel nach zu kräftigem und zu schnellem, senkrechtem Zurückstoßen des Nagelhäutchens mit einem Metallinstrument), aber als Ursache kommen auch Infektionskrankheiten und andere krankhafte Störungen in Betracht. Wachsen also derartige Aufhellungen nicht wie gewöhnlich über die Fingerkuppe hinaus und entstehen trotz aller Vorsicht bei der Maniküre weitere Pünktchen, so bedarf diese Nagelerkrankung ebenfalls der ärztlichen Behandlung.

Auskunft in der Küche?

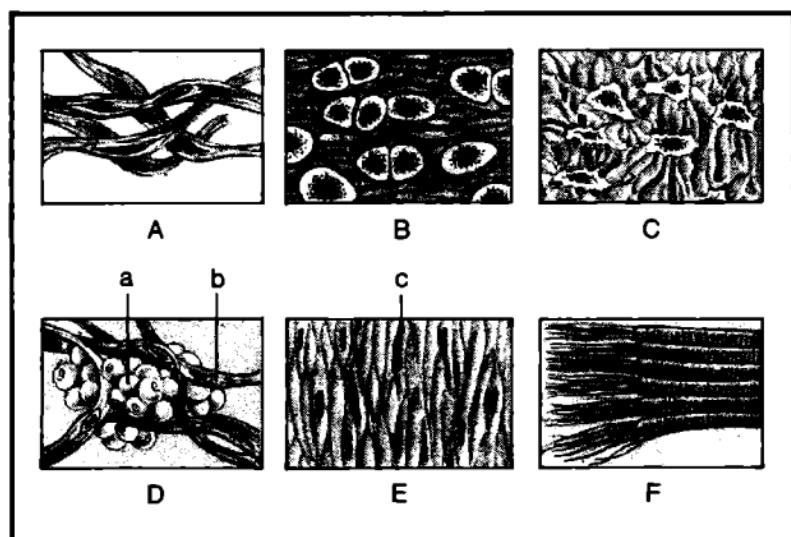
Ganz ernsthaft, ein Besuch in der Küche kann sehr lehrreich sein, speziell für die Kenntnis weiterer Bestandteile des Organismus. Wenn die Mutter einem Kaninchen oder einem Hasen im wahrsten Sinne des Wortes „das Fell über die Ohren zieht“, spannen sich zwischen dem Fleisch und dem Fell zahlreiche zarte Häutchen oder lamellenartige Fasern: das Bindegewebe. Neben der Funktion, die schon der Name erläutert, füllt es Lücken mit aus oder dient dem Körper

als Stütze. Im mikroskopischen Bild sehen wir sehr kleine, meist weitmaschig verteilte Zellen. Nicht sie selbst sind Bindegewebe oder Füllmasse, sondern die sie umgebende, teils von elastischen Fasern durchsetzte Zwischenzellsubstanz, die aus den Bindegewebzellen stammt.

Ähnliches finden wir auch bei den Knorpeln und Knochen, dem Stützgewebe des Organismus. Nicht die Knorpel- oder Knochenzellen als solche, sondern eine eiweißartige Knochengrundsubstanz, in die sie eingebettet sind und die ein reich verzweigtes Faser- netz besitzt, ergibt zusammen mit den etwa zu 90 Prozent aus phosphorsaurem Kalk bestehenden Einlagerungen die Härte und hohe Festigkeit.

Zell- und Gewebeformen

- A Bindegewebfasern
- B Knorpelgewebe
- C Knochengewebe
- D Fettgewebe; a = Fettzellen; b = Bindegewebfasern
- E Glatte oder Eingeweidemuskulatur (Längsschnitt); c = Zellkern
- F Quergestreifte oder Skelettmuskelfasern



Die Frage, durch welche Merkmale wir dicke Menschen von dünneren unterscheiden, beantwortet sich zwangsläufig aus der Tatsache, daß kein anderes Gewebe mit dem Grad seiner Entwicklung so stark und so offensichtlich die äußere Erscheinung beeinflußt wie das Fettgewebe. Es findet sich überall, wo noch etwas Platz vorhanden ist — zwischen den Muskeln, an den Eingeweiden und an vielen anderen Stellen, speziell aber unter der Haut. Die etwa 50 bis 120 μm großen, meist kugelrunden Fettzellen lassen bei mikroskopischer Betrachtung ein oder mehrere Fetttröpfchen erkennen, welche die Zelle fast ganz ausfüllen und das Zytoplasma sowie den Zellkern an die Wand drücken. Zwischen ihnen befinden sich ebenfalls elastische Bindegewebsfasern. Eine größere Fettansammlung, namentlich im Unterhautfettgewebe, nennt man in der Medizin Fettpolster. In normalen Maßen, aber möglichst nicht in Massen vorhanden, dienen die rund 10 Prozent des Gewichts erreichenden Depots als natürlicher Vorrat, als Wärme- und mechanischer Schutz sowie als Brennstoff- oder Energiespeicher für Zeiten starker Beanspruchung oder Krankheit.

Zurück zu unserem Stall- oder Feldhasen, aus dem in der Küche ein leckerer Braten entstehen soll und an dem wir dann nicht die Knochen und das Fett schätzen, sondern das Fleisch. In der Gewebelehre nennt man diesen Anteil Muskelgewebe oder Muskulatur. Wer beim Essen ein Stückchen gekochtes Fleisch näher betrachtet, es eventuell noch vorsichtig zerzupft, erkennt deutlich Fäden mit einem winzigen Durchmesser von etwa 0,05 bis 0,1 mm und einer unterschiedlichen Länge: die Muskelfasern, die keine Zellen, sondern Zellverbände sind. Fast ihr ganzes Plasma besteht aus feinsten Myofibrillen, die sich sehr rasch und stark verkürzen können. Diese spezielle

Fähigkeit kennzeichnet das Muskelgewebe. Die Verkürzung erfolgt um so intensiver, je länger die Muskelfasern sind, und beim Menschen besitzen sie Ausmaße von wenigen Zentimetern bis zu 12 cm.

Bei dieser Muskelart, die das Fleisch der Schlachttiere bildet, handelt es sich um die quergestreifte Muskulatur, die auch willkürliche oder Skelett-beziehungsweise Bewegungsmuskulatur genannt wird, weil wir sie unserem Willen entsprechend bewegen und durch Training stärken können. Viele solcher Fasern zusammengenommen sowie durch Bindegewebe verbunden, bilden ein kleines Muskelbündel, und viele Bündel ergeben einen Muskel, der überdies reichlich von Blutgefäßen und Nerven durchzogen wird. Da alle Fibrillen eines Muskels so angeordnet liegen, daß sie sich in der gleichen Richtung zusammenziehen können, summieren sich ihre Kräfte, was die bekannten beachtlichen Leistungen beim Sport und bei der körperlichen Arbeit ermöglicht.

Die Skelettmuskulatur zieht von einem Knochen zu einem anderen und bewegt bei Verkürzung die beiden gelenkig verbundenen Glieder gegeneinander. Für gewöhnlich beginnt und endet solch ein Muskel mit einer Sehne, die jeweils am Knochen befestigt, also angewachsen ist. Sie stellt nichts anderes dar als straffes Bindegewebe an den Polen der eigentlichen Muskelmasse, des Muskelbauches. So sind ihre Fasern auch sehr regelmäßig in Längsrichtung geordnet und von großer Festigkeit, was ein Zerreissen in der Zugrichtung des Muskels fast unmöglich macht. Der Vergleich mit einem Bindfaden drängt sich auf, weil dieser ebenfalls in Längsrichtung belastungsfähig bleibt, in Querrichtung hingegen mühelos auseinandergezogen oder aufgezupft werden kann.

Aus technischer Sicht läßt sich sagen, daß die Muskulatur zu den besten Kraftmaschinen gehört.

Ihre Ausdauer und Leistung kann man durch ständiges Üben erheblich steigern, und eine kleine Muskelverkürzung hat einen großen Bewegungseffekt zur Folge. Ein selbsttätiges Sich-wieder-Ausdehnen gibt es allerdings nicht, höchstens ein Erschlaffen des Verkürzungs- oder Arbeitszustandes. Deshalb besitzt praktisch jeder Muskel wenigstens einen Gegenmuskel, wofür nur einige Funktionsarten aufgeführt werden sollen: Heber und Senker, Beuger und Strecker, Schließer und Öffner. Wir finden also auch hier die höchste Spezialisierung auf die eine, vom Gewebe wie vom Organismus geforderte Leistung, gesteuert vom Nervensystem.

Das gleiche gilt für die weiteren Muskelarten des menschlichen Körpers: die glatte oder Eingeweide-muskulatur und die besonders gebaute Herz-muskulatur. Beide sind jedoch nicht unserem Willen unterworfen, sondern wirken ohne „Befehle“ des Menschen; die meisten dieser Muskeln arbeiten im wahrsten Sinne des Wortes Tag und Nacht ohne Pause und ermüden dennoch nicht, und es entsteht auch kein Muskelkater.

Auf die beeindruckende Funktion unserer Muskeln und die dabei ablaufenden Prozesse werden wir noch zu sprechen kommen. Bevor wir die letzten Bausteine des menschlichen Organismus betrachten, möchte ich euch zu einem kleinen Muskel-Quiz einladen:

Wieviel Muskulatur, wieviel Muskeln besitzt der Mensch? — Gehören zu den Armen oder zu den Beinen mehr Muskeln? — Wie groß ist etwa die tägliche menschliche Muskelarbeit? — Wieviel Wasser enthält der Muskel und wieviel Liter die gesamte Körpermuskulatur?

Laßt auch eure Freunde, eure Schulkameraden an diesem Miniwissenstoto teilnehmen oder stellt einmal eurer Familie solche Fragen. Ihr werdet dann ver-

mutlich erstaunt sein, welche Antworten ihr erhaltet und wie sehr sie mitunter von den realen Werten abweichen.

So, und nachdem ihr nun sicher schon eure eigenen Lösungen parat habt, wollen wir sie einmal mit dem vergleichen, was die Wissenschaft erforscht hat. Ungefähr 40 bis 45 Prozent der Gesamtmasse des menschlichen Körpers sind Muskeln, und ihre Zahl beträgt 639. Da die Arme 49 und die Beine 62 Muskelpaare besitzen, wird euch auch die Entscheidung bei der zweiten Frage kaum schwerfallen. Durchschnittlich leistet der Mensch eine tägliche Muskelarbeit von 200 000 kpm. Der Muskel enthält 75 bis 80 Prozent Wasser, und zu den 40 bis 50 l Wasser, die im menschlichen Organismus vorhanden sind, steuert die Muskulatur rund 22 l bei. Viel Erfolg und Spaß für eure erste Quizrunde in eigener Regie!

Nerven wie Stahl?

Hat nicht schon jeder in einer uns verunsichernden Situation einem ruhigen, besonnenen, konzentriert abwartenden oder arbeitenden Mitmenschen anerkennend zugerufen: „Du hast Nerven!“ Und sagen wir nicht ebenso, wenn das runde Leder über den Rasen fliegt, dem Torwart das Letzte abverlangend: „Der muß doch Nerven wie Stahl haben!“? Solche Äußerungen der Bewunderung für besondere Leistungen haben durchaus ihre Berechtigung. Gleichzeitig zollen wir damit auch bewußt oder unbewußt einem immer wieder imponierenden Wunderwerk der Natur Anerkennung — unserem Nervensystem. Aus dem Biologieunterricht wißt ihr, daß diese funktionelle Einheit der Gesamtheit des Nervengewebes einmal in

das Zentralnervensystem (häufig abgekürzt ZNS) mit dem Gehirn und dem Rückenmark und zweitens in das periphere Nervensystem (PNS) mit den Nerven und Ganglien (Nervenknoten) eingeteilt wird. Darüber hinaus gibt es noch zahlreiche weitere Systematisierungen, nicht zuletzt nach funktionellen Gesichtspunkten, die hier unberücksichtigt bleiben sollen.

Beschäftigen wir uns vielmehr kurz mit dem Aufbau des Nervensystems, um seine exakte Arbeitsweise, seine Vielseitigkeit und seine lebenerhaltende Ausdauer besser verstehen zu können.

Wenn wir auf unserer bisherigen morphologischen Rundreise durch den Organismus die einzelne Zelle als kleinstes lebendes Gebilde und winzigsten Baustein kennengelernt haben, sehen wir jetzt bei dem höchstentwickelten, kompliziert gestalteten Gewebe des Körpers etwas Neues. Fangen wir unsere Untersuchung beim Gehirn und beim Rückenmark an, so fällt uns zuerst auf, daß beide im wesentlichen aus riesigen Mengen von Zellen und Fortsätzen bestehen. Beim Betrachten des mikroskopischen Bildes möchte man kaum glauben, daß in dem wirr anmutenden Filz, den diese Zelleiber und ihre faserförmigen Fäden bilden, strengste Ordnung herrscht, daß jeder Fortsatz einen wohlbegündeten Verlauf nimmt und sein Ziel hat.

In dem menschlichen Gehirn, der Hauptzentrale solch edelster Gewebe, befinden sich schätzungsweise 30 bis 100 Milliarden oder mehr — allein in der Hirnrinde rund 10 Milliarden — Nervenzellen, die jeweils Verästelungen besitzen. Der Mediziner nennt die Grundbausteine oder Nerveneinheiten Neuronen. Ein Neuron umfaßt eine Nervenzelle mit ihren Fortsätzen und Endigungen. Hintereinandergeschaltete Neuronen bilden den Abschnitt einer Leitungsbahn

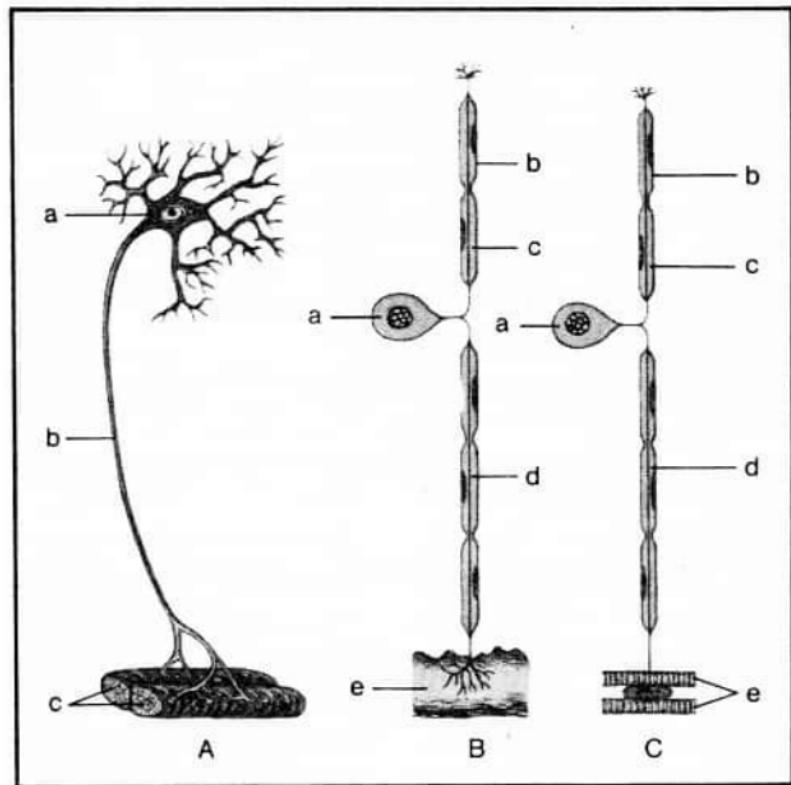


Zellen und Fäden des Nervengewebes im Rückenmark

innerhalb des Nervensystems. Bei den Hirn- und Rückenmarksnerven gibt es zwei unterschiedliche Arten solcher Einheiten.

Die den beiden zentralen Organen entstehenden Nerven führen zur Skelettmuskulatur als motorische Leitung, über die Ausführungsbefehle wie zum Zusammenziehen (Kontraktion) der Muskelfasern an den Bestimmungsort gelangen. Ein derartiges motorisches Neuron sieht sternförmig aus und besitzt mehrere kurze sowie einen langen Fortsatz, der sich in dem ausführenden Gewebe verzweigt.

Die zweite Neuronenart wird als sensibel bezeichnet. Sie ist in den von der Haut oder den Schleimhäuten ausgehenden, zum Gehirn oder Rückenmark



Neuronen

A Motorisches Neuron

a = Nervenzelle mit kurzen Fortsätzen; b = langer Fortsatz mit Verzweigungen in Muskelfasern (c)

B Sensibles Neuron

a = Nervenzelle; b = Markscheide; c = zentraler Fortsatz; d = peripherer Fortsatz mit Endbäumchen im Hauigewebe (e)

C Neuron der Tiefensensibilität

a = Nervenzelle; b = Markscheide; c = zentraler Fortsatz; d = peripherer Fortsatz mit Spindelzelle zwischen Muskelfasern (e)

ziehenden und dort endenden Nerven anzutreffen. Ihre Aufgabe besteht darin, Empfindungen, beispielsweise Berührung oder Geschmacksqualität, an das zentrale Zentrum zu vermitteln. Diese Neuronen

besitzen zwei spezielle Fortsätze, welche die Abbildung schematisch verdeutlicht.

Dem sensiblen Neuron im Aussehen wie in der Funktion sehr ähnlich ist eine weitere Form: das Neuron für die sogenannte Tiefensensibilität. Darunter versteht man das auch als Kraftsinn bezeichnete Gefühl oder Unterscheidungsvermögen, das, von den Reizempfängern in Muskeln, Sehnen und Gelenken ausgehend, der Zentrale komplex vermittelt wird. Physikalische und chemische Vorgänge wirken auf feinste Spindelzellen in der Tiefe dieser Organe ein und rufen dort eine Erregung hervor, die über Nervenbahnen zum Kleinhirn gelangt.

Viele Nervenfasern, die übrigens eine Länge von 1 oder gar 1,5 m erreichen, sind von einer Hülle — der Markscheide — umgeben, die fettähnliche Stoffe und Eiweiße enthält, wodurch die Nerven ihr weißliches Aussehen bekommen. Die Farbe hat jedoch nichts mit dem Inhalt zu tun; denn Nerven weisen meist motorische wie auch sensible Leitanteile auf.

Diese kurze Strukturanalyse hat uns den keinesfalls einfachen Aufbau des Nervensystems gezeigt, das bewußt oder unbewußt — stets jedoch verantwortlich — alle Lebensprozesse steuert, die im ständigen Wechselspiel zwischen Organismus und Umwelt ablaufen. Aus einer derart umfangreichen Aufgabe, die das Aufnehmen von Reizen positiver wie negativer Art, das Weiterleiten der dadurch hervorgerufenen Erregungen und deren Verarbeiten umfaßt, kann man schlußfolgern, daß die gesamte Nerventätigkeit nicht weniger kompliziert ist.

Der Anstoß zu einer Bewegung wird schon bei der einzelligen Amöbe durch das Protoplasma weitergegeben. Berührt man ein Scheinfüßchen unsanft, so zieht das Urtierchen es zusammen mit den benachbarten fußähnlichen Gebilden zurück, weil die Be-

rührung an einer Stelle durch den Zellkörper weitergeleitet wird und eine Protoplasmaveränderung bewirkt. Diesen Vorgang bezeichnet man als Erregungsleitung, wie wir sie soeben bei den Nerven kennengelernten. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung ist im menschlichen Körper außerordentlich hoch; sie kann bis zu 120 m/s erreichen.

Etwas komplizierter oder differenzierter sind die Reaktionen unserer „fünf Sinne“, des Gesichts-, Gehörs-, Geschmacks-, Geruchs- und Tastsinns. Während das Protoplasma einer Amöbe durch verschiedenste äußere Einwirkungen, wie beispielsweise starkes Licht, chemische Reize, die angeführte Berührung und ähnliches, erregt werden kann, tritt bei den Sinneszellen diese ursprüngliche, allgemeine Erregbarkeit gegenüber speziellen Reizen zurück. Die Sinneszellen in unserem Auge sprechen in erster Linie und gesteigert auf Licht, die Hörzellen im Ohr auf Schallwellen, die Riehzellen in der Nase auf gewisse chemische Einwirkungen usw. an, und jede dieser Zellen leistet als „Spezialist“ auf ihrem Gebiet mehr als die eine einzige Zelle der Amöbe. Für sich allein wären sie sinnlos, aber so erfüllen sie in unserem Organismus als Mittler zwischen Außenwelt und innerem Erleben jede auf bestimmte Weise ihre Aufgabe. Einseitigkeit ist in diesem Fall demnach kein Fehler, sondern etwas Nützliches, da sie einem höheren Ganzen dient.

Um auf unsere eingangs gestellte Frage zurückzukommen: „Eiserne Nerven“ oder „Nerven aus Stahl“ sind zwar eine beliebte Redewendung, aber nicht Gegenstand der ärztlichen Praxis. Hingegen werden wir es wahrscheinlich in absehbarer Zeit erleben, daß andere Metalle oder Legierungen in den Schatz unserer „geflügelten Worte“ Einzug halten.

Anfang der sechziger Jahre verbreitete sich wie ein

Lauffeuer die Nachricht von dem Experiment des Moskauer Professors Ognew mit einer Nervenprothese und ließ Verletzte hoffen. Dieser Forscher ging von der Überlegung aus, daß man infolge von Kriegsverletzungen, Unfällen und ähnlichem durchtrennte Nerven, durch die im gesunden Zustand bei jeder Erregung bioelektrische Ströme laufen, mit feinsten metallischen Leitern überbrücken könnte, um die „unterbrochene Stromleitung“ zu schließen und so die ausgefallene Körperfunktion wiederherzustellen. In zahlreichen Tierexperimenten ersetzte er operativ entfernte Nervenabschnitte durch feinste Tantal- oder Platindrähte, dünner als ein Menschenhaar. Der Versuch gelang an Nerven, die Prozesse im Herzen, in der Lunge und in der Bauchhöhle steuern. Ein anderer Hundevorschlag, bei dem die gleiche Prothese für ein Stück des Ischiasnerven eingefügt wurde, brachte ein ebenso vollkommenes Ergebnis. Der Hund konnte seine Hinterbeine ohne die geringste Veränderung wie jeder andere seiner Artgenossen bewegen. Damals erklärte der erfolgreiche Wissenschaftler: „Es ist unser Ziel, verschiedene Nerven, darunter die des Gesichts und des Gehörs, ja sogar die winzigen Nerven des Rückenmarks und auch Sehnerven durch Prothesen ersetzen zu lernen. Wir haben entsprechende Versuche begonnen, aber es ist noch zu früh, von Ergebnissen zu sprechen. Es steht jedoch schon heute fest, daß die in unserem Labor angestellten Experimente der Medizin weitreichende Perspektiven eröffnen.“*

Rund 15 Jahre später, in der zweiten Hälfte der siebziger Jahre, konnte die sowjetische Nachrichtenagentur Nowosti melden, daß es bereits bei Dutzenden Operationen in der Hals-Nasen-Ohren-Klinik

* Zitiert nach: Karel Hemzal, *Der Angriff auf den Tod*, Verlag Kultur und Fortschritt, Berlin 1963, S. 55

der II. Moskauer Medizinischen Hochschule gelungen ist, funktionsuntüchtige Gesichtsnerven durch Tantalprothesen voll zu ersetzen. Wer bedenkt, daß die Betroffenen damit das Mienenspiel wiedererhielten — Ausfall von Gesichtsnerven bewirkt ja Starre von Gesichtsmuskeln —, der ahnt vielleicht, was hier Großes vollbracht wurde. Für das Tantal entschieden sich die Ärzte wegen seiner vortrefflichen Leitfähigkeit sowie der günstigen Eigenschaft, gegenüber dem menschlichen Gewebe nicht toxisch, das heißt organisch ungiftig, zu sein. Daß eine solche Operation ein hohes chirurgisches Können und große Fingerfertigkeit erfordert — trotz oder gerade wegen der Zuhilfenahme von speziellen Operationsmikroskopen, brauchen wir hier nicht weiter zu erörtern.

Ist Zelltod stets lebensbedrohlich?

Wir konnten bisher feststellen, daß Arbeitsteilung zu einer speziellen Formgebung der Zellen geführt hat, die jeweils bestimmten Aufgaben gerecht werden, sich dabei auch abnutzen und schließlich zugrunde gehen. Bei manchen Zellformen findet die zunehmende Abnutzung einen sichtbaren Ausdruck, wie wir ihn schon bei den Oberhautzellen beobachtet haben, die täglich großen Beanspruchungen ausgesetzt sind. In weit geringerem Tempo werden in die Nervenzellen alternder Menschen dunkle Körnchen und Schollen abgelagert, die sich immer mehr ausbreiten und das lebenskräftige Protoplasma verdrängen, bis die Zellen schließlich den Dienst versagen.

Das bedeutet jedoch nicht generell, selbst nicht beim Ausfall einer größeren Anzahl Zellen, daß dadurch lebensbedrohliche Zustände oder die Gesamt-

funktionsminderung eines Organs eintreten müssen. Wissenschaftler führen als Beispiel dafür das menschliche Gehirn mit seinen Milliarden Nervenzellen an, von denen der alternde Mensch annähernd eine Milliarde einbüßt, ohne daß Sechzig- bis Siebzigjährige allein dadurch in ihren geistigen Leistungen beeinträchtigt werden. Sie vermuten in diesem Zusammenhang, daß unser Gehirn mit wenigstens 30 Prozent Neuronen zuviel bedacht ist, daß die Natur geradezu verschwenderisch damit umging. Außerdem besagen die Ergebnisse moderner Hirnforschung, daß die Gehirnkapazität des Menschen unserer Tage erst zu etwa 25 Prozent ausgenutzt ist. Ihr werdet sicher erleben, wie man im Verlauf kommender Jahrzehnte diese nahezu unvorstellbaren Möglichkeiten auszuschöpfen lernt, und aus weiteren Erkenntnissen der Wissenschaft auf diesem Gebiet Nutzen ziehen.

In einem Zellverband wie in einer Zelle der bisher vorgestellten Typen ist alles auf ein geordnetes Zusammenspiel der Teile abgestimmt und verläuft trotz der Vielfalt nach sogenannten Zellzyklen. Dazu gehört auch die begrenzte Lebensdauer solcher Zellen; denn unter den natürlichen Bedingungen im Dienst des Organismus ist ihr Geschick die Abnutzung und letztlich der Verbrauch. Die Gesamtheit dieser Zellen mit einseitiger Leistung und begrenzter Lebensdauer nennt man Körperzellen (Somazellen).

Für eine andere Art von Zellen gilt das Gesagte jedoch nicht — für die Keimzellen. Sie bewahren die der Eizelle eigentümlichen, vielseitigen Fähigkeiten und werden zu Keimzellen der nächsten Generation, wobei wir hier die weibliche Eizelle und die männliche Samenzelle als Einheit auffassen. Geht dann bei der geschlechtlichen Fortpflanzung aus dem befruchteten Ei ein neues vielzelliges Lebewesen hervor, so entwickeln sich die meisten Zellen wiederum zu Kör-

perzellen. Ein Teil von ihnen wird aber gleichsam zurückgestellt, bleibt ursprünglich und überträgt die lebende Materie von Generation zu Generation. Unser Bewußtsein ist jedoch an die Nervenzellen gebunden und findet mit diesen in der Stunde des Todes sein natürliches Ende.

Sind Knochen biegSAM?

Uns ist bereits bekannt, daß sich mehrere Gewebe für besondere Arbeitsleistungen zu einem Organ von bestimmter Gestalt zusammenschließen. Diese Bezeichnung für eine funktionelle Einheit des Körpers leitet sich von dem griechischen Wort „organon“ und dem lateinischen „organum“ her, die beide zu deutsch Werkzeug bedeuten. Wir haben auch schon davon gesprochen, daß mehrere Organe mit einer übergeordneten Aufgabe, zum Beispiel der Verdauung, ein Organsystem bilden. Um das Leben des Gesamtkörpers zu verstehen, gibt es keinen anderen Weg als das Studium seiner Teile, ihrer Funktionen und ihrer Arbeitsweise einschließlich ihres Zusammenspiels — so wie man eine Maschine kaum begreifen wird, wenn man sich nicht mit ihren Bestandteilen und deren Zusammenwirken vertraut macht.

Sehen wir uns als erstes die Organe an, die härter, trockener und spröder erscheinen als alle anderen und die so außerordentlich zweckmäßig konstruiert sind: unsere Knochen, das Gerippe unseres Körpers. Die Gesamtheit der Knochen nennt man auch Skelett — nach dem griechischen Wort „skeletos“, das „ausgetrocknet“ bedeutet. Mit den Bezeichnungen Gerippe oder Skelett verbindet sich bis in unsere Tage die Symbolik des Todes, die den Knochen- oder

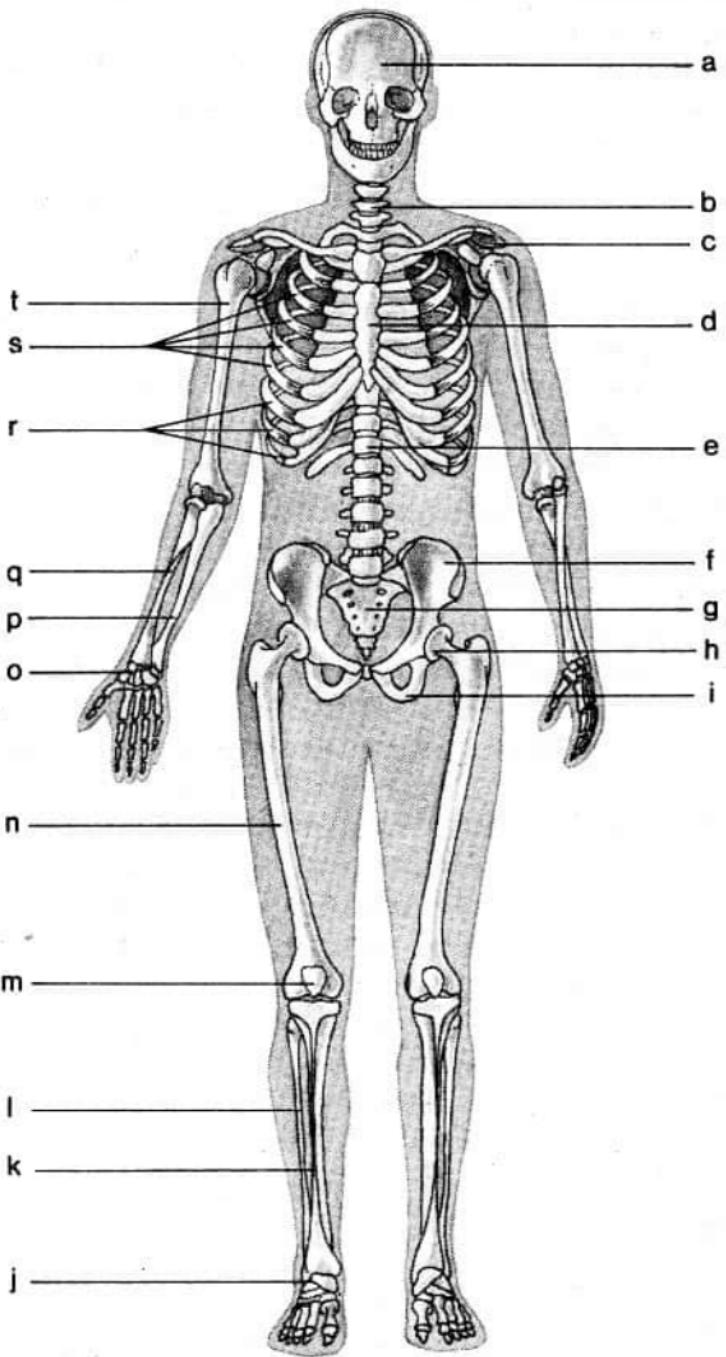
Sensenmann einschließt. Wir wollen aber nicht auf einen Rummelplatz gehen und auf der Geisterbahn fahren, wo einem eventuell noch so ein Schreckgespenst begegnet, sondern uns dieses wichtige Organ- system etwas genauer betrachten.

Die Frage, ob Knochen biegsam sind, wird man zunächst verneinen; denn Knochen müssen hart sein und eine hohe Widerstandsfähigkeit besitzen. Das liegt in ihrer Aufgabe begründet, dienen sie doch dem Körper als Gerüst und Stütze sowie teilweise als Schutz. Dementsprechend ist Knochengewebe das härteste und festeste des menschlichen Körpers. Während der knöcherne Brustkorb unseren „Lebensmotor“ Herz und die Lungen schützt, bietet die Schädelkapsel einen sehr wichtigen Schutz für das von ihr umschlossene Gehirn, unsere Kommandozentrale. Ohne sie wäre es jeder Kleinkinderfaust ein leichtes, einen Riesen zu erschlagen, da das Gehirn keinen groben Stoß oder harten Schlag verträgt. Ohne sie hätten also auch nie die Märchen entstehen können, in denen es nur ganz besonders mutigen, geschickten und listenreichen Helden gelingt, die geplagten Menschen von einem solchen Unhold zu befreien.

Die meisten Knochen sind aber in erster Linie Stützorgane. So würde der menschliche Körper in sich zusammenbrechen, wenn er kein Rückgrat besäße. Es besteht aus 33 oder 34 Einzelknochen, den Wirbeln, worunter sich 7 Hals-, 12 Brust-, 5 Lenden- und

Knochengerüst des Körpers

a = Schädel; b = Halswirbel; c = Schlüsselbein; d = Brustbein; e = Wirbelsäule; f = Hüftbein; g = Kreuzbein; h = Gelenkkopf des Oberschenkelknochens; i = Sitzbein; j = Fußgelenk; k = Schienbein; l = Wadenbein; m = Knie scheibe; n = Oberschenkelknochen; o = Handgelenk; p = Elle; q = Speiche; r = „falsche“ Rippen; s = Rippen; t = Oberarmknochen



5 Kreuzwirbel sowie 4 oder 5 Steißwirbel befinden, die insgesamt das Achsenskelett des Rumpfes bilden. Da die einzelnen Wirbel nicht unmittelbar, das heißt Knochen an Knochen, sondern durch Vermittlung dicker Bindegewebsscheiben, der Zwischenwirbel- oder Bandscheiben, aneinandergefügt sind, hat unsere Wirbelsäule ihre Beweglichkeit. Ohne diese elastischen Puffer und Druckverteiler müßten wir uns immer so gerade halten, als wenn wir einen Stock verschluckt hätten. Getragen wird die Wirbelsäule und damit der Körper durch Vermittlung der Beckenknochen von den Beinen. Diese sind durch langgestreckte Knochen gestützt und in den Gelenken beweglich, ähnlich wie unsere Arme, an denen wir den Oberarm- und die beiden Unterarmknochen sowie die Handwurzel-, Mittelhand- und Fingerknochen meist gut abtasten können. Erwähnen wir ein weiteres Mal den Brustkorb, zu dem neben der Brustwirbelsäule das Brustbein und die 12 Rippenpaare gehören, die auch bei der Atmung eine wichtige Rolle spielen, dann haben wir schon die wesentlichsten Bestandteile des Skeletts kennengelernt — jedoch noch nicht seine Eigenschaften.

Wie gesagt, die Knochen sind hart, aber sind sie nur das? Um diese Frage zu beantworten, können wir mit einfachen Mitteln in der Schule oder zu Hause ein interessantes Experiment durchführen.

Legen wir beispielsweise den Knochen einer Broilerkeule für längere Zeit in ein Marmeladenglas mit verdünnter Salzsäure. Die Säure löst den Kalk auf, und man sollte annehmen, daß der ganze Hühnerknochen wie ein Stückchen Würfelzucker im Wasser zergeht. Dem ist aber nicht so: Die Form unseres Broerknochens bleibt unverändert erhalten; denn er besteht nicht aus Kalk oder Phosphat allein, sondern aus einer Bindegewebsmasse, in die jene Salze

eingelagert sind. Nachdem die Salzsäure den Kalk herausgelöst hat, ist diese Masse so weich, daß man den Knochen ohne große Kraftanstrengung mit zwei Fingern biegen kann, und elastisch wie Gummi, so daß er beim Nachlassen des Fingerdrucks augenblicklich wieder seine frühere Gestalt annimmt.

Einen zweiten Knochen legen wir in die Glut eines Ofens oder glühen ihn mit einem Bunsenbrenner aus, bis alle Bindegewebsmasse zerstört ist. Den Kalk vermag die Hitze nicht zu vernichten, hier erhält sich nicht nur die Form, sondern auch die Härte; aber der Knochen ist so spröde geworden, daß er sich mühelos zwischen zwei Fingern zerbröckeln, ja pulverisieren läßt. In diesem Fall bleibt demnach nur noch Knochenasche oder Knochenerde übrig, die im wesentlichen aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk sowie Magnesiumphosphat besteht.

Die innige Durchdringung der elastisch weichen Grundmasse, des leimähnlichen Gerüsteweißes, mit dem spröden, aber festen Kalk macht die Knochen elastisch und hart zugleich. Das verleiht ihnen ihre besondere Eignung als Stützorgan des Körpers. Entsteht jedoch eine krankhafte Verschiebung des normalen Mischungsverhältnisses jener zwei biologischen Komponenten wie bei der einst nicht seltenen englischen Krankheit der Kleinkinder, der Rachitis, dann kann das sichtbare Verunstaltung zur Folge haben. Bei längerer Dauer einer solchen Störung des Phosphatkalkstoffwechsels beugen sich zum Beispiel unter der Last des Körpers die Beine zu O- oder X-Beinen, es kommt zu Wirbelsäulenverbiegungen, Brustkorb- und Beckenverformungen und ähnlichem. Schrumpft schließlich im höheren Lebensalter der bindegewebige Anteil der Knochen, werden diese mit der Zeit spröder, und schon ein leichter Sturz kann zu folgeschweren Brüchen führen.

Moderne Technik beim Knochenbau

Wieso modern, mag da jemand fragen, das menschliche Skelett ist doch so alt wie der Mensch selbst, der seit 3 Millionen Jahren aufrecht geht. Dem soll nicht widersprochen werden, und dennoch hat diese These ihre Berechtigung. Überall in der belebten Natur, bis in die Knochen hinein, besteht das Problem, zwischen widerstreitenden Bedürfnissen den richtigen Ausgleich zu finden. Die Knochen unserer Beine beispielsweise müssen eine genügende Festigkeit besitzen, um den Körper zu tragen. Je massiger die Natur sie aber schafft und je mehr Kalk sie zu ihrer Härte und Stabilität hineinlegt, desto schwerer werden sie, desto mehr behindern sie den Organismus durch ihre Last. In einer ähnlichen Zwickmühle befindet sich ein Baumeister, der etwa einen von Pfosten oder Säulen getragenen breiten Balkon zu errichten hat. Diese Stützpfeiler müssen so stark sein, daß sie die größte Belastung aushalten. Je mehr Eisen- oder Stahlbeton man dabei verwendet, desto teurer werden sie, und das erfreut nicht immer den Auftraggeber...

Die Statiker wissen aber schon lange, daß eine hohle Säule fast ebensoviel Gewicht tragen kann wie eine massive von derselben Dicke, wenn nur die Wandstärke ein gewisses Maß nicht unterschreitet. Sie werden folglich bei der Konstruktion des Balkonbaus den beiden widerstrebenden Anforderungen durch Verwenden von Hohlsäulen am besten gerecht. Bereits Millionen Jahre vor dieser Erkenntnis oder Erfindung des Menschen verfuhr die Natur nach dem gleichen vorteilhaften Prinzip, das sie uns immer noch demonstriert. Sehen wir auf die schwankenden Halme eines Kornfelds oder auf das Schilfrohr an einem See, auf dem sich oft kleine Vögel wiegen. Solche Stiele und Stengel vermögen eine erstaunliche Last zu tra-

gen, ebenso wie die langen Knochen in unseren Beinen, die hohl sind gleich den Säulen des Baumeisters und die derart geringes Gewicht und geringen Materialbedarf mit großer Tragfähigkeit vereinen.

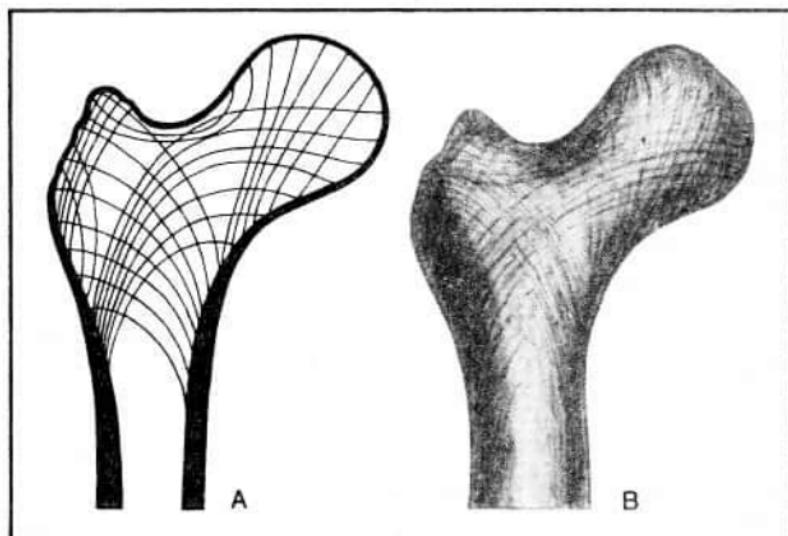
Wenn eine Säule nicht von oben, sondern einseitig belastet wird, wie das etwa bei einem Kran geschieht, wird sie bekanntlich in ihren inneren Teilen sehr ungleich, aber nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten beansprucht. Man spricht dann von sogenannten Zug- und Drucklinien, deren Belastung groß ist, während dazwischen befindliche Teile nicht belastet werden. Der Konstrukteur eines Krans verfährt also sinnvoll, wenn er die Streben in der Richtung der Zug- und Drucklinien anbringt und die dazwischenliegenden Partien ausspart.

Ähnliche Verhältnisse bestehen in der Feinstruktur am oberen Ende des Oberschenkelknochens, der durch die Körperlast einseitig beansprucht wird. Diese

Zug- und Drucklinien im Oberschenkelknochen

A Verlauf der Zug- und Drucklinien

B Dementsprechende Richtung der Knochenhälkchen



Entdeckung ist jedoch erst rund 100 Jahre alt, und wir verdanken sie zwei befreundeten Zürcher Wissenschaftlern, die oft über ihre Forschungsprobleme diskutierten. Der Anatom Georg Hermann von Meyer (1815–1892) sah in einem längs aufgesägten Oberschenkelknochen, daß die hier das Innere durchziehenden Knochenbälkchen in mehreren Richtungen und sich eigentlich überkreuzend verliefen. Zusammen mit seinem Freund, dem Mathematiker und Brückenbauingenieur Karl Culmann (1821–1881), fand er bestätigt, daß die Richtung jener Knochenbälkchen genau mit der der Zug- und Drucklinien übereinstimmte. Seine bahnbrechenden Forschungsergebnisse und weiteren Entdeckungen der feineren Architektur der Knochen legte er 1873 in der aufsehenerregenden Arbeit „Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes“ sowie in nachfolgenden Werken dar. Übrigens waren seine Erkenntnisse aus dem Jahre 1858 auch Ausgangspunkt einer allgemeinen Reform der Fußbekleidung im Sinne eines fußgerechten Schuhwerks.

Der Oberschenkelknochen ist außerdem mit einer Fähigkeit ausgestattet, die ein Techniker für eine Maschine nicht einplanen kann. Bricht bei einem Unfall die Gelenkkugel ab und wächst danach der Knochen nicht mehr genau so zusammen, wie er vorher geformt war, so daß er beim Gehen anderen Druck- und Zuglinien ausgesetzt wird, dann erfolgt ein innerer Umbau der Bälkchen in Richtung der neuen Beanspruchung. Dieser Tatsache, daß der lebende Organismus als Ganzes wie in seinen Teilen Anforderungen in zweckmäßiger Weise nachkommt, das heißt im Sinne bestmöglicher Leistung reagiert, begegnen wir immer wieder in unserem Körper.

Noch ein letztes Wort über Maximalwerte von Kraft oder Gewalt, denen der Organismus im tägli-

chen Leben oder bei Unfällen ausgesetzt sein kann. Anatomisch-physiologische Untersuchungen haben ergeben, daß beispielsweise das Einwirken von Zuglasten auf die Unterarmknochen bei der Speiche erst in einer Größenordnung von 150 kp, bei der Elle von 330 kp nach einer Dehnung von 5 bis 8 mm zum Zerreißen des Knochens führt. Beim Oberarmknochen beträgt diese Belastbarkeit annähernd 410 kp. Für die Druckbelastung in der Längsrichtung des Knochens fanden sich nicht minder beachtliche Größen. So splittert oder bricht die Speiche erst beim Einwirken von rund 330 kp und der Halsteil des Oberschenkelknochens von mehr als 800 kp, während die Beinknochen des Menschen, speziell das Schienbein, noch einer Belastung von 1000 kp (oder dem Einwirken von 20 z) standhalten können. Das sollte jedoch niemanden dazu verleiten, seine Knochen mutwillig über Gebühr zu strapazieren, auch wenn Knochenbrüche in jungen Jahren schnell heilen.

Warum wir uns bewegen können...

Wenn ich an das erste Jahr meines Medizinstudiums zurückdenke, fällt mir das Zitat ein, das uns unser Anatom zu Beginn seiner Vorlesungen als Vermächtnis eines Fachkollegen auf den Weg gab. Es stammt von dem Heidelberger Anatomen und Physiologen Friedrich Tiedemann (1781–1861) und lautet: „Ärzte ohne Anatomie gleichen den Maulwürfen. Sie arbeiten im Dunkeln, und ihrer Hände Tagewerk sind — Erdhügel.“

Jung und übermütig, wie wir Studenten damals waren, nahmen wir die Worte aus dem Munde eines

weitbekannten Ordinarius zwar mit ehrfurchtsvoller Miene entgegen, erkannten aber die volle Wahrheit meist erst in späteren Jahren. Anfangs wollten wir an diesem großen Fachgebiet schier verzweifeln, weil das menschliche Skelett gar so viele Knochen hat. All die 222 oder 223 großen wie kleinen Teile des Geripps soll der Mediziner kennen, er muß ihre Namen lernen einschließlich sämtlicher Ebenen, Kanten und besonderen Punkte. In solch einer Situation fragt man sich, ob die Natur nicht unseren Stützapparat aus einem Guß hätte machen können. Ihr braucht jetzt aber nicht zu befürchten, daß ich alle Knochen aufzähle. Ich will nur daran erinnern, daß „viele Wege nach Rom führen“, daß die Natur mit ihren fast unbegrenzten Möglichkeiten auch Stützskelette aus einem Guß geschaffen hat, die für uns immer erklärlicher werden und keine Wunder mehr darstellen.

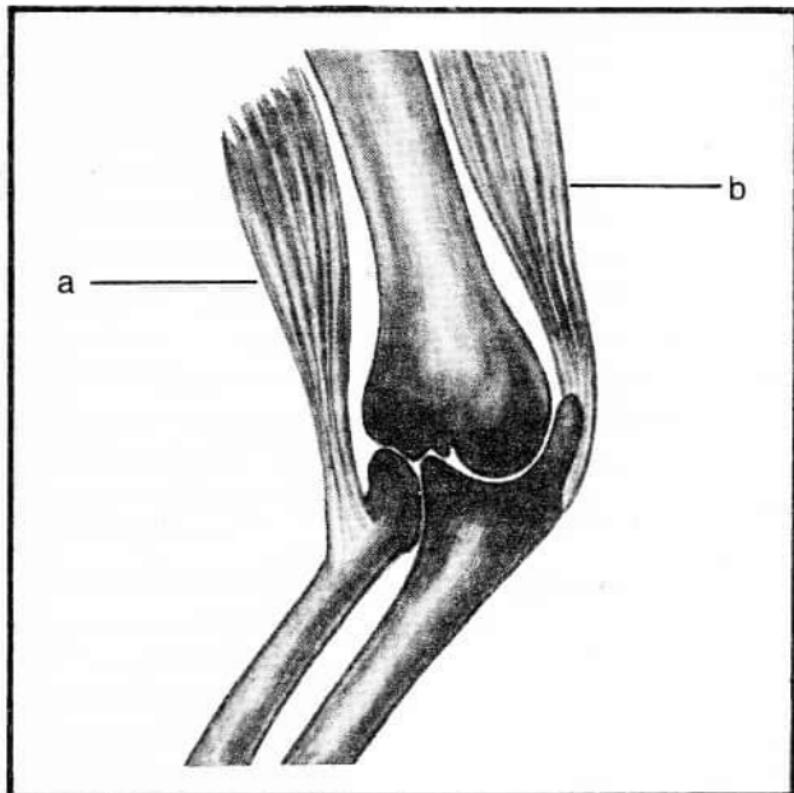
Nehmen wir zum Beispiel das Holz der Bäume. Es ist ein einteiliges Stützskelett; denn ohne Holz würde eine Linde oder eine Tanne in sich zusammenfallen. Ein Baum kann sich aber nicht von der Stelle bewegen, ebensowenig wie die Korallentiere mit ihren starren Kalkskeletten.

Unser Körper ist dadurch so beweglich, daß sich sein Skelett in viele gelenkig verbundene Knochen gliedert, die von der Muskulatur bewegt werden. Über ihren Aufbau und die Fähigkeit der Muskelzellen, sich in der eigenen Längsrichtung effektiv und sehr schnell zu verkürzen, haben wir uns schon verständigt. Die Muskeln sind aber nicht in der Lage, das Knochenglied, an dem sie ansetzen, einmal nach dieser und ein anderes Mal nach jener Richtung zu ziehen. Die vielseitige Beweglichkeit kommt erst durch das Zusammenwirken mehrerer, in verschiedener Richtung verlaufender Muskeln oder Muskelgruppen zustande.

Betrachten wir einmal die Bewegungen der Hand eines Konzertgeigers. Er beherrscht bei seinem Solo die Tätigkeit der rund 50 verschiedenen Handmuskeln in feinster Abstufung, ohne Überlegung und ohne Kenntnis ihrer Namen und ihres detaillierten Zusammenspiels, die wir hier auch nicht im einzelnen erörtern wollen.

Wählen wir statt dessen ein einfacheres Beispiel, an dem nur wenige Muskeln beteiligt sind, bei dem es nicht so harter und langzeitiger Übung bedarf wie zur bewundernswerten Fingerfertigkeit eines Instrumentalsolisten. Nehmen wir den so oft zitierten wie demonstrierten zweiköpfigen Armmuskel, der mit der Hauptmasse seines Muskelbauches an der Vorderseite des Oberarms liegt, den Bizeps. Welcher Junge wäre nicht stolz auf seine Muskeln, und wer hätte nicht schon den Mitschülern seine Kraft zeigen wollen? Man streckte den Arm aus, winkelte ihn ganz langsam an und zeigte dabei auf den Oberarm, an dem sich ein mehr oder weniger kräftiger, rundlicher Wulst bildete. Dieser Muskel tritt also in Aktion, wenn man den Unterarm im Ellenbogengelenk beugt. Wie wir bereits erwähnt haben, braucht aber jeder Beuger als Gegenspieler einen Strecker, und der des Bizeps liegt diesem gegenüber auf der Rückseite des Oberarmknochens, als dreiköpfiger Muskel Trizeps genannt. Zieht sich ein Beugemuskel zusammen, so gibt der Strecker nach und umgekehrt. Derart beherrschen die Muskeln gemeinsam die Bewegung und die Lage der Glieder, die sie verbinden.

Das Gelenk zwischen unserem Oberarmknochen und den beiden Unterarmknochen ist ein Scharnier- oder Winkelgelenk mit einer einheitlichen Gelenkkapsel als umhüllendem Schutz, und es gestattet im wesentlichen die Bewegung in einer Ebene. Andere Gelenke bieten größere Beweglichkeit, wie das Kugel-



Ellenbogengelenk

a = Unterarmbeuger; b = Unterarmstrekker

gelenk in unserer Schulter, das dem Speerwerfer oder der Keulenschwingerin freies Spiel läßt. Mehr Bewegungsmöglichkeiten erfordern stets eine umfangreichere Bedienung, so daß allein auf das Schultergelenk 11 Muskeln einwirken. Eine größere Beweglichkeit birgt aber auch größere Gefahren in sich, und es ist kaum ein Zufall, daß man entschieden häufiger einer ausgekugelten Schulter begegnet als einem ausgerenkten Ellenbogen.

In Fahrt ohne Benzin und Öl

Die Gelenke einer Maschine muß man bekanntlich in gewissen Abständen gut ölen, damit sie nicht heißlaufen und sich nicht so schnell und so stark abnützen. Ein jeder weiß aber auch, daß ein 10 000-Meter-Läufer keine Ölkanne mit sich zu führen braucht, da die Natur unsere Gelenke mit einer vortrefflichen Gelenkflüssigkeit oder Gelenkschmiere, der klaren, fadenziehenden, muzinhaltigen Synovia, versehen hat. Diese natürliche Gelenkschmierung, welche die zarte, reichlich mit Blutgefäßen und Nerven ausgestattete Innenhaut der Gelenkkapsel absondert, setzt die Reibung an den Gelenkflächen auf ein Mindestmaß herab. Deshalb werden bei dem Langläufer die Hüft-, Knie- oder Fußgelenke nicht heiß.

Unser ganzer Körper erwärmt sich jedoch, wenn wir uns längere Zeit intensiv bewegen, und bei einem Stubenhocker kann dieser Effekt sogar schon nach wenigen Liegestützen eintreten. Die Quelle der Wärme ist die Muskeltätigkeit selbst. Um diesen Zusammenhang zu erfassen, wollen wir nochmals zur Maschine zurückkehren und uns einen frischgebakkenen Motorradfahrer vorstellen, den bei seiner ersten Spritztour nach Erhalt der Fahrerlaubnis mitten auf einer Landstraße oder Autobahn das Pech ereilt. Die Maschine hat plötzlich ihren letzten Schnaufer getan und ist nicht mehr in Gang zu bringen. Schließlich entdeckt der junge Fahrer, daß der Benzintank leer ist — und nun wird ihm sein Mißgeschick klar; denn niemand erwartet, daß das durch Verbrennungsmotor angetriebene Kraftrad ohne Treibstoff fahren und damit eine Arbeitsleistung vollbringen kann. Jede Fortbewegung ist aber eine Arbeitsleistung, die einen bestimmten Aufwand an Energie verlangt. Diese wird beim Motorrad durch Verbrennung von Benzin und

die dabei entstehende Wärmeentwicklung gewonnen, die sich unmittelbar in mechanische Energie innerhalb des Motors umsetzt und damit die Fortbewegung ermöglicht. Das ist also eine der Formen von Energiefreisetzung, und bei der vorhin genannten körperlichen Betätigung empfinden wir sie mit Hilfe der Sinnesorgane als Wärme.

Die chemischen Umsetzungen einer Verbrennung unter Wärmeentwicklung können sowohl stürmisch als auch langsamer und milder verlaufen. Langsame Verbrennungen gehen in den Zellen des arbeitenden Muskels vonstatten, dessen Brennstoff und Energiequelle Zuckerverbindungen sind. Das bedeutet natürlich nicht, daß die Aufnahme von recht viel Zucker beim Essen unbedingt zu großen Kraftleistungen führen muß! Unsere Verdauungsorgane verwandeln Brot, Kartoffeln und weitere Nahrungsmittel ebenfalls in Zucker, worüber wir noch sprechen werden. Wenn die Muskelzellen aber den in Blut wie in Wasser praktisch gleich gut löslichen Zucker nicht festhielten, würde er ebenso schnell wieder hinausgeschwemmt, wie er antransportiert wurde. Er kann in der Zelle deshalb verweilen, weil im Körper viele einfache Zucker zu dem größer strukturierten Glykogen mit einem hohen Molekulargewicht zusammengebaut werden. In dieser speziellen Speicherform verbleiben sie in der Zelle als Kraftstoffvorrat, ähnlich wie das Benzin im Tank eines Fahrzeugs.

Früher meinte man, daß die Arbeitsleistung eines Muskels nur unmittelbar auf die Energie zurückzuführen sei, die durch langsame Verbrennung des Glykogens frei wird. Es gibt jedoch auch andere chemische Umwandlungen von Stoffen, die Energie freisetzen, ohne daß es zu einer Sauerstoffverbindung, einer Oxydation, kommt, die also keine Verbrennung sind. Solche Prozesse führen zur Kraftentfaltung des

Muskels. In dieser sogenannten ersten Phase wird das Glykogen mit seiner Kette von 6 Kohlenstoffatomen in zwei Bruchstücke von je 3 Kohlenstoffatomen gespalten. Die dabei ohne Verbrennung freigesetzte Energie beträgt etwa ein Zehntel der Gesamtenergiemenge, und es entstehen Milchsäure und Brenztraubensäure. Dennoch „brennt“ es in unseren Muskeln, da ein Teil der Milchsäure unter Sauerstoffaufnahme weiter abgebaut wird bis zu Kohlensäure und Wasser. Das ist eine echte Verbrennungsreaktion, die abermals Energie liefert. Durch einen besonderen Kunstgriff der Natur wird diese Energiequelle nun benutzt, um den anderen, größeren Teil der Milchsäure im Muskelstoffwechsel wieder zu Glykogen aufzubauen und so Kraftstoff zu sparen.

In Wirklichkeit sind die Stoffwechselvorgänge in einer Zelle, und speziell in einer Muskelzelle, unter deren Arbeits- und Ruhebedingungen noch komplizierter. Was wir besprachen, genügt aber zum allgemeinen Verständnis folgender Zusammenhänge: Daß wir essen müssen, um am Leben und kräftig zu bleiben; denn der Kraftstoff unserer Muskulatur entstammt unmittelbar der täglich aufgenommenen Nahrung. Daß uns warm wird, wenn wir uns bewegen; denn die Umsetzungen und Verbrennungen in den Muskelzellen sind mit Wärmeentwicklung verbunden. Daß wir außer Atem kommen, wenn wir länger laufen oder stärker körperlich belastet sind; denn die gesteigerte Verbrennung in den Muskeln ruft einen gesteigerten Sauerstoffbedarf hervor, also einen größeren Lufthunger. Daß wir von anhaltender körperlicher Tätigkeit müde werden und die Muskeln schließlich den Dienst versagen können; denn ihre Glykogenvorräte sind nicht unerschöpflich und müssen in einer Erholungspause ersetzt werden. Und schließlich: daß das Fleisch eine so rote Farbe hat;

denn die Muskeln sind stark durchblutet, damit der Brennstoffersatz nicht zu lange Zeit beansprucht.

So wird mancher Zusammenhang klar, bis auf die Frage, wie sich die Muskelzelle auf einen Reiz, eine Erregung hin verkürzt. Darauf gibt es trotz zahlreicher mit Hilfe der Elektronenmikroskopie und der Molekularbiologie gewonnener Erkenntnisse noch keine einheitliche Auffassung und keine sichere Erfahrung. Hier können wir abermals jenen neugebakkenen Motorradfahrer zum Vergleich nehmen, welcher weiß, warum er Benzin benötigt, dem klar ist, was die Verbrennung des Benzins bedeutet, dem auch die Bauweise des Motors einigermaßen geläufig ist, dessen Wissen um die Funktion jedoch noch lückenhaft bleibt. Das Glykogen als Kraftstoff der Muskelzelle ist uns bekannt, und wir sind über seine Umwandlungen zur Kraftentfaltung informiert. Man kennt auch verschiedene Muskeleiweiße und deren prozentualen Anteil am Gesamteiweiß einer Muskelzelle, konnte mehrere sogar extrahieren und den Mechanismus ihrer Verbindungen und Aufspaltungen bis in Moleküle verfolgen sowie ihr Mitwirken bei der Zusammenziehung teils bestätigen und teils vermuten. Seit der englische Anatom, Physiologe und Zoologe Thomas Henry Huxley (1825—1895) seine Theorie der Muskelkontraktion aufstellte, haben sich also viele neue Erkenntnisse auf diesem Gebiet ergeben; der Weisheit letzter Schluß steht aber noch aus.

„Der Mensch lebt nicht vom Brot allein . . .

... es muß auch Wurst und Schinken sein“, reimten viele Leute sehnsüchtig, als 1945 der Wiederaufbau unserer Städte bei oft kargen Lebensmittelrationen

begann. Auch heute hört man diesen Vers noch als vermeintliche Rechtfertigung jener Menschen, die eine üppigere Mahlzeit einnehmen als ernährungsphysiologisch zuträglich.

Selbstverständlich muß ein Lebewesen mit Betriebsstoffen versorgt werden wie eine Maschine, die Arbeit leisten soll, allerdings in vertretbaren Maßen und nicht in Massen. Der Körper des Menschen unterscheidet sich jedoch von einer Maschine unter anderem dadurch, daß er sich seine Betriebsstoffe selbst aufbaut. Folglich benötigt er nicht allein Betriebsstoffe, sondern auch Baustoffe, weil ständig Zellen abgenutzt werden, zugrunde gehen und durch neue zu ersetzen sind. Nur manche Tiere mit einer kurzen Lebensdauer im erwachsenen Zustand, wie zum Beispiel Schmetterlinge, Bienen und andere Insekten, kommen während dieser Zeit mit reinem Betriebsstoff als Energielieferant für die Arbeitsleistungen aus. Bienen oder Schmetterlinge brauchen keine andere Nahrung als das Zuckerwasser aus dem Nektar der Blüten, also einen recht einheitlichen Betriebsstoff. Ein wachsender Organismus kann sich aber nicht mit Zucker begnügen; denn er muß neues Protoplasma bilden, dessen Grund- wie Kernplasma als wichtigsten Bestandteil Eiweißstoffe enthält. Dies sind bekanntlich meist kompliziert gebaute, immer stickstoffhaltige organische Verbindungen, und Stickstoff finden wir im Zucker nicht. Auch das sonst wertvolle Nahrungs- und Betriebsmittel Fett enthält keinen Stickstoff, so daß Eiweiße für den Menschen unentbehrlich sind.

Damit haben wir uns schon die drei chemischen Stoffklassen oder Grundbausteine ins Gedächtnis gerufen, die für den Menschen wie für die Mehrzahl der Tiere die wichtigsten Nahrungsstoffe bilden: Eiweiße, Fette und Kohlenhydrate. Verzehren wir also

zum Frühstück eine Scheibe Brot mit Leberwurst, dann sind alle drei vertreten — auch wenn wir dabei auf die Rahm- oder Tafelbutter verzichten; denn Leberwurst enthält beispielsweise im Durchschnitt selbst 40 Prozent Fett.

Kleine Bausteine als große Energieträger

Wohl keiner außer dem berüchtigten Suppenkasper bezweifelt, daß Essen und Trinken durchaus angenehme Beschäftigungen sein können, von ihrer Lebensnotwendigkeit einmal abgesehen. Daher wollen wir noch einige Minuten bei diesen Grundstoffen der Nahrung verweilen, die nicht von ungefähr in so vielen Büchern, Zeitschriften und Vorträgen immer wieder erläutert werden. Woraus bestehen sie, wieviel benötigen wir jeweils von ihnen, in welchen Nahrungsmitteln sind sie vor allem enthalten? Diese Fragen gilt es kurz zu beantworten, bevor wir den weiteren Weg der Nahrung im menschlichen Organismus verfolgen.

Die Eiweißstoffe, die Proteine, sind von den drei Grundbausteinen am kompliziertesten aufgebaut, sie haben in erster Linie die Funktion von Energieträgern. Eiweißbausteine sind die Aminosäuren, deren Strukturformeln für ein Eiweißmolekül einen beachtlichen Umfang erreichen können. Wenn wir beispielsweise die Formel für ein Molekül des Hämoglobins, des eiweißhaltigen Farbstoffträgers des Blutes, ansehen, ohne die Struktur mit all ihren Gliedern und Ketten aufzuzeichnen, so wird einem bei dieser Be trachtung fast schwindlig: $C_{758} H_{1203} N_{135} O_{218} Fe_4S_3$. Ein solches Molekül enthält demnach 758 Kohlenstoff-, 1203 Wasserstoff-, 218 Sauerstoff-, 4

Eisen-, 3 Schwefel- und vor allem 135 Stickstoffatome. Der Stickstoff ist, wie wir schon festgestellt haben, das wesentlichste Merkmal jedes Eiweißkörpers, zum Aufbau des Protoplasmas unentbehrlich. Wir führen ihn dem Körper hauptsächlich mit dem Fleisch der Nahrung zu, das heißt, wir verzehren das von Tieren in ihren Muskelzellen gebildete Protoplasma. Pflanzliches Eiweiß ist jedoch ebenso notwendig.

Der tägliche Bedarf an Eiweiß beträgt bei einem gesunden Erwachsenen etwa 75 bis 90 g, was ungefähr 0,9 bis 1,0 g je kg Körpergewicht des Menschen entspricht. Nach neueren Erkenntnissen sollte von der Gesamteiweißmenge knapp die Hälfte tierischen Ursprungs sein, also von Fleisch- und Fleischwaren, Eiern, Milch, Käse, Quark, Fisch und Fischprodukten abgedeckt werden. Diese Lebensmittel enthalten in 100 g durchschnittlich 12 bis 20 g reines Eiweiß, was sich bei frischem, magerem Fleisch auch einfach nach der Faustregel berechnen lässt: Fleischgewicht : 5 = Eiweißgehalt. Pflanzliches Eiweiß können wir vor allem in Form von Hülsenfrüchten, Brot und Getreideprodukten, Pilzen und in geringerem Umfang über Kartoffeln aufnehmen. So enthalten 100 g getrocknete Linsen 25 g Eiweiß, was einem Verzehr von rund 325 g Schwarz- oder Weißbrot entspricht. Würde man bei einem Siebzigjährigen eine Ernährungsbilanz ziehen, so wären es fast 2 300 kg Eiweiß, die er seinem Organismus mit den Nahrungsmitteln zugeführt hat.

Fette definiert der Chemiker als Glyzerinester der höheren, gesättigten wie ungesättigten Fettsäuren. Das kann man auch etwas einfacher ausdrücken, indem man sie als chemische Verbindungen eines Alkohols — des Glyzerins — mit Fettsäuren bezeichnet. Das Fett des Menschen und der Tiere enthält

hauptsächlich Palmitin-, Stearin- und Ölsäure mit Ketten von 18 Kohlenstoffatomen, nicht gerechnet ihre Wasserstoff- und Sauerstoffatome. Fette dienen dem Organismus vorzugsweise als Energiequelle, und nicht sofort benötigte Mengen werden in Fettdepots abgelagert, wie wir bereits erfahren haben, und später je nach Bedarf verbrannt.

Der tägliche Fettverzehr sollte sich unbedingt nach dem Umfang der körperlichen Arbeit und Betätigung richten und bei einem Erwachsenen mit geringer Körperbelastung etwa 60 bis 80 g nicht überschreiten. Dieser Richtwert entspricht also bei einer normalgewichtigen Körperstatur knapp 1 g Fett je kg Körpergewicht. Dabei gilt es wiederum zu beachten, daß zwischen tierischen und pflanzlichen Fetten ein Verhältnis 50:50 anzustreben ist. In der DDR wie in allen hochindustrialisierten Ländern der Welt zählt diese Relation bedauerlicherweise noch nicht zur allgemeinen Gewohnheit und zum täglichen Bedürfnis. Der Anteil tierischer Fette, die in Form von Butter, Schmalz, Speck, fettem Fleisch, Wurst und ähnlichem aufgenommen werden, ist entschieden zu hoch, was man auch vom Tageskonsum insgesamt sagen muß. Butter enthält beispielsweise in 100 g 80 bis 84 Prozent reines Fett, geräucherter Speck 73 bis 78 Prozent und Schweineschmalz etwas mehr als 99 Prozent. An pflanzlichen Fettträgern seien hier nur Sonnenblumen-, Lein- und Olivenöl, Kokosfett und Margarine aus Pflanzenfett genannt.

Jede kluge Hausfrau weiß, wie die tägliche Fettmenge bekömmlich anzuwenden ist: die knappe Hälfte als Brotaufstrich, ein gutes Viertel zum Kochen und Braten, und der Rest verteilt sich auf die „versteckten Fette“, die in sonstigen Nahrungsmitteln naturgemäß enthalten sind. Diese einfache Faustregel sollten auch künftige Ehemänner so früh wie möglich

beherzigen, um ihrem eigenen Körper und später der Familie aus gesundheitlicher Sicht stets das Beste anzutun.

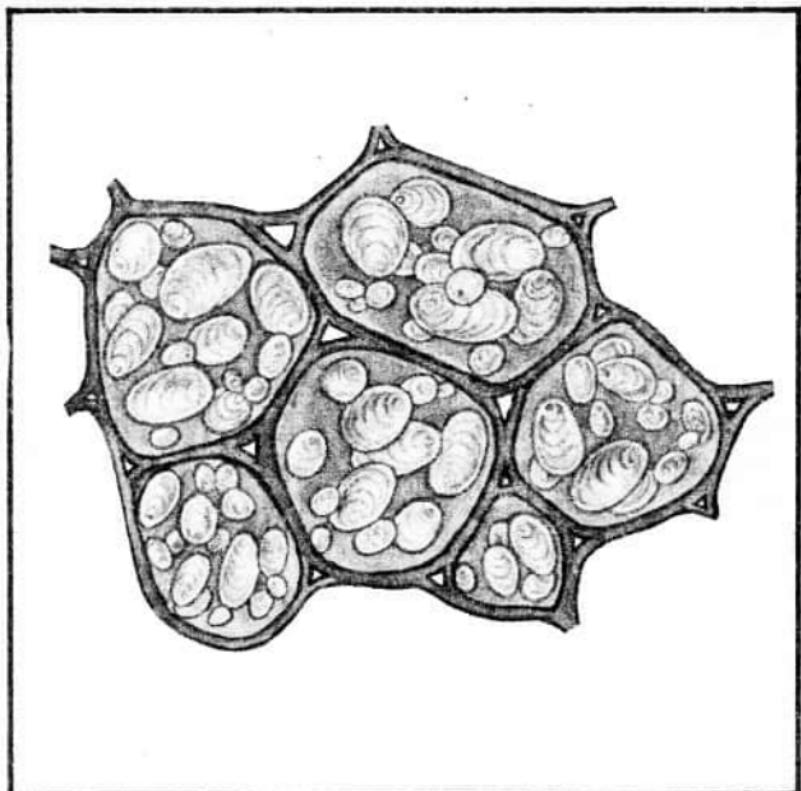
Und noch eins: Rümpft bitte nicht die Nase über neue, sozusagen maßgeschneiderte Lebensmittelarten wie beispielsweise die kalorienreduzierte Delikateß-Margarine „Cama“ oder die frische Rahmbutter. Wenn das ältere Menschen, welche die Not der Kriegs- und Nachkriegszeit durchleben mußten, heutzutage noch manchmal tun, ist das bedauerlich, doch bis zu einem gewissen Grade erklärlich. Wir wollen uns aber vor Augen halten, daß diese nach wissenschaftlichen Erkenntnissen bereiteten Brotaufstrichsorten keinen Ersatz, sondern vollwertige und gesundheitsfördernde Nährmittel darstellen. So besitzt die Cama nur 40 Prozent und die frische Rahmbutter nur 45 Prozent Fett, und beide helfen uns damit nicht unbedeutend, dem leidigen wie gefährlichen Übergewicht vorzubeugen. Seit 1943 ist nämlich statistisch erwiesen, daß unsere Lebenserwartung bei einem Übergewicht von 5 kg um 8 Prozent, bei 10 kg um 18 Prozent und bei 15 kg um 28 Prozent sinkt. Wen stimmen diese Zahlen nicht bedenklich? Die schon bei den Eiweißen angestellte Ernährungsbilanz eines siebzigjährigen Lebens ergibt heute durchschnittlich etwa 2 000 bis 2 500 kg reines Fett als Konsum. Dieser Wert sollte künftig keinesfalls überschritten, eher unterboten werden.

Kohlenhydrate endlich sind organische Verbindungen, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff aufgebaut — die beiden letzteren im Verhältnis wie das Wasser mit der bekannten Formel H_2O . Zucker als meistgenannter Vertreter dieser Grundbausteine hat als Fruktose oder Hexose die Formel $C_6H_{12}O_6$. Wir wissen schon, daß in den Muskelzellen durch Vereinigung vieler Zuckermoleküle das Glykogen,

also ein Kohlenhydrat von höherer Zusammensetzung, gebildet wird. Auch im Haushalt der Pflanzen spielen Zucker und zuckerähnliche Substanzen eine große Rolle. Annähernd der Glykogenbildung im tierischen und menschlichen Organismus entsprechend, entsteht in der Pflanze durch Aneinanderlagern von Zuckermolekülen die Stärke. Daher spricht man auch von einer Verwandtschaft dieser beiden Stoffe. Pflanzen speichern ihren Kohlenhydratvorrat als Stärkekörner namentlich in den Knollen und Samen, aus denen sich neue Gewächse entwickeln sollen. Darum sind zum Beispiel Kartoffeln und Getreidekörner besonders reich an Stärke, aber auch sonst haben die Kohlenhydrate den größten Anteil an allen lebenden Substanzen.

Dem menschlichen Körper dienen diese Stoffe hauptsächlich als Energiequellen für seine Arbeitsleistung und in einem gewissen Grad als Reserve. In jedem Alter bilden die Kohlenhydrate mengenmäßig den größten Bestandteil unserer Kost, und ihre Verbrennungswärme (ihr Brennwert) hat den gleichen Wert wie die des Eiweißes. Mit der Nahrung nehmen wir Kohlenhydrate vor allem auf als Stärke, Zellulose, Rohrzucker (Sacharose), Traubenzucker (Glukose), Fruchtzucker (Fruktose), Muskel- und Leberstärke (Glykogen) sowie als Bestandteile des Milchzuckers (Galaktose).

Aus dieser Aufzählung lassen sich unschwer zwei Gruppen ablesen: einmal die der konzentrierten zuckerhaltigen und zum anderen die der zellulose-, stärke- und ballaststoffhaltigen Kohlenhydraträger. Letztere deckten im vorigen Jahrhundert überwiegend den menschlichen Kohlenhydratbedarf, was entschieden günstiger war als unsere heutigen Essgewohnheiten, die zuckerhaltige Nährstoffe bevorzugen. Da die stärke- und ballaststoffreicheren Kohlenhydrate



Stärkekörner in den Zellen einer Kartoffel

dem Stoffwechsel und der Verdauung zuträglicher sind, wird von den Ärzten immer wieder empfohlen, mehr Vollkornprodukte, Gemüse und Obst an Stelle von Zucker und Zuckererzeugnissen in den Speiseplan aufzunehmen. Das bedeutet aber, Weißbrot, Brötchen, Kuchen und Süßigkeiten nachhaltig einzuschränken, wenn ein Verzicht auf liebe Gewohnheiten anfangs auch schwerfallen mag. So lebensnotwendig Kohlenhydrate sind, zumal nur in ihrer Anwesenheit die Fette und Eiweiße im Organismus verbrennen — ein Erwachsener verzehrt bei gesunder Ernährungsweise durchschnittlich doch nicht mehr als 310 bis 360 g täglich. Der Verbrauch an reinen

Kohlenhydraten im Verlauf eines siebzigjährigen Lebens wird daher mit rund 8 000 bis 10 000 kg beziffert.

Dolce vita ein Leben lang?

Wer kennt ihn nicht, diesen von der kapitalistischen Gesellschaft geprägten Ausdruck für das angeblich „süße Leben“, für das Nichtstun und die Jagd nach Vergnügen als Lebensideal. Hierüber wollen wir uns jedoch nicht unterhalten; denn junge Sozialisten und Playboys — das sind zwei Welten, unvereinbar wie Feuer und Wasser.

Vita nannten schon die alten Römer das Leben, und ebenso heißt es heute im Italienischen. Das lateinische „dulce“ (süß, lieblich, angenehm) wurde zum heutigen „dolce“ mit dem gleichen Sinn. Und wenn wir uns nun ein wenig unter den Vitaminen und ihren Aufgaben umsehen, dann begegnen wir zuerst wieder dem Wort für „Leben“. Nachdem das einstige Vitamin-Standardpräparat Lebertran entthront und durch wohlschmeckendere Arzneimittel ersetztbar wurde, ist es auch recht angenehm, seinem Organismus ärztlich verordnete Vitamine zuzuführen. Vor allem aber ist es unbedingt notwendig, gewisse Vitamine in einer bestimmten Menge täglich über die Nahrungsmittel aufzunehmen — und das in der Tat ein Leben lang!

Noch um die Jahrhundertwende meinte man, daß die gerade besprochenen drei organischen Nahrungsstoffe mit einer kleinen Menge von Salzen sowie im Verein mit Wasser für das normale Wachstum von Tieren und Menschen ausreichen. Die einstige Ernährungslehre gestand außerdem zu, der Nahrung einige unverdauliche Ballaststoffe zwecks passenden

Volumens beizugeben sowie Geschmacks- und Riechstoffe, die sie anziehend machen, hinzuzufügen. Als man jedoch junge Versuchstiere mit chemisch reinen Stoffen der genannten Arten nach allen Regeln der Kunst und Wissenschaft aufziehen wollte, hörte jedes Wachstum auf, eigenartige krankhafte Zustände traten ein, und nach wenigen Wochen oder Monaten starben die Tiere. Erst als man weiteren jungen Versuchstieren kleine Mengen ihrer natürlichen Nahrungsmittel unter das künstliche Futter mischte, begannen sie sich normal und kräftig zu entwickeln und wuchsen wie gleiche Artgenossen heran.

Aus diesen und anderen Versuchen erkannte man, daß die aus dem Pflanzen- und Tierreich stammenden gewöhnlichen Nahrungsmittel außer Fett, Eiweiß usw. einige bis dahin unbekannte Stoffe enthalten müssen, die zwar nur in sehr geringer Menge gebraucht werden, die aber doch entwicklungs- und lebensnotwendig sind. Das gilt für höhere wie auch für niedere Organismen, zum Beispiel für Bakterien und Hefezellen. Als „akzessorische (ergänzende) Nahrungsstoffe“ bezeichnete man sie, bis der polnische Biochemiker Kazimierz Funk (1884—1967), der unter anderem in London Tierexperimente durchführte, dabei 1910 diese Wirkstoffe entdeckte und Vitamine nannte. Inzwischen sind etwa 20 Stoffe als Vitamine erkannt und hinsichtlich ihrer chemischen Formel bekannt. Obwohl sich herausgestellt hat, daß nur wenige chemisch zu den Aminen, das heißt Verbindungen mit einer NH_2 -Gruppe, gehören, blieb man bei dieser Benennung, die jeweils durch große Buchstaben vervollständigt wird. Nach ihrer Löslichkeit teilt man die Vitamine in eine fettlösliche (Vitamin A, D, E, K) und eine wasserlösliche (Vitamin-B-Komplex, C, P) Gruppe ein. Das sogenannte Vitamin F

wird seit einigen Jahren als Hauptnährstoff gewertet und gleich weiteren Verbindungen (zum Beispiel Vitamin H, I, T) anders bezeichnet.

Vitamine finden sich in pflanzlichen wie tierischen Bestandteilen, und nach unserem heutigen Wissen ist es nicht mehr gerechtfertigt, nur Obst und Gemüse als Vitaminspender zu propagieren. Milch und Milchprodukte, Leber, Eier, Fisch oder Brot enthalten beispielsweise jeweils mehrere Vitamine und dürfen daher nicht hintangesetzt werden.

Synthetisch hergestellte Vitaminpräparate unterscheiden sich in ihrer Wirkung nicht von den mit den Lebensmitteln aufgenommenen Wirkstoffen. Man sollte sich aber ihrer nicht nach eigenem Ermessen bedienen, sondern sie nur auf ärztliche Verordnung und dann nach Vorschrift zum Ausgleich eines vorübergehenden Vitaminmangels nehmen. Wie in bezug auf Arzneimittel überhaupt wollen wir auch hinsichtlich der Vitaminpräparate überkommene falsche Vorstellungen wie die unwissenschaftliche Losung „Viel hilft viel“ beseitigen helfen, die immer noch in den Köpfen nicht weniger Menschen bestehen.

Daß man auf diese Wirkstoffe so spät aufmerksam wurde, ist kein Wunder. Der „gesunde Menschenverstand“ oder die Reaktion des Organismus auf bestimmte äußere oder innere Reize — sie verlangen nach frischem Gemüse, Brot, Obst, tierischen Innereien, Fisch und ähnlichem. Auf diese Weise wird durch eine abwechslungsreiche, gemischte Kost unter Wahrung eines richtigen Verhältnisses zwischen gekochten und rohen Speisen schon von selbst für die genügende Vitaminzufuhr gesorgt, solange nicht Not oder Modetorheiten auf dem Gebiet des Nahrungsreiches — einschließlich unkontrollierter Abmagerungskuren — störend eingreifen.

Vitaminmangelschäden erkannte man daher eher

als die lebenerhaltende Funktion dieser Katalysatoren, die bestimmte biochemische Prozesse im Organismus ermöglichen und lenken. Das klassische Beispiel dafür ist der Skorbut, eine der ältesten bekannten Avitaminoosen. Polarforscher früherer Zeiten waren monate- und jahrelang auf einseitige Konservenkost angewiesen, die zu schweren und schwersten Mangelerscheinungen führte. Sie litten daher arg unter Zahnfleischbluten, Blutungen unter die Haut und in innere Organe sowie Lockerung und Verlust der Zähne als typischen Zeichen dieser einstigen Seefahrerkrankheit, die beim Fehlen Vitamin-C-haltiger Nahrung etwa nach 4 bis 6 Monaten beginnt.

Das Vitamin C, das außerordentlich vielseitige Funktionen im Körper ausübt, wurde 1912 entdeckt. Es regt besonders den Zellstoffwechsel an, steigert unsere Abwehrkraft gegen Infektionskrankheiten, nimmt Einfluß auf die Bildung und Erhaltung der Binde-, Knorpel- und Knochengewebe sowie die der blutbildenden Organe. Seine Wirksamkeit ist aber noch nicht in allen Einzelheiten bekannt, selbst wenn man den menschlichen Tagesbedarf mit 70 bis 120 mg veranschlagt und außerdem weiß, daß es sich in jeder tierischen und pflanzlichen Zelle befindet. Vieles läßt die Vitaminforschung noch offen. Weitere Untersuchungen werden zu immer umfassenderen Erkenntnissen führen, Korrekturen bisheriger Anschaubungen ergeben und uns in die Lage versetzen, auch auf diesem Gebiet alle Lebensvorgänge noch besser zu beherrschen.

Eine Spur der Steine

In der populärmedizinischen Literatur werden Mineralien oder Mineralstoffe, Spurenelemente, Salze und Würzstoffe unterschiedlich katalogisiert; ihre entscheidende Rolle im Stoffwechselgeschehen bestreitet jedoch niemand. Sie sind am Aufbau, am Wachstum und an den dauernd notwendigen Wiederherstellungsarbeiten im Körper maßgeblich beteiligt und wirken darüber hinaus bei der Aktivierung von Fermenten, bei Erregungsvorgängen in Nerven- wie Muskelzellen und bei der Blutgerinnung mit. Da wir sie mit dem Urin, dem Stuhl und dem Schweiß ausscheiden, muß durch die tägliche Nahrung immer wieder Ersatz geschaffen werden, und so gehören sie zu den wichtigen Bestandteilen unserer Kost. Daß die jeweils erforderliche Menge klein und ihr Gesamtvorkommen im Organismus in der Tat oft nur spurenhaft ist, darf nicht über ihre Bedeutung und die Größe ihrer Aufgaben hinwegtäuschen. Eine abwechslungsreiche, gemischte Kost liefert reichlich Mineralstoffe und Spurenelemente, so daß Störungen im Mineralhaushalt beim gesunden Menschen nicht zu befürchten sind. Bei Kranken kann dagegen eine bestimmte Auswahl der Mineralzufuhr den Ausschlag geben.

Unser täglicher Mineralstoffbedarf läßt sich nur ungefähr abschätzen und beträgt etwa:

Kalk	15 g	Kalium	3—4 g
bzw. Kalzium	1 g	Magnesium	0,5 g
Natrium	3—5 g	Eisen	10—15 mg
Phosphorsalze	4 g	Kupfer	2 mg
bzw. Phosphor	1,5 g	Mangan	1 mg

Sehen wir uns einige der wichtigsten dieser Aufbaustoffe und Regler verschiedener Lebensvorgänge etwas näher an.

Das Kalzium ist mit etwa 900 g in unserem Körper vorhanden, besonders als Kalziumphosphat und eine kleine Menge Kalziumkarbonat. Es spielt eine große Rolle beim Skelettaufbau einschließlich der Zahnbildung. Auch im Blut findet man einen konstanten Kalziumspiegel von rund 10 mg/100 ml. Es wirkt mit bei den Erregungsvorgängen in der Muskulatur und in den Nerven und ist ein unentbehrlicher Faktor bei der Blutgerinnung. Milch und Milchprodukte enthalten reichlich Kalzium, ein Liter Milch deckt bereits den täglichen Gesamtbedarf.

Natrium kommt in allen Geweben und Körperflüssigkeiten vor; es besteht ein gewisses Gleichgewicht zwischen diesen Ionen und denen des Kaliums. Das Natrium hält Wasser in den Geweben zurück und wirkt quellend, aber es ist lebensnotwendig für die normale Leistungsfähigkeit der Nerven und Muskeln. Mit dem Kochsalz wird es dem Organismus in größeren Mengen zugeführt als erforderlich, und mit dem Urin wird es ständig ausgeschieden. Bedenken wir, daß beispielsweise schon nach dem Verzehr von 70 g Butter, 100 g Dauerwurst oder 500 g Brot unser Tagesbedarf gedeckt wäre und daß auch die übrigen Wurstsorten, Käse, Fischkonserven und sonstige verarbeitete oder vorbereitete Lebensmittel einen gewissen Salzanteil aufweisen. Weiteres Salz benötigt unser Körper daher nicht. Die Erfahrung zeigt jedoch, daß in den Küchen der Haushalte und der Restaurants ausgiebig mit Kochsalz gewürzt wird und daß viele Menschen außerdem noch beim Essen zum Salzstreuer greifen, so daß die tägliche Kochsalzzufuhr schätzungsweise 5 bis 25 g erreicht. Derartige Mengen sind entschieden zu groß. Sie stören den Organismus, da nach stark gesalzenen Speisen der Durst steigt und große Flüssigkeitsmengen selbst den gesunden Kreislauf unnötig belasten. Speisen müssen keinesfalls

fad schmecken, aber mit dem Salz sollten wir im wahrsten Sinne des Wortes geizen, zumal es genügend andere Würzstoffe zur Geschmacksverbesserung gibt.

Phosphor beziehungsweise Phosphorsäuren sind in verschiedenen organischen Verbindungen ebenfalls in allen Körperzellen anzutreffen, nicht nur als Kalziumphosphat in den Knochen. Bei gemischter Kost wird auch dieser Bedarf gedeckt, da Phosphorverbindungen im Tier- und Pflanzenreich vielgestaltig vorkommen.

Für das Kalium gilt ähnliches. Kaliumionen begünstigen zudem die Wasserausscheidung aus den Geweben.

Das Magnesium findet sich ebenfalls in allen Zellen, besonders aber im Skelett. Es aktiviert viele Fermente und ist teils in diesen enthalten.

Der tägliche Eisenbedarf wie auch der Gesamtbestand von etwa 4 bis 6 g dieses lebensnotwendigen Elements im menschlichen Körper mag einem gering erscheinen. Obwohl es in allen Geweben vorkommt und als Atmungsferment hervorragende Bedeutung hat sowie in anderen Fermenten und im Muskeleiweiß enthalten ist, bilden die roten Blutkörperchen unser größtes Eisenreservoir. Als Träger des Sauerstoffs besitzen die Erythrozyten den zusammengesetzten Eiweißkörper Hämoglobin mit 4 Atomen Eisen je Molekül. Diese eisenhaltige Verbindung, die eine lose Vereinigung zwischen dem Sauerstoffmolekül und dem Eisen darstellt, bestimmt auch die Farbe des Blutes. Das arterielle, in der Lunge mit Sauerstoff „aufgetankte“ Blut sieht infolge des Oxyhämoglobins hellrot aus, und nach Sauerstoffabgabe im Gewebe wird es dann als reduziertes, kohlensäurebeladenes, venöses Blut dunkelrot. Dieses Eisenreservoir in den Erythrozyten muß fortwährend mit Hilfe der Nah-

rung aufgefüllt werden, da die roten Blutkörperchen nur eine Lebensdauer von 100 bis 120 Tagen besitzen. Wesentliche Eisenspender unter den Nahrungsmitteln sind Leber, Eier, Fleisch, Blutwurst, Spinat und anderes Gemüse.

Die Spurenelemente Kupfer und Mangan, um nur zwei der bisher festgestellten 60 Mikroelemente zu nennen, kommen gleichfalls in allen Organen vor, meist als Bestandteil und Aktivator verschiedener Fermente.

Gefährliche Modetorheiten

Als ich einmal während eines Vortrags über gesundheiterhaltende und leistungsfördernde Ernährungsformen sowie Essgewohnheiten das Wort „Modetorheiten“ gebrauchte, stießen sich einige Mädchen vielsagend an, andere zeigten wissende Heiterkeit. In der anschließenden Diskussion wurde von den Damen besonders nach weiteren Möglichkeiten zum Schlanksein und nach Appetitzüglern gefragt. Damals war ich verwundert über ein solches Interesse, da wohl kein Mädchen sichtbares Übergewicht hatte. Als ich mich nach den Gründen erkundigte, bekam ich unter anderem zu hören, daß sie auf eine gute Figur bedacht sein müßten, weil ihre Freunde schlanke Partnerinnen bevorzugen, daß man sich im Freibad sonst nicht sehen lassen könnte, daß das außerdem gesünder sei. Es fiel auch das Stichwort Punktdiät, hinter dem sich eine unwissenschaftliche und schädliche Hungerkur verbirgt.

Inzwischen bestätigten Untersuchungen des Zentralinstituts für Jugendforschung in Leipzig aus den Jahren 1973/74, „daß nur knapp ein Fünftel der

Jugendlichen angibt, sich gesund zu ernähren“*. Diese Analyse zeigte weiterhin: „Besonders auffällig ist jedoch, daß weibliche Jugendliche nicht nur über deutlich besseres Wissen — vor allem hinsichtlich des Kaloriengehalts der Nahrung — verfügen als männliche, sie richten sich auch wesentlich mehr nach ernährungswissenschaftlichen Erkenntnissen. Die Ursachen dafür scheinen darin zu liegen, daß Mädchen einen ausgeprägten Wunsch nach Gewichtsabnahme haben, darunter auch viele, die normalgewichtig sind.“

Gegen Schlankwerden und Abnehmen lässt sich nichts sagen, solange beides medizinisch vertretbar ist, das heißt nicht auf Kosten der „Grundsubstanz“ und des normalen Betriebsstoffwechsels geht. Wer beispielsweise mangels genügender Bewegung im Winter Speck ansetzt, soll ihn wieder loswerden. „Abmagerrungskuren“ nur wegen einer modischen Laune, ohne ärztliche Aufsicht und zweckdienliche Programmberatung aber können besonders im jugendlichen Organismus — infolge plötzlicher Mangelerscheinungen und dergleichen — erheblichen Schaden anrichten und den Abschluß des Reifungsprozesses beeinträchtigen.

Eindringlich warnen muß ich als Arzt schließlich vor den Appetitzüglern, deren Verordnung mir in der Sprechstunde von Patienten jeden Alters und Geschlechts häufig nahegelegt wird. Derartige Arzneimittel vermögen, wie der Name andeutet, unseren Appetit über das Hungerzentrum im Kleinhirn zu beeinflussen. Daneben treten jedoch oft Kopfschmerzen, Schlafstörungen oder Unruhe auf, und man kann sogar süchtig werden. Solche Präparate sind deshalb

* Dr. M. Reißig, Gesundheitsbewußt?, in: „Deine Gesundheit“, 12/1975, S. 357

nicht käuflich zu erwerben, man erhält dieses „zweischneidige Schwert“ nur gegen ärztliches Rezept. Als Wundermittel können sie auf keinen Fall gelten; denn erst in Verbindung mit einer planmäßig herabgesetzten Ernährung bewirken sie die erhoffte Entfettung.

Vegetarier — ja oder nein?

Die Ernährungswissenschaftler weisen uns, die wir in einer hochtechnisierten und damit oft bewegungsarmen sowie sehr sitzungsfreudigen Zeit leben, immer wieder auf eine gemischte Kost als gesundheitfördernde und leistungsteigernde Ernährungsform hin. Sie meinen damit, daß die tägliche Nahrung dem Pflanzen- und dem Tierreich in günstigen Proportionen entstammen soll und einer richtigen Zubereitung bedarf. Zu wenigstens einer Mahlzeit am Tag empfehlen sie Rohkost, weil bei einem so zubereiteten Gericht kein Vitaminverlust eintritt, wie es oft durch das Kochen geschieht. Ernährungsphysiologen erinnern uns daran, daß sich innerhalb der letzten hundert Jahre die Eßgewohnheiten grundlegend und für die Menschen keinesfalls gesundheitsteigernd verändert haben. Aßen zum Beispiel unsere Vorfahren noch vor einem Jahrhundert jährlich 300 kg Brot je Person, so sind es heute nur noch an die 80 kg. Der Kartoffelverbrauch ging um etwa die Hälfte zurück, der Gemüseverzehr wurde bemerkenswert geringer, aber Fett und Fleisch weisen eine vielfache Steigerung auf, wobei sich der Verzehr von Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs etwa verdoppelt hat. Solche Zahlen sollten Anlaß zum Umdenken sein.

Eventuell entsinnt sich der eine oder andere jetzt der teilweise noch kursierenden preußischen Lebensregel

„Jeder soll nach seiner Fasson selig werden“ und möchte das auch für seinen ureigenen Magenfahrplan angewandt wissen. Eine solche Auffassung wird sich aber schnell als kurzsichtig erweisen; denn Gesundheit und Leistungsfähigkeit sind nicht ausschließlich „Privatangelegenheit“, sondern von gesamtgesellschaftlichem Interesse.

Unsere Verfassung besagt im Artikel 35, Absatz 1: „Jeder Bürger der Deutschen Demokratischen Republik hat das Recht auf Schutz seiner Gesundheit und seiner Arbeitskraft.“ Und im Absatz 3 ist festgelegt, daß „ärztliche Hilfe, Arzneimittel und andere medizinische Sachleistungen“ unentgeltlich gewährt werden. Das sind großzügige Errungenschaften, die nur eine sozialistische und damit humanistische Gesellschaftsordnung zu bieten vermag. Ebenso garantiert die Verfassung das Recht auf Arbeit für jeden ihrer Bürger, das mit der Pflicht zur Arbeit eine Einheit bildet (Artikel 24). Und schließlich heißt es im Artikel 10, Absatz 2: „Das sozialistische Eigentum zu schützen und zu mehren ist Pflicht des sozialistischen Staates und seiner Bürger.“ Daraus ergibt sich logischerweise, daß jeder einzelne auch gegenüber der Gesellschaft verpflichtet ist, für die Erhaltung seiner eigenen, vom Staat geschützten Gesundheit etwas zu tun und sie zu bewahren, um den weiteren genannten Pflichten nachkommen zu können.

Auch unter diesem Blickwinkel solltet ihr eure Eßgewohnheiten einmal kritisch überprüfen und überholte Vorstellungen fallenlassen, alte Zöpfe abschneiden.

Im übrigen sei nicht verschwiegen, daß die körperliche Entwicklung einschließlich des Wachstums, die schulischen wie die außerschulischen Anforderungen und der natürliche Bewegungsdrang junger Menschen einen nicht zu unterschätzenden

Energiebedarf verursachen. Dieser erreicht schon vom 13. Lebensjahr an etwa dieselbe Höhe wie beim Erwachsenen, ohne daß man angehender Spitzensportler sein muß. Die erwähnten drei chemischen Grundbausteine oder Nährstoffe sollen bei Jugendlichen und Erwachsenen, von Menschen im höheren Lebensalter einmal abgesehen, folgende Proportionen haben: 12 bis 14 Prozent Eiweiß, 20 bis 25 Prozent Fett und 50 bis 60 Prozent Kohlenhydrate.

Nach unseren gemeinsamen Überlegungen sind wir uns sicher darüber einig, daß die Erkenntnisse der modernen Ernährungswissenschaft keineswegs darin gipfeln, Fleisch, Wurst, Fette und dergleichen restlos aus Küche und Speisekammer zu verbannen. Ein fanatisch strenger Vegetarier ist schlecht beraten, da rein pflanzliche Kostformen wegen ihrer überwiegenden Eiweißarmut, ihrer Einförmigkeit und ihres beträchtlichen Volumens sicher nicht das ernährungsphysiologisch Bestmögliche darstellen. Der „milde Vegetarismus“ läßt sich hingegen einer normalen gemischten Kost gleichsetzen, weil er seinen Anhängern Milch und Milchprodukte gestattet. Eine kritische Situation kann speziell bei Kindern eintreten, wenn ihre Eltern strenge Vegetarier sind, welche die kindliche Ernährung ebenso gestalten wollen. Das Kind braucht eine gemischte Kost, es muß tierisches Eiweiß für sein Wachstum und seine Entwicklung bekommen. Jede ständig einseitige Ernährung ist schädlich.

Normalverbraucher behaupten andererseits, daß wir eigentlich auch Vegetarier seien, da die Mischkost insgesamt letztlich aus der Pflanzenwelt stammt, und diese Anschauung hat in der Tat vieles für sich. Das Rind wie das Kaninchen oder der Hammel, deren Fleisch wir mit Genuß verspeisen, sind ja reine Vegetarier, denen die Pflanzenwelt alle Stoffe zum

Aufbau und zur Erhaltung ihrer Körper liefert. So leben wir auf einem gewissen Umweg vom Gras oder Heu der Wiesen und Weiden. Auch bei den fleischfressenden Raubtieren ist das nicht anders. Reineke Fuchs, der ein Wildkaninchen oder einen Hasen frisst, verzehrt das Eiweiß, Fett und Glykogen, das diese Tiere im Laufe ihres Lebens aus Gräsern, Kohlblättern und anderen Pflanzen aufgebaut haben. Und wenn sich der Räuber mit einem Maulwurf begnügen muß, der als Regenwürmer- und Insektenvertilger selbst auch ein Fleischfresser ist, bedeutet das nur einen Umweg, da diese Tiere wiederum zu den Vegetariern rechnen. So kommt alle Nahrung der Tiere und auch die unsrige unmittelbar oder auf Umwegen aus der Pflanzenwelt, und das ist kein Zufall, sondern hat seinen tieferen Grund. Um ihn einzusehen, wollen wir uns daran erinnern, wie sich die Pflanzen ernähren.

Pflanzen saugen einerseits mit den Wurzeln ihre Nahrung aus dem feuchten Boden und nehmen mit dem Wasser die darin gelösten Nährsalze auf. Andererseits leben sie von Luft, aus der sie die Kohlensäure — richtiger: das Kohlendioxid — verwerten. Die grünen Blätter der Pflanze spalten das Kohlendioxid und benutzen den Kohlenstoff zum Aufbau von Stärke und Zucker, während sie aus den über ihre Wurzeln aufgenommenen Nährsalzen, Stickstoff, Wasser und anderem ihre Eiweiß- und Fettstoffe synthetisieren. Diese Umbildung von anorganischem Material in organische Nähr- und Baustoffe unter Ausnutzung der Lichtenergie (Photosynthese) heißt bekanntlich Assimilation, und die grünen Pflanzen, die sich auf solche Weise ernähren, nennt man autotroph. Besinnen wir uns auf die Zusammensetzung der Luft, die ein Gasgemisch mit rund 21 Volumenprozent Sauerstoff, 78 Volumenprozent Stickstoff, 0,03 Volumenprozent Kohlendioxid, 0,01 Volumen-

prozent Wasserstoff und einigen Edelgasen darstellt. Trotz des mengenmäßig so geringen CO₂-Anteils ist die pflanzliche Ernährung gesichert, aber mit dem Luftstickstoff vermögen die Gewächse nichts anzufangen. Ihren Stickstoff müssen sie durch die Wurzeln zusammen mit anderen Salzen aufnehmen, sonst können sie nicht wachsen und gedeihen.

Weder der Mensch noch irgendein Tier vermag so wie die grünen Pflanzen zu assimilieren, also aus den einfachen Bestandteilen des Bodens und der Luft die organischen oder Kohlenstoffverbindungen aufzubauen. Darum bildet auch die Pflanzenwelt die Quelle aller Nahrung, und Menschen wie Tiere sind auf die von den grünen Pflanzen dank ihrem Chlorophyll mit Hilfe des Sonnenlichts geschaffenen organischen Verbindungen angewiesen, sie sind heterotroph. Aber zu den Nutznießern jener beachtlichen Produzenten gehören nicht nur die Tiere, sondern auch manche Pflanzen ohne eigenen grünen Blattfarbstoff wie die Pilze.

Der Erhaltung dieses großen, lebensnotwendigen ständigen Kreislaufs dient das Düngen der Felder und Wiesen. Die Gefahr, daß der Boden an Nährstoffen verarmt, erkannte der Mensch schon recht früh und schuf Abhilfe, indem er aus den Ställen Dung und Jauche auf das Nutzland brachte und damit der Erde Stickstoff und andere Pflanzennährstoffe zurückgab. Als diese Wirtschaftsdünger nicht mehr genügten und auch die Erkenntnisse der Agrobiologie wuchsen, begann man vor mehr als hundert Jahren stickstoffreichen Chilesalpeter, Guano aus Peru oder Afrika und ähnliches zu importieren. Schließlich gelang es der Chemie, den großen Stickstoffanteil der Luft als Handelsdüngemittel zu nutzen.

Genuß ohne Reue oder Reue ohne Genuß?

Das Pflanzenreich trägt nicht allein zur Ernährung des Menschen bei; es liefert auch die bekanntesten Genußmittel: Alkohol, Tabak, Kaffee, Tee und Kakao, die im Organismus auf die Geruchs- und Geschmacksnerven, auf die Nieren- und Darmtätigkeit, auf Gehirn und Herz jeweils eine bestimmte Wirkung ausüben. Nicht immer handelt es sich dabei um gesundheitfördernde oder das Wohlbefinden hebende Einflüsse; und da ein jeder von uns allergrößtes Interesse an seiner Gesundheit besitzt, wollen wir uns kurz über das Wesentlichste verständigen.

Alkoholische Getränke, wie die offizielle Bezeichnung lautet, sind ja keine Erfindung des 20. oder 19. Jahrhunderts, und wenn sich unsere Ahnen und Urahnen schon daran erfreuten, dann kann der Alkohol doch gar nicht so etwas Schlimmes sein, meinte einmal einer meiner jungen Diskussionspartner. Gewiß, schon die Menschen der Urzeit besaßen Rezepte, nach denen sie aus pflanzlichen wie tierischen Kohlenhydraten durch Vergären berauschende Stoffe — also Äthylalkohol — gewannen. Die Geschichte des Reis-, Palmen-, Honig-, Trauben- oder Obstweins läßt sich Tausende von Jahren zurückverfolgen; wir wissen aber auch, daß am Anfang der Alkoholgenuss bis zum Rausch gemeinsamen kultischen Handlungen vorbehalten blieb. Die Indianer Mittelamerikas pflegten noch strengere Bräuche: Bei ihnen durften sich nur alte Stammesangehörige ausschließlich an bestimmten hohen Festtagen einen Rausch leisten, während die ganze übrige Zeit all jene Vorläufer des Feuerwassers streng verboten waren. Noch heute lassen verschiedene Bräuche die uralte Herkunft und teils magische Bedeutung erkennen: beispielsweise der Schluck nach einem Begräbnis oder Vertragsabschluß,

der Umrund der Weidgenossen nach Abblasen der Jagd oder der Toast bei Empfängen und feierlichen Zusammenkünften.

Bei frohen Festen geschieht es dann oft, daß auch Jugendliche von Erwachsenen ermuntert werden, dem Alkohol in dieser oder jener Form zuzusprechen. Andererseits schimpfen Ältere nicht selten über die heutige Jugend, die schon in der Schule mit dem Trinken und Rauchen beginnt, das sie ihren Vorbildern abgesehen hat.

Die Ärzte warnen vor dem Mißbrauch dieses Genuß- oder Zellgifts besonders in den Kindheits- und Jugendjahren. Alkohol, in Wasser wie Fett löslich, kann sich über den ganzen Körper verteilen und auf dem Blutwege so alle Zellen erreichen und schädigen. Insbesondere beeinträchtigt er die normale Funktion der Großhirnrinde, schränkt die Kritikfähigkeit, Selbstbeherrschung und Umsicht ein, wie er auch die Qualität und Quantität der Arbeit mindert. Störungen der zwischenmenschlichen Beziehungen einschließlich zerrütteter Ehen sind ebenfalls oft auf Alkoholmißbrauch zurückzuführen. Obwohl die Straßenverkehrsordnung Kraftfahrern jeglichen Alkohol untersagt, verursacht er immer wieder schlimme Schäden im Straßenverkehr. Die Annahme, daß ein starker Kaffee den Rausch oder den meist folgenden Katzenjammer vertreiben könne, entbehrt der wissenschaftlichen Grundlage; denn die bereits eingetretene, erhebliche Reizung der Magennerven wird durch das zweite Genußmittel noch verstärkt.

Vom Finanziellen abgesehen, schadet es sicher einem Sechzehnjährigen nichts, bei besonderen Anlässen mal ein Glas Wein oder Bier zu trinken, aber er sollte dann maßhalten können. Zum Fröhlichsein bedarf es nicht des Rausches, und beschwipste Menschen tragen keinesfalls zur Geselligkeit oder

Harmonie bei und wirken durchaus nicht anziehend.

Tabak enthält bekanntlich den Schadstoff Nikotin, der zu den gefährlichsten Nerven- oder Zellgiften gehört. Anfangs wurde er in Europa rein äußerlich als Aufguß oder Salbenzugabe bei Hauterkrankungen benutzt. Daß der Tabak eine Heilwirkung besitzt, behauptete jedenfalls der französische Gesandte Jean Nicot (1530—1600), der in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts die Tabakpflanze in Frankreich eingeführt haben soll und dessen Name im Wirkstoff jenes Krauts aus der Familie der Nachtschattengewächse überliefert blieb.

Nicht erst seit der 1975 abgehaltenen Weltkonferenz über „Rauchen und Gesundheit“ weiß die Fachwelt, daß die Menschheit vor den vielfältigen Schäden des Tabakgenusses bewahrt werden muß. Euch dürfte auch nicht neu sein, daß Nikotin das Nervensystem angreift, die Atemwege sowie die Durchblutung des Organismus nachhaltig beeinträchtigt, den Magen reizt, die Haut vorzeitig altern läßt und ähnliches mehr. Die etwa innerhalb von 15 Stunden durch 20 Zigaretten aufgenommene Nikotinmenge von 40 bis 80 mg würde einen gesunden Erwachsenen töten, wenn sie als reine Einzeldosis in unseren Blutkreislauf gelangte. Bekannt ist ebenso, daß weitere Schadstoffe im Tabakrauch, annähernd 1 000 Substanzen und Spurenelemente, für den Körper Gift bedeuten, nicht nur die mehr als ein Dutzend analysierten, krebszeugenden Kohlenwasserstoffe. Dennoch wird in ungeheurer Zahl zu der vermeintlichen „Beruhigungs-“ oder „Anregungszigarette“, Zigarre oder Pfeife gegriffen, werden Nichtraucher zum passiven Mitrauchen in vollgequalmten Räumen gezwungen.

Rauchen ist durchaus kein Zeichen von Er-

wachsensein oder Männlichkeit. Bei Kindern und Jugendlichen, die noch in der Entwicklung begriffen sind, zeigt sich eine hemmende Wirkung sowie eine Beeinträchtigung körperlicher und geistiger Leistungen. Gleich Alkohol verbietet die Verordnung zum Schutz der Kinder und Jugendlichen von 1969 die Abgabe von Tabakwaren, und § 7, Absatz 2, besagt außerdem: „Der Genuß von Tabakwaren durch Kinder und Jugendliche unter 16 Jahren gefährdet die körperlich gesunde, allseitige Entwicklung der Persönlichkeit und ist deshalb nicht zu dulden.“

Vom ärztlichen Standpunkt kann man nur sagen: Wohl dem, der sich dieses Laster nicht angewöhnt, der seinen Körper nicht selbstmörderisch langsam, aber sicher zerstört. Wer jedoch schon zum Raucher geworden ist, der sollte sofort und konsequent damit aufhören. Die zahlreichen Raucherberatungsstellen in unserer Republik sind hierbei allen Bürgern jederzeit behilflich.

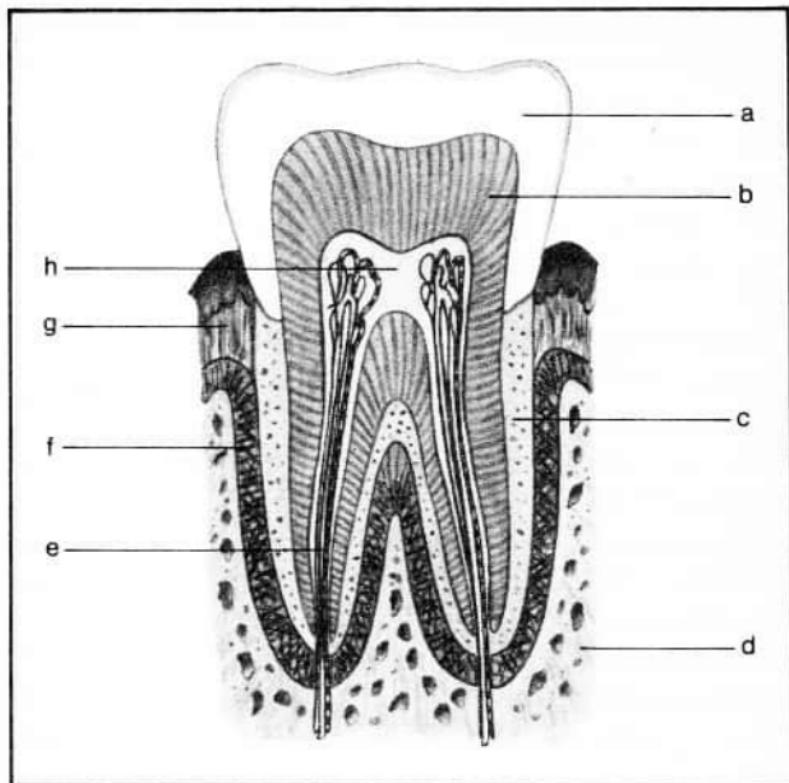
Nach diesen mehr als zweifelhaften Genußmitteln wollen wir noch Kaffee, Tee und Kakao untersuchen. Alle drei wirken durch das Koffein beziehungsweise das schwächere Theobromin der Kakaobohnen erregend auf das Nervensystem. Ein Zuviel führt zu Erregungszuständen mit Herzklopfen, Schweißausbruch, Ohrensausen und — abends genossen — zu Schlaflosigkeit. Das regelmäßige Trinken von Bohnenkaffee oder Tee bewirkt aber bald eine suchtartige Abhängigkeit, die gerade den jugendlichen Organismus schädigt und mit nervösen Störungen einhergeht. Im Interesse seiner Gesundheit sollte man daher auch bei diesen Getränken maßhalten, um nicht einen flüchtigen Genuß mit bitterer Reue bezahlen zu müssen.

Wenn der Zahn aber nun ein Loch hat...

„Jung gewohnt ist alt getan“, sagt ein Sprichwort, das vortrefflich zur Nahrungsaufnahme, zu den daran beteiligten Organen und zum Thema Verdauung paßt. Mit am Anfang dieses gesamten Vorgangs steht das gute Kauen, das Zerkleinern der Speisen. Unsere Zähne besitzen dafür die besten Voraussetzungen; denn sie sind aus einer sonst nirgends im Körper vorkommenden Hartsubstanz aufgebaut, die aus dem Zahnbein als innerer Auskleidung, dem kappenförmig aufgesetzten Schmelz und teilweise umhüllendem Zement besteht. Trotzdem kann man sich nicht nur im übertragenen Sinn an einer besonders komplizierten Aufgabe, sondern bei unsachgemäßem Gebrauch, wie Nüsseknecken, auch in der Tat „die Zähne ausbeißen“.

An jedem Zahn unterscheidet man bekanntlich eine frei über das Zahnfleisch hinausragende Krone, den Hals als schleimhautumsäumtes Mittelstück und den unteren, in einem Zahnfach des Kieferknochens (Alveole) gelegenen Teil: die zart umhüttete, von Zement umgebene Wurzel. Letztere durchziehen bis zur natürlichen Höhle hinauf feine Kanäle, die der Versorgung mit Nerven und Blut dienen. Die Zahnhöhle füllt weiches Mark (Zahnpulpa) aus, das ebenfalls reich an Gefäßen und Nerven winzigen Ausmaßes ist.

Ihr wißt außerdem, daß jeder Mensch 4 Arten Zähne, nämlich entsprechend der Funktion meißelförmige Schneide-, kegelige Eck-, breitflächige Backen- und Mahlzähne besitzt und einen Gebißwechsel durchmacht. Im allgemeinen wird das zwischen dem 6. Lebensmonat und dem 2. Jahr aus dem Zahnfleisch hervorgetretene Milchgebiß, bestehend aus 20 Zähnen, vom 6. bis 14. Lebensjahr von dem bleibenden Gebiß abgelöst und auf 28 Zähne



Mahlzahn (Längsschnitt)

a = Schmelz; b = Zahnbein; c = Zahnzement; d = Kieferknochen; e = Wurzelkanal; f = Wurzelhaut; g = Zahnfleisch; h = Zahnhöhle mit Nervenfasern und Blutgefäßen

erweitert. Nach dem 16., eventuell auch erst um das 30. Jahr stellen sich die letzten 4 Kauzähne ein, die als Symbol der in diesem Alter vermuteten Höhe geistiger Fähigkeiten „Weisheitszähne“ genannt werden. Damit ist die vollständige Zahl von 32 Zähnen erreicht.

Die Volksweisheit „Gut gekaut ist halb verdaut“ wird heutzutage allzuoft nicht beachtet, da sich viele Menschen weder zum Essen noch zur Pflege ihrer Zähne die nötige Zeit nehmen. Seine wichtige Aufgabe kann das Gebiß aber nur in gesundem Zustand

erfüllen, das heißt, wenn Zahnfäule (Karies) und Zahnfleischerkrankungen vermieden oder behandelt und Lücken wieder geschlossen werden — um die häufigsten Schäden zu nennen. Schon das Milchgebiß bedarf vom 4. Lebensjahr an einer regelmäßigen, halbjährlichen zahnärztlichen Kontrolle, um es bis zum natürlichen Wechsel zu erhalten. Für das Wohlbefinden und für die Entwicklung des bleibenden Gebisses ist das ebenso wichtig wie tägliches wiederholtes Zähneputzen. Dasselbe gilt für Jugendliche und Erwachsene, denen ihre Gesundheit am Herzen liegt. Zwar ist bekannt, daß man sich zumindest nach dem Aufstehen und vor dem Schlafengehen die Zähne reinigen soll, aber wie das zu geschehen hat — darüber besteht noch nicht überall Klarheit. Deshalb hier 5 Hinweise für eine zweckdienliche Mundpflege:

1. Wichtig ist das Benutzen einer nicht zu weichen Kurzkopfzahnbürste, deren kurzes Borstenfeld am besten reinigt und durch die massierenden Bewegungen die Schleimhautdurchblutung fördert.

2. Geputzt wird nach der sogenannten Rot-Weiß-Technik, also stets vom Zahnfleisch beginnend über den Zahn hinweg, von den hintersten Mahlzähnen zu den Schneidezähnen, wobei Außen-, Innen- und Kauflächen die gleiche Sorgfalt gelten soll. Das läßt sich nicht in Sekundenschnelle erledigen (oder es bleibt symbolisch und ohne Gesundheitswert), man benötigt vielmehr 3 bis 5 Minuten dazu, und das mindestens morgens und abends — besser noch nach jeder Mahlzeit.

3. Bei nicht ganz gleichmäßig aufgereihten oder verkeilten Zähnen können dennoch Fleischfasern und ähnliches in den Zwischenräumen hängenbleiben. Zu ihrer Beseitigung eignen sich Zahnstocher aus Kunststoff oder Holz, ersatzweise ein zugespitztes Streichholz und ebenso Seiden-, Zwirns- oder Kunststoff-

fäden. Die Auswahl an Zahnpasta ist groß; eine individuelle Empfehlung kann am besten der betreuende Zahnarzt geben. Passiert es jedoch, daß man auf dem Campingplatz ohne solch ein Hilfsmittel ankommt, dann erfüllt feinkörniges Kochsalz auf der angefeuchteten Bürste aushilfsweise den gleichen Zweck bis zum Erwerb einer neuen Tube.

4. Wenigstens abends sollte man vorbeugend nach dem Putzen das Zahnfleisch mit ein oder zwei Fingern massieren, wiederum nach der Rot-Weiß-Technik und 5 bis 10 Minuten lang.

Der 5. Hinweis bezieht sich auf die Pflege der Bürste, die abschließend stets mit Wasser ausgespült, etwas ausgeklopft und mit dem Borstenkopf nach oben zum Trocknen in das Putzglas gestellt werden muß, damit sie nicht zur feuchten Brutstätte für Bakterien wird. Trotz solcher Maßnahmen ist es keine Verschwendungen, wenn etwa drei- oder viermal im Jahr eine neue Bürste die bisherige ersetzt, weil sich auch künstliche Borsten abnutzen.

Außer dem guten Kauen fördern weitere Essgewohnheiten den Verdauungsprozeß. Zu der regelmäßigen, im allgemeinen viermaligen Nahrungsaufnahme täglich empfiehlt sich noch eine gewisse Mengenverteilung in Form eines reichlichen Frühstücks, wobei wir den ersten und zweiten Morgenimbiss als Einheit betrachten, einer mäßigen Mittagsmahlzeit und eines geringen, mindestens 2 bis 3 Stunden vor dem Schlafengehen eingenommenen Abendbrots, das leicht verdaulich sein soll.

Eine Temperatur der Speisen und Getränke von höchstens 40 bis 45 °C verhindert Verbrühungen der empfindlichen Mund-, Speiseröhren- und Magenschleimhaut. Ebenso vorsichtig wollen kalte Leckereien genossen sein. Wer sie hinunterschlängt oder zu schnell trinkt, riskiert eine „Magenverstimmung“,

eine Schleimhautentzündung. Ein langsames Abkühlen beziehungsweise Vorwärmnen in der Mundhöhle bewirkt den nötigen Temperaturausgleich und erhöht damit die Bekömmlichkeit.

Das bedeutet zugleich ein bedächtiges Essen, zu dem man sich entspannt und mit freudiger Erwartung auf die Mahlzeit an den Tisch setzen soll. Jegliche „Nebenbeschäftigung“ während der Nahrungsaufnahme, wie Anziehen, Zeitunglesen, aufregende Diskussionen oder überlauter Musik, Fortsetzen einer Arbeit, Fernsehen usw., beeinträchtigt die Verdauung. Unsere Verdauungsdrüsen brauchen nämlich eine gewisse Zeit und eine Gesamteinstimmung des Organismus, damit sich nicht die Reize seitens der Nahrung und jene zusätzlichen infolge sonstiger Beschäftigungen im Gehirn treffen, durcheinanderlaufen und somit stören.

Ständige Flüssigkeitsaufnahme während des Essens, eine weitverbreitete Unsitte, behindert nicht weniger die Funktionsbereitschaft dieser Drüsen. Noch schädlicher wirken sich eiskalte Getränke im unmittelbaren Anschluß an fettreiche, heiße Gerichte aus, weil das Fett dann gerinnt und kaum abgebaut werden kann.

Was nützt der Magen?

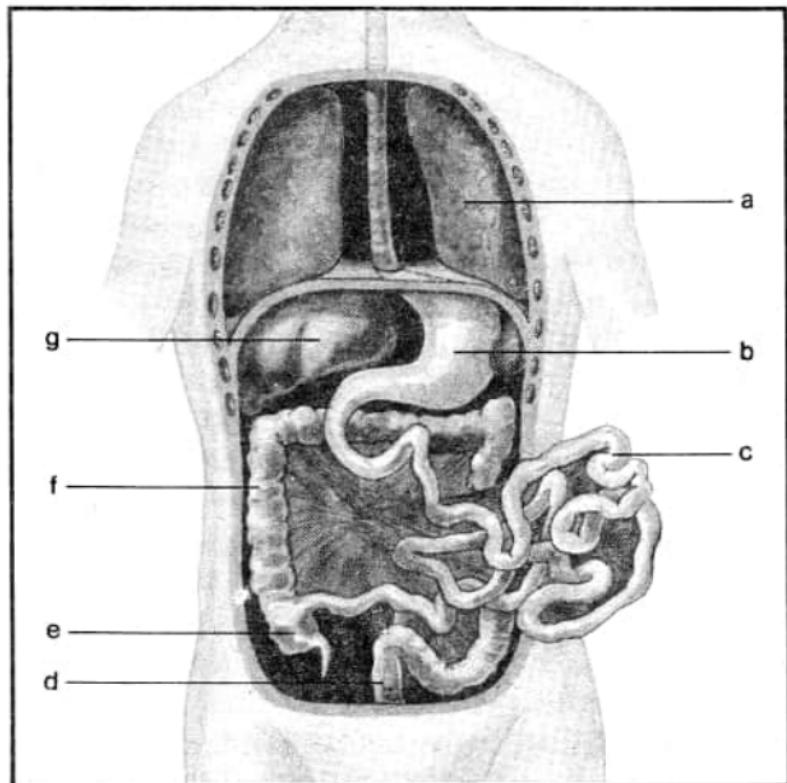
Wer seine Mahlzeit verzehrt hat, denkt im allgemeinen nicht weiter an sie — es sei denn, daß sie ihm „im Magen liegt“. Er ist sich nicht bewußt, daß jede feste Mahlzeit zunächst für Stunden im Magen bleibt und daß die Vorgänge hier und nachfolgend im Darm lebenswichtiger sind als alle Kochkunst. Die Verweildauer der Speisen hängt von ihrer Beschaffenheit,

ihren Bestandteilen und der Zubereitung ab. Leichte Kost (zum Beispiel Blumenkohl, weiche Eier, Rührei, Weißbrot oder Salzkartoffeln) verläßt den Magen etwa nach 2 bis 3 Stunden, gemischte Kost (wie Möhren, Schwarzbrot, Rindfleisch, Broiler, Kalbfleisch, magerer Schinken) nach 3 bis 4 Stunden und fettreiche, schwere Kost (beispielsweise fettes Fleisch, Rauchfleisch, Räucherspeck, Gänsebraten, Erbspüree) erst nach 4 bis 6 Stunden.

Wir brauchen nicht an das verzehrte Mahl zu denken; denn sobald ein Bissen hinuntergeschluckt ist, vollzieht sich dessen weitere Verarbeitung ohne unser Wissen und Wollen. Viele exakte Versuche und Erfahrungen an Tieren und Menschen haben gezeigt, was das Verdauen der Nahrung im einzelnen bedeutet, welche mechanischen und chemischen Vorgänge daran mitwirken. Der Weg der Nahrung ist ihr vorgezeichnet wie etwa dem Löschwasser im Feuerwehrschauch, und die Gesamtheit unseres Verdauungsschlauches vom Magenmund bis zum After nennt man Magen-Darm-Kanal oder Magen-Darm-Trakt.

Zunächst muß aber der Bissen, ohne „in die falsche Kehle“ zu geraten, über die 25 cm lange Speiseröhre in den Magen gelangen, der eine sackartige Erweiterung des Verdauungsrohrs darstellt. Dieses setzt sich ohne einen weiteren Ausweg in den Darm, das Darmrohr, fort und endet dort, wo die unverdaulichen Reste schließlich wieder ans Tageslicht kommen.

Der gesamte Darm liegt in Windungen in der Bauchhöhle, weil er viel länger ist als der Mensch; und eine besorgte Mutter, deren Kind einen Pflaumenstein verschluckt hat, muß schon etwas Geduld haben, ehe dieser wieder erscheint. Der Vollständigkeit halber möchte ich die euch gewiß bekannten Darmabschnitte anführen, wie wir sie zwischen Magen und After vorfinden. Als erster kommt der etwa 3 bis 4 m lange



Eingeweide des Menschen

a = Lunge; b = Magen; c = Dünndarm; d = Mastdarm;
e =盲ddarm mit Wurmfortsatz; f = Dickdarm; g = Leber

Dünndarm, den man in den Zwölffinger-, Leer- und Krummdarm einteilt, sodann der nur 1,30 m lange Dickdarm, der den Blinddarm mit dem Wurmfortsatz und den Grimmdarm umfaßt, und schließlich folgt der 12 bis 20 cm lange Mast- oder Enddarm mit einer Aufreibung, der sogenannten Ampulle, als Kotbehälter.

Der verschluckte Pflaumenstein verändert sich auf dem Weg durch die Därme nicht, weil er für unseren Organismus unverdaulich ist. Unsere übliche Nahrung aber unterliegt im Magen und im Darmtrakt der Verdauung. Darunter versteht man bekanntlich ihre

Überführung in eine Form, in der sie durch die Darmwände hindurch in das Blut überreten, das heißt resorbiert werden kann. Genauer gesagt, verteilt der Blut- und Lymphstrom die Bestandteile der Nahrung im Körper, damit sie als Bau- und Betriebsstoffe in einer für den Zellstoffwechsel verwertbaren Form an die Stellen des Bedarfs gelangen: in die wachsenden, sich erneuernden Gewebe, in die arbeitenden Muskel- und Nervenzellen usw.

Im einfachsten Fall besteht die Verdauung nur darin, daß sich der Nährstoff im flüssigen Inhalt des Verdauungskanals auflöst, und für die flüssige Form wird auf zweierlei Weise gesorgt: durch von uns zugeführte Getränke sowie durch Absonderung von Flüssigkeit aus den Verdauungsdrüsen in den Wänden des Verdauungskanals. Die Speicheldrüsen der Mundhöhle liefern beim Kauen täglich etwa 750 bis 1 000 ml Speichel, der Magen sondert nach einer reichlichen Mahlzeit rund 1 000 ml Magensaft ab, die Bauchspeicheldrüse produziert ungefähr 500 bis 800 ml als Tagesmenge, und dazu kommen noch die Säfte des Darms und die Absonderungen an Leber- und Blasengalle.

Zucker, den wir in fester Form zu uns nehmen, kann sich schon im Mundspeichel lösen wie in einem Glas Wasser. Die meisten Nährstoffe sind aber in wäßrigen Flüssigkeiten schwer oder nicht löslich, so daß erst die Verdauungssäfte entsprechend ihren speziellen Aufgaben einwirken müssen. Diese Säfte enthalten als wichtigsten Bestandteil zahlreiche Fermente, die als Biokatalysatoren bei der Aufspaltung der Nahrungsstoffe eine Hauptrolle spielen. Wie sie das im einzelnen genau tun, das wollen wir hier nicht untersuchen, aber der Erfolg ihrer Tätigkeit ist für uns wichtig, wenngleich wir ihn nur zum geringen Teil unmittelbar bemerken können. Kauen wir längere

Zeit ein Stück Brot, so bekommt es einen süßlichen Geschmack. Das folgt daraus, daß die aus einer Vereinigung vieler Zuckermoleküle entstandene Getreidestärke (s. S. 60) durch ein Speichel ferment, die Speichelamylase, zum süßen Malzzucker zerlegt wird. Auf den weiteren Zuckerabbau wirkt dann noch das Sekret der Bauchspeicheldrüse ein, bis die zur Resorption im Darm erforderliche Form erreicht ist, wovon wir aber nichts mehr wahrnehmen.

Das stärkespaltende Speichel ferment hat jedoch keine Wirkung auf Eiweißstoffe oder Fette; denn es gehört zu den Merkmalen der Fermente, daß sie auf ganz bestimmte Stoffe oder Verbindungen eingestellt und anderen gegenüber nicht reaktionsfähig sind. Ein Ferment, welches das Eiweiß unserer Nahrung spaltet, ist das 1836 von dem Zoologen und Anatomen Theodor Schwann (1810—1882) entdeckte Pepsin, das in Anwesenheit der Magensalzsäure wirksam wird. Die Fette wiederum werden von den Fermentgruppen der Lipasen in ihre Bausteine zerlegt, und diese Aktivatoren finden sich im Speichel als ein weiterer Bestandteil, im Magen-, Bauchspeichel- und Darmsaft wie auch in den Organen als Zellipase.

Das waren nur wenige Beispiele für die große Schar der Verdauungshelfer. Am Abbau eines Nahrungsstoffes können natürlich auch mehrere Fermente beteiligt sein, und nicht selten bedarf es einer Vielzahl, um die kompliziert zusammengesetzten Verbindungen jeweils von Stufe zu Stufe immer feiner aufzuspalten. Wir haben aber schon genügend Einsicht genommen und gewonnen, um zu verstehen, warum die Tätigkeit der Verdauungsdrüsen nach unserer bewußten Mithilfe oder Vorbereitung durch ein gutes Kauen der Speisen wichtiger ist als alle Kochkunst, die wir damit jedoch keinesfalls unterschätzen oder abwerten wollen.

Kochkunst und Bakterien — eine Einheit?

Die Kochkunst dient nicht nur der Steigerung der kulinarischen Lebensfreuden, sie hat auch für die Verdauung der Speisen einen unmittelbaren, wesentlichen Nutzen. Es ist schon zweckmäßig und erforderlich, daß Fleischgerichte gekocht, geschmort oder gebraten und Kartoffeln ebenfalls nicht roh auf den Eßtisch kommen. Bei der Zubereitung des Fleisches wird das Bindegewebe zwischen den Muskelfasern durch die Hitzeinwirkung gelockert und in eine Form gebracht, in der es sich leichter verdauen läßt, das heißt, den Verdauungssäften und ihren Fermenten wird der Weg zur tierischen Zelle geebnet und verschlossen. Beim Kartoffelkochen platzen die pflanzlichen Zellwände, die für uns unverdaulichen festen Zellulosehüllen, und geben die Stärkekörner frei, die ihrerseits infolge der Hitze aufquellen, wiederum den Verdauungssäften in dieser Form besser zugänglich und so für uns leichter verdaulich werden. Ähnliches vollzieht sich beim Garen des Gemüses, beim Brotbacken und bei anderen Arten der Speisenbereitung.

Die modernen Kochbücher mit ernährungswissenschaftlicher Grundlage vermitteln nicht nur Kochrezepte und Anregungen für eine gesundheitfördernde Speisenzusammenstellung, sondern sie enthalten auch wichtige Hinweise für ein schonendes Zubereiten der Kost. Wir können daher bei unserer Betrachtung der Kochkunst auf die Unterschiede und die Zweckmäßigkeit der Anwendung von trockener, feuchter oder fettiger Hitze, des Garens in Wasser, Fett oder im eigenen Saft sowie der Zubereitungsarten Kochen, Dämpfen, Dünsten, Schmoren, Braten, Grillen und Backen verzichten. Bei allem ist immer der Aufschluß der Nahrungsmittel Zweck und Ziel.

Vergessen sei aber nicht das leckere Anrichten einer Mahlzeit, und die kleinen Mittel zur Erhöhung ihres Wohlgeschmacks haben ebenfalls Bedeutung. Ist doch der Mensch, und nicht nur der Feinschmecker, auch „mit den Augen und mit der Nase“, da schon der Anblick oder der Duft eines guten Gerichts bewirkt, daß ihm „das Wasser im Munde zusammenläuft“. Das heißt aber nichts anderes, als daß die Speicheldrüsen und ebenso die anderen Verdauungsdrüsen auf appetitanregende Signale hin über das Zentralnervensystem ihre Absonderung in Gang setzen und vermehren. Eine solche Verdauungsbereitschaft begünstigt also positive Reflexe und fördert den Verdauungsvorgang, während Widerwille beim Essen den Säftestrom drosselt und die Verdauung stört und erschwert.

Wenn wir uns mit dem zweiten Teil unserer Frage beschäftigen, wird es nicht ganz so appetitlich zugehen, und empfindsame Gemüter mögen verzeihen, daß nun statt des Bratenduftes weniger angenehme Düfte an der Reihe sind. Wir Menschen setzen uns gern gemeinsam zu Tisch, wenigstens zu Hause, und in den Lokalen wird sich das ebenfalls mehr und mehr einbürgern, meine ich. Zu anderen, hiermit in sachlicher Verbindung stehenden Zwecken ziehen wir uns aber allein an ein stilles Örtchen zurück. Woher die unverkennbare Wandlung der Gerüche?

Haben wir im Sommer ein Stück Fleisch in der Einkaufstasche vergessen, es nicht sofort verwertet oder in den Kühlschrank gelegt, so können wir nach gar nicht allzu langer Zeit eine ähnliche Veränderung an ihm beobachten. Es verfärbt sich unansehnlich und riecht übel: Es ist verdorben oder faulig geworden, und sein Genuss würde zu der gefährlichen Fleischvergiftung führen. Die Ursache der Fäulnis sind, wie

ihr weißt, Kleinstlebewesen, die Bakterien oder Mikroorganismen, von denen es eine große Anzahl mit vielerlei Arten oder Gattungen gibt. Als Krankheitserreger sind manche zu Recht gefürchtet, verschiedene spielen in der Natur wie in Organismen eine sehr nützliche Rolle, und andere bleiben belanglos und unbeachtet.

Trotz ihrer Winzigkeit besitzen die Fäulnisbakterien wie alle Mikroorganismen ein kompliziertes Fermentsystem. Sie kommen auf unserem Erdball fast überall vor, und ein Stück Fleisch wird sicherlich von ihnen befallen, wenn es eine gewisse Zeit der Luft ausgesetzt ist. Hier finden sie günstige Lebensbedingungen und können sich schnell vermehren. Durch Aufspaltung in einfachere chemische Verbindungen entnehmen die Fäulnisbakterien dem Eiweiß jene Stoffe, welche sie für ihren Organismus benötigen. So verfahren sie mit dem in der Einkaufstasche vergessenen Fleisch, und so wirken sie auch in tierischen Leichen, deren stickstoffhaltige organische Bestandteile, besonders das Eiweiß, sie zerstören und die sie damit schließlich zu Nährstoffen für die Pflanzenwelt umwandeln. Es ist eine Eigentümlichkeit der Fäulnis bei dem vorzugsweise bakteriellen Stickstoffabbau, daß neben verschiedenen Verbindungen sowie Leichengiften übelriechende Gase, wie Ammoniak und Schwefelwasserstoff, entwickelt werden.

In allen Darmabschnitten des Menschen befinden sich Darmbakterien, die in streng geregelter Verteilung fermentative Funktionen erfüllen. Neben der schon besprochenen Aufspaltung der Nahrungselemente verhilft uns diese Bakterienflora durch Synthese zu einigen der lebenswichtigen Vitamine, die der Körper allein nicht zu bilden vermag. Auch Fäulnisbakterien sind am Werk, die im Dickdarm zum Enddarm hin die restlichen, schwer spaltbaren Eiweiß-

stoffe meist pflanzlicher Herkunft (zum Beispiel von Bohnen, Erbsen, Linsen und ähnlichem), abgestorbene Bakterien und auch abgestoßene Schleimhautpartikelchen zersetzen. Ein ausgewogener Mechanismus verhindert eine zu starke Vermehrung der Fäulnisbakterien durch saure Gärungsprodukte und tötet sie teilweise ab, während ihre Fermente noch wirksam bleiben.

Die Wichtigkeit der Fäulnisbakterien wurde unter anderem durch Tierexperimente belegt. Man hat versucht, sie aus dem Darm von jungen Hühnchen und neugeborenen Meerschweinchen fernzuhalten, was bei der allgemeinen Verbreitung dieser winzigen Schmarotzer nicht so einfach war. Wenn das aber gelang, wollten die Tiere nicht in gewohnter Weise wachsen und gedeihen. So konnte man auf das bedeutsame Mitwirken der Fäulnisbakterien an den Verdauungsvorgängen schließen. Die nicht gerade aromatischen Gerüche infolge der Gasentwicklung auch bei der natürlichen Darmfäulnis müssen wir schon in Kauf nehmen.

Sind die wertvollen Bestandteile der Nahrung auf ihrem langen Weg im Verdauungskanal in resorbierbare Stoffe aufgespalten, findet die Verdauung im wesentlichen ihren Abschluß im Dünndarm. Für diesen Vorgang ist die Dünndarmschleimhaut besonders ausgestattet. Sie besitzt querstehende, unverstreichbare Ringfalten, deren Oberfläche mit einer fast unvorstellbaren Anzahl von 0,2 bis 1,2 mm hohen Schleimhautfortsätzen überzogen ist. Diese schätzungsweise 4 Millionen Dünndarmzotten, fingerähnlichen Ausstülpungen vergleichbar, haben jeweils an die 3 000 Zellen als Oberfläche. Der nachfolgende Dickdarm nimmt außer den erwähnten Restaufspaltungen vor allem noch Flüssigkeit auf und dickt damit den Kot ein. Somit können die in ge-

eigneter Weise aufgeschlossenen Stoffe über die Schleimhautzellen des Darms mit dem Blut in den Körper einströmen, und zwar gelangen sie zunächst in die Leber, wo sie gleichsam einer Gütekontrolle unterzogen und dann, im Falle der Aminosäuren zu einfachen Eiweißstoffen abgebaut, zum Heer der Endverbraucher transportiert werden.

Diese komplizierten Vorgänge stellen natürlich eine Arbeitsleistung dar, erfordern Energieaufwand und bedingen damit eine stärkere Blutversorgung unserer Verdauungsorgane. Folglich hat das alte Sprichwort, das schon die Römer prägten, seine Berechtigung: „Ein voller Bauch studiert nicht gern!“ Die vermehrte Blutzufuhr geht bekanntlich zu Lasten anderer Organe, darunter auch des Kopfes und somit des Gehirns, wodurch sich eine momentane „Denktrübe“ erklären lässt, wenn die Mahlzeit üppig und schwer verdaulich war. In letzter Zeit warnen Mediziner sogar vor einem Nickerchen nach besonders fetthaltigen, umfangreichen Mahlzeiten, um Herzinfarkten vorzubeugen.

Ein kleiner Rest als großer Plagegeist

Wo der Dünndarm in den Dickdarm übergeht, sitzt der berüchtigte Blinddarm, der Schrecken einer jeden Mutter, deren Kind über rechtsseitige Unterbauchschmerzen klagt. Dabei ist der Dickdarm, wie wir feststellten, ein nützlicher Darmabschnitt und kein Plagegeist. Die sogenannte Blinddarmentzündung betrifft vielmehr das kleine Anhängsel des Blinddarms, den Wurmfortsatz, der in der medizinischen Fachsprache kurz die Appendix, das Anhängsel, genannt wird.

Werfen wir einen Blick auf diesen Darmfortsatz, der die Dicke eines Bleistifts und eine durchschnittliche Länge von 4 bis 12 cm hat und so harmlos aussieht, dann erkennen wir, daß er wirklich mit einem Regenwurm vergleichbar ist. Die Anatomen bezeichnen ihn als ein „lymphoides Organ“, weil seine Schleimhaut zahlreiche Lymphdrüsen besitzt. Diese entzünden sich bei gewissen Gelegenheiten leicht, häufig im Alter vom 5. bis über das 20. Lebensjahr hinaus, und dann liegt eine „Blinddarm-entzündung“, eine Appendizitis, vor.

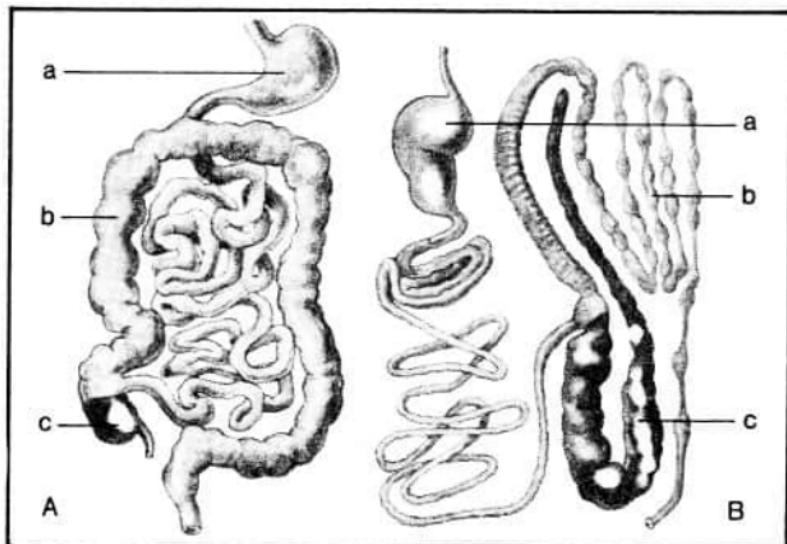
Je jünger das Kind ist, desto schwerer kann auch dem erfahrenen Facharzt die Diagnose fallen, da die Leibscherzen nicht nur im rechten Unterbauch beginnen, Übelkeit und Brechreiz bis zum Erbrechen bei anderen Erkrankungen ebenso auftreten und anfangs kein Fieber besteht. Erwachsene tippen bei solchen Symptomen leider zu oft auf einen verdorbenen Magen und verlieren dadurch manchmal entscheidende Zeit. Sicher ist nicht jeder rechtsseitige Bauchschmerz einer Appendizitis gleichzusetzen, aber die Diagnose und die Behandlungsmaßnahmen müssen schon dem Chirurgen überlassen bleiben.

Manchem ging dann sein „Würmchen“ auf diese Weise verloren, aber kein Patient hat es hinterher vermißt. Viele haben sich vergeblich beim Arzt danach erkundigt, warum unser Darm dieses Anhängsel besitzt, das im Entzündungszustand so gefährlich werden kann und sonst zu gar nichts nütze scheint. Tatsächlich ist der Wurmfortsatz für den Menschen heutzutage belanglos, aber bei manchen Tieren spielt er eine wichtige Rolle. Darüber hinaus kann ich euch wie meinen Patienten nur noch sagen, daß die Appendix des Menschen sehr wahrscheinlich ein verkümmertes Restorgan darstellt, das aus der Rückbildung eines viel größeren Blinddarms unserer

Urururahnen mit entsprechendem Funktionswandel hervoring. Da die Natur mitunter recht konservativ ist, schleppt sie solche „rudimentären Organe“, bedeutungslos gewordene Reste einst sinnvoller Körpereinrichtungen, durch Jahrtausende nur infolge des programmierten Erbguts fort.

Wenn auch der Wurmfortsatz bei uns unnütz ist, wollen wir wenigstens wissen, wozu er manchen Tieren dient. Die Zellwände der Pflanzen, ihre Stützsubstanz, bestehen aus Zellulose, die von den Verdauungssäften der meisten Tiere wie auch des Menschen nicht aufgelöst wird. Viele ausgesprochene Pflanzenfresser unter den Säugetieren (zum Beispiel Kaninchen, Hasen, Pferde) besitzen daher einen sehr langen und großen Blinddarm. In diesem findet man immer in riesiger Anzahl bestimmte Mikroorganismen, die Zellulose spalten und auflösen können. Ähnlich oder noch merkwürdiger ist es bei den Wiederkäuern (wie Rindern, Schafen, Ziegen) ein-

Eingeweide des Menschen (A) und des Kaninchens (B)
a = Magen; b = Därme; c = Blinddarm



gerichtet, die keinen so stark entwickelten Blinddarm wie die Kaninchen, dafür aber einen Vormagen haben. Die von ihnen gefressenen Pflanzen gelangen zunächst in diesen Vormagen, der gleichfalls Heimstatt besagter zellulosespaltender Bakterien ist. Haben sie die Zellulosewände aufgelöst, als Eigennahrung verwertet und dabei zugleich den Zellinhalt der Pflanzen den Verdauungssäften ihres Wirts zugänglich gemacht, dann wird das Futter aus dem Vormagen in kleinen Portionen nochmals in das Tiermaul gebracht, wiedergekaut und anschließend dem weiteren Magen-Darm-Kanal zur eigentlichen Verdauung zugeleitet. Eine ähnliche Kooperation oder lebensnotwendige Zweckgemeinschaft besteht bei Vögeln, die sogar zwei Blinddärme besitzen.

Da den menschlichen Wurmfortsatz eine geringe Peristaltik, das heißt eine reichlich träge Darmbewegung, kennzeichnet, die einer Appendizitis Vorschub leistet, seien an dieser Stelle noch ein paar Worte zur Stuhlverstopfung oder Darmträgheit insgesamt gesagt. Ältere Leute nennen sie Hartleibigkeit, und Ärzte sprechen von einer Obstipation, wenn jemand unter abnorm langer Verweildauer des Kots im Dickdarm leidet. Organische Veränderungen, welche die Darmpassage einschränken, und ähnliches wollen wir hier ausklammern und diese Erscheinungen nur in der so gehäuft auftretenden Form als Zivilisationsschaden betrachten. Die Spannung der Darmwand im letzten Abschnitt des Verdauungskanals, hervorgerufen durch die Fülle verdauter und unverdaulicher Ausscheidungsprodukte, verursacht über die Nervenendigungen zum Gehirn den Entleerungsreiz. Wird diesem menschlichen Röhren keine Folge geleistet, verdickt und verhärtet sich der Kot, das Spannungssignal ebbt ab, und die Symptome einer Verstopfung zeigen sich.

Wer sich von frühester Kindheit an daran gewöhnt, regelmäßig zu Tagesbeginn für eine persönliche Ausfuhr zu sorgen, erwirbt dadurch geradezu einen Reflex für prompten Stuhlgang, den man später nicht verkümmern lassen oder stören sollte. Außerdem gilt es, häufige Ursachen der Stuhlverstopfung auszuschalten, beispielsweise ungesunde Ernährung (allzu kalorienreiche Nahrungsmittel, einseitige Kost, Mangel an Ballaststoffen), fehlende Bewegung, falsche Eßgewohnheiten (zum Beispiel ungenügendes Kauen) und Nervosität. Wahllose und ständige Einnahme von Abführpillen erweist sich bei Darmträgheit als verhängnisvoll und schädlich, weil diese verbreitete Unsitte eine Gewöhnung an das betreffende Mittel zur Folge hat. Außerdem nehmen die Verstopfung und die Beschwerden beim Stuhlgang mit der Zeit zu. Ein Glas lauwarmes Wasser, eventuell mit einer Prise Karlsbader Salz, auf nüchternen Magen getrunken, wirkt in der Regel und schadet nicht. In besonders hartnäckigen Fällen oder bei Auftreten weiterer Beeinträchtigungen muß selbstverständlich der Arzt aufgesucht werden.

Ohne Wasser...?

Natürlich wäre unser Leben ohne das köstliche Nass unvorstellbar, und daher erinnern sogar Operngesänge an die wichtigste chemische Verbindung: „Ohne Wasser, merkt euch das, wär' diese Welt ein leeres Faß.“

Auch unser Körper enthält mehr Flüssigkeiten, als gewöhnlich angenommen wird. Durch Hitze kann man sie zum Verdunsten bringen, wofür der Topf Wasser oder Suppe auf der Gasflamme des Küchen-

herds das alltägliche Beispiel bietet. Denkt man nicht mehr an das aufgestellte Gefäß, so entweicht die Flüssigkeit als Dampf in die Luft, und was an gelösten oder festen Bestandteilen darin enthalten war, bleibt als Kruste am Topfboden zurück. Würde sich ein 70 kg schwerer Mensch in einer Wüste verirren, vor Durst sterben und lange Zeit nicht aufgefunden werden, so daß Sonne und heißer Sand den Organismus über Wochen ausdörren, dann wiese diese Mumie nur noch etwa zwei Fünftel des ursprünglichen Gewichts auf. Die fehlenden drei Fünftel ergibt der Wassergehalt des Körpers. Der lebenswichtige Bestandteil findet sich teils in den Zellen selbst, teils in den sogenannten Körperflüssigkeiten, zum Beispiel Schweiß, Tränenflüssigkeit, Verdauungssäfte, Hirn-Rückenmark-Flüssigkeit, Lymphe und Blut.

Ohne Wasser kann, wie gesagt, kein Mensch, ja überhaupt kein Lebewesen existieren. Alle chemischen Lebensreaktionen laufen nur in diesem Medium richtig ab, und das Wasser ist außerdem das wichtigste Transportmittel innerhalb des Organismus. Das betrifft nicht allein die Wasserzufuhr, sondern auch die Ausscheidung, bei der wir täglich etwa 2 100 ml über die Nieren mit dem Urin, 600 ml durch die Haut — ohne daß wir schwitzen —, 300 ml durch die Lungen bei der Atmung und rund 100 ml mit dem Stuhlgang abgeben. Diese nicht geringe Menge muß immer wieder ersetzt werden, und unser täglicher Wasserbedarf beträgt durchschnittlich 2 500 bis 3 500 ml. Es wäre jedoch ein Trugschluß, wenn man daraus ableiten würde, daß man jeden Tag rund 3 l trinken müsse. Sicher wird ein Großteil der Flüssigkeit unserem Körper durch Getränke zugeführt, aber auch die meisten Nahrungsmittel besitzen einen erheblichen Wasseranteil, und der Körperstoffwechsel steuert durch Oxydation ebenfalls bis zu 400 ml

Wasser bei. Ein Überangebot an Flüssigkeiten, wie es oft liebe Gewohnheit ist, belastet unnötig den Kreislauf und sollte daher vermieden werden.

Hand aufs Herz

Legen wir die rechte Hand flach auf die linke Brustseite unterhalb der Brustwarze, können wir das Pochen des Herzens fühlen, jenes schier unermüdlichen Motors, mit dem wir uns jetzt ein wenig beschäftigen wollen.

Wir verbinden in Gedanken Blut — Blutkreislauf — Herz zu einer lebenswichtigen Einheit, und das ist richtig. Bis die Menschheit aber zu exakten Erkenntnissen über dieses Dreigespann kam, vergingen viele Jahrhunderte. Das Herz wurde zwar schon vor 3 000 Jahren von Ägyptern und Chinesen als Mittelpunkt des Organismus und des Blutstroms angesehen, ihre Vorstellungen waren jedoch mystisch oder spekulativ. Selbst der bedeutende griechische Wissenschaftler Aristoteles (384—322 v. u. Z.) hielt das Herz für den Sitz der Gedanken und schrieb dem Gehirn nur die Funktion der Absonderung von Schleim zu, der das Blut kühlen sollte. Erst vor dreieinhalb Jahrhunderten, im Jahre 1628, entdeckte der englische Arzt und Anatom William Harvey (1578—1657) den Blutkreislauf. Seine Darstellung der Blut- und Herzbewegung wurde zur Großtat der modernen Heilkunde, schuf die Grundlage für weitere Erkenntnisse.

Die Ansichten des Aristoteles spiegeln sich bis zum heutigen Tag in sprachlichen Wendungen wider, wenn man sagt, zwei Menschen seien „ein Herz und eine Seele“, oder die unglückliche Liebe habe ihr

beziehungsweise ihm „das Herz gebrochen“. Und sehen wir uns schließlich die Schlagertexte an, so bilden „Herz — Schmerz — Liebe“ immer noch zugkräftige Kombinationen, in denen sich sogar etwas die untrennbare Einheit aller im Organismus ablaufenden körperlichen und geistigen Prozesse widerspiegelt. Anders ausgedrückt bedeutet dies, daß an jede psychische auch eine körperliche Reaktion geknüpft ist und umgekehrt. Solche Einflüsse von positiven wie negativen Emotionen lassen sich besonders an den Herz-Kreislauf-Funktionen beobachten.

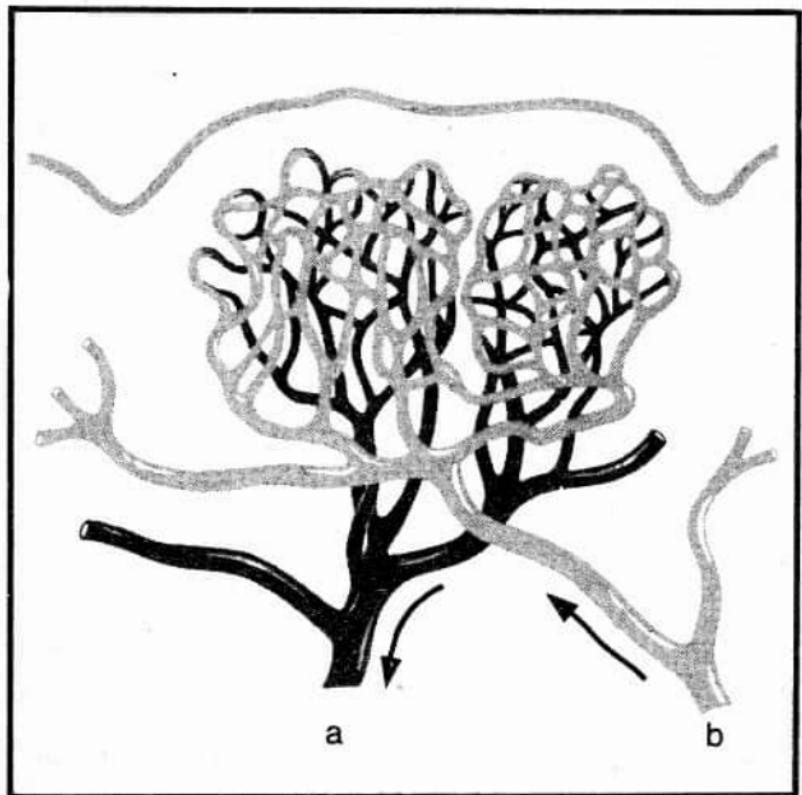
Wir wollen nicht die Herzkranzgefäß zählen, keinesfalls die geringe Flüssigkeitsmenge im Herzbetel ausmessen und wiegen oder ähnliches. Festhalten müssen wir aber, daß dieses muskulöse Hohlorgan in unserem Brustraum mit der Form eines stumpfen Kegels bei einem gesunden Erwachsenen durchschnittlich 13 cm lang, 9 cm breit und 7 cm dick ist. Sein Durchschnittsgewicht beträgt an die 300 bis 350 g, bei passionierten Stubenhockern mit sogenanntem Büro-Herzen kaum mehr als 250 g und bei gut trainierten Sportlern sogar 450 bis 500 g. Dank der Röntgentechnik können wir seine Größe exakt bestimmen sowie seine Tätigkeit genau beobachten.

Dabei hat sich auch gezeigt, daß ein Sportlerherz etwa ein Drittel größer ist als das eines Durchschnittsbürgers. Das trainierte Herz besitzt selbst bei größten Belastungen bessere Anpassungsmechanismen, es kann in Ruhe langsamer schlagen und führt durch einen „energiesparenden Schongang“ dennoch den Geweben des Organismus alle notwendigen Stoffe auf dem Blutweg zu. Körperliches Training schon von 6 bis 10 Minuten Dauer, aber täglich und intensiv durchgeführt, bis man außer Atem kommt, erhöht die Leistungsfähigkeit von Herz und Kreislauf erstaunlich. Es kann sogar bewirken, daß der Blutdruck des

siebzigjährigen trainierten Menschen dem des fünf- und vierzigjährigen Normalbürgers unserer bewegungsarmen Zeit entspricht, zumal fehlende Funktion die Organe verkümmern, leistungsschwach und in vieler Hinsicht auch krankheitsanfällig werden lässt.

Vom Beginn unseres Lebens bis zum Tod ziehen sich die Muskelwände des Herzens öfter als jede Sekunde kräftig zusammen, und das nennt man den Herzschlag, der als Puls zu fühlen ist. Die Herzfrequenz, die Anzahl der Schläge in einer Minute, hängt von vielen Faktoren ab, wie Alter, Geschlecht, Körpertemperatur, Muskelarbeit, Druck in den Blutgefäßen und in der uns umgebenden Atmosphäre und ähnlichem. Als durchschnittliche Herzfrequenz gelten beim Kind Werte von 130 bis 140, beim Erwachsenen 72 bis 76, im hohen Alter 80, im Schlaf allgemein 60, im Liegen 66, im Sitzen 70, im Stehen 80. Rechnen wir mit einem Durchschnittswert von 70 Herzschlägen je Minute, durch die 5 l Blut befördert werden, so erhalten wir als Tagesleistung ohne wesentliche körperliche Belastung über 100 000 Herzschläge, wobei das Herz etwa 7 000 l Blut in den Kreislauf pumpt. Hier noch ein Vergleich mit dem Tierreich: Das Herz eines ausgewachsenen Elefanten, das an die 20 kg wiegt, leistet in der Minute nur 25 Schläge, das eines Hundes 80 bis 120, und das winzige Herz eines Kanarienvogels erreicht in gleicher Zeit an die 1 000 Kontraktionen.

Die Adern, die den Blutstrom aus dem Herzen aufnehmen, gabeln sich zunächst in mehrere Hauptäste, die das Blut den verschiedenen Organen zuleiten. Nachdem sie sich mehr und mehr verzweigt haben und dabei immer dünner und feiner geworden sind, gelangt das Blut schließlich in die Haargefäße oder Kapillaren, deren Länge zwischen 0,9 und 1,3 mm bei jeweils winzigem Durchmesser schwankt. Ist das Blut



Kapillaren

a = kleine Vene; b = kleine Arterie

durch die Kapillaren geflossen, kommt es wieder in größere Adern, die infolge der Vereinigung von Haargefäßen entstehen, und schließlich wird es durch einige Hauptadern zum Herzen zurückgeleitet. Die das Blut vom Herzen ableitenden Gefäße nennt man bekanntlich Arterien beziehungsweise Schlag- oder Pulsadern, während jene, welche es zum Herzen zurückführen, Venen oder Blutadern heißen, und diese Einteilung erstreckt sich bis auf die Haar-gefäß.

Stechen wir uns mit einer feinen Nadel in eine Fingerbeere oder in ein anderes Hautgebiet, quillt Blut heraus, weil das Kapillarnetz so dicht ist, daß die

Nadel stets einige Haargefäße trifft und verletzt. Wissenschaftler schätzen rein rechnerisch, daß alle Kapillaren aus den Muskeln eines einzigen Menschen aneinander gereiht eine Länge von 100 000 km und alle Blutgefäße zusammen an die 400 000 km ergeben würden. Da das aber mehr theoretische Überlegungen sind, kann ich mich für die absolute Richtigkeit solcher Werte nicht verbürgen.

An einem Nadelstich verblutet man nicht...

Jetzt höre ich schon Protest mit dem Hinweis, daß man bei Verletzung eines lebenswichtigen Organs oder der nicht gerade dünnkalibrigen Arm- beziehungsweise Beinarterie durch eine dicke Stricknadel sehr wohl verbluten könnte. In diesen Extremfällen besteht eine derartige Möglichkeit, wenn ohne Hilfeleistung das Blut längere Zeit ungehindert entweicht. Eine solche Situation läßt sich in gewisser Weise sogar mit dem übeln Streich vergleichen, daß ein Junge Opas Wassertonne im Garten von unten anbohrt. Das Regenwasser wird dann heraustropfen, bis das Faß leer ist.

Wir wollen hier aber als Beispiel den Stich in den Finger mit der Nähnadel nehmen oder eine kleine Wunde, die wir uns bei unachtsamem Brotschneiden zugezogen haben. Einige Tropfen Blut treten aus, doch selbst bei der größeren Verletzung kommt diese Blutung nach einiger Zeit zum Stillstand. Würden die $4\frac{1}{2}$ l Blut einer erwachsenen Frau oder die $5\frac{1}{2}$ l des Mannes durch die verletzten Haargefäße und kleinen Adern wie das Wasser aus der Tonne abtropfen, dann wäre auch das kleinste Trenn- und Taschenmesser als lebensgefährliches Werkzeug längst abgeschafft. Daß

eine Wunde von selbst zu bluten aufhört, verdanken wir der Blutgerinnung. Was beobachten wir dabei, was für ein Mechanismus ermöglicht diesen lebenswichtigen Vorgang?

Zunächst tropft das Blut langsamer, wird zähflüssig und erstarrt dann. Die Zeit dafür, die sogenannte Gerinnungszeit, beträgt normalerweise 3 bis 8 Minuten. Später setzt sich der „Blutkuchen“ ab, das Blutgerinnsel zieht sich weiter zusammen, und es bildet sich Wundschorf, wie man allgemein sagt. Der Vorgang hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der Eiweißgerinnung beim Kochen eines Hühnereis; denn er beruht ebenfalls auf dem Festwerden eines flüssigen Eiweißstoffes. Im wesentlichen handelt es sich bei der Blutgerinnung um die Umwandlung des löslichen Bluteiweißkörpers Fibrinogen in das unlösliche Fibrin, das sich beim Blutaustritt aus den Gefäßen als faseriges Maschenwerk bildet und Blutkörperchen einschließt. So einfach sich diese Beschreibung anhört, so kompliziert sind im einzelnen die in 4 Phasen ablaufenden Prozesse, die von vielen fördernden und hemmenden Stoffen beeinflußt werden. Angeführt seien davon nur das in den Geweben vorkommende gerinnungshemmende Heparin, das der amerikanische Physiologe William Howell (1860—1945) entdeckte, sowie das für die Gerinnung notwendige Vitamin K, das 1929 von dem dänischen Wissenschaftler Henrik Dam aufgespürt wurde.

So wie das geronnene Blut verletzte Gefäße Abdichtet oder verstopft, können sich unter bestimmten Voraussetzungen auch Blutgerinnsel in den Adern bilden. Derartiges tritt möglicherweise an schadhaften Stellen der inneren Gefäßwände, bei verlangsamtem Blutstrom und Infektionen oder aus anderen Ursachen auf. Es entsteht ein Thrombus, ein Ppropf aus Blutbestandteilen, und wenn dieser den Blutstrom be-

hindert, spricht man von einer Thrombose. Wird der Blutpfropf von dem strömenden Blut in andere Gefäßabschnitte verschleppt, die er verstopft, so liegt eine Thromboembolie vor, auch kurz Embolie genannt. Diese bedeutenden Störungen können sowohl von Arterien- als auch von Venenthrombosen verursacht sein. Diagnosen mit der Bezeichnung Hirnembolie (Gehirnschlag), Lungenembolie, Herz-, Nieren- und Milzinfarkt beschäftigen nicht nur das Gesundheitswesen, sie werden wegen ihres gehäuften Auftretens in Zivilisationsländern auch zu einem gesamtgesellschaftlichen Problem.

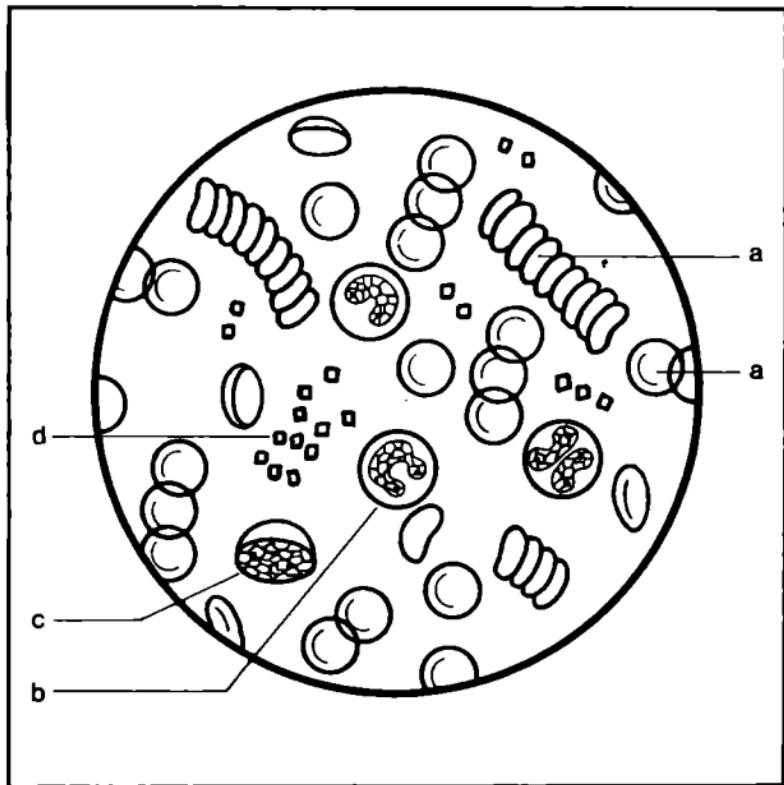
Andererseits gibt es einzelne Menschen, deren Blutgerinnung lebensgefährlich gestört ist. Die bekannteste Störung, die Bluterkrankheit oder Hämophilie, ist das Musterbeispiel einer vererblichen Krankheit, da nur die männlichen Angehörigen einer Familie unter ihren Auswirkungen leiden. Eine Erklärung für diese geschlechtsgebundene Vererbung und ebenso für den Grund von Blutungsneigung und die hochgradige Verlängerung der Gerinnungszeit hat die Wissenschaft trotz unzähliger Bemühungen noch nicht gefunden. In diesen Fällen kann schon ein Nadelstich sehr ernste Folgen haben, weil man nie weiß, ob und wann eine Blutstillung gelingt, und zahlreiche Blutungen hinterlassen schließlich bleibende Schäden. Diese weniger erfreulichen Möglichkeiten unterstreichen die Wichtigkeit einer regelrechten Versorgung aller Körperteile mit Blut.

Blut ist ein ganz besonderer Saft...

Dieser Satz aus Goethes „Faust“ hat auch heute noch seine Berechtigung, ebenso wie die volkstümliche Bezeichnung „Lebenssaft“. Daran knüpfen sich weitere Fragen — nach der Beschaffenheit des Blutes, nach dem Grund dafür, warum unser Organismus keinen übermäßigen Blutverlust verträgt und warum ein vom Blutstrom nicht mehr versorgtes Gewebe seine Lebensfähigkeit verliert.

Wir wissen, daß unsere Körperzellen Sauerstoff für ihre Stoffwechselvorgänge brauchen, die Grundlage aller Lebensäußerungen sind. Wir hörten schon vom Transport der Baustoffe im Körper, aber wie das Blut eine seiner wichtigsten Aufgaben bewältigt, wie es die Zellen mit dem nötigen Sauerstoff versorgt, das klang erst bei einer umfangreichen Formel an.

Benutzen wir zunächst nochmals ein Mikroskop, und betrachten wir in seinem Blickfeld ein Tröpfchen Blut. Dieses flüssige Gewebe, wie man es auch nennt, stellt mit seinen geformten und ungeformten Bestandteilen eine Funktionseinheit dar. Den ungeformten Anteil — die insgesamt 55 Prozent gelbliche Flüssigkeit, das aus vielerlei Stoffen, einschließlich des 7 Prozent betragenden Eiweißanteils, zusammengesetzte Plasma — können wir dabei außer acht lassen. An den geformten Bestandteilen fällt auf, daß wir mehr rote Scheibchen, die roten Blutkörperchen oder Erythrozyten, im Blickfeld haben als weiße oder Blutplättchen. Das entspricht der Gesamtzusammensetzung des Blutes. Man findet bei einem Erwachsenen in einem Kubikmillimeter 5 Millionen rote Blutkörperchen, so daß ihre Gesamtmenge in unserem Blut etwa 25 Billionen beträgt. Diese gewaltige Zahl stellt aber keine Verschwendug der Natur dar; denn die Erythrozyten sind winzig von Gestalt, ihren Durch-



Blutbestandteile (mikroskopisches Bild)

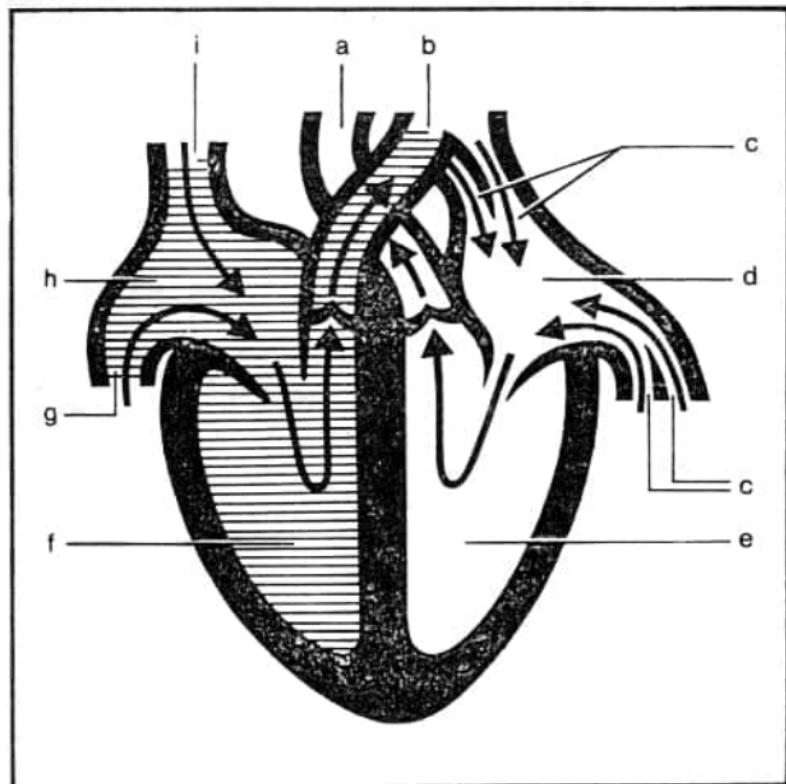
a = rote Blutkörperchen; b = weiße Blutkörperchen; c = Lymphozyt; d = Blutplättchen

messer gibt man mit 0,008 mm und ihre Dicke mit 0,002 mm an, während der ständige Sauerstofftransport große Leistungen erfordert. Die winzigen Scheibchen besitzen keinen Kern, so daß sich die Wissenschaftler fragten, ob sie überhaupt als lebende Zellen gewertet werden können. Diese Frage muß man bejahen, auch wenn sie in höchstem Maße vereinfacht strukturiert sind und sich daher nicht wie eine Zelle vermehren können. Ihre Lebensdauer beträgt 100 bis 120 Tage, sie reifen und altern innerhalb dieser Zeit, und schließlich fallen sie dem Zellfraß, der Zerstörung, zum Opfer, hauptsächlich in der Milz. Ihr

Gehalt an Hämoglobin, der schwankt, ist für den Sauerstofftransport ausschlaggebend, und die Fähigkeit des roten Blutfarbstoffs, Sauerstoff an sich zu binden, ermöglicht die Versorgung aller Körperzellen mit diesem lebensnotwendigen Element.

Um das zu verstehen, müssen wir uns den Blutkreislauf etwas genauer ansehen. Der Innenraum des Herzens ist durch eine Längsscheidewand in eine rechte und eine linke Hälfte geteilt. Bei jedem Herzschlag wird das Blut, das die rechte Hälfte erfüllt, durch die Lungenschlagader den Lungen zugeführt und gleichzeitig das Blut aus der linken Hälfte, aus der linken Herzkammer, in die große Körperschlagader, die Aorta, getrieben. Außerdem ist das Herz durch eine weitere querverlaufende Scheidewand in jeder Hälfte nochmals unterteilt, so daß insgesamt 4 Hohlräume entstehen: 2 Vorhöfe und 2 Kammern. Die Vorhöfe leisten aber im Vergleich zu den Kammern die geringste Arbeit, sie pumpen nämlich bloß das eingeströmte Blut in die jeweilige Kammer weiter, und daher besitzen sie nur eine verhältnismäßig dünne Muskulatur. Während die rechte und die linke Herzkammer nirgends miteinander in Verbindung stehen, es wegen ihrer so verschiedenartigen Aufgaben auch gar nicht dürften, befindet sich zwischen Vorhof und Kammer einer jeden Seite eine Öffnung für den Blutübertritt. Hier sind ventilähnlich Segelklappen ausgespannt, die dem Blut den Durchtritt in der erforderlichen Richtung — von dem Vorhof zur gleichseitigen Kammer — gestatten. Diese fallschirmartigen Klappen sind an ihren Zipfeln mit feinen Sehnen an den Muskeln der Kammerwände befestigt, und zwar auf der linken Seite zweizipflig (Mitralklappe) und auf der rechten mit drei Zipfeln (Trikuspidalklappe).

Die Blutkörperchen gelangen nun aus der rechten Herzkammer über die Lungenschlagader und die



Blutströmung im Herzen

a = Aorta; b = Lungenarterie; c = Lungenvenen; d = linker Vorhof; e = linke Herzkammer; f = rechte Herzkammer; g = untere Hohlvene; h = rechter Vorhof; i = obere Hohlvene

Lungengefäße in die Lungen bis in deren Haar-gefäß. Die Kapillaren und die Lungenbläschen-wände ermöglichen es, daß hier der Sauerstoff aus der Atemluft leicht in das Blut gelangen kann, wo ihn das Hämoglobin der Erythrozyten an sich fesselt. Die sauerstoffbeladenen roten Blutkörperchen werden mit dem Blutstrom durch die 4 Lun-gengenvenen zum linken Vorhof und in die linke Herzkammer befördert, von hier über die Aorta und die weiteren Schlagadern in die Gewebe des Körpers gebracht, wo sie den Sauerstoff wiederum durch

die zarten Kapillarwände an die benachbarten Zellen abgeben. Das Tempo des Blutkreislaufs darf man schon als sehr flott bezeichnen. In weniger als einer halben Minute kann ein Blutkörperchen den Weg vom Herzen durch die Lunge, zum Herzen zurück und durch die Körperschlagadern bis in ein entlegenes Organ und wieder bis zum Herzen zurück absolvieren. Bei dieser Schnelligkeit und ihrer Billionen erreichen Anzahl vermögen die Erythrozyten bemerkenswerte Sauerstoffmengen zu transportieren und den Zellen für Verbrennungsvorgänge bereitzustellen.

Ob eine Verbrennung im Ofen oder in einer Körperzelle stattfindet, sie hinterläßt stets Schlacken, deren Anhäufung im Organismus eine Gefahr bedeutet. Die einfachsten Verbrennungsrückstände sind Wasser und Kohlendioxid, beim Abbau stickstoffhaltiger Verbindungen Ammoniak (NH_3). So besteht eine weitere wichtige Aufgabe des Blutes im Abtransport von Schlacken und in deren Ausscheidung. Daher nimmt es Wasser sowie Kohlendioxid in den Geweben auf, befördert diese Stoffe bis in die Lungenkapillaren und gibt sie dort an die Ausatmungsluft ab. Die Ammoniakausscheidung ist jedoch problematischer, weil beim Menschen der überwiegende Teil des Stickstoffs als Harnstoff umgewandelt ($\text{CN}_2\text{H}_4\text{O}$) über die Nieren mit dem Urin abfließt.

Die Anzahl der zu entfernenden körperfremden Stoffe ist groß und ihr mehrstufiger Weg oft recht kompliziert. Vielleicht erscheint es verwunderlich, daß die Endprodukte der Verbrennung dennoch relativ leicht durch die Lungen und Nieren aus dem Körper ausgeschieden werden können, während man aus dem Ofen nach einem tüchtigen Kohlenfeuer eine beträchtliche Menge Asche und Schlacken ausräumen muß. Aber Asche und Schlacken sind nicht eigentlich Enderzeugnisse, sondern Rückstände des Verbren-

nungsvorgangs, vergleichbar dem unverdaulichen Nahrungsinhalt, und dieser wird ja schon im Darm von den verdaulichen Bestandteilen gesondert. So gelangen in die Körpersäfte nur hochwertige Stoffe, die darin auch restlos bis zu den genannten Verbindungen abgebaut werden.

Neben diesen beiden Hauptaufgaben hat das Blut eine dritte, nicht minder lebenswichtige zu erfüllen: die aus der Nahrung stammenden Brenn-, Wachstums- und Ersatzstoffe, durch den Blutstrom verteilt, den Organen zuzuführen. Diese Nährstoffe werden nicht von den geformten Blutbestandteilen, sondern im und durch das flüssige Blutplasma selbst befördert. Die dritte Aufgabe des Blutes schließt auch die Weitergabe von Salzen, Wasser und Vitaminen ein, und es ist nicht abwegig, außerdem die von einigen Organen oder Gewebsteilen in die Blutbahn abgegebenen Hormone einzubeziehen.

Das dritte System und die Polizei

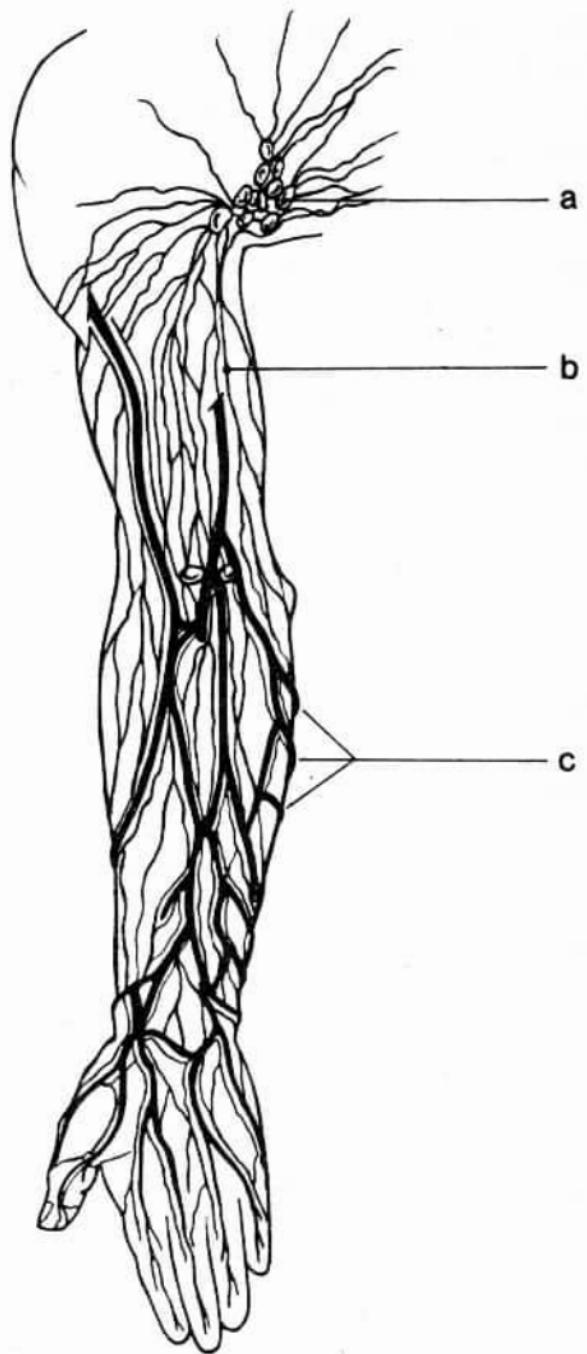
Untersuchen wir nun nach dem arteriellen und dem venösen System noch das dritte Gefäßsystem, das Lymphsystem, so werden wir bald Übeltätern begegnen. Wir wollen die Ermittlungen aber systematisch führen. Außer Arterien und Venen befinden sich im Körper noch weitverzweigte, dünnwandige Gefäße, die Lymphgefäße. Ihr Inhalt ist ein flüssiges Zwischenglied zwischen Blut und Gewebe, die Lymphe, die, im Quellgebiet noch ziemlich farblos und zellarm, späterhin reicher an organischen Bestandteilen, einem Teil der Blutelemente und Stoffwechselprodukten wird und dann milchig getrübt wirkt. Fermente sind ebenfalls in ihr enthalten.

Diese besondere Flüssigkeit geht aus der Blutbahn in den Kapillaren ab, sammelt sich in den Gewebespalten als wandlosen Lymphgefäß, bewegt sich dann in solchen mit einer Gefäßwand und schließlich in venenartigen größeren Strängen und Stämmen, die kleine halbmondförmige Klappen besitzen, um den Rückfluß in die Peripherie zu verhindern. Im Unterschied zum Blutkreislauf erfolgt die Fortbewegung der Lymphe nicht mit Hilfe einer Pumpzentrale, sondern durch die von der Muskulatur in einem Körperabschnitt ausgelöste Druck- und Saugwirkung. Die größeren Lymphgefäß verlaufen meist mit den entsprechenden Venen zusammen und münden schließlich in diese ein. Die Lymphe aus den unteren Gliedmaßen und den Baucheingeweiden wird in dem sich rechts neben der Wirbelsäule erstreckenden Milchbrustgang gesammelt, der in die obere Hohlvene einmündet. Er trägt diesen Namen, weil die in ihm befindliche Lymphe insbesondere nach der Nahrungsaufnahme durch Beimengung feinster Fetttröpfchen milchig getrübt ist. Diese Fettröpfchen entstammen dem von der Darmwand aufgenommenen Fett, das nicht über den Blut-, sondern über den Lymphweg, unter Umgehung der Leber, in den Körper aufgenommen wird. Mit der weiblichen Brustdrüse und der Muttermilch hat dieser Milchbrustgang also nichts zu tun.

In den Verlauf der Lymphgefäßbahnen sind gelbliche, erbsen- bis bohnenförmige Gebilde, etwa 1 bis 3 cm groß, zwischengeschaltet: die Lymphknoten, früher oft Lymphdrüsen genannt wegen ihrer meist gruppenförmigen Anordnung. Sie haben eine Fil-

Gefäße des Arms

a = Lymphknoten; b = Lymphgefäß; c = oberflächliche Blutadern



terfunktion, da sie Bakterien, Giftstoffe, Zellfragmente und Fremdstoffe wie Kohlenstaub abfangen. Folglich sorgen sie in gewissem Sinne für Ordnung, und außerdem bilden sie eine bestimmte Zellart (Retikulumzellen) zu Lymphozyten, einem Teil der weißen Blutkörperchen, um. Bei der Beseitigung von Fremdstoffen können Lymphknoten und Lymphgefäß selbst entzündlich erkranken. Man bemerkt dann „rote Streifen“ beispielsweise an Armen und Beinen bei gleichzeitigem Anschwellen der Lymphknoten, so daß der Volksmund von einer „Blutvergiftung“ spricht. Weitere Funktionen des Lymphsystems sind noch nicht umfassend genug erforscht.

Kehren wir nochmals zum mikroskopischen Bild eines Bluttropfens zurück, so sehen wir neben den vielen roten in geringerer Zahl — etwa fünfhundertmal weniger — auch farblose, zwei- bis viermal größere Scheibchen mit einem Zellkern: die weißen Blutkörperchen oder Leukozyten. Diese Sammelbezeichnung für alle weißen Blutzellen schlüsselt man in fünf Arten auf, die sich nach der Form des Zellkerns, der Körnung der Zellsubstanz und nach ihrem Verhalten bei der Färbung unterscheiden. Ihre Anzahl wechselt. Unter den 4 000 bis 9 000 Leukozyten, mit denen man bei einem gesunden Menschen je 1 mm^3 Blut rechnet, finden sich 40 bis 80 Prozent Neutrophile, 1 bis 5 Prozent Eosinophile, 0,5 bis 1 Prozent Basophile, 20 bis 40 Prozent Lymphozyten und 2 bis 10 Prozent Monozyten. Die Lymphozyten haben wir gerade erst kennengelernt, und von den ersten drei Arten sei nur gesagt, daß sie im Knochenmark gebildet werden.

Interessant ist an den weißen Blutkörperchen insgesamt, daß sie sich ebenso wie die Erythrozyten nicht zu einem Gewebe zusammenschließen, sondern einzeln im Blutstrom umhergetrieben werden, dabei aber

eine gewisse Selbständigkeit besitzen. Man nennt sie auch Wanderzellen, weil sie sich unter Formveränderungen bewegen, etwa in dem Sinne, wie wir es von der Fortbewegung einer Amöbe kennen. Ihr Wandertrieb und ihre ungleichmäßige Verteilung in der Blutbahn — sie befinden sich nämlich zahlreich in den endnahen Gefäßen an der Körperperipherie und in der Nähe des Verdauungskanals — entsprechen ihrer speziellen Aufgabe. Sie werden durch Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen und die bei Zellschädigungen freiwerdenden Stoffe geradezu angezogen. In solchen Fällen wandern sie durch die Gefäßwand hindurch in die Gewebespalten, bis sie die Fremdstoffe erreicht haben und ausschalten können. Gleich den Amöben vermögen sie als „Freßzellen“ (Phagozyten) selbständig zu wirken, feste Gegenstände, die kleiner als sie selbst sind, mit ihren Scheinfüßchen zu umfließen und in ihr Inneres aufzunehmen. Das tun sie jedoch nicht zwecks eigener Ernährung, sondern zum Schutz und im Interesse der Säuberung unseres Körpers. Wie Polizeiformationen durchstreifen sie wachsam die Gewebe, um bei besonderen Vorkommnissen und Gefahr sofort eingreifen zu können. Diese wichtige Rolle der Leukozyten erkannte der große russische Zoologe und Mikrobiologe Ilja Metschnikow (1845—1916) bereits 1884, und in Anerkennung dessen erhielt er 1908 den Nobelpreis für Medizin. Bei den inneren Abwehrschlachten gehen ganze Armeen von Leukozyten zugrunde, wodurch immer weitere Freßzellen an den Ort der Gefahr gelockt werden, und das Produkt nennen wir dann Eiter.

Wer wird denn weinen, wenn die Linden blühn?

Ein beliebter Altberliner Schlager stellt die Frage: „Wer wird denn weinen, wenn man auseinander geht?“ Da Abschiednehmen mitunter schwerfällt, kann eine mehr oder weniger tränenreiche Reaktion schon verständlich werden. Aber während der Lindenblüte weinen, wenn am Sommersanfang die Natur im vollen Grün steht? Und dennoch passiert das nicht nur einmal. Vielleicht kennt ihr selbst so einen geplagten Menschen, der mit Beginn der Gras- oder Lindenblüte zu niesen und zu prusten anfängt, damit gar nicht mehr aufhört, stets gerötete Augen hat und viele stillen Tränen vergießt. Auch diese und ähnliche allergische Erkrankungen haben enge Beziehungen zu dem lebenerhaltenden Blut, zu seinen Schutz- und Abwehrleistungen.

Das Eindringen von Mikroorganismen in unseren Körper wie auch der Kontakt der Schleimhäute mit Blütenstaub beim Heuschnupfen bedeutet eine Einfuhr artfremden Eiweißes oder sonstiger Fremdstoffe, und unsere Abwehrkraft mobilisiert daraufhin die Bildung von Gegenstoffen. Diese Antikörper sind chemisch Globuline, also Eiweißkörper, die von verschiedenen Körperzellen abgesondert werden, im Blut kreisen und die genannten Fremdstoffe unschädlich machen. Dabei muß nicht jedes Eindringen von Keimen zum Ausbruch einer Krankheit oder überhaupt zu merkbaren Erscheinungen führen. Andererseits gibt es eine krankhafte Überempfindlichkeit gegenüber kleinsten Fremdeiweißmengen, die Allergie, die als Heuschnupfen, Hautkrankheiten, Asthma und ähnliches auftritt, mit oft schwerer Beeinträchtigung des Wohlbefindens bis hin zur Lebensgefahr. Dabei spielen auch noch weitere Zustandsänderungen

im Organismus eine Rolle, wie Differenzen im Hormonhaushalt, deren Aufdeckung wiederum neuere Behandlungsmaßnahmen ermöglichte.

Das Überstehen verschiedener Infektionskrankheiten hat bekanntlich eine Immunität zur Folge, weil im Blut Schutzstoffe gegen die betreffende Erkrankung gebildet wurden. Solche natürlichen Vorgänge führten schließlich zu der Erkenntnis, daß man auch durch Impfungen Immunität erzielen kann. „Impfgegnern“, die es immer noch gibt, sollte man den Nutzen solch bedeutsamer Maßnahmen am Beispiel der gefährlichen Kinderlähmung, der Poliomyelitis, ins Gedächtnis rufen. Die in der DDR seit Jahren zielstrebig durchgeführte Poliomyelitis-Schluckimpfung hat erreicht, daß dieser Schrecken der Menschheit bei uns praktisch ausgerottet ist.

Ertrinkt oder erstickt der Mensch unter Wasser?

Meine jungen Gesprächspartner haben in Diskussionen wiederholt gefragt, warum ein Mensch unter Wasser ertrinkt oder erstickt, der Fisch aber an der Luft. Aquarienfreunde, die ein solches Erlebnis mit einem ihrer zu temperamentvollen Lieblinge hatten, berichteten, daß sie herausgesprungene Fische vertrocknet auf dem Teppich gefunden hätten, daß diese an Luft erstickt, an Luftmangel gestorben wären. Das mag etwas sonderbar klingen, hängt aber mit dem verschiedenartigen Bau der Atmungsorgane bei Fischen und Landbewohnern zusammen.

Wir wissen bereits, daß alle Körperzellen ihren Energiebedarf durch die Verbrennung decken — und diesen Prozeß nennt man auch Zellatmung. Im ge-

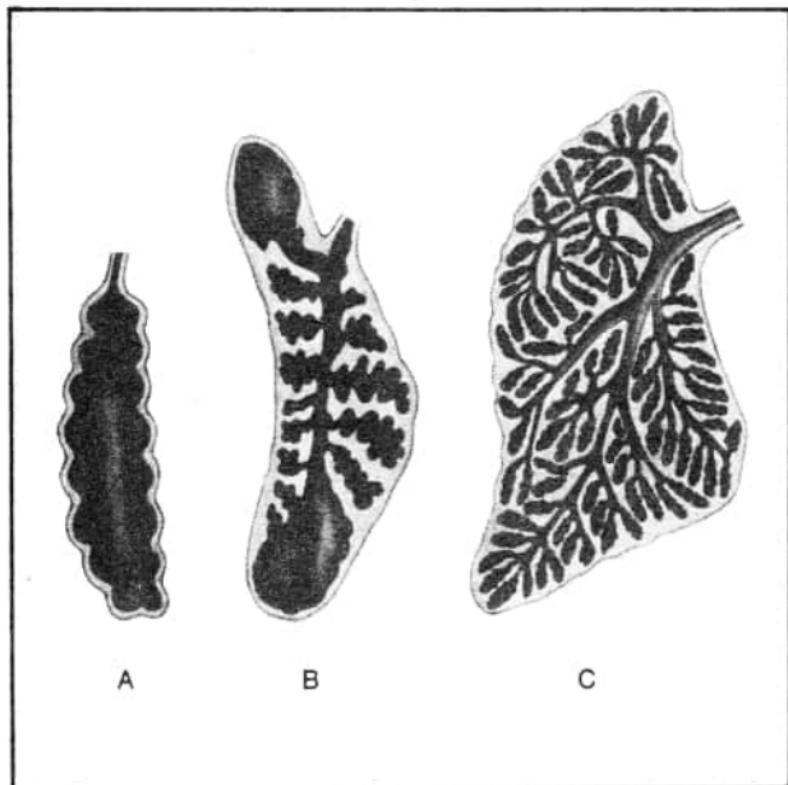
wöhnlichen Sprachgebrauch verstehen wir aber unter Atmung die Zufuhr von Luft in die Lungen, wo dann der beschriebene Kreislauf des Sauerstofftransports im Körper beginnt. Daher bezeichnet man Organe mit der Aufgabe, den Körpersäften aus der Umgebung Sauerstoff zuzuführen, als Atmungsorgane.

Sehr einfach gebaute und leicht überschaubare Lungen besitzt zum Beispiel der Feuersalamander. Sie bestehen nur aus zwei zartwandigen, mit Luft gefüllten Säcken. In ihrer Wandung verzweigen sich die Äste der Lungenschlagader bis zu den Haargefäßen.

Der Gasaustausch zwischen der Luft in den Lungen und dem Blut in ihren Wandungen kann um so leichter und lebhafter erfolgen, je größer die hierfür zur Verfügung stehende Oberfläche ist. Das gilt für jeden Austauschvorgang. Wir machen davon beispielsweise beim Wärme-Kälte-Austausch Gebrauch, wenn wir heiße Brühe aus einer Suppentasse zum raschen Abkühlen in einen Suppenteller gießen: Von der größeren Oberfläche wird die Wärme schneller abgegeben.

In der Lunge eines Feuersalamanders steht nur eine relativ kleine innere Oberfläche der sackförmigen Lunge für den Gasaustausch zur Verfügung, die jedoch für den geringen Sauerstoffbedarf dieses trägen Tieres ohne einen lebhaften Stoffwechsel genügt. Der lebendigeren Eidechse würden solche einfachen, kleinflächigen Strukturen nicht mehr ausreichen. Daher besitzt ihre Lungenwand einspringende Falten, so daß Hunderte winziger Lungenbläschen entstehen, deren Wände reich von Blut durchströmt werden.

Die menschliche Lunge hat keinen grundsätzlich anderen Aufbau. Nur blieb hier von einem einheitlichen Luftraum nichts mehr übrig, da das ganze Innere der Lunge in zahllose Lungenbläschen auf-

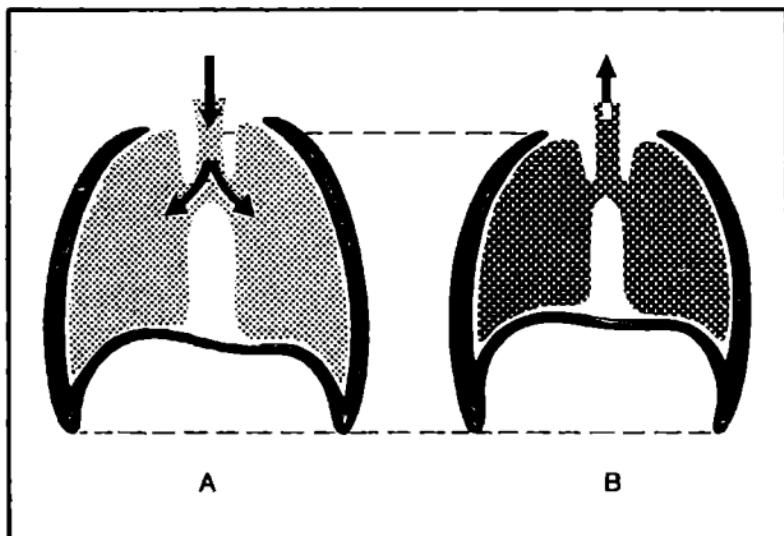


Lunge von Salamander (A), Eidechse (B) und Mensch (C)

geteilt ist, die eng nebeneinander liegen. Das ergibt eine gewaltige Vergrößerung der Innenoberfläche, der Berührungsmöglichkeiten zwischen der Luft und den blutdurchströmten Wänden der Bläschen. Ein Lungenbläschen, auch Alveole genannt, ist mit einem Durchmesser von 0,1 bis 0,3 mm zwar winzig klein, aber es wird von einem dichten Netz arterieller und venöser Kapillaren umschlossen, die zusammen mit allen übrigen Blutgefäßen der Lunge schätzungsweise eine Länge von 25 000 km ergäben. Insgesamt besitzt unsere Lunge 200 bis 400 Millionen solcher Alveolen, und man hat ausgerechnet, daß diese Oberfläche, wenn man sie nebeneinander zu einer einzigen ebenen Fläche ausbreiten könnte, um die 100 m² einnähme.

Jedesmal also, wenn das Herz die 5 l Blut unseres Körpers in dem schon erwähnten Tempo durch die Lungen gepumpt hat, ist es, als wären sie auf der Bodenfläche eines 10 m × 10 m großen Saales ausgegossen und dabei mit der Luft in Berührung gebracht worden. Es leuchtet ein, daß dies den Gas austausch zwischen Blut und ein- beziehungsweise ausgeatmeter Luft enorm fördert.

Natürlich muß verbrauchte Luft in dem so weit verzweigten Innern der Lunge durch frische ersetzt werden. Das geschieht durch die Atembewegungen. Ziehen wir den Kolben oder Stempel unserer Fahrradluftpumpe zurück, so saugen wir durch die kleine Anschlußöffnung Luft hinein. Die Luft ist zwar nicht zu sehen, aber wenn wir den Daumen auf die Öffnung legen, spüren wir den Sog oder beim Auspumpen den Druck. Auf ähnliche Weise erfolgt die Lüftung der Lungen, ihre Ventilation, als zyklischer Prozeß von Ein- und Ausatmung. Ihr Innenraum entspricht dem Innern der Luftpumpe, die Anschlußöffnung den Nasenlöchern, von wo der Weg durch die Nasenhöhle, den Rachen, die Stimmritze und die Luftröhre in die Lungen führt. Unser Pumpenkolben aber ist das Zwerchfell, eine kuppelförmig gewölbte Muskelplatte, die den Brustraum vom Bauchraum trennt. zieht sich das Zwerchfell beim Einatmen zusammen, so flacht sich seine Wölbung ab. Das heißt, der Kolben unserer Pumpe wird angezogen und saugt an. Im gleichen Sinne vergrößert sich beim Zusammenziehen des Zwerchfells der Brustraum, und Luft strömt ein. Gleichzeitiges Anheben der Rippen durch bestimmte Muskeln, wobei sich der Brustkorb auch in seitlicher Richtung erweitert, verstärkt noch die Wirkung. Erschlafft die Zwerchfellmuskulatur und senken die Atemhilfsmuskeln wieder die Rippen, kommt es zur Ausatmung.



Mechanismus der Atmung

- A Einatmen (Unterdruck durch Erweitern des Brustraums, Zwerchfell abgeflacht)**
- B Ausatmen (Überdruck durch Verengen des Brustraums, Zwerchfell hochstehend)**

Insgesamt umfaßt eine Atemperiode drei Phasen: die Einatmung oder Inspiration, die Ausatmung oder Exspiration und eine anschließende Ruhepause, die am Tage sehr kurz ist, so daß das Ausatmen ohne wesentliches Intervall in das nächstfolgende Einatmen übergeht. Während des Schlafs ist sie aber deutlicher ausgeprägt, zumal sich die Atemfrequenz während dieser Zeit vermindert. Unter diesem Begriff verstehen wir die Anzahl der Atemzüge innerhalb einer Minute, die von verschiedenen Faktoren abhängt, wie Ruhe oder Arbeit, Lebensalter, Geschlecht, Stoffwechsel- und Erregungslage, dem Blutgehalt an Kohlendioxid und Sauerstoff und ähnlichem. Als grobe Durchschnittszahlen lassen sich nennen: beim Neugeborenen 30 bis 50, im 1. Lebensjahr 20 bis 25, beim Erwachsenen im Liegen 12, im Sitzen 14 bis 16, im Stehen 16 bis 20, bei mäßiger Belastung 20 bis

30 Atemzüge je Minute. Frauen atmen schneller als Männer.

Bei gewöhnlicher Atmung werden mit einem Atemzug durchschnittlich 500 bis 800 ml Luft ventilirt; diesen Wert nennt man auch das Atemvolumen. Das Atemminutenvolumen, das heißt die in Ruhelage innerhalb einer Minute ventilirte Luft, beträgt im Mittel 6 bis 8 l, so daß wir innerhalb von 24 Stunden ohne wesentliche Belastung wenigstens 8 000 bis 12 000 l Luft atmen. Während eines Tages nimmt ein Mensch mit leichter körperlicher Tätigkeit etwa 500 bis 700 l Sauerstoff auf, gleichzeitig gibt er an die 400 bis 500 l Kohlendioxid und rund 300 ml Wasser mit der Atemluft ab. Da bei Belastung die Atemfrequenz steigt, erhöht sich auch das Minutenvolumen der Atmung. So erfordern etwa ein Marsch 24 l, ein Lauf bis 100 l oder zügiges Rudern bis 140 l Ventilation in der Minute.

All diese Werte sagen aber noch nichts über das gesamte Fassungsvermögen der Lungen, die Totalkapazität, aus, auch nicht die bei Reihen- wie Einstellungsuntersuchungen oft geprüfte Vitalkapazität — das heißt die Luftmenge, die nach tiefem Einatmen bei tiefem Ausatmen gemessen wird — mit 3 500 bis 5 000 ml als Durchschnittswerten. Die theoretisch mögliche Faßkraft liegt um das Reservevolumen von 1 000 bis 1 500 ml höher und beträgt insgesamt 4 500 bis 6 500 ml. Diese Reserveluft wird selbst bei tiefsten Atemzügen kaum ausgenutzt, und daher sagt man, daß die Lunge bei normaler wie vertiefter Atmung nur gelüftet wird — je nachhaltiger, desto besser für unseren Körper und sein Wohlbefinden.

Nachdem wir den Atmungsmechanismus und die Atemleistungen unseres Organismus in vielen Einzelheiten betrachtet haben, können wir auf die eingangs

gestellte Frage zurückkommen. Welche Unterschiede gibt es zwischen Mensch und Fisch und ihren Lebenschancen im nassen und im trockenen Element?

Erwähnt wurde schon, daß Wasser bei Berührung mit Luft Sauerstoff aufnimmt. Alle Gase, welche die Luft enthält, sind in einer gewissen Menge im Wasser löslich. Man kann sie allerdings in diesem Medium nicht erkennen oder erst, wenn man das Wasser erwärmt: Dann steigen Bläschen auf, weil warmes Wasser weniger Gas zu lösen vermag als kaltes. Nähme das Wasser keinen Sauerstoff auf, so würde uns die Lungenatmung ja gar nichts nützen. Die roten Blutkörperchen haben bekanntlich erst die Möglichkeit, den Sauerstoff an sich zu binden und in die Gewebe zu transportieren, wenn er in die Blutflüssigkeit der Kapillaren übergetreten ist. Doch warum ertrinken oder ersticken wir dann im Wasser? Könnten wir nicht auch den Sauerstoff aus dem in die Lungen, in die Alveolen gelangten Wasser ausnützen? Tatsächlich kommt es vor, daß ein Ertrinkender nach der Phase des etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 Minute währenden Atemstillstands, als Abwehr gegen das erste Eindringen von Wasser in die Lunge, infolge des eingetretenen Lufthuners tiefe, krampfartige Atembewegungen macht. Dabei werden größere Mengen Wasser in die Lungen gesogen, erreichen die Lungenbläschen in vermehrtem Ausmaß, doch das rettet den Menschen nicht. Gase sind sehr leicht beweglich. Wenn wir bei jedem Atemzug nur einen Teil der Luft durch frische ersetzen, breitet sich der Sauerstoff mit ausreichender Geschwindigkeit von selbst durch die ganze Lunge aus. In einer mit Wasser gefüllten Lunge aber kann der verbrauchte Sauerstoff nicht rasch genug ergänzt werden.

Bei einem Fisch bestehen daher die Atmungsorgane aus Kiemen statt aus Lungen. Man sieht sie, wenn

man einen Kiemendeckel anhebt oder abschneidet. Schon ihre kräftig rote Farbe verrät, daß sie reich durchblutet sind und eine äußerst zarte Haut besitzen. Beide Einrichtungen begünstigen den Gasaustausch mit der Umgebung. Dazu kommt auch hier als wichtigstes Hilfsmittel der Atmung die Oberflächenvergrößerung, aber nicht wie bei den Lungen nach innen, sondern durch die Entwicklung zahlreicher Kiemenblättchen nach außen. Mit dem Mikroskop erkennen wir erst das stattliche Ausmaß ihrer Oberfläche, da sie zu beiden Seiten viele Tausende zarter, vorpringender Querfalten tragen, in denen sich die Kapillaren verzweigen. Das von dem Fisch dauernd durch die Kiemen gepumpte Wasser streicht bei seinen Atembewegungen über diese Blättchen und Falten und gibt dabei den gelösten Sauerstoff an sie ab. Ein toter Raum wie in den Lungen ist hier nicht vorhanden. Gelangt aber der Fisch aufs Trockene, dann kleben alle Kiemenblättchen, die sich im Wasser ausbreiten und auseinandergehen, wie ein nasses Federbüschel zusammen. Dadurch wird die Oberfläche für den Gasaustausch auf einen zu kleinen Bruchteil der einstigen Ausdehnung verringert. Es hilft auch nichts, daß die umgebende Luft reichlich Sauerstoff enthält — der Fisch muß trotzdem ersticken, lange bevor er vertrocknet.

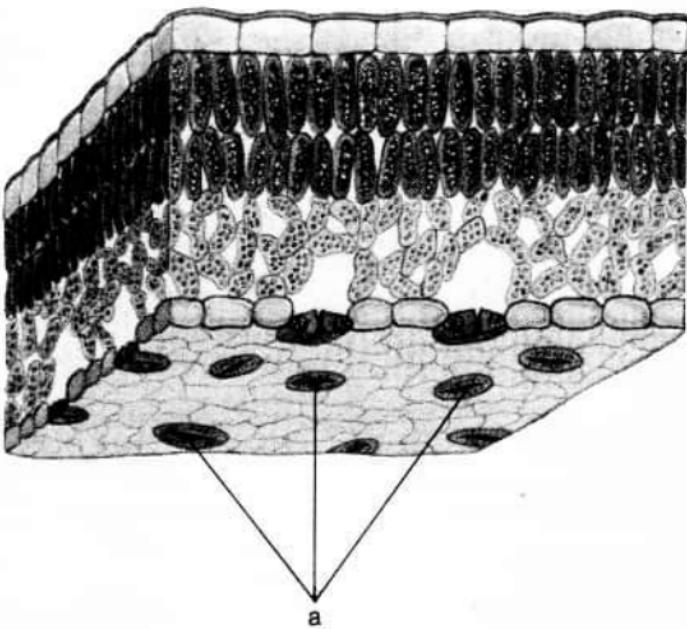
Die spezifischen Atemungsorgane sind stets optimal, solange die Wesen in der ihrer Art gemäßen Umgebung bleiben. Dem Fisch auf dem Trockenen wie dem Menschen unter Wasser wird gerade die Vollkommenheit seiner Atmungswerkzeuge zum Verhängnis. Und wenn wir den tragischen Unfall eines Menschen im Wasser definieren wollen, können wir die Ausdrücke Ersticken und Ertrinken gleichwertig verwenden. Erstickung bedeutet Unterbindung der Sauerstoffzufuhr, wie sie auch beim Einatmen von

Wasser erfolgt, und Ertrinken ist das Verstopfen der Luftwege mit Flüssigkeit, wodurch gleichfalls die Sauerstoffzufuhr aufhört.

Haben Pflanzen Nasenlöcher?

Bei den Stoffwechselvorgängen im pflanzlichen Protoplasma finden Verbrennungen statt, die sich von den entsprechenden Prozessen in tierischen wie menschlichen Zellen nicht wesentlich unterscheiden. Daher ist auch die lebende Pflanze auf die Sauerstoffzufuhr angewiesen; und die menschliche Ernährung kann auf pflanzliche Produkte nicht verzichten. Pflanzen brauchen zu ihrer Erhaltung jedoch keine den Lungen oder Kiemen entsprechenden Organe, weil sich der Pflanzenkörper insgesamt weit verzweigt und flächenhaft entwickelt, damit eine viel größere Oberfläche entfaltet als der Tierkörper und so genügend Sauerstoff aufzunehmen vermag. Immerhin haben die Pflanzen doch so etwas wie Nasenlöcher, die mikroskopisch klein sind und an den Blättern als Spaltöffnungen oder Poren auftreten. Durch diese Öffnungen kommt eine Verbindung der Außenluft mit den Lufräumen im Innern der Blätter zustande, die Sauerstoff zu den Zellen gelangen läßt. Sie sind so winzig und zahlreich, daß wir an der Unterseite eines Pfirsichblatts 100 bis 200 auf einem Quadratmillimeter finden.

Bei allen grünen Pflanzen macht sich der Sauerstoffverbrauch freilich nur nachts, ohne Sonneneinstrahlung, deutlich bemerkbar. Unter Lichteinwirkung findet bekanntlich mit Hilfe des grünen Blattfarbstoffs, des Chlorophylls, in den pflanzlichen Geweben eine Spaltung der Kohlensäure statt, wobei



Unterseite eines Pfirsichblatts (Ausschnitt)
a = Spaltöffnungen

die Kohlenstoffatome herausgenommen und zum Aufbau organischer Verbindungen verwertet werden, während der Sauerstoff abgespalten und an die Luft zurückgegeben wird. Obwohl auch in den Geweben der Pflanze die Zellatmung mit ihrem Sauerstoffverbrauch stets nebenher läuft, erfolgt doch die Spaltung der Kohlensäure in weit größerem Ausmaß, so daß die grünen Gewächse trotz ihrer Atmung hohe Sauerstoffüberschüsse an die Luft abgeben. Daher wird der Luftsauerstoffgehalt nicht geringer, obwohl ungezählte tierische Lebewesen und in bescheidenem Maß die Pflanzen selbst dauernd von ihm zehren.

Es bestätigt sich demnach immer wieder, daß

Menschen, Tiere und Pflanzen zur Erhaltung des Lebens Sauerstoff nicht missen können. Am Rande soll aber noch erwähnt werden, daß es in der Natur einige Sonderlinge gibt, die auch ohne Sauerstoffzufuhr ihre Lebensenergie gewinnen, wie beispielsweise manche Bakteriengattungen oder die Hefepilze, die in der Bäckerei und bei der Herstellung alkoholischer Getränke wertvolle Dienste leisten.

Pelz oder Ritterrüstung?

Diese Frage gilt nicht dem Fasching, selbst wenn das närrische Treiben seit eh und je in die kältere Jahreszeit fällt, jedenfalls laut Kalender. Haben wir in unseren Breiten aber einen zünftigen Winter mit knackendem Frost, so muß man sich vor der Kälte schützen und zieht sich einen wärmenden Pelz, eine Felljacke, einen dicht schließenden Anorak oder einen dicken Mantel an. Das ist sehr vernünftig im Sinne der Gesunderhaltung, aber nur wenige werden sich dabei bewußt, daß der Pelz oder ähnliches in Wirklichkeit gar nicht warm ist. Vielmehr hat er dieselbe Temperatur wie seine Umgebung, er wärmt also nicht, sondern hält lediglich warm. Die Quelle der Wärme bildet allein unser Körper, dessen Verbrennungsvorgänge immer mit Wärmeerzeugung verbunden sind. Pelz und andere Wintersachen hüten nur diese Wärme und verhindern ihr rasches Abfließen in die kalte Umgebung. Niemand wird statt eines Pelzes eine Ritterrüstung, außer vielleicht zum Fasching, anlegen, obwohl sie den Körper noch dichter gegen die kalte Winterluft abzuschließen vermag. Metall ist nämlich ein guter Wärmeleiter und deshalb ein schlechter Kälteschutz.

Setzt man eine Bratpfanne auf die Gasflamme, so wird ein metallischer Stiel bald so heiß, daß er sich nicht anfassen läßt, weil die Wärme in Metallen rasch weiterfließt. Daher haben unsere modernen Küchengeräte einen Holzstiel oder einen Griff mit Plastüberzug, weil sich in diesem Material die Wärme sehr schlecht ausbreiten kann. Wasser ist ebenfalls ein guter Wärmeleiter, ein viel besserer als Luft. Darum empfinden wir einen Raum von 20 °C noch in der Turnhose als behaglich, ein Bad von 20 °C erscheint uns aber schon lauwarm oder kühl; denn das Wasser entzieht unserem Körper, der ja eine erheblich höhere Eigentemperatur hat, viel mehr Wärme als die Luft.

Ein sehr schlechter Wärmeleiter ist die Hornsubstanz unserer Fingernägel, wovon wir uns leicht überzeugen können. Einen heißen Gegenstand, den wir mit den Händen oder Lippen höchstens einen Moment berühren dürfen, um uns nicht zu verbrennen, vermögen wir entschieden längere Zeit an einen Fingernagel zu halten, ohne daß seine Wärme zu der empfindlichen Schicht unter dem Nagel weitergeleitet wird. Aus einer solchen Hornsubstanz bestehen auch die Haare und die Vogelfedern. Sie sind folglich sehr schlechte Wärmeleiter, und darum bilden sie einen so guten Kälteschutz, der noch durch die zwischen ihnen eingeschlossene Luft verstärkt wird. Das läßt sich recht deutlich an den Spatzen beobachten, wenn sie während der kalten Jahreszeit, tüchtig aufgeplustert, fast kugelrund auf einem Ast sitzen.

Die Gans wie der Spatz, der Hase und selbst der Eisbär im Polarmeer brauchen folglich keinen Wintermantel. Die Natur hat ihnen das Federkleid oder den Pelz so vortrefflich in die Haut gepflanzt, daß der Mensch, der lediglich über den kümmerlichen Rest eines Haarkleides verfügt, seit alters nichts Besseres

zu tun weiß, als sich mit dem Pelz der Tiere zu bekleiden oder ein Federbett als wärmste Decke über sich zu breiten.

Nur Säugetiere und Vögel besitzen ein Haar- oder Federkleid — die übrigen Wirbeltiere (wie Eidechsen, Fische, Frösche) und auch Krebse, Schnecken, Würmer und ähnliche haben eine sogenannte nackte Haut. Mißt man ihre Körpertemperatur, so entdeckt man einen merkwürdigen Zusammenhang: Bei einer Eidechse bleibt die Körperwärme nicht konstant, sondern wechselt mit der Umgebungstemperatur. In der Sommersonne ist sie heißblütig, bei abnehmender Temperatur kühlt ihr Körper aus. Sie bildet zwar auch Verbrennungswärme, kann sie aber nicht festhalten. Die Eidechse ist daher in hohem Grade von der Umgebung abhängig, das heißt lebhaft bei Sonnenschein, träge bei kühlerem Wetter, und im Winter verfällt sie in einen Zustand der Starre. So gehören Kriechtiere, Fische und Lurche wie die Insekten und niederen Lebewesen zu den wechselwarmen Tieren. Man nennt sie oft Kaltblüter, obwohl diese Bezeichnung nicht ganz zutrifft; denn sie weisen schon Anfänge einer Wärmesteuerung auf, und in der heißen Sonne kann Eidechsenblut sogar wärmer werden als das unsrige.

Säugetiere und Vögel besitzen eine konstante Körperwärme, sie heißen daher Warmblüter. Das macht ihre körperlichen Leistungen einschließlich des Stoffwechsels weitgehend unabhängig von den schwankenden Umweltbedingungen, erfordert aber besondere Einrichtungen, die das Abfließen der Körperwärme in die Umgebung verhindern, und deren wichtigste ist eben das Haar- oder Federkleid.

Bei dem „unbehaarten“ Menschen erfolgt der Ausgleich zwischen Wärmebildung und Wärmeabgabe zur Aufrechterhaltung seiner normalen Kör-

peratemperatur von annähernd 37 °C durch eine aufeinander abgestimmte chemische und physikalische Wärmeregulierung. Diese automatischen Körperreaktionen unterstützen wir wissentlich durch die Bekleidung, die eine echte Schutzfunktion erfüllt und nicht nur der Tradition, dem Schmuckbedürfnis oder moralischen Gesichtspunkten gerecht wird.

„Von der Stirne heiß...

... rinnen muß der Schweiß, soll das Werk den Meister loben“, so formulierte es der Dichterfürst Friedrich Schiller (1759—1805) in seinem 1799 verfaßten Gedicht „Das Lied von der Glocke“. Diese Beschreibung eines alltäglichen Vorgangs ist nicht allein ein poetisches Werk, sie schließt auch naturwissenschaftliche Erkenntnisse ein; denn Schiller war ja von 1780 bis 1782 Regimentsarzt.

Wir haben uns schon darüber verständigt, daß alle Stoffwechselvorgänge zur Wärmebildung führen, daß Muskelarbeit sie erheblich steigern kann und daß somit die Skelettmuskeln auch im Ruhezustand die Hauptquelle der Wärmeproduktion bilden. Dem steht die Wärmeabgabe gegenüber, von der zunächst insgesamt 1,5 Prozent für das Erwämen von Nahrungsmitteln, Getränken und Atemluft verbraucht werden, die bei Aufnahme in den Körper kälter sind als er selbst. Die weitere Abgabe erfolgt durch Wasserverdampfung in den Lungen über das Ausatmen zu 14 Prozent sowie durch Leitung und Strahlung von der Körperoberfläche zu etwa 83 Prozent. Diese einzelnen Werte richten sich nach den klimatischen Bedingungen, der Jahres- und Tageszeit, dem Feuchtigkeitsgehalt der Umgebungsluft und ähn-

lichem und sind daneben von dem Betätigungsgrad der Atmungswerzeuge abhängig. Außerdem tritt noch ein gewisser Wärmeverlust bei der Abgabe von körperwarmen Ausscheidungen ein, also von Urin und Kot.

Eine recht grobe Wärmeregulierung nehmen wir vor, indem wir bei kühlerem Wetter einen dickeren Rock anziehen. Ähnliches spielt sich auch in der Natur ab, wenn den Tieren zum Winter ein dichteres Haarkleid wächst, das sich im Frühjahr wieder lichtet. Die dauernd notwendige feinere Regelung vollzieht sich auf andere Weise. Sie tritt ohne unseren Willen in Tätigkeit, sobald die Körpertemperatur nur ein wenig von den normalen 37°C abweicht, auf die unser Organismus eingestellt ist. Wird der Körper zu warm, so erweitern sich die unendlich vielen Kapillaren in der Haut, und das Gesicht eines Erhitzten sieht demzufolge rot aus. Es wird also mehr Wärme aus dem Blut nach außen abgegeben als normalerweise. Gleichzeitig reduzieren sich die Stoffwechselvorgänge, so daß weniger Wärme erzeugt wird, und außerdem treten die zahllosen Schweißdrüsen in Aktion.

Sicher habt ihr schon selbst festgestellt, daß die Schweißabsonderung an den einzelnen Körperpartien nicht gleich stark ist. Das hängt von der unterschiedlichen Dichte der Schweißdrüsen ab. Die meisten befinden sich in der Haut der Hohlhand und der Fußsohle (300 bis 400 je cm^2), viele auch an Stirn, Hinterkopf und Lippen, während sie an Nacken und Gesäß mit 50 bis 100 je cm^2 am seltensten sind. Ausgesparte Hautbezirke gibt es jedoch nicht, und die Gesamtzahl wird beim Menschen auf etwa 2 Millionen geschätzt. Bei einer derartigen Fülle kann trotz der Winzigkeit unserer Hautporen eine Menge Schweiß fließen, wenn es heiß ist oder wenn wir uns

erheblich anstrengen, und 2 bis 3 l sind an echten Hundstagen ebensowenig eine Seltenheit wie 6 bis 8 l bei einem schwer arbeitenden Bergmann je Schicht untertage.

Wußtet ihr eigentlich, daß Jungen mehr als Mädchen an Händen und Füßen schwitzen, daß dreißig- bis vierzigjährige Frauen hingegen viel stärker als gleichaltrige Männer transpirieren? In jedem Fall wirkt der auf der Haut verdunstende Schweiß wärmeentziehend und dadurch kühlend. Vielleicht ist euch aber neu, daß es Tiere gibt, die nur an bestimmten Stellen Schweißdrüsen haben, beispielsweise die Katzen einzig an den Sohlenballen. Hunde schließlich besitzen keine Schweißdrüsen; sie lassen daher die Zunge heraushängen, wenn ihnen zu heiß wird, und fördern durch hechelnde Atmung die kühlende Verdunstung von der Zunge und aus den Lungen. Der dickhäutige Elefant wiederum verschafft sich Abkühlung durch Wedeln mit seinen großen Ohren, deren dünnhäutige Rückseiten viele kleine Blutgefäße aufweisen.

Kühlt unser Körper andererseits zu sehr ab, dann strömt die Blutfülle aus der Haut mehr in die tieferen Organe. So wird die Wärmeabgabe nach außen eingeschränkt und im Innern durch einen gesteigerten Stoffwechsel mehr Wärme erzeugt. Wenn das nicht ausreicht, beginnen wir „vor Kälte zu zittern“ und vollführen somit Muskelbewegungen ohne Bewegungssinn, nur zur Wärmeerzeugung.

Diese gesamte Regulierung des Wärmehaushalts arbeitet dermaßen genau, daß unsere Körpertemperatur, von ganz geringen Differenzen abgesehen, praktisch stets gleichbleibt. Nur bei Fieber, wenn jene Vorgänge durch Krankheitseinwirkungen gestört sind, zeigt das Thermometer einige Grad mehr an, und bei tiefster Erschöpfung oder nach sehr starker

Unterkühlung lesen wir eine geringere Temperatur ab. Der so fein abgestimmte Mechanismus der Wärmeregulation wird von dem Wärmezentrum im Zwischenhirn gesteuert. In dieser Kommandozentrale für die Betriebsregelung des menschlichen Körpers liegen auch die Zentren für den Wasserhaushalt und die Schweißabsonderung, die Atmung und den gesamten Stoffwechsel sowie die Blutgefäßsteuerung, die alle miteinander in Verbindung stehen.

In der Tierwelt kennen wir nur bei staatenbildenden Insekten eine gewisse Temperaturregelung. Sie können zwar nicht ihre eigene Wärme von der Umgebung unabhängig machen, aber das kostbarste Gut, das sie besitzen, ihre Brut, versuchen sie vor Überhitzung wie starker Unterkühlung zu schützen. Die Bienen haben es dabei zu einer gewissen Vollkommenheit gebracht; denn im Brutnest eines Bienenstocks herrscht Tag und Nacht eine konstante Temperatur von 35 °C, die sorgsam gehütet wird. Wenn es warm ist, kann man beobachten, wie die Insekten Wasser in ihren Stock tragen und dann eifrig mit den Flügeln fächeln gleich lebenden Ventilatoren, um durch die Wasserverdunstung ihre Behausung zu kühlen. Bei Kälte sieht man sie dicht aneinandergedrängt auf den Brutwaben sitzen, um durch ihre Leiber die Wärmeabgabe nach außen möglichst einzuschränken. Sie müssen aber noch über andere Hilfsmittel verfügen, um ihr Heim so gleichmäßig zu temperieren, doch diese haben sie uns leider noch nicht verraten. Daran, daß die Bienen die Innentemperatur des Stockes auch bei kühlem Wetter auf 35 °C halten, können wir ermessen, wie lebhaft die Verbrennungsprozesse selbst in diesen sogenannten Kaltblütern sind.

Immer nur Seife?

„Rinnen muß der Schweiß“, stellte schon der im vorigen Abschnitt zitierte Dichter und Arzt fest, und da wir nicht zu den Eunuchen gehören, denen das Fehlen der Schweißabsonderung in den Achselhöhlen und im Genitalbereich nachgesagt wird, haben wir alle darunter mehr oder weniger zu leiden. Außerdem läßt sich belegen, daß junge Menschen in ihren Entwicklungsjahren, während der Pubertät, verstärkt schwitzen. Die Schweißabsonderung des Körpers ist zunächst farb- und geruchlos. Nach einiger Zeit kommt es aber auf der Haut zu Zersetzung des Schweißes, des Hautalgs und der Duftstoffe, die der bekannte lästige und belästigende Geruch begleitet. Was kann man, was soll man dagegen tun?

Als erstes möchte ich sagen: Man kann, man soll und man muß sogar darüber sprechen, sich verständigen, wie sich unangenehmer Körpergeruch vermeiden und beseitigen läßt! Daß eine solche Einstellung zu natürlichen Lebensvorgängen leider noch nicht Allgemeingut ist, hat die Praxis in Jugendforen wiederholt bewiesen, wenn nach einer solchen Frage plötzlich großes Schweigen herrschte.

Wasser ist das A und O der Körperhygiene und durch keine Kosmetika zu ersetzen. In Hitzezeiten wird man sich daher nach Möglichkeit mehr als zweimal täglich abbrausen, wobei laues, stubenwarmes Wasser oft bekömmlicher und wirkungsvoller ist als eiskaltes. Nicht jedesmal werden wir zur Seife greifen müssen, und wir sollten es auch nicht, damit der natürliche „Säuremantel“, der Schutz unserer Haut, erhalten bleibt. Vor allem weisen Ärzte und Kosmetikerinnen immer nachhaltiger auf gute, milde Seifen und Reinigungspräparate hin, so wie sie vor stark parfümierten Mitteln und unkontrollierten

Importen wegen häufiger Reizfolgen warnen. Das gilt besonders für die empfindlichen Achselhöhlen, in denen Schweiß- und Duftstoffe reichlich abgesondert werden.

Für das tägliche Duschen abends und morgens — die Haut sondert ja auch während der Nachtruhe Schweiß und Schlacken ab — und weitere Körperwäschen an warmen Tagen empfehlen sich die flüssigen Waschmittel aus der episan-Serie, die nicht alkalisch reagieren und deshalb bei hohem Reinigungseffekt zugleich hautschonend und pflegend wirken. Vier Arten sind als 250-Milliliter-Spritzflaschen im Handel: episan antiseptisch, hautpflegend, vorbeugend gegen Hautpilze und schwefelhaltig. Natürlich muß auch ihr Schaum wie Seife vor dem Abtrocknen gründlich abgespült werden.

Wer noch nicht über eine Dusche oder Badewanne in seinen vier Wänden verfügt, ist deshalb durchaus nicht von der selbstverständlichen Pflicht gegenüber seinem Körper und seiner Umwelt zu hygienischem Mindestverhalten entbunden, das überdies Vergnügen macht und zum allgemeinen persönlichen Wohlbefinden entscheidend beiträgt. Keiner von uns modernen Menschen braucht so zu tun, als lebten wir noch in der wasserscheuen Zeit, da man die Badewanne nicht kannte. Damals, speziell im 17. und 18. Jahrhundert, galt das Waschen als verpönt, und man benutzte stark duftende Mittel besonders zum Verdecken von penetrantem unsauberem Körpergeruch. Die berühmt-berüchtigte Madame Pompadour (1721—1764) soll bekanntlich alle Frauen ihrer Zeit darin übertroffen haben, indem sie jährlich eine halbe Million Franken für Parfümerien ausgab. Aber wie gesagt, auch ohne Dusche oder Bad kann man sich in eine mittelgroße Plastwanne stellen, um sich mit Wasser und Waschkosmetika zu reinigen und zu erfrischen.

Bei intensiver Sonnenbestrahlung werden Parfüm und starke Kölnischwasserarten sogar kosmetisch gefährlich, wenn man sie auf die Haut tupft, weil sich dann diese Tupfen und Bahnen zu häßlichen gelb-braunen Flecken und Streifen in die Haut einbrennen. Solche selbstverschuldeten Schönheitsfehler verschwinden im allgemeinen erst nach mehreren Monaten.

Die kosmetische Industrie hat in den letzten Jahren ständig Neuheiten an desodorierenden Mitteln herausgebracht — angefangen von dem Desodorstift, desodorierenden Seifen und Körperpuder bis hin zum flüssigen Präparat und zu den flüssigen oder puderförmigen Deo-Sprays. All diese Kosmetika sind jedoch nicht schweißhemmend, wie oft irrtümlich angenommen, sondern lediglich geruchshemmend. Unsere Haut darf in ihrer Tätigkeit als Ausscheidungsorgan nicht durch irgendwelche Mittel behindert werden, und sie kann es kaum ohne nachteilige Folgen. Um die Haut zu schonen und den Geruch zu bannen, ist es sehr wichtig, daß man sich wäscht und danach gründlich abtrocknet, ehe man Puder, einen Stift oder Spray benutzt. Bei starkem Achselschweiß empfiehlt sich vor Gebrauch des desodorierenden Mittels noch ein Nachwaschen mit saurem Wasser, zum Beispiel mit Toilettenessig, essigsaurer Tonerde oder etwas Zitronensaft, keinesfalls aber ein Abtupfen mit hochprozentigem Eau de Cologne oder einem stark parfümierten Puder, weil das zu Hautreizungen führen kann. Die zusätzliche Einnahme von Chlorophyll- oder Chlorofolin-Dragees vermag ebenfalls zur Geruchsminderung beizutragen, so wie luftige Kleidung Stauungswärme vermindert und das Verdunsten begünstigt.

Überschreitet die Transpiration übermäßig die Grenze des Normalen, und das kann bei Krankheiten,

Überanstrengung, Aufregungen und ähnlichem vorkommen, dann versagen oftmals alle kosmetischen Mittel, und der Arzt muß die Behandlung übernehmen.

Ob Mann oder Frau, Junge oder Mädchen, wer Schweißhände besitzt, ist recht beeinträchtigt, da Handschweiß nicht nur auf den Betroffenen, sondern ebenso auf andere peinlich wirkt. Junge Mädchen fühlen sich dann besonders unglücklich und meiden oft sogar Geselligkeiten; denn selbst der glühendste Verehrer erkaltet zusehends, wenn er eine feucht-kühle Hand verspürt...

Zur energischen, meist lang dauernden Bekämpfung empfehlen sich tägliche Handbäder in Alaunlösung oder in lauwarmem Wasser, versetzt mit einem Schuß Essig aus der Speisekammer, kaltes Nachspülen und gründliches Abtrocknen. Danach werden die Hände mit Franzbranntwein abgerieben. Nachts trägt man nach dem Aufstreuen von Salizyl- oder Kinderpuder Zwirnhandschuhe. Alle kampferhaltigen Mittel gilt es zu meiden, da sie bei jeder neuen Schweißbildung den schlechten Geruch nur verstärken. In der warmen Jahreszeit benutzt man statt Franzbranntweins ein Gemisch von 5 Teelöffeln Zitronensaft und 1 Teelöffel Alkohol zum Abreiben und Einmassieren. Bleibt die Besserung trotz regelmäßiger Anwendung dieser Mittel über längere Zeit oder nach der Pubertät aus, rate ich, einen Arzt zu konsultieren, da nervöse Störungen oder schlechter Stoffwechsel oft tiefere Ursachen dieser unangenehmen Erscheinung sind.

Fußschweiß ist keinesfalls weniger lästig als Handschweiß, und man sollte diesem Übel vorzubeugen versuchen, selbst wenn eine gewisse Veranlagung hierzu möglich oder eine vermehrte Absonderung während der Reifezeit nicht selten ist. Ansonsten hat der unliebsame Schweißfuß meist zwei Ursachen:

gesundheitliche Störungen und falsche Fußbekleidung.

Auf welche Weise kann man vorbeugend wirken? Zunächst sollten wir unseren Füßen passendes und bequemes Schuhzeug gönnen, in dem sie nicht durch irgendwelche modischen Extravaganz entengt oder regelrecht eingezwängt sind. Die Hautatmung darf also nicht behindert werden, weder durch die Form noch durch das Material. So sollte man Schuhe mit dicken Krepp- und Gummisohlen, Gummiüberschuhe oder pelzgefüttertes Schuhwerk nicht den ganzen Tag über anbehalten. An heißen Tagen Sandalen ohne Strümpfe zu tragen ist günstig, weil es eine bessere Belüftung der Füße ermöglicht. Sofft sich dazu Gelegenheit bietet, sollte man auch barfuß laufen: am Badestrand über feuchten und nassen Sand, auf Rasen und Wiesen, über Moos oder auf sandigen Feldwegen. Selbst in der Wohnung können wir den „Schwerarbeiter unseres Körpers“ diese Erholung verschaffen, wenn wir strumpflos auf einem weichen Teppich gehen, aber keinesfalls auf nacktem Fußboden!

Außer der Erfrischung und Reinigung von Kopf bis Fuß gönne man den so strapazierten, Licht und Luft entbehrenden treuesten Dienern eines jeden Menschen nach der Heimkehr oder abends täglich ein Bad in kühlem oder kaltem Wasser, dem man Fichtennadelpräparate, etwas Kochsalz, Eichenrinde oder handelsübliche Tanninzusätze, Weidenrinde oder einen Schuß Speiseessig beimengt. In der kalten Jahreszeit kann ein wärmeres Fußbad mit den genannten Zusätzen oder Kräuteraufgüssen von Heublumen, Kamille oder Pfefferminze auf die Füße und auf den ganzen Organismus belebend wirken. Wer im Winter unter kalten Füßen leidet, mache schon vorher regelmäßig Wechselfußbäder, um rechtzeitig eine verbesserte Durchblutung zu erzielen.

Fußschweiß erfordert besondere Sauberkeit in den Zwischenzehenräumen, in denen sich bei seiner Zersetzung sonst schnell Fußpilze ansiedeln können. Einpudern der Füße nach sorgfältigem Abtrocknen oder ein prophylaktisches Einsprühen von Füßen, Strümpfen und Schuhen mit Fesia-sept-Spray empfiehlt sich ebenso wie bei reizloser Haut das Fußkosmetikum Jungosan, eine Massageemulsion mit wohltuender Wirkung auf die Fußhaut.

Wer zu Fußschweiß neigt, verzichte unbedingt auf Kunstfaserstrümpfe, welche die Feuchtigkeit nicht aufsaugen, das Verdunsten erschweren und bei Pilzbefall das Abtöten der Erreger verhindern, da Deoderonsocken nicht kochfest sind. Ist es aber bereits zu ausgeprägtem Juckreiz zwischen den Zehen oder Entzündungsscheinungen gekommen, muß der Hautarzt Arzneimittel verordnen, wobei er außerdem das Tragen von antimykotischen Strümpfen empfehlen wird. Das gilt ebenso, wenn sich in der Hornhaut an den Hacken und sonstigen Fußpartien kleine Defekte zeigen, die wie ausgestanzt oder ausgefräst aussehen.

Im Intimbereich bilden sich gleichfalls Schweißabsonderungen, die genauso hygienisch beherrscht werden müssen, um unangenehme Ausdünstungen und Geruchsbelästigungen zu vermeiden. Das gilt uneingeschränkt für das weibliche wie für das männliche Geschlecht in jedem Alter. Intimhygiene erfordert zweimaliges tägliches Waschen der äußeren Geschlechtsorgane mit viel Wasser und einer milden, möglichst unparfümierten Seife — besser noch mit den genannten flüssigen episian-Präparaten oder mit Intim-Waschöl, das keinesfalls nur Mädchen und Frauen vorbehalten ist. Scheidenspülungen gehören heutzutage außerordentlich selten zu einer frauenärztlichen Behandlung, und sie dürfen grundsätzlich nur

auf ausdrückliche ärztliche Verordnung durchgeführt werden, um keinen Schaden anzurichten.

Während der Monatsblutung, der Menstruation, ist häufigeres Säubern der äußeren Geschlechtsorgane empfehlenswert, ja geradezu nötig. Das muß ich so betonen, weil es immer noch zählebige abergläubische Vorstellungen gibt, die aus wissenschaftlicher Sicht grotesk und nicht ungefährlich sind — daß zum Beispiel saubere Wäsche das Blut anziehe und den Körper somit schwäche, daß Waschungen und Bäder schaden, zu Erkältungen führen und ähnliches. Gerade in diesen „Tagen“, in denen innerlich wie äußerlich eine verstärkte Sekretion stattfindet, muß für Menschen unserer Zeit peinliche Sauberkeit Selbstverständlichkeit und Bedürfnis sein. Parfüm oder Kölnischwasser vermögen weder den faden Geruch der Periodenblutung noch deren Zersetzungerscheinungen zu überdecken oder zu beseitigen. So verrät auch während dieser Zeit eine Mischung von Ausdünstungen und Duftwässerchen nur zu deutlich eine unzureichende Körperhygiene.

Mädchen und Frauen, die stark schwitzen, können nach der Reinigung auf die sorgfältig abgetrocknete Haut der Leisten- und Schenkelbeugen etwas Kinderpuder auftragen. Mit der Verwendung von Intim-Sprays sollte man hingegen vorsichtig sein, da die Haut zuweilen mit Reizzuständen antwortet, besonders beim Aufsprühen auf nicht genügend trockene oder unvollständig gesäuberte Partien. Gönnt man sich viel von dem reinigenden und erfrischenden Wasser, wird im allgemeinen das Benutzen eines Sprays auch weitgehend überflüssig.

Mädchen sowie Frauen, die nicht wegen einer Erkrankung vom Arzt ein zeitweiliges Badeverbot erhalten haben, dürfen zu jeder Zeit duschen oder ein Vollbad nehmen. Die Wassertemperatur sollte aller-

dings während der Menstruation nicht zu hoch sein. Die noch oft geäußerte Befürchtung, daß in der Badewanne Wasser in die Scheide eindringen würde, ist nicht begründet, sie entspringt veralteten Anschauungen. Eine Anhängerin der modernen Tampon-Hygiene wird natürlich vor jeder Reinigung, vor jedem Bad den Tampon entfernen und hinterher durch einen neuen ersetzen.

Beim Entleeren der Harnblase, beim Wasserlassen, ist es kaum zu vermeiden, daß Urin die Schamgegend benetzt. Deshalb sollte man sich daran gewöhnen, anschließend diese Partie wenigstens mit weichem Toilettenpapier oder einem Zellstofftaschentuch von vorn nach hinten, das heißt in Richtung auf den After zu, abzuwischen, wenn beispielsweise auf der Arbeitsstelle, in der Schule oder in der Eisenbahn eine discrete Waschgelegenheit fehlt. Eine derartige Notlösung beseitigt nicht alle Urinspuren, die sich in der Feuchtigkeit und Wärme zersetzen und damit unangenehmen Geruch bewirken. Baldmögliches Waschen bleibt deshalb anzustreben, um sich stets wohl zu fühlen und sich unbeschwert unter den Mitmenschen bewegen zu können.

Schließlich noch ein Rat an die Jungen. Für sie gilt es gleichfalls, die genannten Mittel und Möglichkeiten zur Schweißbeseitigung auszunutzen. Zum täglichen Waschen gehört aber auch das Zurückziehen der Vorhaut, um die Innenfläche, die Eichel des männlichen Gliedes und die dazwischenliegende Hautfurche vom sogenannten Smegma zu reinigen. Diese weiße, talgähnliche Masse, von Drüsen abgesondert und mit abgeschilferten Oberflächenzellen angereichert, bildet einen guten Nährboden für Bakterien. Daher kommt es rasch zur Zersetzung, und bei mangelhafter Hygiene treten bald Entzündungen auf, die meist schmerhaft und nicht selten Ursache für

eine Vorhautverengung werden. Eine solche Phimose kann Störungen der Harnentleerung, des sexuellen Verkehrs und anderes zur Folge haben.

Um diese spezielle Hygiene des männlichen Geschlechts zu vereinfachen und einer Krebserkrankung des Gliedes vorzubeugen, wird von Ärzten die Beschneidung (Zirkumzision) empfohlen und in vielen Ländern durchgeführt. Bei dieser Operation, die schon seit der Frühzeit bekannt ist und sich besonders im orthodoxen Judentum mit religiösen Vorstellungen verband, entfernt man in den ersten Tagen nach der Geburt eines Knaben die Vorhaut ganz oder teilweise. Zahlreiche Wissenschaftler meinen, daß diese Maßnahme gleichzeitig eine Verminderung des Unterleibskrebses der Frau zur Folge hat, weil im Smegma krebsbegünstigende Stoffe enthalten sein können.

Eine derartige Operation jenseits der Neugeborenenperiode wird dann erforderlich, wenn eine totale Phimose das Zurückschieben der Haut über die Eichel nicht gestattet.

Von den Boten zu Adam und Eva...

Das richtige Zusammenspiel der Körperteile wird nicht nur über Nervenbahnen geregelt, sondern auch über chemische Stoffe, die meist Drüsen mit innerer Sekretion absondern und wie Boten aussenden. Die Drüsen mit innerer Sekretion, auch endokrine Drüsen genannt, die keine Ausführungsgänge besitzen, da sie ihre Wirkstoffe über die Blutbahn abgeben, werden weitgehend durch das Nervensystem reguliert.

Den einzelnen Lebensphasen — Kindheit, Jugend, Erwachsenenalter, Rückbildungs- und Greisenalter — kommen unterschiedliche Hormonspiegel zu, die den

normalen Ablauf und das Wechselspiel der für diese Etappen typischen Lebensvorgänge und -reaktionen bestimmen und gewährleisten. Störungen dieser hormonellen Wechselbeziehungen äußern sich in krankhaften Erscheinungen. Damit erweisen sich solche Boten für den Organismus als unentbehrlich.

Die Hirnanhangdrüse, die Hypophyse, bezeichnet man als übergeordnetes Organ im Zusammenwirken der Hormone, und das ihr benachbarte Zwischenhirn bildet Neurohormone, die ihre Steuerhormone, Trophormone, in Gang setzen. Trophormone regen dann die Drüsentätigkeit im übrigen Organismus an, und Nerven informieren das Gehirn über das Ausmaß der daraufhin ausgeschütteten örtlichen Hormone. Dieses Wechselspiel erfolgt unter Oberhoheit des Zentralnervensystems, wobei die Hypophyse die hormonalen Prozesse an die zentralen Nervenprozesse koppelt.

In der Hypophyse, einem etwa bohnengroßen, aus Vorder-, Mittel- und Hinterlappen bestehenden Organ, werden in dem erstgenannten Bereich 6 wichtige Trophormone gebildet, die das Körperwachstum, die Tätigkeit von Schilddrüse und Nebennieren sowie mit 3 Stoffen die Keimdrüsenfunktion bei Mann und Frau steuern. Der Mittellappen entsendet das Pigmenthormon. Bei Schädigung des Hinterlappens fehlt der für die Nieren zur Harnkonzentration nötige Stoff — es kommt zur Wasserharnruhr, zum Diabetes insipidus, mit quälendem Durstgefühl, weil bis zu 40 l Urin täglich den Körper verlassen und Flüssigkeitsaufnahme den Verlust ausgleichen muß.

Die Nebennieren setzen sich aus der Rinde und dem Mark als zweiteilige, unterschiedlich wirkende Drüsen mit innerer Sekretion zusammen. Die Hormone des Nebennierenmarks sind das Adrenalin, das be-

sonders die Anpassung des Blutkreislaufs an situationsbedingte Bedürfnisse reguliert, und das Noradrenalin, Überträgerstoff der Nervenerregung für eine Blutdrucksteigerung durch Verengen der Gefäße. Das Adrenalin, bereits 1901 als chemischer Stoff entdeckt und später in seiner hormonellen Wirkung erkannt, wird häufig als Alarmhormon bezeichnet. Dabei geht man von der Überlegung aus, daß ein Gefahrenreiz, im entsprechenden Hirnzentrum verarbeitet, über das Zwischenhirn die Hirnanhangdrüse mobilisiert, deren Trophormone das Nebennierenmark zur Adrenalinbildung veranlassen. Dadurch wird der Stoffwechsel in jenen Organen aktiviert, welche bei Gefahr die Notsituation beheben oder abwenden müssen. Die Nebennierenrinde sondert verschiedene Hormone zur Beeinflussung des Kohlenhydrat-, Eiweiß- und Mineralstoffwechsels sowie geschlechtshormonähnliche Substanzen ab.

Die Schilddrüse reguliert mit ihren 2 stark jodhaltigen Hormonen die jeweils den Lebensbedürfnissen angepaßte Stoffwechselstärke innerhalb des Körpers. Bei Jodmangel verlangsamt sich die Schlagfolge des Herzens, und die Nerventätigkeit — die Merkfähigkeit, das Denkvermögen und der innere Schwung — läßt nach. Eine Überfunktion der Schilddrüse löst erhöhten Energieumsatz mit vermehrtem Kalorienbedarf aus, der trotz krankhaft gesteigerten Appetits kaum gedeckt werden kann, so daß die Erkrankten deutlich abmagern. Erstaunlicherweise tritt in beiden Fällen als sichtbares Zeichen eine Vergrößerung der Schilddrüse ein — der Betroffene bekommt einen Kropf, den wir heute in unseren Breiten nur noch vereinzelt sehen, der aber in jodarmen Hochgebirgsgegenden nicht so selten ist.

An der Rückseite der Schilddrüse liegen 4 kleine Nebenschilddrüsen, die Epithelkörperchen, die durch

ihr Parathormon den Kalzium- und Phosphorstoffwechsel regulieren. Eine Unterfunktion führt zur Tetanie, die Muskelkrämpfe kennzeichnen.

Die Bauchspeicheldrüse bildet nicht nur Verdauungssäfte, sondern ebenso das Hormon Insulin, das den Kohlenhydratstoffwechsel lenkt. Bei Störungen des Aufbaus und Abbaus, der Verteilung im gesamten Organismus wie der Verbrennung des Zuckers liegt ein Diabetes mellitus vor, die Zuckerharnruhr oder Zuckerkrankheit. An dieser Krankheit, die durch Überernährung begünstigt werden kann, leiden zur Zeit etwa $2\frac{1}{2}$ Prozent der Bevölkerung unserer Republik, und davon ist jeder 120. ein Kind oder ein Jugendlicher. 1921 gelang erstmals im Laboratorium die Herstellung dieses Hormons zu Behandlungszwecken, und inzwischen wurden weitere Arzneimittel zur Bekämpfung dieser Gesamtstoffwechselstörung mit ihren verschiedenen Erscheinungsformen entwickelt. In jedem Kreis der DDR und in vielen Bezirken unserer Großstädte betreuen besondere Zentren für Diabetes und Stoffwechselkrankheiten solche Kranke, deren Behandlung auch Diät und dosiertes Muskeltraining umfaßt, das heißt: Die Insulinspritze ist nicht immer das alleinige Heilmittel, wie man es oft noch vermutet.

Unsere letzte Betrachtung gilt den Keim- oder Geschlechtsdrüsen, die eine Doppelfunktion haben, indem sie Geschlechtszellen oder Gameten und Sexualhormone bilden. Die männlichen Geschlechtsdrüsen sind die Hoden, in denen befruchtungsfähige Samenzellen, Spermien, heranreifen, und die weiblichen die Eierstöcke, die in einem regelmäßigen Abstand von durchschnittlich 28 Tagen eine reife, befruchtungsfähige Eizelle bereitstellen.

Das stärkste männliche Geschlechtshormon heißt Testosteron und wird in den Hoden (lat. testis) sowie

in den Eierstöcken und den Nebennierenrinden produziert. Darüber wundert ihr euch vielleicht — aber ebenso werden auch im männlichen Organismus Substanzen mit der Wirkung weiblicher Geschlechts-hormone gebildet. Solche Vorgänge haben nichts Unnatürliches oder Bedrohliches, da das Mischungs-verhältnis im Kräftespiel der anregenden Stoffe zugunsten des einen oder des anderen Geschlechts den Ausschlag gibt.

Erste geschlechtbestimmende Hormoneinwirkungen finden wahrscheinlich schon vom vierten bis siebenten Entwicklungsmonat bei der speziellen Gehirnausbildung statt, zumal mit Beginn der fünften Embryonalwoche die Keimdrüsen bereits nachzuweisen sind. Mit der Pubertät, der Geschlechtsreife, beginnt die verstärkte Drüsentätigkeit bei beiden Geschlechtern, und das Testosteron entfaltet nun seine Wirkung. Es sorgt nicht nur für die Spermienentwicklung, sondern es ruft auch die Ausbildung der männlichen Geschlechtsmerkmale und -organe hervor. Außerdem fördert es den Eiweißaufbau, was die besonders kräftig entwickelte Muskulatur des jungen Mannes sichtbar macht.

Wodurch die Reifezeit eigentlich eingeleitet wird, wissen wir bis heute nicht sicher. Mit ihrem Beginn setzt beim weiblichen Geschlecht ebenfalls die Hormonproduktion in den Eierstöcken ein. Mehrere chemisch unterschiedliche, aber in der Wirkung einheitliche Regulatoren, die Östrogene, sorgen für das Wachstum der Gebärmutter sowie für die Entwicklung der weiblichen Brust und der runden Körperformen. Unter ihrem Einfluß wächst auch die Schleimhaut der Gebärmutter während der ersten Zyklushälfte, das heißt in der Zeit vom ersten Tag der Monatsblutung an über etwa 14 Tage hin. Damit werden wesentliche Voraussetzungen für das Einni-

sten der befruchteten Eizelle bei einer Schwangerschaft geschaffen. Neben der genannten Hormongruppe bildet der Eierstock das Gelbkörperhormon Progesteron, den Wirkstoff der zweiten Zyklushälfte, und unter seiner Regie wird die Gebärmutter schleimhaut saft- und nährstoffreicher — wiederum in Vorbereitung einer eventuellen Schwangerschaft.

Das gesamte Geschehen spielt sich bei den Sexualhormonen ebenfalls in Wechselwirkung mit der Hirnanhangdrüse unter Leitung des Zwischenhirns ab. Umwelteinflüsse vermögen dieses komplizierte Zusammenwirken in seiner Regelmäßigkeit zu stören, und daher sind körperliche Gesundheit, psychische Harmonie sowie soziales Wohlbefinden auch zur Sicherung der rhythmischen Funktionsabläufe wichtig.

Mit dem Erlangen der Geschlechtsreife ergibt sich die Möglichkeit zur Fortpflanzung, nicht aber ein Muß. Hier drängt sich der Vergleich mit unserem Familiengesetzbuch auf, in dem festgelegt ist, daß jeder Bürger von der Vollendung des 18. Lebensjahres an heiraten kann — und nicht etwa, daß er dazu gezwungen wird.

Wenn mich Mädchen oder Jungen fragen, wann sie Kinder bekommen können, und damit meinen, wann sie Mutter oder Vater werden dürfen oder sollen, stelle ich immer die Gegenfrage, ob denn eine Elternschaft jugendgemäß ist. Einerseits bringt sie größere Verpflichtungen mit sich, als mancher vermutet. Andererseits kann man mit 14, 15 oder gerade erst 16 Jahren in der Regel einfach noch nicht die erforderliche menschliche Reife haben, um eine lebenslange Bindung einzugehen und intime körperliche Beziehungen aufzunehmen, die ja kein Zeitvertreib, sondern höchster Ausdruck wahrer Liebe zweier reifer Menschen sind.

Das Wartenkönnen in den Jahren des Heranreifens hat noch niemand geschadet. Es kommt darauf an, die Jugendzeit sinnvoll zur Entfaltung der Persönlichkeit, zur beruflichen Ausbildung und zur Vorbereitung auf die Liebe zu nutzen. In den zwischenmenschlichen Beziehungen, in der Partnerschaft — unabhängig davon, ob es sich um Kameradschaft, Freundschaft, Liebe oder Ehe handelt — gilt es stets, sich der hohen Verantwortung gegenüber sich selbst, gegenüber dem Partner und gegenüber der Gesellschaft bewußt zu sein und ihr gerecht zu werden. Wenn auch noch hier und da schlechte Beispiele suchende Menschen ratlos machen mögen oder gar zu negativen Entscheidungen und Handlungen verleiten können, so sollte das doch niemanden abhalten, sich die Maßstäbe einer wertvollen Partnerschaft anzueignen und zu bewahren.

Mehr zum Thema „Liebe und Sexualität“ findet ihr in dem ebenfalls in der Reihe „Ratgeber für junge Leute“ erschienenen Büchlein von Klaus Tosetti „Wie ist das mit der Liebe?“.

Besuch im Stabsquartier

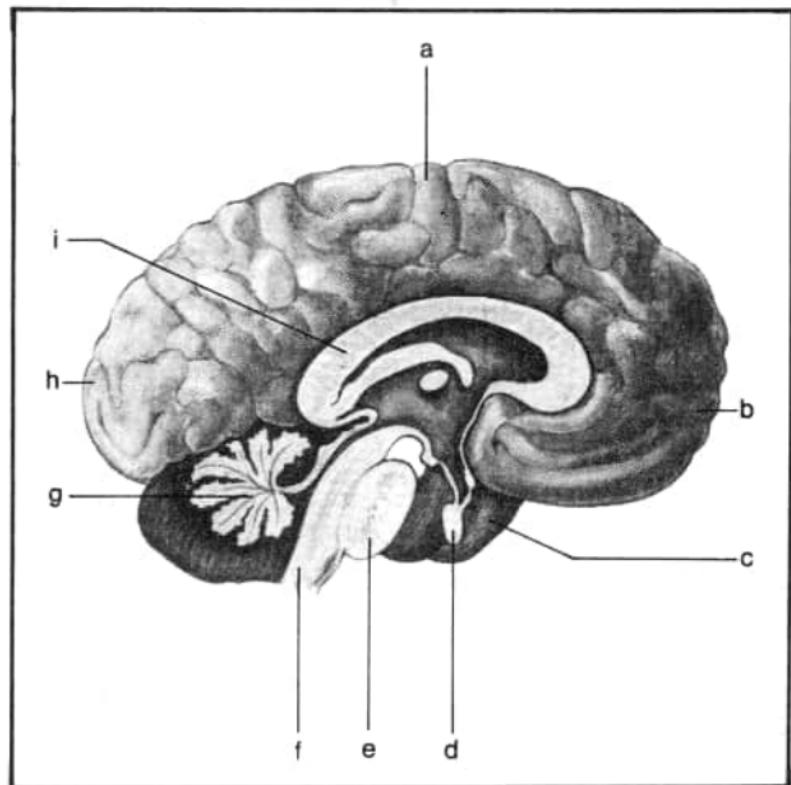
Auf unserer Kreuzfahrt durch den menschlichen Körper haben wir schon einiges über Erregungsleitungen von den Reizempfängern zum Gehirn, über das Bewußtwerden von Sinneseindrücken und ähnliches erfahren. Jetzt wollen wir die große Schalt- und Kommandozentrale, das Stabsquartier, aufsuchen, in dem alle Meldungen eintreffen, geprüft werden und sich in Befehle an bestimmte Organe verwandeln können.

Das Zentralnervensystem besteht, wie bereits er-

wähnt, aus dem Gehirn und dem Rückenmark. Eine starre Knochenkapsel, gebildet aus Schäeldach und Schädelbasis, schützt das wertvollste und empfindlichste Zentrum von allen Seiten besonders wirksam. Lediglich dort, wo die 12 Hirnnerven und Blutgefäße durch die Basis ziehen, befinden sich kleine Lücken sowie das große Hinterhauptsloch als Öffnung für das Rückenmark.

Einen weiteren Schutz stellen die beiden Häute dar, die unser vielseitiges Organ — einschließlich Rückenmark — umgeben. Die harte Hirnhaut kleidet die knöchernen Partien aus. Sie senkt sich ferner als kräftige Scheidewand, als Sichel, in die von vorn nach hinten verlaufende tiefe Furche zwischen den beiden halbkugeligen Groß- und Kleinhirnhälften und schiebt sich außerdem im hinteren Teil der Schädelkapsel faltenähnlich zwischen Groß- und Kleinhirn. Das sogenannte Kleinhirnzelt verhindert zusammen mit der Sichel stärkere Verlagerungen der einzelnen Teile. Zwischen der genannten harten und der zweiten, weichen Hirnhaut, die dem Gehirn direkt aufliegt, findet man einen Flüssigkeitsmantel, in dem das Gehirn und das Rückenmark gleichsam schwimmen. Dieses insgesamt etwa 120 bis 200 ml betragende Hirnwasser steht in Verbindung mit den 4 flüssigkeitsgefüllten Hirnkammern (Ventrakeln) und bewahrt die lebenswichtigen Organe vor Druck, Erschütterung, Verletzung und Wärmeverlust.

Die Form des gesamten Gehirns ähnelt dem Körper eines Schwans, dessen Rumpf etwa dem Hirnstamm sowie Kleinhirn, Brücke, Mittelhirn und Zwischenhirn entsprechen würde. Über diesen Abschnitten falten sich von der Seite her die beiden durch den Balken verbundenen Großhirnhälften, die Hemisphären, wie angelegte Flügel jenes Vogels zusammen. Die Verbindung zwischen Großhirn, Kleinhirn und



Gehirn des Menschen (Längsschnitt)

a = Scheitellappen; b = Stirnlappen; c = Schläfenlappen;
d = Hirnanhang; e = Brücke; f = verlängertes Mark; g =
Kleinhirn; h = Hinterhauptslappen; i = Balken

Rückenmark wird durch das verlängerte Mark gewährleistet.

Die beiden Großhirnhälften sind für die beiden Körperhälften zuständig; da sich jedoch die Nervenbahnen in ihrem Verlauf zu den Gliedmaßen kreuzen, gehört zur linken Hemisphäre die rechte Körperseite und zur rechten Großhirnhälfte die linke Körperseite. Wenn also bei einem Schlaganfall eine rechtsseitige Lähmung auftritt, kann man daraus schließen, daß die verursachende Gehirnblutung in der linken Hemisphäre stattgefunden hat. Gleichzeitig kommt es bei

Rechtshändern zu einer Beeinträchtigung des Sprechvermögens, da bei den meisten Menschen das „Sprachzentrum“ nur in der linken Großhirnhälfte ausgebildet ist, während das auch in der rechten Hemisphäre angelegte infolge Unterentwicklung nicht wirksam wird. Bei Linkshändern, etwa 10 Prozent unserer Mitbürger, verhält es sich umgekehrt. Wenn ein Mensch allerdings von Jugend an seine Hände gleichmäßig ausbildet, werden auch seine beiden Hirnhälften und damit unter anderem beide Sprachzentren ohne Unterschiede durchgebildet.

Das Gehirn eines erwachsenen Mannes wiegt durchschnittlich 1375, das der Frau 1245 g. Aus dieser Tatsache solltet ihr aber keine falschen Schlüsse ziehen; denn auf das Gewicht allein kommt es nicht an. Würden diese Maße über vorhandene oder mangelnde Intelligenz entscheiden, so müßten der Elefant mit 5 000 bis 6 000 g und der Wal mit 2 000 bis 2 800 g schwerem Gehirn die klügsten Lebewesen sein. Ein Hund, den wir im allgemeinen nicht gerade als dummes Tier bezeichnen, besitzt etwa 100 g, ein Gorilla 400 bis 500 g und ein Pferd rund 600 bis 800 g Hirnmasse. Selbst zwischen dem Gehirngewicht berühmter Geistesschaffender gibt es erhebliche Unterschiede: Beispielsweise wurden bei dem russischen Schriftsteller Iwan Turgenjew (1818—1883) 2 012 g und bei dem Ingenieur Werner von Siemens (1816—1892), dem Erfinder der Dynamomaschine, 1 600 g gemessen.

Die Leistungsfähigkeit des Gehirns hängt vielmehr von den Furchen und Windungen, dem Verhältnis zur Körpermasse und der Struktur ab, wobei die Großhirnrinde, der Kortex, mit den meisten Nervenzellen des gesamten Gehirns in Gestalt einer etwa 2 bis 4 mm dicken „grauen Substanz“ entscheidende Bedeutung hat. Sie ist an allen Denk- und Ge-

fühlsprozessen beteiligt und gewährleistet die bestmögliche Anpassung des Organismus an seine Umwelt. In einem Hirnschnitt sieht man darunter die zentrale weiße Substanz liegen, den Subkortex mit Nervenfasern und zahlreichen Umschaltstationen.

1861 wies der französische Anthropologe und Chirurg Paul Broca (1824—1880) nach, daß die Zerstörung einer bestimmten Stelle des linken Stirnlappens Beeinträchtigungen der Sprechvorgänge zur Folge hat. In diesem Zusammenhang wurden dann Hirnkarten mit Zentren für bestimmte Funktionen zusammengestellt, die man jedoch heute nach dem Zunehmen der Erkenntnisse über die elektrochemischen Vorgänge im Nervensystem nicht mehr so streng begrenzt verwenden kann. Solche annähernden Verantwortungsbereiche arbeiten nämlich nur durch eine komplizierte wechselseitige Beeinflussung, und manche Fragen müssen hier noch geklärt werden.

Gilt die Großhirnrinde, vereinfacht gesagt, als der Sitz unseres Bewußtseins, so dient das rund 150 g schwere Kleinhirn der Gleichgewichtserhaltung durch Kontrolle der Tätigkeit und des Zusammenwirkens von Muskelbewegungen. Das verlängerte Mark beherbergt das Atemzentrum und nimmt auch Einfluß auf die Herztätigkeit und die Blutverteilung.

Betrachten wir nun noch das sich anschließende, etwa 40 bis 45 cm lange Rückenmark, das bis hinab zum zweiten Lendenwirbel reicht und sich unter ständiger Abzweigung von Nervensträngen nach unten zu verjüngt. Bei einem Querschnitt fällt auch hier eine graue Substanz auf, die allerdings nicht außen, sondern innen in Form eines Schmetterlings oder eines H vorkommt. Unterhalb eines jeden Wirbels entspringen in der Regel beiderseits zwei Wurzeln für die insgesamt 31 Paare von Rückenmarksnerven, wobei die vordere Wurzel motorische und die hintere

sensible Fasern enthält. Daraus leitet sich auch die Bedeutung dieses großen Nervenkabels ab, das durch zahlreiche Leitungsbündel das Gehirn mit dem Körper nach beiden Richtungen hin verbindet. Ferner stellt es einen selbständigen Nervenapparat dar, der dem Zustandekommen von Reflexen dient, und außerdem enthält es verschiedene Zentren zur Steuerung unwillkürlicher Vorgänge, beispielsweise für die Schweißabsonderung, für Gefäßerweiterung und -verengung, Harn- und Kotentleerung, Geschlechtsvorgänge und im Halsbereich das Zentrum für die Pupillenerweiterung.

Hier konnte nur wenig über das Wunderwerk der Natur in unserem Körper gesagt werden, das außerordentlich komplizierte Arbeitsleistungen erbringt, welche die Wissenschaftler noch in vielen Einzelheiten weiter forschen lassen. Die Ergebnisse werden dem Menschen weiterhin zugute kommen und ihn bei der Ausbildung nützlicher Lebensgewohnheiten unterstützen, so wie es zum Beispiel heute schon die Erkenntnis vermag, daß körperliches Training nicht nur die Muskulatur stärkt und sich positiv auf die Herz-Kreislauf-Regulation auswirkt, sondern auch günstige Voraussetzungen für geistige Leistungen schafft. Körper und Geist bilden eine untrennbare Einheit, und sie stehen in einer engen Wechselbeziehung zur Umwelt, die der Mensch dank seiner Intelligenz zu gestalten vermag, wobei er zur Persönlichkeit heranreift.

„Alle geistigen Prozesse, Einstellung und Überzeugung, Gedanken und Gefühle, Lernleistung und Ideenproduktion, sind an eine materielle Grundlage, an das menschliche Gehirn, gebunden, das Lenin als das Organ des Bewußtseins bezeichnete.“*

* Tamara und Karl Hecht, Lebensrhythmus junger Leute, Verlag Neues Leben, Berlin 1976, S. 15

Eine Entdeckungsreise mit wachen Sinnen

Jede unserer Erfahrungen, jegliche Kenntnis von der weiten Welt und der näheren Umgebung verdanken wir unseren Sinnesorganen oder Sinneswerkzeugen. Sie vermitteln uns von den Kindheitstagen an sämtliche Eindrücke, sind die Voraussetzung für alle Wahrnehmungen und Vorstellungen, für unser gesamtes Tun und Handeln und für das Weltbild des heranreifenden Jugendlichen wie des lebenserfahrenen Erwachsenen oder eines Wissenschaftlers. Das macht sie wohl insgesamt einer näheren Betrachtung wert, und wir wollen jetzt miteinander auf diese Entdeckungsreise gehen.

Im allgemeinen denken wir, wenn wir von unseren „fünf Sinnen“ sprechen, an das Sehen und Hören, an Geruch und Geschmack sowie an den Tastsinn. Doch ein Mensch, der nur über solche 5 Sinneswerkzeuge als Analysatoren seiner Umwelt verfügte, wäre arm dran. Mit ein wenig Überlegung werden wir schon feststellen, daß wir mehr Sinnesfunktionen besitzen, zumal der Tastsinn in Wirklichkeit den Druck-, Warm-, Kalt- und Kraftsinn umfaßt. Und wenn wir den Schmerz sowie die Funktion des Gleichgewichtsapparates als statischen Sinn hinzurechnen, dann ergibt das die stattliche Anzahl von 10 Sinneswerkzeugen, die uns zur Orientierung in unserer und über unsere Umwelt verhelfen. Das Erkennen und Auswerten der Gesamtheit der materiellen Gegebenheiten bedarf nach Aufnahme der Reize über die Sinneszellen der Verarbeitung in den Gehirnzentren, um uns Erscheinungen und Veränderungen bewußt werden zu lassen.

Je nach Art der Reize der Außenwelt, die dem Gehirn von den Sinnesorganen über die Nervenbahnen vermittelt werden, unterscheiden wir Grup-

pen der Sinnesempfindungen. Davon umfassen die mechanischen Sinne den Tast-, Druck-, Kraft-, Schmerz-, Hör- und Gleichgewichtssinn; die chemischen Geruch und Geschmack; der thermische Sinn die Wärme- und Kälteempfindungen sowie der optische das Sehen. Alle Sinne haben sich aus dem Hautsinn als ursprünglichem Sinn entwickelt, und darum gibt es in vielen Lehrbüchern ein gemeinsames Kapitel unter der Überschrift „Haut und Sinnesorgane“.

Beginnen wir also, um die Brücken zwischen unserer Umwelt und dem inneren Erleben zu betreten, bei einem Stückchen Hautoberfläche des linken Unterarms. Wir können es uns sogar mit einem Faserschreiber in der Größe von $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ markieren. Üben wir dann beispielsweise mit dem rechten Zeigefinger einen leichten Druck auf dieses Viereck aus, so empfinden wir das als Berührung. Es sind aber nicht etwa die gewöhnlichen, überall vorhandenen Oberflächenzellen der Haut, die uns diese Empfindung vermitteln. Wenn wir den Hautbezirk statt mit der Fingerspitze mit dem stumpfen Ende einer feinen Nähnadel berühren, können wir feststellen, daß man die Berührung nur an bestimmten Punkten spürt. Diese Druckpunkte sind also streng umschrieben oder umgrenzt, unter ihnen befinden sich Reizempfänger oder Rezeptoren. Markieren wir auch diese Punkte mit einem Faserstift, wird uns auffallen, daß es immer dieselben Hautpunkte sind, die das Berühren mit der Nadel signalisieren, während man es an den dazwischenliegenden Stellen überhaupt nicht wahrnimmt. Auf unseren abgegrenzten 4 cm^2 könnten wir etwa 100 Druckpunkte finden, die auf leichtesten Druck reagieren. Ein solcher Reiz führt zur Erregung des Rezeptors und wird mit großer Geschwindigkeit über die Nervenbahnen zum Gehirn geleitet, dessen Ner-

venzellen in bestimmten Zentren uns die bewußte Empfindung vermitteln.

Benutzen wir statt einer Nadel zarte Borsten oder Haare, so bemerken wir, daß eine Empfindung erst auf eine bestimmte Druckstärke hin auftritt. Entsprechendes gilt für eine Licht- oder Schallwahrnehmung ebenso wie für den Tastsinn und jedes andere Sinnesorgan. Daher nennt man den schwächsten, eben wirksamen Reiz oder die kleinste Intensität eines Reizes, mit der gerade noch eine Erregung ausgelöst wird, die Reizschwelle und bezeichnet jene Reizstärke, welche eine eben wahrnehmbare Empfindung auslöst, als den Schwellenwert des Reizes. Dem liegt die bildhafte Vorstellung zugrunde, daß erst ein Reiz von einer gewissen Größe die Schwelle der Tür überschreiten kann, durch die er in den „Raum“ unseres Bewußtseins gelangt. Eine niedrige „Schwelle“ bedeutet also große Empfindlichkeit, da schon ein kleiner Reiz zum Bewußtsein kommt.

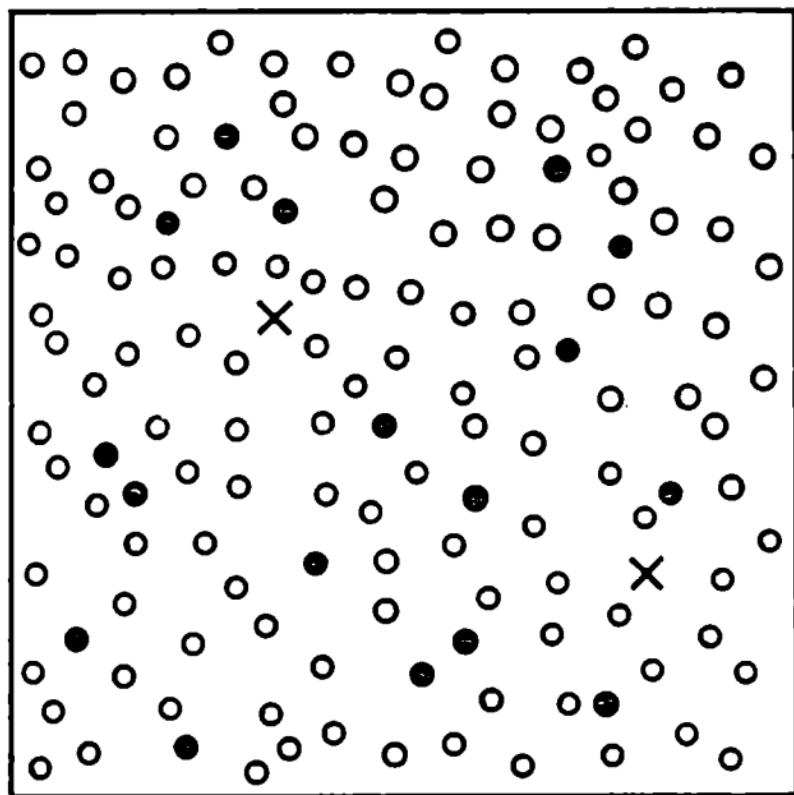
Bei Mensch und Tier gibt es noch besondere, sozusagen verstärkte Rezeptoren. Wir stoßen auf sie an behaarten Körperstellen, wo ihre Lage meistens genau den Haarwurzeln entspricht, die von Nervenendigungen umspolten sind. Hier wird das Haar ein Hilfsorgan zur Steigerung der Leistung. Das läßt sich mit der Arbeit eines Holzfällers vergleichen, der einen Baumstamm mit geringem Kraftaufwand zu bewegen vermag, wenn er eine Stange als Hebel darunter schiebt. In gleicher Weise erfolgt eine Erregung der Sinneszellen, sobald das über die Haut ragende Haar als langer Hebelarm nur ganz leicht berührt wird. Einen solchen Versuch kann man einfach durchführen, indem man sich einem Menschen unbemerkt von hinten nähert und ihm dann mit einem Bleistift oder einem Streichholz sacht die Nackenhaare — ohne die Haut selbst zu berühren — streichelt.

Besonders stattlich entwickelte Tast- oder Schnurrhaare besitzt bekanntlich die Katze. Dank diesen Gebilden vermag sie sich bei völliger Dunkelheit in unwegsamem Gelände bestens zu orientieren, wobei auch die über den Augen hervorragenden Spürhaare mitwirken.

Setzen wir unsere Entdeckungsreise fort, so finden wir bestätigt, daß die äußere Haut die größte menschliche Sinnesfläche darstellt. Zusammen mit den Schleimhäuten bildet sie daher vor allem unser Tast- oder Sensibilitätsorgan, das uns die verschiedenen Empfindungsarten der sogenannten Ober-

Oberflächensensibilität der Unterarmhaut

Kreise = Druckpunkte; Punkte = Kältepunkte; Kreuze = Wärmepunkte



flächensensibilität vermittelt. Dazu gehören neben dem Registrieren von Berührung und Druck auch Temperaturwahrnehmungen sowie Lust- und Schmerzempfindungen, die von etwa 3 Millionen derartiger „Signalpunkte“ zum Gehirn geleitet werden.

Nehmen wir für unsere Experimente noch eine zweite Nadel und testen wir die abgegrenzte Hautfläche am linken Unterarm abwechselnd mit einer erwärmteten und einer abgekühlten Nadel, so erweisen sich die vorher markierten Druckpunkte als unempfindlich für diese beiden Temperaturreize. Tasten wir aber die Stellen zwischen den Druckpunkten ab, dann finden wir gesonderte Wärme- und Kältepunkte. Obwohl die Empfindungspunkte auf der Gesamtfläche der Haut jeweils in unterschiedlicher Dichte vorkommen, lassen sich im Durchschnitt für 1 cm² etwa 13 bis 20 Kältepunkte und nur 2 Wärmepunkte annehmen. Kennzeichnen wir diese bei unserem Test ebenfalls mit unterschiedlichen Farben, so können wir uns leicht davon überzeugen, daß auch ihre Lage beständig ist. Das erklärt sich damit, daß an diesen Stellen wieder spezielle Rezeptoren in der Haut eingelagert sind.

Bei dem Muskel- oder Kraftsinn, auch Tiefensensibilität genannt, verhält es sich ähnlich, und die Muskelspindeln (vgl. S. 34) wirken als Rezeptoren.

Schmerz, laß nach...?

Wer würde den Schmerz als unangenehme Empfindung, wie sie sich nach einem Fall, Hieb oder Stoß, bei einer Hautabschürfung oder einer Erkrankung

einstellt, nicht kennen? Und wer hätte in einer solchen Situation nicht schon den dringlichen Wunsch gehabt: „Schmerz, laß nach!“? Aber gleich nach solch einer Feststellung beginnen die Schwierigkeiten, wenn man den Schmerz beschreiben soll, der verschiedene Qualitäten besitzt. Je nach den bei uns ausgelösten Empfindungserinnerungen werden wir dann brennende, bohrende, drückende, klopfende, kneifende, krampfende, reißende, stechende oder andere Schmerzen angeben. Letztlich kann jede mit einer Nerven-erregung einhergehende Veränderung von einer bestimmten Reizstärke an eine Schmerzempfindung hervorrufen. Ob oder in welchem Umfang jedoch der Schmerz als selbständiges Sinneswerkzeug anzusehen ist — diese Frage bleibt heute noch in der Wissenschaft offen, bedarf weiterer Forschungen.

Sicher ist der Schmerz so alt wie die Menschheit, aber eine interessante Feststellung machte erst der schon als Entdecker des Blutkreislaufs genannte englische Arzt William Harvey. Bei seinen Forschungen fand er, daß das Herz Sitz eines starken Schmerzes sein kann, den wir im heutigen Sprachgebrauch als Herzenge oder Angina pectoris bezeichnen, daß es aber selbst nicht schmerhaft auf Berührungen reagiert. Diese Erkenntnis kam ihm, als er einen jungen Mann untersuchte, der das Brustbein verloren hatte, und er stellte den Patienten sogar seinem König, Karl I. (1600—1649), vor. Beide, so wird überliefert, konnten deutlich die Herzbewegungen des Jungen beobachten und sogar mit eigenen Händen fühlen, wie sich die Herzkammern zusammenzogen. Der Patient merkte dabei nicht, wann sie sein Herz berührten — es sei denn, er sah es oder verspürte den Fingerdruck auf der äußeren Haut.

Wir kennen heutzutage Schmerzrezeptoren, Schmerzpunkte, die in der Haut noch dichter ein-

gestreut liegen als die genannten Signalstellen für Druck und Temperatur. Es gelingt auch, sie mit sehr feinen Nadelspitzen getrennt zu testen, und je Quadratzentimeter rechnet man durchschnittlich mit 200 solcher Punkte. Uns ist weiter bekannt, daß alle Schmerzimpulse von diesen winzigen Sinneszellen an den Nervenendigungen über die Schmerzbahnen im Rückenmark bioelektrisch zum ersten Schmerzzentrum im Zwischenhirn geleitet werden. Doch auch die Großhirnrinde als Sitz der Signaltätigkeit, speziell die Partie des Stirnhirns, spielt eine große Rolle, und die bisherigen wissenschaftlichen Erfahrungen lassen vermuten, daß weitere Teile unserer höchsten Kommandozentrale dabei zusammenarbeiten. Wie die Rezeptoren in ihrer Funktion als Wandler zu Impulsen auf Reizeinwirkungen im einzelnen reagieren, ist noch nicht völlig geklärt und bewiesen. Obwohl wir schon wissen, daß mechanische Energie über bioelektrische Impulse die Zellerregung einleitet, läßt der Sinnesmechanismus mit seinen vielen komplizierteren Vorgängen der Forschung noch ein lohnendes Betätigungsgebiet.

Wenn wir ehrlich sind, müssen wir andererseits bekennen, daß es auch uns in verschiedenen Schmerzsituationen schwerfällt, dem behandelnden Arzt genau anzugeben, wo der Schmerz sitzt. Oft tut es doch an einer ganz anderen Stelle weh als dort, wo die eigentliche Ursache des Schmerzes liegt — wir haben darüber im Zusammenhang mit der Appendizitis gesprochen. Wenn es sehr weh tut, seufzt, stöhnt oder schreit man, beißt die Zähne zusammen, und der Schmerz kann erfahrungsgemäß dadurch erträglicher werden. Kneifen wir uns beim Zahnarzt kräftig in die Finger, ist das Pfeifen der Turbine nicht so unangenehm und das Bohren im Zahn weniger schmerhaft. Man kann sogar eine Schmerzempfindung ganz unter-

drücken, durch Konzentration und Autosuggestion — das heißt durch Selbstbeeinflussung von Körperfunktionen — höchste Unempfindlichkeit gegen Schmerzwirkungen erlangen wie ein Fakir, der auf einem Brett mit spitzen Nägeln sitzt. Bei großer Erschöpfung oder wenn man sich gerade für etwas stark begeistert, merkt man Schmerzen weniger.

Diese Einzelheiten zeigen, daß sich der Schmerz oder das Schmerzerlebnis aus zwei Komponenten zusammensetzt, nämlich dem eigentlichen körperlichen Schmerz und den daraus resultierenden Reaktionen samt Emotionen. Der Fakir wie der stark Begeisterte haben alle ihre Gemütsbewegungen zur Anpassung an die Umwelt auf etwas anderes gerichtet als auf die Schmerzempfindung, und das In-den-Finger-Kneifen bei der Zahnbehandlung konzentriert unsere Aufmerksamkeit auf diesen zweiten, im Moment meist größeren Schmerz und lenkt uns damit von dem ersten ab.

Stellen wir uns nun abschließend die Frage, ob der Schmerz einen Sinn hat, ob er sogar etwas Nützliches ist. Dagegen ließe sich einwenden, daß er uns heute in bestimmten Situationen unzweckmäßig erscheint, daß er nicht bei jeder Erkrankung oder Beschädigung als Warnsignal in Aktion tritt. Dennoch müssen wir diese leidvolle Empfindung, den oft großen Peiniger, als Schutz unseres Körpers vor schädlichen Umwelteinwirkungen ansehen. Denken wir zum Beispiel an die nervös bedingte Angina pectoris, deren Beschwerden als Ausdruck einer mangelnden Durchblutung des Herzens infolge ungesunder Lebensweise auftreten können. Hat jemand zu wenig geschlafen, ist er am folgenden Tag ohne genügende Bewegung geblieben und raucht er nach einer Aufregung noch unzählige Zigaretten, dann wird das „Warnsignal“ nicht lange auf sich warten lassen.

Stets gilt es also, nach den Ursachen des Schmerzes zu forschen; denn wenn sie beseitigt werden, vergeht auch der Schmerz. Durch eigenmächtige Versuche, hartnäckigen Schmerz mit Tabletten zu bekämpfen, können wir dem Arzt die Diagnose erschweren oder sogar unmöglich machen.

Heute wie eh und je gehört es zu den Aufgaben des Arztes, Schmerzen zu lindern. Es ist jedoch falsch, ja gefährlich, jeden leichten Kopfschmerz oder sonstige unliebsame Beeinträchtigungen sofort mit dem Griff zur Schmerztablette beseitigen zu wollen. Selbst die oft in großen Mengen verbrauchten Spalt-Tabletten, um nur ein Arzneimittel dieser Art zu nennen, enthalten Phenazetin, das, ständig in hoher Dosis genommen, schließlich Nierenschäden verursacht. Ausreichender Schlaf, körperliche Betätigung, Meiden der Genussmittel, frische Luft und gesunde Ernährung beugen manchem Schmerz vor und führen zu keiner Tablettensucht.

Täuschen uns unsere Sinne?

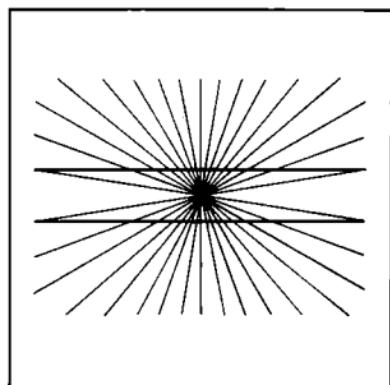
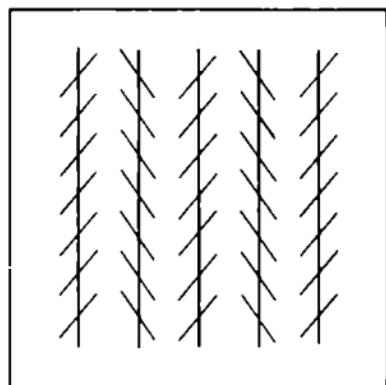
Die Sinneswerkzeuge dürfen wir uns nicht wie Tore oder Pforten vorstellen, durch die alles Geschehen der Außenwelt unmittelbar zu unserem Bewußtsein gelangt, wenn es nur mit dem richtigen „Sesam, öffne dich!“ herantritt. Wärme oder Druck, Schall oder Licht sind außerhalb unseres Körpers nicht ganz so vorhanden, wie wir sie empfinden. Sonst müßte doch ein Reiz, wenn er durch eine andere als die übliche Pforte — also durch ein anderes Sinneswerkzeug — in unser Bewußtsein eindringen kann, das bleiben, was er war. Indessen hat aber beispielsweise ein gewöhnlicher Druckkreis für das Sehorgan keine Wirkung,

weil die Lichtsinneszellen nicht auf ihn programmiert sind. Nur ein außerordentlich starker Druck, wie ein heftiger Schlag gegen das Auge, erregt auch diese Sinneszellen. Wir sehen dann jedoch nicht einen Druck, sondern einen Lichtblitz oder das sogenannte Flimmern von Sternen. Ein Wärmepunkt unserer Haut signalisiert auf einen Druckkreis hin ebenfalls keine Druckempfindung; zunächst reagiert er gar nicht, und wenn der Reiz übermäßig stark ist, dann mit einer Wärmeempfindung.

Nicht allein die Natur der Reize, sondern die spezielle Funktion der Sinnesorgane und die zentrale Reizverarbeitung ergeben die Beschaffenheit unserer Empfindungen. Da aber jedes Sinneswerkzeug dank seinen spezifischen Rezeptoren stets auf dieselben äußeren Reize reagiert, sind beide gemeinsam unsere Lotsen durch die bunte Welt, informieren und leiten sie unseren Körper sinnvoll durchs Leben.

Allerdings können wir uns auf diese Lotsen nicht in jedem Fall hundertprozentig verlassen. Betrachten wir die linke Figur der Abbildung, so haben wir den Eindruck, daß die langen Senkrechten abwechselnd zusammen- und auseinanderlaufen. Trotzdem besitzen sie oben wie unten den gleichen Abstand von-

Optische Täuschungen



einander, sind also Parallelen, was sich mit einem Millimetermaß beweisen läßt und damit unsere Sinnesäuschung offenbart. Sehen wir auf die rechte Figur, dann scheinen uns die zwei waagerechten Linien in der Mitte gekrümmmt zu verlaufen, während auch sie in Wirklichkeit Parallelen sind.

Noch ein drittes Beispiel soll zeigen, daß unsere Sinnesorgane nicht alle Erscheinungen der Außenwelt vermitteln, daß es Vorgänge gibt, auf die sie nicht reagieren. Wir könnten auch sagen, daß unser Organismus eigentlich noch mit weiteren Signalstationen versehen sein müßte. Denkt bloß an das Stichwort „elektromagnetische Wellen“. Diese Wellenarten jagen heutzutage praktisch zu jeder Stunde in einer sehr beträchtlichen Anzahl kreuz und quer durch den Äther — als Übermittler von Rundfunksendungen, für den Sprechfunk, das Fernsehen und ähnliches. Sie treffen unseren Organismus, aber wir bemerken sie nur, wenn sie durch technische Geräte in ein andersartiges Geschehen umgewandelt werden, dem unsere Sinne offenstehen. Ebenso hätten wir die Röntgenstrahlen nennen können.

Es gibt also viele Vorgänge, verschiedenartige Reize der Außenwelt, auf die unsere Sinneswerkzeuge überhaupt nicht ansprechen. Man kann das auch als eine Auswahl bezeichnen, aber es handelt sich nicht um eine freiwillige Wahl, sondern um eine, die ihnen durch ihre Möglichkeiten und Fähigkeiten eigen oder vorgeschrrieben ist. Alles andere, was an unseren Körper herantritt, geht an ihnen vorüber.

Vielleicht reagieren in dieser Hinsicht nicht alle Menschen gleich, gewiß nicht alle Tiere. Gibt es doch Tiere ohne Augen und auch solche ohne Ohren. Für die augen- und ohrenlosen Muscheln auf dem Meeresgrund endet die Welt an den Grenzen ihres Körpers. Kein Sinnesorgan schlägt eine Brücke zum Blau des

Meeres, vermittelt ihnen Empfindungen von Sonne, Mond und anderen Gestirnen, obwohl deren Strahlen bis zu ihren Siedlungsplätzen vordringen. Andererseits besitzen manche Tiere Sinneswerkzeuge, die uns Menschen fehlen, und diese werden Wahrnehmungen machen, denen Wissenschaft und Technik erst schrittweise auf die Spur kommen.

Tränen in deinen Augen...

Sie werden gern in Schlagern besungen wie die „Schwarzen Augen“, die leuchtenden Augen, aus denen man der Erwählten jeden Wunsch abliest. Dichter aller Zeiten betonen immer wieder, daß die Augen diejenigen Organe sind, durch welche die Liebe ins menschliche Herz zieht. Im übrigen priesen schon die alten Griechen ihre Lieblingsgöttin Athene als „hell- oder eulenäugig“, und die Vorstellungen der Antike hat uns der Philosoph Sokrates (470—399 v. u. Z.) überliefert, der das Auge das sonnenhafteste der Sinnesorgane nannte.

Uralt ist also das menschliche Interesse am eigenen Sehorgan, und die Bemühungen der Ärzte um Augenkranken haben sicher kein erheblich jüngeres Datum — um so erstaunlicher, daß es die Augenheilkunde als eigenes Fachgebiet im heutigen Sinne nicht viel länger als ein Jahrhundert gibt.

Seit Jahrtausenden besteht kaum ein Zweifel daran, daß wir mit den Augen sehen, und ebenso selbstverständlich wird man heute annehmen, daß augenlose Lebewesen blind sind. Doch mit solcher Behauptung muß man vorsichtiger sein. Habt ihr schon einmal einem Regenwurm in die Augen geschaut? Wer es nachprüfen will und dabei sogar eine Lupe

benutzt, wird kein Auge finden. Trotzdem kann dieses lichtscheue Tier recht gut zwischen hell und dunkel unterscheiden; denn unter einer grellen Beleuchtung versucht es eiligst, an einen dunklen Ort zu kriechen. Bei mikroskopischer Untersuchung entdeckt man in der Regenwurmhaut pigmentierte Augenflecke, sogenannte Richtungsäugen, als primitivste Organe dieser Art ohne jeden Hilfsapparat.

Skizzieren wir kurz die weitere Augenentwicklung, dann kommen bei anderen Würmern Pigmentabschirmungen von Sinneszellen hinzu, während die Gruben- und Blasenaugen einiger Schnecken noch etwas vorteilhafter konstruiert sind und mehr Eindrücke vermitteln können. Käfer und sonstige Insekten besitzen Punkt- oder Facettenäugen, und die Krönung bildet das Linsenauge der Wirbeltiere, wozu auch unsere Augen zählen, dank denen wir an die 85 Prozent der Umweltinformationen erhalten. So ist das Auge „ein Ergebnis der viele Millionen Jahre währenden Evolution der Lichtsinnesorgane der Tiere. Ihre Augen entstanden und entwickelten sich in der Geschichte des Lebens auf der Erde als Anpassungen an das Sonnenlicht sowie die Lichtverhältnisse an den verschiedenen Lebensstätten und bei verschiedenen Lebensweisen. Bau und Funktion der Lichtsinnesorgane wie des ganzen Organismus der Tiere entsprechen ihrem Lebensmilieu ... Viele Tiere sind dem Menschen mit den Leistungen ihrer Sinnesorgane überlegen. Dennoch kann kein Tier mehr sehen als der Mensch ..., weil sich die sinnliche Wahrnehmung bei ihm mit dem Denken aufgrund all der überlieferten Erfahrungen, Vorstellungen und theoretischen Erkenntnisse der Gesellschaft verbindet, die sich das Individuum angeeignet hat.“*

* Prof. Dr. sc. phil. R. Löther, Sehen — Erkennen, in: „Deine Gesundheit“, 4/1976, S. 101

Bevor wir dem Sehvorgang nachspüren, wollen wir uns die wesentlichsten Bestandteile dieses paarig angelegten Sinnesorgans ins Gedächtnis rufen, zu dem der optische Apparat — die beiden Augäpfel mit den Sehnerven — sowie verschiedene Schutz- und Hilfs-einrichtungen gehören.

Jeder Augapfel, ein annähernd kugeliges Gebilde mit einem Durchmesser von 24 bis 27 mm, einem Gewicht zwischen 6 und 8 g und 6 000 bis 7 000 mm³ Rauminhalt, liegt in Fettgewebe eingebettet in der knöchernen Augenhöhle, wodurch er vor Erschütterungen bewahrt wird.

Die bewimperten Augenlider sind Hautfalten; auf der dem Auge zugewandten Seite überzieht sie eine Schleimhaut, die Bindegewebe oder Konjunktiva, die auch einen Teil der vorderen Abschnitte des Augapfels bis zum Hornhautrand bedeckt. Fremdkörper- und Trockenheitsgefühl, Tränen der Augen oder eitrige Absonderungen, Überempfindlichkeit gegen Licht zeigen eine nicht selten auftretende Bindegauzentzündung an. Ihre Ursachen sind recht unterschiedlich, Staub und Zugluft (beispielsweise beim Motorradfahren ohne Schutzbrille) können sie ebenso hervorrufen wie Bakterien, Allergien oder Fehlsichtigkeiten des Auges, bei denen keine Brille getragen wird. Kleine flächenhafte Bindegauzblutungen werden zuweilen auch als Entzündung angesehen. Sie sind im allgemeinen harmlos, falls keine schwere Allgemeinerkrankung vorliegt, und bilden sich rasch zurück.

Durch ringförmig verlaufende willkürliche Muskeln lassen sich die Lider schließen und die Augen völlig bedecken. Je Minute senken und heben sie sich etwa acht- bis zehnmal, jedoch schwankt die Lidschlagzahl individuell, selbst bei ein und demselben Menschen können unter verschiedenen Bedingungen

erhebliche Differenzen vorkommen, so bei gesteigerter allgemeiner Aufmerksamkeit. Frauen haben gewöhnlich eine etwas höhere Frequenz als Männer. Wir können die Augenlider mit Scheibenwischern vergleichen, und die Vorrichtung, die bei Knopfdruck Wasser auf die Frontscheibe eines Autos spritzt, stellt dann der Tränenapparat dar.

Von der im äußeren oberen Augenhöhlenteil gelegenen Tränendrüse wird ständig die alkalische Tränenflüssigkeit abgesondert, etwa 1 g innerhalb eines Tages, die nach Art einer Dusche über 10 bis 15 feine Ausführungsgänge herabrieselt. Auf diese Weise erfolgt ein ständiges Benetzen der Vorderseite, die bei geöffnetem Auge der Luft und damit dem Feuchtigkeitsverlust durch Verdunstung ausgesetzt ist. Die Tränenflüssigkeit verleiht dem lebenden Auge Glanz, während nach dem Tode eine Trübung eintritt: „Das Auge bricht“, heißt es poetisch ausgedrückt.

Die Tränenflüssigkeit gelangt durch zwei am inneren Augenwinkel beginnende Kanälchen, den Tränensack und den Tränennasengang in unser Riechorgan. So heißt es auch von einem heftig weinenden Menschen: „Er heult Rotz und Wasser“, da einmal die Tränen über die Wangen laufen und zum anderen wiederholt das durch Tränenflüssigkeit vermehrte Nasensekret ausgeschraubt werden muß. Die Abgangsstellen der Tränenkanälchen vermögt ihr am Augeninnenwinkel auf dem freien Lidrand als Tränenpunkte bei einem Blick in den Spiegel gut zu erkennen.

Tränen können mitunter blutig gefärbt sein, was vorwiegend darauf beruht, daß von der Nase her Blut durch die Abflußwege aufwärts in den Bindegauksack gepreßt wurde; in seltenen Fällen gelangt Blut bei starker Entzündung der Tränendrüse als Absonderrung in diesen Bereich. Doch wie gesagt, das sind

Ausnahmen, meist mit Krankheitserscheinungen verbunden, und die Redewendung „Er vergießt blutige Tränen“ drückt in der Regel nur eine starke Gemütsbewegung, vor allem Reue, bildlich aus.

An jedem Auge setzen 4 gerade (oben, unten, innen, außen) und 2 schräge Augenmuskeln an, welche die willkürliche Bewegung in jede gewünschte Richtung ermöglichen. Beim Blick in die Ferne werden beide Augäpfel so gelenkt, daß ihre Achsen parallel verlaufen. Schauen wir in die Nähe, wobei die Augen auf denselben Punkt sehen, dann streben die Achsen aufeinander zu und kreuzen sich; Konvergenz heißt diese Bewegung zur Einstellung der Blicklinien.

Wird jedes Auge in eine andere Richtung gelenkt, so spricht man von Schielen, von einem Strabismus, dem wir in den ersten 6 bis 8 Lebensmonaten eines Babys als normaler Gegebenheit begegnen. In jungen Jahren ist dieses Leiden nicht selten, aber für den Betroffenen meist recht unerfreulich — einmal wegen der Beeinträchtigung des beidäugigen Sehens und zum anderen wegen der dummen Bemerkungen „lieber“ Mitmenschen. Ein jeder von uns sollte sich bemühen, den am Strabismus Erkrankten ihr Los erträglicher zu machen, und sich zu ihnen taktvoll verhalten.

Oft geht die Fehlstellung mit einer Sehschwäche einher, die sich fast bis zum Verlust des Sehvermögens ausdehnen kann. Daher muß man die Schielkrankheit ernst nehmen und mit ihrer Behandlung im frühesten Kindesalter beginnen. Das setzt aber voraus, daß alle Kinder bis zum 3. Lebensjahr schon an augenärztlichen Voruntersuchungen teilnehmen, die in jüngster Vergangenheit bei fast einem Drittel der Begutachteten die Notwendigkeit einer Behandlung ergaben. Von den vielen Formen der Erkrankung seien nur die häufigsten genannt: das Einwärts-, Auswärts- oder Aufwärtsschielen.

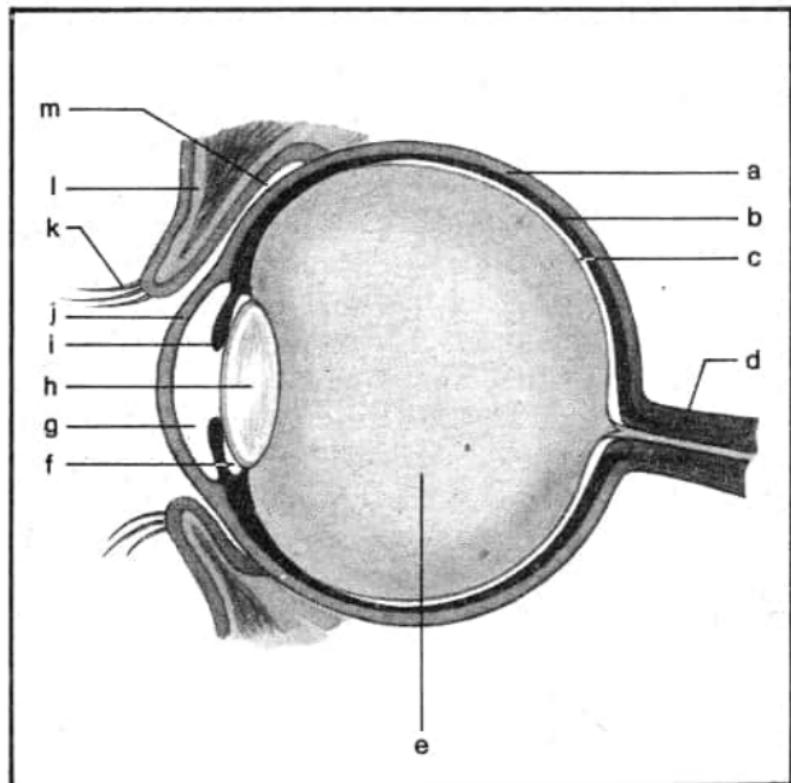
Der kostbarste Apfel

Der Hauptbestandteil unseres optischen Apparats, der Augapfel, wird hinsichtlich Aufbau und Funktion zu Recht mit einer Kamera verglichen. Wie an einem Fotoapparat unterscheiden wir ein Gehäuse — die dreischichtige Kapsel —, lichtbrechende Körper, eine lichtempfindliche Schicht sowie Einrichtungen zum Abblenden übergroßer Lichtmengen und zum Einstellen auf verschiedene Entfernungen.

Bei einer Untersuchung von außen nach innen fortschreitend, finden wir als erste Schicht die harte Haut, die aus Bindegewebe bestehende Lederhaut (Sklera), die vorn in der Mitte in die kreisrunde, uhrglasartig gewölbte und durchsichtige Hornhaut (Kornea) übergeht.

Die mittlere Schicht ist die gefäßführende Aderhaut (Chorioidea), deren vordere, zur Regenbogenhaut (Iris) umgestaltete Abschnitte die Pupille, das runde Sehloch, umgeben. Zwischen der Hornhaut und dem letztgenannten Gewebe befindet sich die mit einer klaren Flüssigkeit gefüllte vordere Augenkammer. Mit Hilfe von zwei ringförmigen unwillkürlich gesteuerten Muskeln verkleinert sich die natürliche Blende unseres Sehorgans bei Lichteinfall und erweitert sich im Dunkeln. Bei Erkrankungen im Zentralnervensystem kann diese Pupillenreaktion gestört sein. Durch Pigmenteinlagerung in die Regenbogenhaut entsteht die unterschiedliche Augenfarbe; fehlen die Pigmentkörnchen, schimmert die Iris rötlich und kennzeichnet so den Betreffenden als Albino.

Hinter der Regenbogenhaut treffen wir auf einen ringförmigen Aderhautfortsatz, auf den Strahlen- oder Ziliarkörper. In ihm verläuft ein ebenso gestalteter Ziliarmuskel, an dessen strahlenförmigem Faserbändchen die farblose und damit durchsichtige



Auge des Menschen (Längsschnitt)

a = Lederhaut; b = Aderhaut; c = Netzhaut; d = Sehnerv;
e = Glaskörper; f = hintere Augenkammer; g = vordere
Augenkammer; h = Linse; i = Regenbogenhaut; j = Horn-
haut; k = Wimpern; l = Oberlid; m = oberer Bindegewebs-
sack

Linse aufgehängt ist. Durch Anspannen oder Er- schlaffen jenes Muskels verändert sich die Dicke der elastischen doppelseitig gekrümmten Linse, und da- durch vermag sich das Auge auf verschiedene Ent- fernungen scharf einzustellen. Diesen Vorgang oder die Fähigkeit, ein scharfes Bild von dem betrachteten Gegenstand zu erhalten, indem sich der optische Apparat der jeweiligen Entfernung anpaßt, nennt man Akkommodation, den Ziliarmuskel daher auch Ak- kommodationsmuskel.

Zwischen Irishinterfläche und Linse beziehungsweise deren Aufhängeapparat liegt die hintere Augenkammer, die — mit der vorderen durch die Pupille verbunden — gleichfalls Augenwasser enthält. Nach hinten wird sie durch den Glaskörper begrenzt, eine Gallerie, die zu 98 Prozent aus Wasser besteht. Dieser kugelige Körper sorgt in erster Linie für den gleichbleibenden Augenbinnendruck.

Als dritte und tiefste Schicht untersuchen wir die sehr dünne, leicht zerreißbare Netzhaut (Retina), die den mittleren und hinteren Augapfel innen auskleidet. Am Strahlenkörper beginnend, geht die Netzhaut etwa in Höhe der seitlichen Äquatorebene der Kapsel in ihren lichtempfindlichen Anteil über und verdickt sich dabei bis zu einer Stärke von ungefähr 0,3 mm. Die Retina trägt besondere Sinneszellen, die Photorezeptoren, die alle Lichtreize aufnehmen und in Erregungen verwandeln. Bei diesen komplizierten Gebilden unterscheiden wir etwa 110 bis 125 Millionen schlanke Stäbchen, verantwortlich für das Dämmerungssehen, und annähernd 6 bis 8 Millionen flaschenförmige Zapfen, Empfänger des Tages- und Farbsehens. Wußtet ihr schon, daß dieser Abschnitt des wertvollsten Teils unseres Informationsorgans völlig durchsichtig ist und bei Belichtung farblos wird? Im Dunkeln erscheint die Netzhaut hingegen purpurrot gefärbt durch das Rhodopsin, den 1876 von dem Physiologen Franz Boll (1849—1879) in den Stäbchen entdeckten Sehpurpur, der unter Lichteinwirkung zerfällt und dann seine leuchtende Farbe verliert.

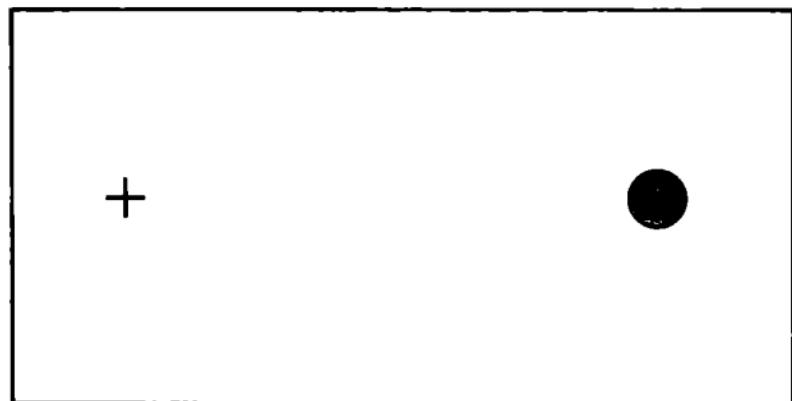
Blickt der Arzt mit Hilfe des Augenspiegels in das Innere der Kapsel, speziell auf den Augenhintergrund, so zeigen sich ihm der gelbe Fleck und die Sehnervenscheibe oder Papille, die auch für uns von Interesse sind. Der gelbe Fleck gilt als Stelle des schärfsten

Sehens und Farbsehens, weil sich hier nur Zapfen befinden, die zudem am engsten nebeneinander stehen. Außerdem stellen wir beim Fixieren eines Gegenstands die Augen so ein, daß das Bild auf diesen Netzhautpunkt fällt. Die dicht danebengelegene weiße Scheibe oder Papille, die Pforte für den Sehnerv und Gefäße, enthält weder Stäbchen noch Zapfen und kann folglich nicht durch Licht erregt werden. Deshalb heißt sie auch blinder Fleck.

Von dem Vorhandensein des blinden Flecks könnt ihr euch überzeugen, wenn ihr das linke Auge schließt, das Buch etwa 25 cm vor das rechte Auge haltet und mit diesem das Kreuz in der Abbildung fixiert.

Anfangs haben wir das Auge mit einem Fotoapparat verglichen, und abschließend wollen wir noch kurz prüfen, ob die vielen Bestandteile und ihre Funktionen einem optischen System an Zahl und Leistungen gerecht werden. Dem Kameragehäuse entspricht die Kapsel des Augapfels, dem Film als lichtempfindlichem Material die Netzhaut. Die lichtbrechenden Substanzen sind die Hornhaut, das Kammerwasser, die Linse und der Glaskörper. Die Einstellung des Auges auf verschiedene Entfernung geschieht nicht wie bei einer Kamera durch Vor- oder

Skizze zum Nachweis des blinden Flecks im Auge



Zurückschieben der lichtbrechenden Schichten, sondern durch Veränderung der Brechkraft der Linse. Dennoch sind die Sehvorgänge des Menschen viel komplizierter und übertreffen weit die Qualitäten eines Fotoapparats. Darüber werden wir uns im nächsten Abschnitt verständigen.

Die Welt steht kopf

Solche Worte hört man, wenn jemand etwas für ungereimt und unvernünftig hält. Wir sollten aber überprüfen, ob die Bedeutung dieser Redewendung auch auf das Sehen zutrifft. Fragen wir uns also, wie sich über den Gesichtssinn das Geschehen in der Umwelt widerspiegelt.

Das Linsenauge entwirft bekanntlich ein verkleinertes, umgekehrtes Bild auf der Netzhaut. Das ergibt sich nicht nur aus den physikalischen Gesetzen, sondern wir können es auch unmittelbar sehen. Ihr alle kennt weißhaarige, rotäugige Kaninchen — Albinos. Löst man das Auge eines solchen toten Tieres sorgfältig heraus und richtet es in der Dunkelheit gegen einen leuchtenden Gegenstand, dann kann man das verkehrte Bild deutlich von außen sehen, da die Pigmenthülle fehlt.

Auch unser Auge projiziert ein derartiges Abbild auf die Retina, und jetzt könnte jemand fragen, warum wir dann die Welt nicht als kopfstehend empfinden. Würden wir uns bei unseren Überlegungen auf die Leistungen des Auges beschränken und nicht den gesamten Mechanismus der Sinnesorgane berücksichtigen — also das Sehen im eigentlichen Sinne in Verbindung mit dem Denken —, dann könnten wir unser Problem nur zum Teil klären.

Nicht die Netzhaut, sondern das Gehirn als „Organ des Bewußtseins“ ist der Ort, wo uns nach geistiger Verarbeitung die optische Information aus der Umwelt bewußt wird. Dabei wirken auch die Erfahrungen und Informationen der anderen Sinnesorgane mit. Als Beispiel für die enge Verbindung zwischen Tast- und Gesichtssinn sei nur unser Vorstellungsvermögen von der Lage erblickter Gegenstände im Raum genannt. Babys vollführen zunächst recht ziellose Greifbewegungen, da es bei ihnen mit der Raumvorstellung noch hapert, aber man bemerkt bald, wie ihre täglichen Erfahrungen sie lehren, nach den Dingen richtig zu greifen.

Noch ein letztes Beispiel dafür, daß Lichtsinnesindrücke kein Abklatsch der Netzhautbilder bleiben, sondern geistig verarbeitet und auch korrigiert werden. Wir lernten bereits den blinden Fleck kennen. Trotz seines geringen Durchmessers spart er eine so große Sehfläche aus, daß 11 aneinander gereihte Vollmonde am Himmel darin verschwinden könnten — wir nehmen aber diese Lücke im Gesichtsfeld nicht wahr, weil sie im Gehirn ausgeglichen wird.

Brille oder falsche Eitelkeit?

Wenn sich mein Großvater zum Lesen der Zeitung seinen Kneifer auf die Nase klemmte, war das etwas Alltägliches, für die meisten alten Menschen Notwendiges. Als ich jedoch vor Vollendung des 18. Lebensjahres meine Augen mit Brillengläsern bewaffnen mußte und die Fotos fürs Familienalbum mich mit Brille zeigten, war meine Mutter entsetzt. Sie glaubte, daß das meinem „Image“ Abbruch tätete, und bedauerte ebenso alle kleinen Kinder, die man

derart „verschandelt“ durch die schöne Welt laufen ließ. Ähnliche Ablehnungen bekommt der Augenarzt hier und da auch heute noch zu hören, wenn sich eine Brillenverschreibung als erforderlich erweist — obwohl die Geschichte der Brille so alt ist, daß sich die Menschheit an Brillenträger gewöhnt haben müßte. Der römische Despot Nero (37—68) wird als erster Brillenträger genannt, da er durch einen konkav geschliffenen Smaragd die Gladiatorenkämpfe beobachtet haben soll. Vom Ende des 13. Jahrhunderts an ist eine Brillenherstellung nachgewiesen.

In unseren Tagen taucht wiederholt die Frage auf, ob nicht die Augen der Menschen immer schlechter werden, weil man gegenwärtig mehr Kinder mit einer Brille sieht als früher. Diese Besorgnis lässt sich zerstreuen: Heute werden Störungen des Sehvermögens eher und damit häufiger erkannt und behandelt, und dank unserem sozialistischen Gesundheitsschutz kommen diese prophylaktischen und therapeutischen Möglichkeiten schon Kindern zugute.

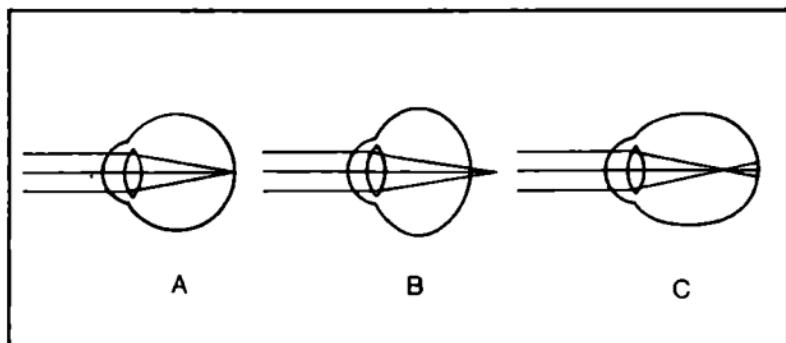
Im entspannten, normalsichtigen Menschenauge ist die Linse auf die Ferne eingestellt, was wir Ruhestellung des Auges nennen. Die aus der Ferne kommenden parallelen Lichtstrahlen werden durch unser optisches System so gebrochen, daß sie sich auf der Netzhaut vereinigen, das heißt, daß auf der Netzhaut ein Abbild des Gegenstands entsteht. Wenn wir einen nahen Gegenstand betrachten, wird die Krümmung der elastischen Linse durch Muskeleinwirkung über ihren Aufhängeapparat verstärkt, indem sich der Radius der vorderen Linsenfläche deutlich verkleinert und in geringerem Maße auch der der hinteren Linsenfläche. Diese Akkommodation vergrößert die Brechkraft der Linse, und von den näher gelegenen Gegenständen entsteht jetzt ebenfalls ein scharfes Netzhautbild.

Im Alter, wie schon angedeutet, verliert die Linse ihre Elastizität, damit die Fähigkeit der stärkeren Krümmung und folglich die Möglichkeit, von den näheren Gegenständen ein scharfes Bild auf die Netzhaut zu projizieren. Ebenso verhält es sich bei der Weit- oder Übersichtigkeit, der Hyperopie, die schon in der Jugend auftreten kann. Sie beruht aber nicht auf einer verminderten Brechkraft der Linse, sondern darauf, daß das Auge im Verhältnis zu kurz ist, so daß ein scharfes Bild nicht auf, sondern erst hinter der Netzhaut entstehen kann. Beim Blick in die Ferne wird dies durch Anspannung des Akkommodationsmuskels, also durch eine stärkere Linsenkrümmung, ausgeglichen, besonders in jüngeren Jahren. Die Linse läßt sich aber nicht so stark krümmen, daß auch beim Blick in die Nähe ein scharfes Bild entsteht, und das wird durch Brillengläser in Form von Sammellinsen korrigiert, durch Konvexgläser.

Das Umgekehrte finden wir bei der Kurzsichtigkeit, der Myopie, die erblich bedingt oder im Gefolge einiger Krankheiten auftreten kann. Hier ist das Auge im Verhältnis zur Brechkraft der Linse zu lang, und

Strahlengang im Auge

- A **Normalsichtig**
- B **Übersichtig**
- C **Kurzsichtig**



die parallelen Strahlen vereinigen sich bereits vor der Netzhaut. Die verhältnismäßig früh, zuweilen schon um das 12. Lebensjahr, zu beobachtende Erscheinung wird mit Hilfe von Zerstreuungslinsen, also durch Konkavgläser, ausgeglichen.

Eine Verminderung des Sehvermögens entsteht ferner durch Trübung der lichtbrechenden Schichten — beispielsweise kann Narbenbildung in der Hornhaut Trübungen nach sich ziehen — oder durch Trübung der Linse, die man „grauer Star“ nennt. Da eine Rötelnkrankung der Mutter innerhalb der ersten 4 Schwangerschaftsmonate sehr häufig zu einem angeborenen grauen Star führt, wird neuerdings bei zehn- bis vierzehnjährigen Mädchen ein Bluttest gemacht, um zu erkennen, ob sie schon einmal von dieser Infektionskrankheit befallen waren. Auch bei Tieren, speziell bei Haustieren, kommt der graue wie der grüne Star vor, und sie können noch an einer dritten Art erkranken: dem schwarzen Star, der sogenannten Schwarzblindheit, bei der keinerlei Lichtschein wahrgenommen wird.

Eine weitere Krankheit, die das Tragen einer Brille notwendig macht, ist das Schielen. Wir wissen, daß die Gesamtentwicklung des Sehens erst etwa im 7. bis 9. Lebensjahr abgeschlossen ist. Einseitig schielende jüngere Kinder benutzen meist nur das nicht betroffene Auge zum Sehen, während das andere nicht mitsieht, was außerordentlich ungünstige Auswirkungen hat. Hier gilt es also stets zu helfen, und die vom Augenarzt verordneten Maßnahmen sind unbedingt zu befolgen. Im Behandlungsplan wird überwiegend das besser sehende Auge durch einen Mull-Heftpflaster-Verband oder durch Verkleben des entsprechenden Brillenglases zeitweise ausgeschaltet, um den Patienten zum Benutzen des schlechter sehenden Auges zu zwingen. Solche Maßnahmen sind bei Eltern

wie Kindern nicht gerade beliebt, aber sie sind notwendig und als unerlässliche Vorbehandlung für eine nachfolgende Schieloperation zu werten. Mit diesem Eingriff an den entsprechenden äußeren Augenmuskeln wird das Sehvermögen nicht beeinflußt, und daher bleibt die Brille auch anschließend erforderlich.

Im übrigen sollten die Darlegungen dieses Abschnitts darüber Klarheit geschaffen haben, daß verordnete Brillen im Interesse der Gesundheit getragen werden müssen und nicht aus falscher Eitelkeit oder sonstigen subjektiven Auffassungen in der Tasche oder im Schubfach verschwinden dürfen.

Wie steht es schließlich um die vielgeliebten Sonnenbrillen? Sobald nach den trüben, kurzen Wintertagen die Sonne wieder höher steigt und man zuweilen blinzelt, da ihre Strahlen etwas blenden, wird die Sonnenbrille aktuell. Viele tragen abgedunkelte Gläser sogar mit Stolz und Ausdauer über die sommerlichen Tage hinaus, obwohl der Augenarzt nur relativ wenigen Menschen aus medizinischen Gründen Sonnen- oder Lichtschutzgläser verordnet.

Es gibt eine ganze Reihe von Erkrankungen in fast allen Bereichen oder Schichten unseres Sehorgans, die den Sonnenbrillengebrauch bedingen und rechtfertigen. Sie sollen hier nicht aufgezählt oder besprochen werden, da die Entscheidung dem Facharzt überlassen bleiben muß, ebenso wie man seinen Rat einholen sollte, wenn extreme Beleuchtungsverhältnisse stören und den Schutz auch des normalen Auges erforderlich machen. Denken wir beispielsweise an Kraftfahrer, an die Matrosen der Hochseeschiffe in südlichen Gewässern oder an Hochgebirgstourismus und Wintersport. Über die Blendwirkung des Schnees bis zur Schneebblindheit berichtete schon der athenische Schriftsteller Xenophon (um 430—354 v. u. Z.), als

er in seinem Werk „Anabasis“ den Rückzug der am Aufstand des Kyros beteiligten 10 000 griechischen Söldner durch verschneite Felder schilderte. Gleichzeitig erwähnte er als Schutzmaßnahme das Abblenden der Augen „durch etwas Schwarzes“, das allerdings nicht näher definiert ist.

In unseren Breitengraden liegt die Leuchtdichte der Sonne für gewöhnlich nicht so hoch, daß ein Mensch mit gesunden Augen diese vermeintliche Vervollständigung seiner Sommergarderobe benötigt. Vor allem wäre es unzweckmäßig, schon einem Kind oder Jugendlichen die Sonnenbrille nur als modisches Attribut aufzuzwingen, wenn sie dank normalen Augenverhältnissen mit dem Sonnenlicht auf natürliche Weise fertig werden. Dennoch huldigen, wie gesagt, ungezählte Menschen jeden Alters und Geschlechts der Spielerei mit farbigen oder gar schillernen Gläsern und der Anonymität dieser modernen Tarnkappe. Dabei sehen sie zugegebenermaßen vorrangig das modische Etwas sowie ein kosmetisches Mittel zur Verhütung von Krähenfüßen, die sich beim Zukneifen der Augenlider, beim Blinzeln, mit der Zeit bilden.

Das Tragen einer Sonnenbrille ist für unser Auge nicht unbedingt schädlich, beim ständigen Gebrauch wird jedoch über Gebühr das Spiel der Pupillen entlastet, das den natürlichen Blendschutz reguliert. Deshalb bemühe man sich um eine zweckmäßige Licht- oder Blendschutzbrille, lasse sich von einem Augenarzt oder Optiker beraten, damit die Gläser wirklich schützen, nur die tatsächlich blendenden Strahlen abfiltern und eine möglichst gleichmäßige Farbwiedergabe gewährleisten.

Ein kleiner Akt der Höflichkeit ist es, während einer Unterhaltung die Sonnenbrille abzusetzen, damit der Partner nicht ins Dunkle spricht.

Warum ist die Rose rot?

Farben beleben und erfreuen uns im täglichen Leben wie in der verschwenderischen Natur; denn was wäre zum Beispiel der schönste Sonnenuntergang ohne sein Farbenspiel? Aus der Farben- oder Wellenlehre, besser gesagt, weißt ihr, daß unser Auge an jedem Licht die Helligkeit als quantitative Lichtempfindung unterscheidet und die Farbe als qualitative, bedingt durch den Reiz verschiedener Wellenlängen. Euch ist auch bekannt, daß unser Auge auf Lichtwellen anspricht, deren Wellenlänge zwischen 400 und 800 millionstel Millimetern liegt, daß es Spektral- und Komplementärfarben sowie die Dreifarbentheorie gibt. All das im Zusammenwirken mit den zapfenförmigen Sinneszellen der Netzhaut und der Erregungsverarbeitung im Gehirn führt schließlich zum Farbempfinden und ermöglicht den sogenannten trichromatischen Farbensinn des Menschen.

Die Blumenfarben gehören zu den schönsten Erscheinungen der Natur, und Bienen sowie andere Insekten fliegen von Blüte zu Blüte, um den süßen Nektar als Nahrung einzusammeln. Bei solchem emsigen Tun der Insekten drängt sich die Frage auf, ob die Bienen die leuchtenden Farben so sehen können wie wir, da das Insektenauge, wie wir schon erfuhren, einen völlig anderen Bau hat als das Linsenauge.

Experimente ergäben, daß die Bienen einen Farbensinn besitzen, doch stimmt dieser nicht mit dem unseren überein. Zum Beispiel ist Rot und Schwarz für sie dasselbe, sie sind also „rotblind“, was im ersten Augenblick erstaunlich klingen mag, zumal wir sie auf den Blüten des Rotklee finden. Ihr Farbensinn übertrifft den unseren aber in anderer Hinsicht. Ultraviolette Lichtstrahlen, die für unser Auge nicht sichtbar sind, deren Anwesenheit im Sonnenlicht wir nur

auf physikalischem Wege erkennen, werden vom Bienenauge wahrgenommen und sogar als besondere Farbe gesehen. Aus diesen Ergebnissen wird verständlich, warum scharlachrote Blumen in unserer Flora kaum vorkommen. Die meisten „roten“ Blüten, wie Heidekraut oder Rotklee, sind blaurot und erscheinen den Bienen nachweislich blau, da sie in der Mischfarbe den roten Anteil nicht sehen. Scharlachrote Mohnblüten sind für uns rot mit einem großen schwarzen Fleck auf den Blütenblättern. Sie werfen aber sehr viel ultraviolette Strahlen zurück, und das Bienenauge sieht solche Blumenblätter in leuchtend ultravioletter Farbe mit einem dunkelultravioletten Fleck statt in Rot und Schwarz. Demnach sind die Blumenfarben offensichtlich nicht so sehr dem Menschen zur Augenweide, sondern eher für die Augen der Blütengäste geschaffen.

Zuweilen begegnen wir Menschen, denen die farbliche Schönheit einer Blume weniger oder kaum bewußt wird: den Farbenschwächlingen und den total Farbenblindenden. Beide Abarten der normalen Farbwahrnehmung können angeboren sein — entweder erfolgt nur teilweise eine Reizverarbeitung in der Netzhaut oder überhaupt keine — oder erworben im Zusammenhang mit schweren Retina-, Sehnerven- oder Gehirnerkrankungen. Obwohl absolute Farbenblindheit eine recht seltene, schwere Mißbildung ist, werden im täglichen Sprachgebrauch alle Farbenuntüchtigen als farbenblind bezeichnet. Es gibt viele Arten und Abstufungen der Farbenschwäche, wobei der Farbsehgestörte oft die Farben wie ein Normaler erkennt, aber diese Fähigkeit ermüdet nach kurzer Zeit — vermutlich als Folge von Sauerstoffmangel im Blut und damit in den Rezeptoren der Netzhaut.

Im Straßenverkehr unserer Städte mit Ampeln für Fußgänger und Fahrzeugführer, in den Berufen des

Verkehrswesens insgesamt oder in der Textilindustrie kann eine solche Störung sehr nachteilig sein. Das betrifft speziell die Rotgrünblindheit, die eine Verwechslung der Farben mit sich bringt. Der Rotblinde erhält durch rotes Licht die Empfindung eines lichtschwachen Grüns, und fällt grünes Licht in sein Auge, so entsteht ebenfalls die Empfindung grün. Er hat also dort, wo der Farbentüchtige zwei verschiedene Farben wahrnimmt, nur eine Empfindung. Da diese Farbsehstörung geschlechtsgebunden vererbt wird, sind vorwiegend Männer — mit etwa 7 bis 8 Prozent — und seltener Frauen — zu rund 0,4 Prozent der Gesamtbevölkerung — davon betroffen.

Hüten wir unser Augenlicht

Die Blindheit, dieses schwere Leiden, ist auf unserem Erdball immer noch weit verbreitet, man schätzt die Anzahl der Blinden auf wenigstens 10 Millionen. Sehr vielen von ihnen hätten Ärzte das Augenlicht erhalten können. Da aber in der kapitalistischen Welt unser Grundsatz „Vorbeugen ist besser als Heilen“ den Menschen nicht zugute kommt, gelangen ungezählte Opfer der Blindheit erst in ärztliche Behandlung, wenn es schon zu spät ist.

In der DDR sind etwa 15 von 10 000 Bürgern blind, und jährlich kommen annähernd 2 000 Patienten hinzu. Unsere Augenärzte haben festgestellt, daß hier von rund 60 Prozent infolge des grünen beziehungsweise grauen Stars und infolge extremer Kurzsichtigkeit erblinden. Unter den restlichen 40 Prozent befindet sich aber ein nicht geringer Anteil, den dieses tragische Los durch Augenverletzungen bei Unfällen trifft, die oft bei etwas mehr Sorgfalt, Aufsicht und

Einsicht vermeidbar gewesen wären. Neben Arbeitsunfällen infolge Unachtsamkeit und Verletzung der nicht von ungefähr festgelegten Sicherheits- und Arbeitsschutzbestimmungen kommt es auch in der Wohnung oder während der Freizeitgestaltung zu vielen Augenverletzungen — beim unbeaufsichtigten Spiel der Kleinkinder mit spitzen Gegenständen, beim unsachgemäßen Öffnen von Einmach- oder sonstigen Konservengläsern, beim leichten Hantieren mit Knall- und Feuerwerkskörpern am Silvesterabend oder mit einem Luftgewehr, bei mutwilligen Wurfversuchen mit Steinen im Freien, bei Verkehrsunfällen usw.

Hüten wir unser Augenlicht, und bewahren wir auch das unserer Mitmenschen vor Schaden, um uns und anderen Kummer und bitteres Leid zu ersparen. Wir wissen zwar um die geradezu phantastischen Möglichkeiten, die Professor Krasnow in Moskau demonstrierte, als er aus zwei unfallgeschädigten Augen ein sehfähiges schuf, und uns ist bekannt, daß insgesamt die Methoden der Augenheilkunde ständige Verfeinerungen und Verbesserungen erfahren. Einen Grund zur Sorglosigkeit wird jedoch niemand daraus ableiten wollen.

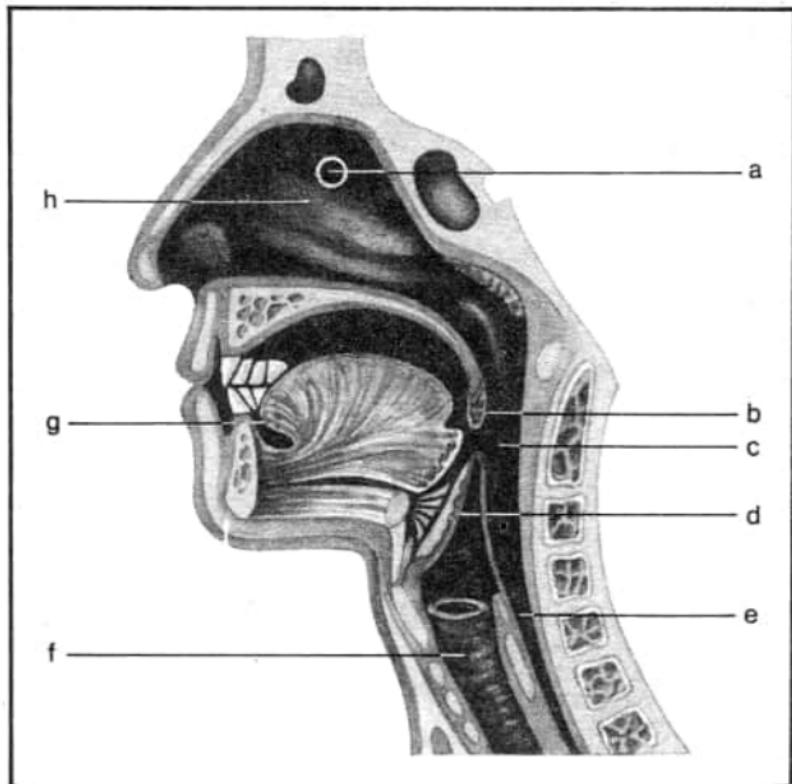
Streit über Geruch und Geschmack?

Heiße Diskussionen habe ich schon unter jungen Leuten miterlebt, wenn es um den Wohlgeruch eines neuen Parfüms oder den guten Geschmack, nicht zuletzt in Modefragen, ging. Dabei kann man für seine Ansicht auf die höchsten Barrikaden steigen oder stillvergnügter Zuhörer sein.

Bleiben wir beim Vergnügen, vergegenwärtigen wir

uns nochmals das letzte, sicher harmonische Wochenende, und erinnern wir uns, was wir da erlebt und getan und wie wir später unsere Erlebnisse eingeschätzt und wiedergegeben haben. Wer im Kino, in einer Disko oder im Theater war, erzählt im allgemeinen zu Hause, was er gesehen oder gehört hat. Wer von einer Radtour, einer Wanderung, einer Bootsfahrt oder gar einer Bergbesteigung heimkehrt, wird vielleicht begeistert berichten von der farbenprächtigen Natur, von interessanten Begegnungen oder von einer besonders lohnenden Aussicht. Selten werden wir jedoch zu hören bekommen: „Es war schön — es hat gut gerochen!“ Und wenn jemand von einem Wochenendausflug nichts anderes mehr weiß, als daß das Essen gut geschmeckt hat, wird der oder die Betreffende von den Mitmenschen doch ein wenig mitleidig angeschaut. Darin zeigt sich, eine wie untergeordnete Stellung Geruch und Geschmack in unserem Leben gegenüber dem Sehen und Hören einzunehmen. Es wäre aber ein Irrtum, zu glauben, daß das für alle Lebewesen gilt.

Untersuchen wir also den Geruchs- und Geschmackssinn, die beide eine wesentliche Gemeinsamkeit haben: Sie sind auf chemische Reize abgestimmt. Doch wie riecht man? Indem man verstärkt und teils auch hörbar Luft in die Nase einzieht, schnuppert oder schnüffelt, werdet ihr sagen, und das stimmt. Unser Geruchsorgan, die Riechschleimhaut, befindet sich im Bereich der oberen Nasenmuschel und im gegenüberliegenden Abschnitt der Nasenscheidewand, das heißt am Anfang der Atemwege. Da es sich somit um ein geschlossenes Sinnesfeld handelt, nennen die Anatomen diesen abgegrenzten Bezirk das Riechfeld. Seine Fläche geben sie mit etwa $2,5 \text{ cm}^2$ an, was ungefähr der Größe eines Einmarkstücks entspricht. Unter dem Mikroskop fällt an den Riech-

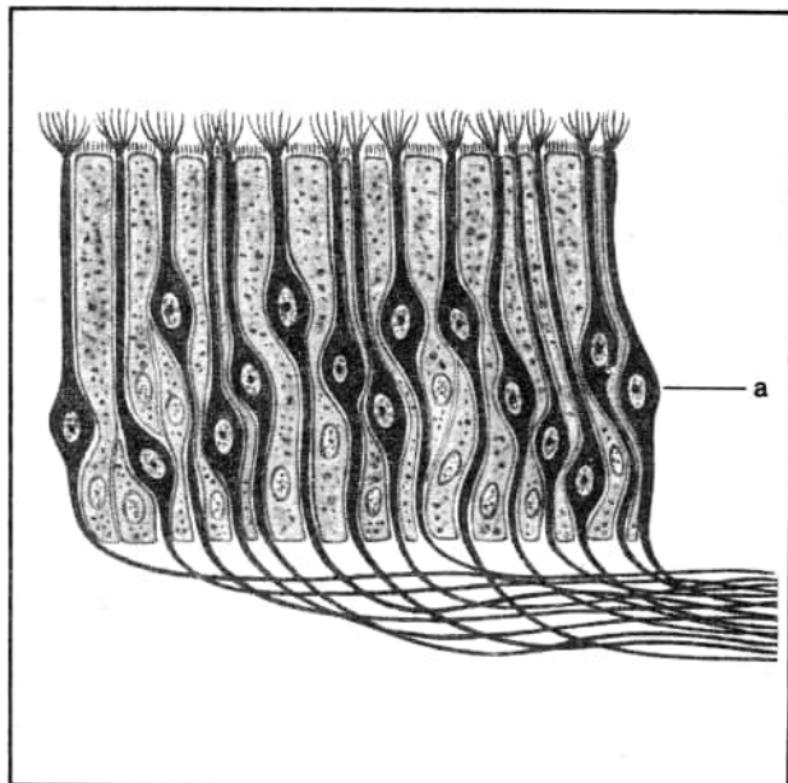


Obere Luftwege

a = Riechfeld; b = Zäpfchen; c = Rachen; d = Kehldeckel;
 e = Speiseröhre; f = Luftröhre; g = Zunge; h = Nasenhöhle mit Nasenmuscheln

zellen auf, daß sie in der Umgebung des Zellkerns spindelförmig angeschwollen sind, daß der zur Nasenhöhle hin gelegene Fortsatz Riechhärtchen aufweist und der andere Fortsatz als Faser in den Riechnerv übergeht.

Die Lage des Geruchsorgans trägt zu unserer Orientierung über die Beschaffenheit der eingeatmeten Luft bei, und der entsprechende — oder adäquate — Reiz ist chemischer Natur. Die Duft- oder Geruchsstoffe erreichen in Form von Dämpfen, Gasen oder Stäubchen mit der Atemluft die Rezeptoren. Dabei ist



Riechschleimhaut der menschlichen Nase
a = Riechzellen

ihre Flüchtigkeit charakteristisch. Legt man beispielsweise ein Präparat zur Mottenbekämpfung in den Kleiderschrank, so ist die Dufttablette nach einigen Wochen deutlich kleiner geworden, bis sie schließlich verschwindet. Mit einer feinen Apothekerwaage kann man schon nach kürzerer Zeit eine Gewichtsabnahme feststellen. Fortwährend lösen sich feinste Teilchen von der Tabletteneoberfläche ab, und wenn wir den Schrank öffnen, gelangen sie mit der Luft in unsere Nase, bleiben an der feuchten Riechschleimhaut haften und bewirken dann eine Geruchsempfindung. Wahrscheinlich spielt der Kontakt der Riechstoffe mit dem eiweißhaltigen, flüssigen Überzug der Riech-

härcchen dabei eine Rolle, aber über alle Einzelheiten des Riechvorgangs sind wir noch nicht ganz genau orientiert.

Die Fülle der ineinander übergehenden Geruchsqualitäten bereitet uns ebenfalls Schwierigkeiten, wenn wir sie alle systematisieren und fixieren wollen, zumal einige Wissenschaftler meinen, daß es rund 10 000 verschiedene Gerüche gibt. Deshalb begnügen wir uns im täglichen Leben damit, die Düfte nach ihren Quellen zu bezeichnen, und sprechen von Flieger-, Maiglöckchen- oder Rosenduft, oder wir sagen, es riecht nach angebrannter Milch, verfaulten Kartoffeln, harzigem Holz oder ähnlichem.

Viele Riechstoffe haben sehr niedrige Schwellenwerte, und der Geruchssinn ist ein empfindlicher Sinn, auch wenn nicht alle Menschen gleich gut riechen können. Zahlreiche Mitbürger besitzen hingegen eine besonders feine Nase, und sie sind speziell in der Parfümindustrie sehr gesucht. Vermögen sie doch manche Stoffe in so geringen Mengen festzustellen, wie sie sich mit chemischen Reaktionen im Laboratorium nur schwer differenzieren lassen. Künstlicher Moschus kann beispielsweise noch geruchlich erkannt werden, wenn mit einem Atemzug lediglich 0,000 000 000 003 g zu den Riechzellen gelangen, das ist vielmillionenfach weniger als das kleinste sichtbare Stäubchen dieser Substanz.

Daß der Mensch, das höchstentwickelte Wesen, trotz seiner vermutlich $1\frac{1}{2}$ Millionen Riechzellen und trotz der Möglichkeit, die Leistungsfähigkeit des Geruchssinnes durch Übung zu steigern, in diesem Bereich keine Spitzenposition einnimmt, dürfte bekannt sein. Die meisten Säugetiere haben einen viel besser entwickelten Geruchssinn, so daß man sie auch als „Nasentiere“ bezeichnet, wenn man sie nach ihrer Methode der Nahrungssuche klassifiziert. Die andere

Kategorie nennt man „Augentiere“, weil das Sehen hier vorrangig ist. Was die Nase für den Hund bedeutet, der seinen Herrn am Geruch erkennt und seiner Spur zu folgen vermag, und was sie mit wohl 200 Millionen Riechzellen insgesamt leistet, bedarf sicher keiner weiteren Erläuterung. Auch vom Wild mit seinem ausgezeichneten Witterungsvermögen, das uns Menschen weit in den Schatten stellt, soll nur das Reh erwähnt werden. Seine Fähigkeiten verdankt es wie die meisten anderen uns gegenüber bevorzugten Säugetiere dem weiträumigeren Aufbau der Nase mit einer viele hundertmal größeren Riechfläche als beim Menschen. Weniger bekannt dürfte sein, daß sogar ein Meerschweinchen uns um fast eine Meile überrundet, da es ebenfalls ein Meister des Schnüffelns ist und gewisse Duftstoffe noch in tausendfach stärkerer Verdünnung wahrnimmt als wir.

Warum ist aber die menschliche Nase so viel schlechter entwickelt? Mit dem aufrechten Gang wurde das Riechorgan des Menschen vom Boden abgerückt, und die naturgemäß am Boden haftenden Geruchsspuren haben keine so lebenswichtige Bedeutung mehr. Auch die Affen, die mit dem Menschen zusammen die höchste Ordnung der Säugetiere, die Primaten, bilden und die vorwiegend in den Bäumen leben, besitzen gegenüber den bodennahen Tieren nur ein bescheidenes Riechvermögen. Vergessen wir ferner nicht, daß Nase und Geruchssinn bei den Primaten während der Paarung nicht die entscheidende, arterhaltende Rolle spielen wie bei vielen Tieren.

Werfen wir noch einen kurzen Blick auf andere Lebewesen, die besondere und interessante Riechleistungen vorzuweisen haben. Man könnte es als „merkwürdige Liebesgeschichten“ betiteln, was wir bei manchen Insekten beobachten, die ja keine Nase

besitzen, sondern Atemöffnungen vorwiegend zu beiden Seiten des Hinterleibs.

Bei den meisten Insekten sind die Fühlhörner die Träger der Geruchswerkzeuge, einige Arten zeigen jedoch geschlechtsbedingte Unterschiede im Geruchsvermögen. So verfügen bei manchen Nachtfaltern nur die Männchen über einen unerhört feinen Geruchssinn, da ihre Fühler großflächiger angelegt sind als die der Weibchen. Die Männchen brauchen diese Sinnes schärfe; denn sie finden ihre Partnerinnen allein durch den Geruch, der bestimmten Drüsen des weiblichen Tieres entstammt. Diese unscheinbaren Gebilde hat man einem Schmetterling operativ entfernt und neben den Falter auf den Tisch gelegt. Von diesem Moment an interessierten sich die anwesenden Männchen nur noch für die Duftdrüsen, denen nun alle Annäherungsversuche galten, und nicht mehr für den danebensitzenden Schmetterling, der äußerlich unverändert erschien. Demnach bildet dieser wohl verführerische Duft für die Nachtfalter den Inbegriff aller weiblichen Schönheit, der sie auch aus weiter Ferne anlockt. Die weiblichen Nachtfalter erzielen mit diesem einfachen Mittel bisweilen Erfolge, die selbst das bezauberndste junge Mädchen mit Neid erfüllen könnten. In einem weiteren Versuch lockte nämlich ein einziges Nachtfalterweibchen durch seinen Duft innerhalb von 7 Stunden 127 Männchen an. Sie kamen jedoch alle nicht auf ihre Rechnung, sondern wanderten in die Sammelkästen eines gewitzten Schmetterlingsjägers, der das Weibchen als Köder benutzte.

Kehren wir nach diesem Ausflug in die Insektenwelt wieder zu unserem weniger imponierenden Geruchssinn zurück, der uns bei einem Schnupfen vollends im Stich lässt. Schwellungen und Absonderungen der Nasenschleimhäute beeinträchtigen dann die Funk-

tion der Riechzellen, so daß wir kaum etwas riechen können. Dabei tritt nicht bloß eine Behinderung der Nasenatmung ein, sondern die betroffenen Patienten behaupten auch, daß ihr Geschmack vermindert sei. Sicher hat ein jeder schon selbst in solchen Situationen „keinen Geschmack“ gehabt oder gemeint, das Essen schmecke fade. Diese Erscheinung bestätigt aber nur, daß Geruch und Geschmack eng miteinander verbunden sind; denn eine Geschmacksbeeinträchtigung im eigentlichen Sinne erfolgt durch einen Nasenkatarrh nicht.

In früheren Zeiten war ein Schnupfen für Ärzte besonders unangenehm, da sie ohne Hilfe der heutigen vielfältigen Laboratoriumsmethoden manche Krankheiten im wahrsten Sinne des Wortes riechen oder schmecken mußten. Diese Art der Diagnosestellung gehört jedoch keinesfalls völlig der Vergangenheit an. Seit Jahren sind nämlich schon etwa 40 Krankheiten bekannt, die einen charakteristischen Geruch aufweisen, der sich zur Diagnose benutzen läßt. Bisher wurden etwa 400 Geruchsstoffe aus der Atemluft analysiert sowie rund 350 im menschlichen Urin registriert, die Rückschlüsse auf bestimmte Krankheiten ergeben, so daß sich neue Methoden der Diagnostik anbahnen. Allerdings reichen dafür kaum die Möglichkeiten unserer Riechzellen aus, aber hochentwickelte Gas- oder Geruchsanalysatoren können diese Aufgabe maschinell bewältigen, werden eines Tages die Gerüche im Dienst der Medizin unterscheiden und auswerten.

Schließlich sei noch erwähnt, daß schwere Virusinfektionen zum Verlust des Geruchs führen können.

Wie bei dem Geruchssinn sind auch für unsere Geschmacksempfindungen chemische, in Wasser lösliche Stoffe die adäquaten Reize, während Gase und feste Stoffe erst gelöst werden müssen. Die sensiblen

Rezeptoren, Geschmacksknospen genannt, finden wir ungleichmäßig in der Schleimhaut von Zunge, Gaumen und Kehldeckel verteilt. Diese Papillen, wie sie auch heißen, vermitteln uns die vier Geschmacksqualitäten süß, sauer, bitter und salzig.

Alle Vorgänge bei der Geschmackswahrnehmung sind noch nicht erforscht, obwohl man sich schon seit Jahrhunderten für Gewürze und Würzstoffe zwecks Geschmacksverbesserung der Nahrung interessiert. Heutzutage werden zwar Geschmacksprüfungen durchgeführt, und man weiß auch, daß es individuell bedingte Unterschiede der Geschmacksempfindungen gibt, aber eine so hieb- und stichfeste Untersuchungsmethode wie beim Sehvorgang steht noch nicht zur Verfügung.

Etwa 3 000 Geschmacksknospen befinden sich auf der Zunge, aber je nach Lage haben bestimmte Geschmacksqualitäten den Vorrang. Während süß besonders von der Zungenspitze signalisiert wird, kommen sauer und salzig über den Zungenrand und die vordere Hälfte der Zunge als Geschmackseindrücke zum Geschmackszentrum im Gehirn, und die bitteren Empfindungen sollen speziell vom Zungengrund ausgehen. Den salzigen Charakter eines Stoffs verspüren wir jedoch ebenso in der Kehle. Außerdem beeinflussen die Temperatur der Speisen, die Konzentration der Geschmacksstoffe und der Geruch unsere Geschmacksempfindungen, was jeder selbst nachprüfen kann. So empfinden wir bei einer wohlbereiteten Mahlzeit oder einem Schluck Wein auch mehr, als dem Geschmackssinn zuzuschreiben ist, da die flüchtigen Duftstoffe der Nahrung und der Getränke aus der Mundhöhle um den Gaumen herum in die Nase und damit zu den Riechzellen gelangen.

Durch Gewöhnung kann der Geschmack ebenso abgestumpft wie durch Übung verfeinert werden. Von

dieser bei allen unseren Sinneswerkzeugen möglichen Differenzierung wußte bereits Karl Marx, der feststellte: „...darum sind die Sinne des gesellschaftlichen Menschen andre Sinne wie die des ungesellschaftlichen“*. Er fügte hinzu: „Die Bildung der 5 Sinne ist eine Arbeit der ganzen bisherigen Weltgeschichte“**, womit er sagen wollte, daß unsere Sinne eng mit der Entwicklung des Menschen insgesamt verknüpft sind und daß sie im Verlauf der Geschichte erzogen, mit dem Wachsen des Gesamtbewußtseins vervollkommen wurden und weiterhin erzogen werden können.

Auch bei Insekten ist der Geschmackssinn wie bei uns stumpfer als der Geruch, dennoch reicht er in beiden Fällen aus, um die Qualität der Nahrung einzuschätzen oder Abweichungen von der normalen Beschaffenheit festzustellen. Ausnahmen bilden jedoch manche Fliegen und Schmetterlinge, deren an den Fußspitzen sitzende Geschmacksorgane sich durch eine große Empfindlichkeit auszeichnen. Wenn eine Fliege über einen Tisch läuft und ein verspritztes Tröpfchen Marmelade berührt oder wenn ein Schmetterling sich auf reifem Obst niederläßt und auf eine Stelle tritt, wo die Schale verletzt ist, wird der süße Stoff sofort geschmacklich wahrgenommen und der Saugrüssel herausgeschnellt. So überrunden uns auf diesem Gebiet die Schmetterlinge, für deren Lebensorhaltung Geruch und Geschmack wesentlich sind.

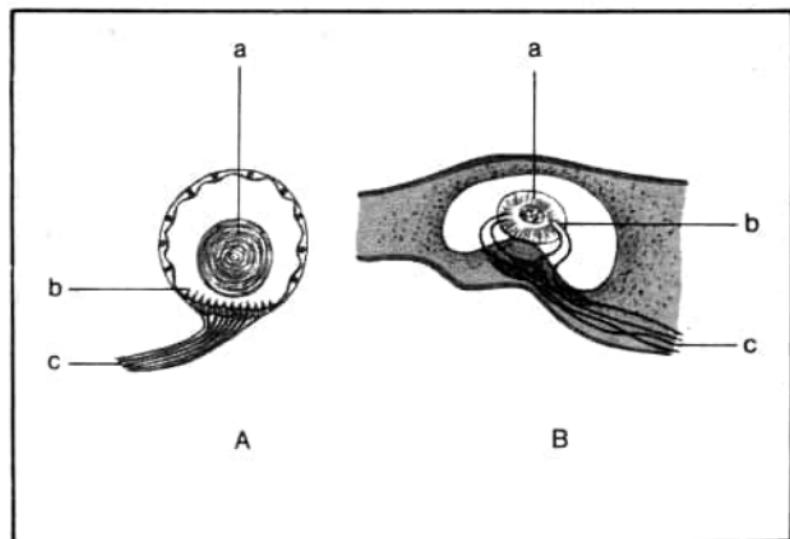
* Karl Marx, Ökonomisch-philosophische Manuskripte aus dem Jahre 1844, in: Marx/Engels, Werke, Ergänzungsbd., 1. T., Dietz Verlag, Berlin 1973, S. 541

** Ebenda, S. 541f.

Aus dem Gleichgewicht gebracht...

Im folgenden geht es nicht darum, daß jemand durch ein unverhofftes Ereignis, einen Schreck oder ähnliches psychisch aus dem Gleichgewicht gebracht wird. Vielmehr wollen wir untersuchen, wie die Natur durch Zugabe eines weiteren Hilfsapparates aus ähnlichen Tasthaaren wie den bereits erwähnten eigen-tümliche Sinnesorgane für verschiedene Lebewesen gestaltet: die Gleichgewichtsorgane. Sie ermöglichen es den damit Ausgestatteten, sich selbst im Finstern und beim freien Schweben im Wasser oder in der Luft unseres Planeten über die Lage des Körpers in der Umwelt zu informieren. Wie sollte sich sonst zum Beispiel eine Qualle im weiten Ozean zurechtfinden. Auch wir selbst haben bekanntlich solche Organe, obwohl wir uns dessen gewöhnlich gar nicht bewußt werden und beim Aufzählen der menschlichen „fünf Sinne“ den Gleichgewichtssinn meist vergessen. Wer sich aber noch seiner ersten Radfahrversuche erinnert, weiß um die anfängliche Schwierigkeit, dabei die Balance zu halten.

Ein ganz einfach konstruiertes Gleichgewichtsorgan ist ein Bläschen mit Sinneszellen und Tasthaaren, auf denen ein Steinchen ruht, das sich in der Blasenflüssigkeit wie ein Kristall gebildet hat. Infolge der Schwerkraft drückt das Steinchen auf das Zellpolster der Tasthaare genau in Richtung nach unten, und damit wird dem Nervensystem die richtige Lage signalisiert. Ändert sich bei seitlicher Neigung des Körpers die Druckrichtung auf die tastempfindlichen Zellen, so gleicht das Tier diese Schräglage durch entsprechende Körperbewegung aus. Wo sich solche Organe befinden, ist nicht vorrangig wichtig; denn manche Lebewesen haben sie im Kopf, andere im Schwanz. Bei dem Flußkrebs und seinen Verwandten



Einfaches Gleichgewichtsorgan

A Modell

B Organ eines Krebses

a = Steinchen oder Sandkörnchen; b = Tasthaare oder Rezeptoren; c = Nervenfasern

finden wir sie in der einfachen Bläschenform mit einer kleinen Öffnung nach außen. Die offenen Grübchen des auf sandigem Boden lebenden Tieres sind mit Sandkörnchen statt einem Kristall angefüllt.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts hat man durch einen interessanten Versuch zuerst nachgewiesen, daß diese Organe der Erhaltung des Gleichgewichts und nicht dem Hören dienen, wie man bis dahin glaubte. Häutet sich der Krebs, so streift er auch aus jenen Grübchen die Chitinhaut ab, wobei die Sandkörnchen mit entfernt werden, und anschließend stopft sich das Tier mit den feinen Scheren seiner Vorderbeine neue hinein. Setzt man es in ein Aquarium, dessen Boden nur mit Eisenfeilspänen bedeckt ist, nimmt es an Stelle von Sandkörnchen eben diese Metallspäne auf. Nähert man ihm jetzt einen Magneten, so wird das Eisen

von der Schwerkraft nach unten, vom Magneten aber in dessen Richtung gezogen. Das bringt den Krebs aus seinem normalen Gleichgewicht, da jetzt entsprechend dem Parallelogramm der Kräfte die Sinneszellen in Richtung der Resultierenden erregt werden, und dementsprechend reguliert er seine Körperlage.

Beim Menschen finden wir das Gleichgewichtsorgan mit dem Gehörorgan räumlich vereinigt. Es besteht nicht mehr aus einem einfachen Bläschen, sondern ist differenzierter gestaltet und zu höheren Leistungen befähigt.

Unser Gleichgewichtsapparat, auch Vestibularapparat genannt, liegt im inneren Ohr (vgl. S. 204). Er umfaßt zunächst drei senkrecht aufeinanderstehende häutige Bogengänge, die mit Lymphe gefüllt sind und jeweils eine Aufreibung, eine Ampulle, besitzen. In jedem dieser Gebilde verläuft quer zur Längsachse eine Leiste, die von Sinneszellen bedeckt ist, deren Ausläufer wie Haarbüschel in der Flüssigkeit schwimmen und durch Bewegungen Reize empfangen. So vermittelt uns der Vestibularapparat Empfindungen, die mit der Lage und Bewegung des Kopfes und der Erhaltung des Gleichgewichts zusammenhängen. Als Reiz wirkt nur die Geschwindigkeitsänderung der Bewegungen in den Bogengängen. Bei jedem Kopfdrehen bleibt anfangs infolge der Trägheit der Lymphe in dem Bogengang, in dessen Ebene die Drehung erfolgt, diese Flüssigkeit etwas zurück und strömt entgegengesetzt, wodurch die Sinneshaare gereizt werden. Beim Aufhören der Drehung bewegt sich die Flüssigkeit infolge der Trägheit noch kurze Zeit weiter, und dadurch tritt wieder eine Erregung ein. Plötzlicher Stillstand — wenn man ruckartig anhält, nachdem man sich mehrmals sehr schnell um seine eigene Achse gedreht hat — führt zu Schwindelgefühl oder einem „Drehschwindel“.

Auf Innenohrreizung beruhen auch die sogenannten Bewegungsleiden bei Auto-, Eisenbahn-, Flug- oder Schiffsreisen, die mit Übelkeit, Erbrechen, Schwindel, Schweißausbrüchen und Kopfschmerzen einhergehen. Wer zu derartigen nervösen Erscheinungen neigt, sollte vor der Reise mit seinem Arzt beraten, ob und welche Arzneimittel anzuwenden sind. Daneben hat es sich als zweckmäßig erwiesen, in der Nacht zuvor richtig auszuschlafen und die Fahrt nicht mit leerem Magen, sondern nach Einnahme einer kleinen leichtverdaulichen Mahlzeit anzutreten.

Die Lageempfindung und Linearbeschleunigung des Kopfes signalisiert einen weiteren interessanter Orientierungsmechanismus. Er hat die Gestalt zweier Säckchen (*Sacculus* und *Utriculus* benannt), die in knöchernen Buchten ruhen und ebenfalls Sinneszellen in einer Ausdehnung von etwa je $2\text{ mm} \times 3\text{ mm}$ besitzen, auf denen eine dünne gallertartige Masse liegt. Diese Membranoberflächen enthalten zahlreiche kleine Kristalle von kohlensaurem Kalk (*Statolithen*, *Statokonien* oder schlicht Gehörsand), die infolge ihrer Schwere bei den verschiedenen Stellungen des Kopfes jedesmal eine andere Lage einnehmen. Die dadurch entstehenden Verbiegungen der Sinneshärchen rufen Erregungen hervor.

Hinzu kommen noch die Informationen aus den Muskeln und von den Augen über die Haltung und den Gang des Menschen, und alle Signale zusammen ermöglichen dem Gehirn eine komplexe Einschätzung über die momentane Körperlage.

Im täglichen Leben achten wir kaum auf unsere Gleichgewichtsempfindungen, wenn sie nicht gestört sind, aber beim Tauchen leisten sie uns unter Wasser wichtige Dienste. Menschen mit erkranktem Innenohr können dabei in die Gefahr des Ertrinkens geraten, weil sie nicht mehr zur Oberfläche zurückfinden.

Ähnliches gilt auch für all jene, welche eine Mittelohrerkrankung durchgemacht haben, die einen Defekt, ein „Loch“, im Trommelfell hinterließ. Diese Menschen sollten ohne ausdrückliche ärztliche Genehmigung keinesfalls tauchen und sich vor dem Baden im Freien ölgetränkte Watte in das Ohr stecken.

Die kommenden Jahre werden uns weitere Erkenntnisse über unser Gleichgewichtsorgan bei hoher Beanspruchung bringen, wenn beispielsweise der Flugpassagierverkehr mit der TU-144 über weite Strecken mit doppelter Schallgeschwindigkeit etwas Alltägliches wird. Ist doch die Vestibularisforschung, die der Wiener Professor Robert Bárány (1876–1935) erst vor einem Menschenalter mit seinem bahnbrechenden Werk über den Bogengangapparat begründete, wofür er 1914 den Nobelpreis erhielt, ein junger Zweig der Medizin.

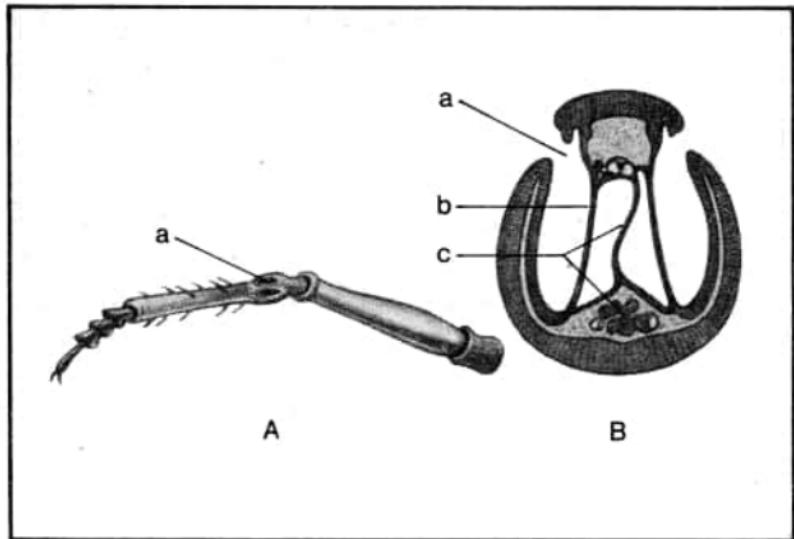
Seit am 4. Oktober 1957 mit dem Start von „Sputnik 1“ das Raumfahrtzeitalter begann und seit am 12. April 1961 Juri Gagarin (1934–1968) den be- mannten Raumflug eröffnete, hat die Raumfahrtmedizin unser Wissen mit wichtigen Ergebnissen bereichert. Dennoch birgt die Anziehungskraft der Erde, seit alten Zeiten bekannt und durch die Ent- deckung des Gravitationsgesetzes 1687 von dem Begründer der modernen Physik Isaac Newton (1643–1727) erklärt, noch manches Geheimnis, an dessen Lösung ihr mitarbeiten könnt. So haben viele sowjetische Kosmonauten wie amerikanische Astronauten berichtet, daß sie bei Eintritt der Schwerelosigkeit ein interessantes, nicht immer an- genehmes Phänomen beobachteten: Sie meinten, sich nach vorn zu drehen, und hatten außerdem das Empfinden, im Kopfstand zu verharren. Das sind sicher Auswirkungen dieser Sinnesorgane, wenn der

auf Erden gewohnte Dauerreiz der Gravitation wegfällt. Außerdem verspüren die Kosmosflieger für eine gewisse Zeit einen verstärkten Blutandrang im Kopf, und für die Orientierung im All ist allein das Auge als gleichbleibend zuverlässiger Orientierungssinn in gewohnter Funktion tätig. Daraus ergeben sich zahlreiche Fragen, die noch der exakten Klärung bedürfen. Die bisherigen Überlegungen der Wissenschaftler gehen in die Richtung, daß all diese Erscheinungen mit der Evolution, dem Entwicklungsprozeß des Menschen, zusammenhängen.

Wer wagt sich in ein Labyrinth?

Eine andere Anordnung der druckempfindlichen Sinneszellen und ihre Verbindung mit anderen Hilfsapparaten läßt aus dem Tastorgan ein Gehörorgan entstehen, das auf Schallwellen programmiert ist, die uns als Töne und Geräusche bewußt werden. Eine akustische oder Tonempfindung kommt durch wahrnehmbare Schwingungen der Materie zustande, wenn die Zahl der Stöße je Sekunde ununterbrochen ein bestimmtes Ausmaß besitzt. Derartige Vibrationen können sich durch die Luft nach allen Seiten ausbreiten, und sehr heftige, wie etwa von einem tiefen und lauten Orgelton, fühlt man in der Haut. Meist sind sie aber zu schwach, um den Drucksinn der Haut zu erregen, und dann sprechen nur die Hörsinneszellen auf sie an.

Bau und Wirkungsweise der Gehörorgane lassen sich am Beispiel der Insekten, von denen viele Ohren haben, am einfachsten erläutern. Ihre Hörorgane sitzen nicht am Kopf, sondern meist am Hinterleib und manchmal sogar an den Vorderbeinen wie bei



Gehörorgan einer Heuschrecke

A Vorderbein mit 2 Schallspalten

B Querschnitt durch das Vorderbein

a = Schallspalte; b = Innenmembran; c = Sinneszellen

den Grillen und anderen Vertretern aus der Heuschreckenfamilie. Fangen wir so einen grünen Grashüpfer, dann werden wir sie leicht in Form von zwei kleinen Spalten finden. Jede Spalte führt in eine Tasche in der Tiefe des Beins, die ein dünnes, straff gespanntes Häutchen innen membranartig begrenzt; es ist eine Art Trommelfell mit einem dahintergelegenen Luftraum. Schallwellen lassen dieses Häutchen vibrieren, und durch die Schwingungen des Trommelfells werden die Sinneszellen in seiner nächsten Nachbarschaft erregt.

Von einem Menschen, der nicht hinhört oder nicht hören will, sagt man: „Der muß doch auf seinen Ohren sitzen!“ Andererseits kennt ihr auch die Redewendung „Er hat Ohren wie ein Luchs“, mit der man ausdrückt, daß jemand ein besonders gutes Gehör besitzt, und die Aufforderung „Nun spitzt mal die Ohren!“, wenn man seine Freunde zum genauen

Hinhören und Aufpassen ermuntern möchte. Wir benutzen also nicht selten für den Hörvorgang das Wort Ohr, obwohl dieses Gebilde nur ein Hilfsapparat für die Schalleitung, ein Teil des Zuleitungswege ist und für das Hören genaugenommen keine andere Bedeutung besitzt als die Eingangstür für den Besucher eines Hauses. Das Sinnesorgan selbst liegt tief im Schädelknochen und hat einen derart komplizierten Bau, daß man es das „Labyrinth“ nennt, zu dem wir uns etappenweise vorarbeiten wollen. Auf dieser Reise sollt ihr mich begleiten, zumal sie nicht so viel Mut erfordert wie das Erforschen einer unbekannten Felsenhöhle.

Aus der Schule ist euch bereits die Einteilung unseres Weges in drei Abschnitte bekannt: äußeres, mittleres und inneres Ohr, wovon das letzte den schallaufnehmenden Apparat bildet, der die Erregungen zum Gehirn signalisiert und damit die Gehörs empfindungen bewußt werden läßt.

Unter dem äußeren Ohr verstehen wir die Ohrmuschel und den äußeren Gehörgang, den das Trommelfell zum Mittelohr hin abschließt. Form und Größe der Ohrmuschel schwanken erheblich. Ebenso ist ihre Bewertung vom nützlichen Schalltrichter bis hin zum rein dekorativen Anhängsel in der Wissenschaft unterschiedlich und vielfältig.

Ein besonderes Spekulationsobjekt war seit alters das Ohrläppchen, das einst fast allen Mädchen in jungen Jahren durchgestochen wurde. Diese seit dem Altertum geübte Prozedur sollte nicht nur das Durchstecken oder Einhängen von Ohrschmuck ermöglichen, sondern auch Krankheiten verhüten, die Sehkraft erhalten oder Unheil abwenden. Ähnlichen abergläubischen Vorstellungen entspringt die selbst heute noch hier und dort kursierende Meinung, daß völlig angewachsene Ohrläppchen oder verkrüppelte

Formen der Ohrmuschel als Verbrechermerkmal zu werten seien.

Aufmerksamkeit verdienen dagegen einige Hinweise zum äußeren Gehörgang, der mit Haut, Haaren und Drüsen ausgekleidet ist. Durch abgeschilferte Epithelzellen und die Drüsenabsonderungen kann das Ohrenschmalz (Cerumen) Pfröpfe bilden, die von sich aus oder nach Aufquellen beim Baden, Schwitzen oder Waschen den Gehörgang verlegen. Das erschwert das Hören bis zum einseitigen Taubheitsempfinden und verursacht mitunter Ohrensausen. Von eigenen Manipulationen sollte man in solchem Fall absehen, der Facharzt für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten vermag derartige Schmalzpfröpfe schmerzlos zu erweichen und zu entfernen. Die Ansicht, daß besondere Reinlichkeit der Cerumenbildung entgegenwirkt, ist nicht allgemeingültig; denn übertriebene Reinigungsversuche des äußeren Gehörgangs steigern die Drüsентätigkeit und können schließlich gerade zum erwähnten Gehörgangsvorschluß führen.

Sind Fremdkörper in den Gehörgang geraten, wie das in Form von Erbsen, Perlen und ähnlichem recht oft bei unbeaufsichtigten Kleinkindern passiert, muß unbedingt dem Facharzt das Entfernen vorbehalten bleiben, da sonst bedrohliche Komplikationen eintreten können.

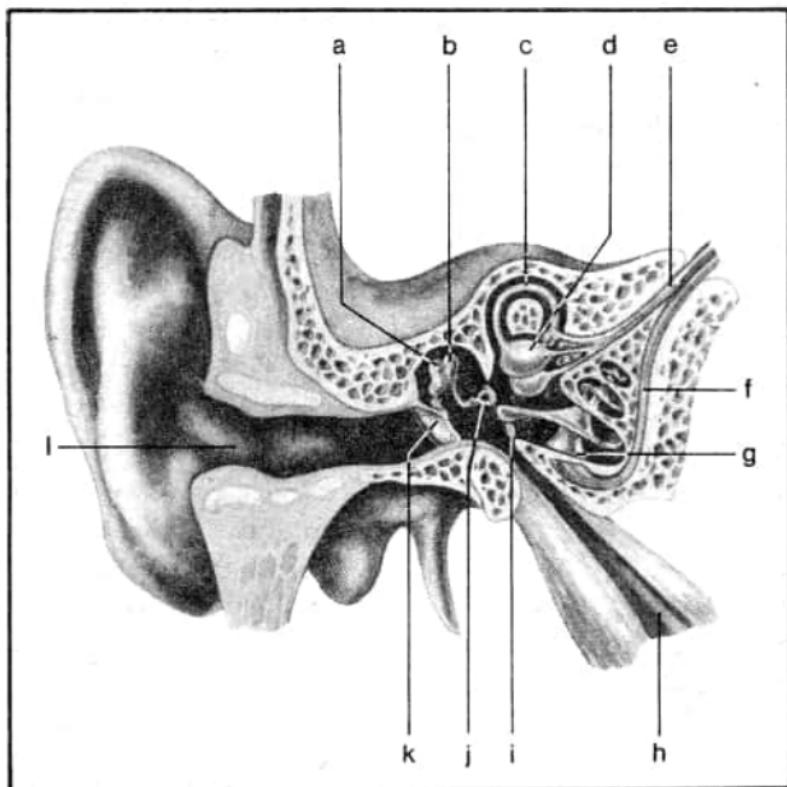
Die weitverbreiteten „Gemeinen Ohrwürmer“, wie die offizielle Bezeichnung lautet, mit dem glänzend dunkelbraunen Leib und den gelblichen Beinen verdanken ihren Namen nur dem Irrglauben, daß sie in die Ohren kriechen. Ansonsten zählen sie jedoch zu den Gesundheitsschädlingen, da sie in Wohnungen Nahrungsmittel mit Kot beschmutzen und Keime verschleppen.

Das Trommelfell als eine annähernd ovale, etwa 8 mm × 11 mm große, nicht völlig ebene Membran

von 0,1 mm Dicke schließt, wie gesagt, den äußeren Gehörgang gegen das Mittelohr ab. In gesundem Zustand zeigt es sich dem Arzt bei der Ohrspiegelung von einer glänzend rauchgrauen Farbe und so weit durchscheinend, daß die hinter ihm liegenden Gebilde der Paukenhöhle wahrgenommen werden können. Neben diesem Hohlraum gehören die drei Gehörknöchelchen Hammer, Amboß und Steigbügel, die Ohrtrumpe und die Warzenzellen zum mittleren

Ohr des Menschen

a = Hammer; b = Amboß; c = Gleichgewichtsorgan (Bogengang); d = Ampulle des Bogengangs; e = Gleichgewichtsnerv; f = Hörnerv; g = Schnecke; h = Ohrtrumpe; i = Paukenhöhle; j = Steigbügel; k = Trommelfell; l = äußerer Gehörgang



Ohrabschnitt, der die Aufgabe hat, den Schall fortzuleiten. Bereits 1862 stellte der Naturforscher und bedeutende Arzt Hermann Helmholtz (1821–1894), der auch als Erfinder des Augenspiegels weltbekannt ist, fest, daß die „Luftzitterung“ erst zum Schall wird, wenn sie das hörende Ohr trifft. So erreichen die Schallwellen in unserem Ohr zunächst das Trommelfell, das in Schwingungen versetzt wird, die sich über die Gehörknöchelchen bis ins Innenohr zu den Sinneszellen in der Schnecke fortleiten.

Im inneren Ohr sehen wir ein System von Knochenkanälen (das knöcherne Labyrinth), die das häutige Labyrinth und Flüssigkeit, auch Lymphe genannt, umhüllen. An diesem Abschnitt unterscheidet man Vorhof, Bogengänge und Schnecke. Die Grenze zwischen Mittelohr und Vorhof bildet das ovale Fenster, eine zarte Membran.

Gleich den Bogengängen besitzt auch die Schnecke knöcherne und häutige Bestandteile, ist sie ein im Felsenbein ausgespartes, mit Lymphe gefülltes Röhrensystem. Wie aus der Abbildung ersichtlich, besteht ihre Längsachse aus einer knöchernen Spindel, die der Welle eines Fleischwolfs ähnelt und zweieinhalb Windungen besitzt. Um die Spindel windet sich von der breiten Basis zur schmalen Spitze oder Kuppel das Schneckenrohr, durch dessen Inneres sich quer eine 31 bis 32 mm lange Membran spannt. Auf dieser Basilarmembran sitzen die schätzungsweise 16 000 Sinneszellen des sogenannten Cortischen Organs als Rezeptoren für die Gehörsempfindung, und diese Hör- oder Haarzellen tragen jeweils etwa 30 bis 40 oder auch mehr Haare. Ferner besteht die Basilarmembran aus rund 24 000 feinen, parallelen Fasern, die man, weil sie wie die Saiten einer Harfe gespannt sind, als Hörsaiten bezeichnet und als Schallresonatoren auffaßt. Die von den Schallwellen hervorgerufenen

Schwingungen der Labyrinthflüssigkeit bewegen die Hörhärchen der Hörzellen und lösen damit eine Erregung aus, sie verursachen gleichfalls Bewegungen der Basilarmembran einschließlich ihrer Hörsaiten und bewirken schließlich, daß die schürzenförmig über den Sinneszellen gelegene Deckmembran mit den Hörzellen in Kontakt kommt.

Über die Schallwahrnehmung als solche hat der schon genannte Gelehrte Helmholtz vor mehr als hundert Jahren eine Hörtheorie aufgestellt, nach der die Hörsaiten der Basilarmembran jeweils bestimmte Töne aufnehmen. Wenn sich die Lymphe in der Schnecke bewegt, geraten also alle auf diese Schwingungen abgestimmten Gehörsaiten durch Resonanz ins Mitschwingen und erregen dadurch die entsprechenden Sinneszellen des Cortischen Organs. Jeder Ton bringt demgemäß bestimmte Schallresonatoren in Schwingung, wobei für hohe Töne die kurzen Fasern an der Basis und für tiefe Töne die langen Fasern an der Schneckenspitze aufnahmefähig sind. Über den Hörnerv werden die Erregungen an das Hörzentrum im oberen Schläfenlappen des Gehirns signalisiert, wo man ein Wahrnehmungs- und ein Erinnerungsfeld für Gehörsempfindungen unterscheidet.

Bei unserer Wanderung durch das menschliche Ohr sind wir dem Weg gefolgt, auf dem die Schallwellen im allgemeinen bis zu den Sinneszellen gelangen, und diese Schalleitung nennt man auch Luftleitung. Daneben gibt es eine Knochenleitung, bei der das ovale Vorhoffenster über die Kopfknochen in Schwingung gerät, ohne Beteiligung von Trommelfell und Gehörknöchelchen.

Das läßt sich hören...

In dem Abschnitt „Täuschen uns unsere Sinne?“ stellten wir bereits fest, daß unsere Sinneswerkzeuge auf verschiedene Reize nicht reagieren. Dies gilt auch für unser Gehör, das Tonempfindungen nur innerhalb gewisser Grenzen aufnimmt, wenn die Schwingungs- oder Stoßzahl je Sekunde ein bestimmtes Ausmaß erreicht hat und keine Unterbrechung eintritt. Die untere Ton- oder Hörgrenze des Erwachsenen liegt etwa zwischen 16 und 20 Hz (Schwingungszahl je Sekunde) und die obere Grenze bei einer Frequenz von 16 000 bis 20 000 Hz. Der gesamte wahrnehmbare Schwingungsbereich erstreckt sich also beim Menschen über annähernd 11 Oktaven und umfaßt daher nur einen gewissen Ausschnitt aus der Gesamtzahl akustischer Umweltsignale.

Wer sich für die Jagd interessiert, wird wissen, daß Tiere teilweise ein besseres Gehör als Menschen haben, daß es Pfeifen für Jagdhunde gibt, deren Ton das menschliche Ohr nicht wahrnimmt. Die obere Tongrenze liegt beispielsweise für Hunde und Katzen etwa bei 40 000 Hz, für Schimpansen um 34 000 Hz, für Heuschrecken bei 29 000 Hz, für Frösche bei 10 000 Hz und für Eidechsen um 8 000 Hz.

„Stumm wie ein Fisch“ sagen wir von Menschen, die allzu schweigsam sind — ob das auf jede Fischart zutrifft und in welchem Umfang, wollen wir hier nicht untersuchen. Fische besitzen jedoch ein Gleichgewichtsorgan, das dem menschlichen ähnlich ist, nur fehlt ihrem Labyrinth die Schnecke. Versuche an Zwergwelsen haben aber ergeben, daß sich diese Fische auf Töne dressieren lassen, daß sie eine obere Tongrenze von etwa 13 000 Hz besitzen und über ihr Gleichgewichtsorgan in gewisser Weise die Tonwahrnehmung vermittelt bekommen. Wenn wir die Fin-

gerspitzen leicht auf einen vibrierenden Gegenstand legen, können wir die Schwingungszahlen grob unterscheiden. Das „Ohr“ der Fische leistet in dieser Hinsicht nicht allzu viel mehr als der Tastsinn unserer Haut. Es stellt gleichsam ein Mittelding zwischen einem Tastorgan und unserem Ohr dar, was uns zeigt, daß Fühlen und Hören gar nicht so völlig entgegengesetzte Vorgänge sind.

Das läßt sich ebenfalls aus den Erfahrungen taubstummer Menschen schließen, die lernen können, das fehlende Gehör wenigstens in gewisser Weise durch den Tastsinn zu ersetzen, indem sie dessen Leistung durch Aufmerksamkeit und Übung steigern. Sie vermögen die Sprachlaute bis zu einem bestimmten Grad abzutasten, wenn sie die Finger an den Kehlkopf des Sprechenden legen. Die nordamerikanische Schriftstellerin Helen Keller (1880—1968), die mit 19 Monaten blind und taub geworden war, ließ sich sogar auf der Orgel oder dem Klavier vorspielen und scheint nach eigener Schilderung durch das Fühlen der Tonschwingungen einen ähnlichen Kunstgenuß erlebt zu haben wie ihre hörenden Mitmenschen. Natürlich fehlte ihr die Möglichkeit, ihre Empfindungen mit dem wirklichen Hören eines Musikstücks zu vergleichen, und erst der Vergleich mit Schönerem und Besserem ist ja allezeit der Quell menschlicher Unzufriedenheit.

Wenn Helen Keller aber im Fühlen der Musik eine tiefe Befriedigung fand, ist das ein weiterer Hinweis auf die Verwandtschaft von Fühlen und Hören.

Ihr werdet vielleicht fragen, warum wir uns bei unserem Hörorgan so lange aufgehalten haben. Ich möchte noch ein Beispiel anführen, um die große und lebensnotwendige Bedeutung dieses sehr empfindlichen und komplizierten Sinnesorgans zu zeigen, das ständig auf eine ungeheure Fülle von Tönen reagieren

muß und uns bei normaler Funktion auch schützt. Ein wachsames Gehör hat schon viele Menschen im dichten Straßenverkehr, wenn die Sonne blendete oder dicke Nebelschwaden die Hand vor Augen nicht sehen ließen, vor Unfällen bewahrt. Ähnliches können Maschinenarbeiter oder auch Fahrzeugführer bestätigen, die recht bald lernen, aus dem „Klang der Maschine“ Störungen in deren Arbeitsgang zu erkennen. Daher wird auch in vielen Berufen bei der Einstellung sowie bei verschiedenen Tauglichkeitsuntersuchungen und zahlreichen Dispensairemethoden des Betriebsgesundheitsschutzes eine ohrenärztliche Begutachtung durchgeführt. Gerade in den letzten zwei Jahrzehnten entwickelte die Elektronik neue Möglichkeiten der verfeinerten Hörprüfung mit Hilfe empfindlicher Apparaturen, wie sie auch Geräte zum Messen des Lärmpegels am Arbeitsplatz, auf der Straße und ähnlichem schuf.

Wilhelm Busch und der Beat?

Der bedeutende Humorist kannte solche Töne bestimmt nicht, als er formulierte: „Musik wird störend oft empfunden ...“ Dennoch habe ich nicht nur einmal erlebt, daß Erwachsene beim Ertönen „moderner“ Rhythmen seinen Reim zitierten, daß sie Beatmusik als Lärmbelästigung schlechthin ansahen, worauf jüngere Menschen mit dem Sprichwort „Den Einen sien Ul is den Annern sien Nachtigall“ konterten.

Für den Wissenschaftler wie den Arzt in der Praxis wird es meist schwierig, wenn man ihn in solchen und ähnlichen Fällen zum Schiedsrichter anruft. Wir wissen zwar, daß mit zunehmendem Alter die Lärm-

empfindlichkeit des Menschen steigt — und das sollten Jüngere berücksichtigen —, aber eine genaue Grenze festzulegen, wann Töne und Geräusche Lärm sind und wann nicht, das ist nicht nur eine Sache objektiver Meßwerte. Die subjektive Einstellung wie die momentane Gemütsverfassung spielen hierbei ebenso seit eh und je mit. Dafür lieferte schon im Jahre 600 v.u.Z. die Gesetzgebung der altgriechischen Siedlung Sybaris am Golf von Tarent ein Beispiel. Dort hieß es: „Da sich Geräusche ungünstig auf die Nerven auswirken, darf kein Handwerk, bei dem gehämmert wird, innerhalb der Stadtmauern ausgeübt werden. Außerdem ist es verboten, Hähne zu halten, da sie den Schlaf stören.“

Aus dieser Verordnung ersehen wir zugleich, daß das Lärmproblem uralt ist und Lärmbekämpfung nicht erst in unserem Jahrhundert zum gesellschaftlichen Anliegen wurde. Überdies wußte man vor mehr als 2000 Jahren nicht nur um ungünstige, sondern sogar um lebensbedrohliche Lärmfolgen. Schwerste Verbrechen wurden nämlich im alten China laut Erlaß des Polizeigewaltigen Ming-ti vom Jahre 221 v. u. Z. mit der höchsten Strafe, mit dem „qualvollsten Tod, den ein Sterblicher erleiden kann“, geahndet — dem Tod durch Lärm.

Der Begründer der modernen Bakteriologie Robert Koch (1843—1910) hat hingegen schon vorausgesehen, daß der Mensch eines Tages ebenso unerbittlich den Lärm bekämpfen muß, wie das zu seiner Zeit mit Cholera und Pest geschah. In unserer Republik ehren wir nicht nur jährlich den Geburtstag des großen Gelehrten als Tag des Gesundheitswesens, sondern wir erfüllen auch auf diesem Gebiet sein Vermächtnis.

Das Landeskulturgesetz der DDR vom 14. Mai 1970, das dem Umweltschutz den gebührenden Platz

gibt, erklärt: „Der Schutz vor Lärm ist eine wichtige Bedingung für die Erhaltung und Förderung der Gesundheit der Bürger und die Verbesserung ihrer Arbeits- und Lebensbedingungen.“ Die zuständigen Staats- und Wirtschaftsorgane sowie die Betriebe werden verpflichtet, für eine Minderung des Lärms in ihren Bereichen zu sorgen. Von den Bürgern verlangt das Gesetz, „sich so zu verhalten, daß das sozialistische Zusammenleben nicht durch vermeidbaren Lärm beeinträchtigt wird“.

Wir wissen, daß Lärm ein gefährlicher Feind unserer Gesundheit ist und daß sich unser Organismus nicht an ihn zu gewöhnen vermag. Wir müssen den Lärm folglich alle gemeinsam bekämpfen, indem wir an der Realisierung des Landeskulturgesetzes ebenso mitwirken wie an der Einhaltung der Arbeitsschutzbestimmungen in unseren Betrieben. Wenn die elektronischen Verstärker der Beatkapellen auch keinesfalls die alleinige Ursache unserer Lärmbelästigung im Freizeitbereich sind, läßt sich doch nicht verschweigen, daß die moderne Tanzmusik einen Lärmpegel von hoher Intensität besitzt, wodurch das Ohr genauso geschädigt wird wie durch Verkehrs- oder Industrielärm.

Untersuchungen der letzten Jahre haben zudem gezeigt, daß bei jeder stärkeren Lärmbelästigung Verschiebungen der Hörschwelle eintreten, die sich zwar nach einer gewissen Zeit wieder geben, daß aber ständig wiederholte Verschiebungen eine Veränderung der normalen Hörschwelle bewirken, die zu bleibenden Hörschäden führt und schließlich einen dauernden Hörverlust zur Folge hat. Diese unaufhaltsame Schadwirkung wird damit erklärt, daß das Ohr die schädigenden Folgen aller Lärmbelästigungen während unseres gesamten Lebens speichert und negativ verarbeitet, etwa nach der bekannten Regel

„Steter Tropfen höhlt den Stein“. Man könnte dieses Geschehen auch so illustrieren, daß jeder Mensch Wertmarken besitzt ähnlich einer monatlichen Karte für das Betriebsessen. Bei jeder schädigenden Lärm-einwirkung wird dann gleichsam ein Portions-abschnitt abgetrennt, vermindert sich das Hörvermögen, und wenn man auf diese Weise alle Abschnitte verbraucht hat, ist es zu einer erheblichen Schwerhörigkeit oder zum dauernden Hörverlust gekommen.

Experimente ergaben, daß die Grenzdosis beim Hören von Beat mit der auf Tanzveranstaltungen, in Diskos und ähnlichem üblichen Intensität für die Hörfrequenz von 3 000 bis 4 000 Hz nach etwa 1 000 Stunden erreicht ist und Gehörschäden bewirkt. So sind auch nach amerikanischen Statistiken etwa 12 bis 20 Prozent der Jugendlichen, die ständig Beatmusik hören, im Alter von 20 Jahren bereits schwerhörig. Wer wird bei solchen Zahlen nicht hellhörig?

In diesem Zusammenhang noch ein letzter Fakt: Eine einzige durch Lärm erworbene Schwerhörigkeit kostet uns 35 000 Mark — eine Summe, die nicht nur unseren Staatshaushalt, sondern letztlich auch das Portemonnaie eines jeden beeinträchtigt, von dem persönlichen und sozialen Schaden, den man nicht nach Mark und Pfennig berechnen kann, ganz abgesehen. Das sollte euch ebenfalls veranlassen, dem Lärm den Kampf anzusagen, um euch selbst und alle Jugendfreunde jetzt vor erst später eintretenden Gehörschäden zu bewahren. Das gilt auch für die Lautstärke des Kassettenrecorders, des Radios und des Fernsehers zu Hause und allerorts, zumal die Lärmgrenze in einer Wohnung etwa dem Geräusch eines eingeschalteten Staubsaugers entspricht.

Der Lärm beeinträchtigt aber nicht nur das Innen-ohr derart nachhaltig, sondern ebenso den gesamten

Organismus, indem er besonders das vegetative Nervensystem ermüdet und erschöpft. Sein negativer Einfluß auf die Gehirntätigkeit, oft in Form lärmbedingter Schlafstörungen, fördert auch ein Nachlassen des Konzentrationsvermögens, ruft zunehmend Fehlverhalten und Fehlleistungen hervor, beschleunigt geistige Ermüdung. So wie Lärm die Bereitschaft zu gewissen Krankheiten erhöht und die Nervosität steigert, stört er normale Körpervorgänge, nicht zuletzt im Herz-Kreislauf-System. Lärmauswirkungen wurden sogar bei Kindern im Mutterleib als Herzschlagveränderungen registriert.

Die Lärbekämpfung, das möchte ich wiederholen, ist ein dringendes humanistisches wie sozialpolitisches Anliegen unserer gesamten Gesellschaft. Bemühen wir uns daher um etwas mehr Ruhe innerhalb und außerhalb unserer vier Wände.

Wie man sichbettet...

... so schläft man, können wir nach heutigen medizinischen Erkenntnissen das alte Sprichwort abwandeln. Ein nicht zu weiches, flaches Bett — möglichst ohne Keilkissen — in einem trockenen, stets belüfteten Raum mit durchschnittlich 14 bis 17°C und möglichst geräuscharmer Umgebung, zu einer annähernd gleichbleibenden Ruhezeit aufgesucht, bietet gute Voraussetzungen für einen normalen, erholsamen Schlaf.

Die Müdigkeit, das zunehmende Schlafbedürfnis, ist der Vorbote für eine der lebenswichtigsten Funktionen des Organismus, den „Retter des Nervensystems“, wie Iwan Pawlow (1849—1936) den Schlaf nannte. Er wies nach, daß dieser Ruhezustand eine

ausgedehnte Hemmung der Großhirnrinde ist und daß damit die Erregbarkeit der für die Bewegung verantwortlichen Teile des Zentralnervensystems sinkt. Die Muskeln entspannen sich, Atmung und Kreislauf verlangsamen sich, der gesamte Stoffwechsel ist herabgesetzt — kurz gesagt: Die Batterien unseres Körpers laden sich wieder auf für den kommenden Tag.

Ein Drittel seines Lebens verbringt der Mensch in Morpheus' Armen — so nennt man diesen gesundheitfördernden Zustand auch nach dem griechischen Gott des Traums —, aber die Dauer ändert sich im Laufe der Lebensjahre: Der junge Säugling schläft, außer zu den Mahlzeiten, fast ständig, das Kleinkind im 2. Lebensjahr 18 bis 20 Stunden, vom 3. Jahr an 12 bis 13 Stunden, und der Jugendliche benötigt in seiner Entwicklungsphase täglich mindestens 8 bis 9 Stunden Ruhe. Etwas schwieriger wird es beim Erwachsenen, Grenzen der notwendigen Regenerationsdauer festzulegen, selbst wenn die meisten Autoren 7 bis 8 Stunden veranschlagen. Einige Wissenschaftler meinen, daß gerade das „Phänomen Schlaf“ noch eingehend untersucht werden müßte, da die in der Mitte des vorigen Jahrhunderts entstandene Lebens- und Tageseinteilung des Menschen dieses Maß ohne wissenschaftliche Grundlage zum „Bedürfnis“ erhob. Eine solche Überlieferung bewirkt nicht selten, daß heute Menschen in eine Erwartungsangst gedrängt werden, wenn bei der Entfaltung ihrer Persönlichkeit die Ruhepause etwas kürzer ausfällt. Eine derartige Furcht vor angeblich ungenügendem Schlaf führt aber zu Schlafstörungen, hat dann tatsächlich nachteilige Folgen. Es bleibt also abzuwarten, ob unsere jetzigen Schlafnormen und -gewohnheiten korrigiert werden oder nicht.

Untersuchungen der letzten Jahre ergaben jedoch,

daß Versuchspersonen nach 100 Stunden Wachsein keine geistigen Arbeiten mehr verrichten konnten; nach 12 bis 13 Stunden Schlaf waren solche negativen Erscheinungen allerdings wieder ausgeglichen. Andererseits hemmt ein Zuviel an Schlaf die geistige Entwicklung, beeinträchtigt den Kreislauf und die Verdauung.

Sicherlich benötigen die Menschen recht unterschiedliche Erholungszeiten, doch man weiß nicht, ob diese Eigentümlichkeiten angeboren oder zum Großteil vom Training abhängig sind. Als Beispiel dafür, daß bedeutende Männer nur wenige Stunden schliefen und dennoch viel leisteten, werden Napoleon (1769—1821), Alexander von Humboldt, Rudolf Virchow (1821—1902) und Friedrich Schiller genannt, denen im Durchschnitt 4 bis 5 Stunden ausreichten. Als noch genügsamer gilt der nordamerikanische Erfinder Thomas Alva Edison (1847—1931), der dem Schlaf nur 2 bis 3 Stunden einräumte, da er ihn für eine „schlechte Gewohnheit“ hielt.

Wenn aber Kurzschläfer mit einem solchen Minimum auskommen, kann das nur bedeuten, daß sie den paradoxen oder Traumschlaf richtig ausnutzen. Diese Phase unterbricht etwa alle 70 bis 90 Minuten für rund 20 Minuten den langsamen oder orthodoxen Schlaf, sie ist tiefer, und während dieser Zeit kommt es zu Träumen. Solche Unterschiede lassen sich durch Hirnstromkurven nachweisen, die mit Hilfe eines Elektroenzephalographen gewonnen werden.

Oft halten geistig stark beanspruchte, sehr leistungsfähige Menschen am Tage einen sogenannten Kurzschlaf von 10 bis 30 Minuten Dauer, und ihre Belastbarkeit trotz nur sechsständiger Nachtruhe spricht für diese Methode.

Abends schwere Speisen zu essen, langes und aufregendes Fernsehen, Ärger, Angst vor Prüfungen oder

Auseinandersetzungen am nächsten Tag, mangelnde körperliche Bewegung und ähnliches können in jedem Alter zu Schlafstörungen führen. Schlaftabletten oder Alkohol als Einschlafmittel sollte man vermeiden, da sie den paradoxen Schlaf beeinträchtigen und verkürzen, so daß die erholsame Wirkung ausbleibt. Es gilt vielmehr, die Ursachen der Störung zu beseitigen. Außerdem helfen meist schon ein Abendspaziergang oder ein Bad beziehungsweise Abduschen bei etwa 37°C Wassertemperatur und nachfolgendes kühles Waschen, um das körperliche Schlafbedürfnis zu erreichen. Bei nachhaltigen Beeinträchtigungen muß natürlich der Arzt zu Rate gezogen werden.

Damit endet unsere Entdeckungsreise zu wesentlichen Organen und Funktionen unseres Körpers, deren wir uns tagaus, tagein, oft unbewußt, bedienen — obwohl alle Lebensäußerungen mit dem Gehirn, dem Organ menschlichen Bewußtseins, verknüpft sind. Wir könnten noch sehr lange über Einzelheiten dieses fast unerschöpflichen Gebiets sprechen, und es ließen sich noch sehr viele Empfehlungen für ein verantwortungsbewußtes Verhalten gegenüber unserer Gesundheit und damit zugleich gegenüber der Gesellschaft geben.

Der IX. Parteitag der SED hat dem Gesundheitswesen große Aufgaben gestellt: „Als grundlegender Bestandteil des materiellen und kulturellen Lebensniveaus der Bevölkerung ist die medizinische und soziale Betreuung im Interesse der Erhaltung, Förderung und Wiederherstellung der Gesundheit, Leistungsfähigkeit und Lebensfreude weiter zu entwickeln.“*

* Direktive des IX. Parteitages der SED zum Fünfjahrplan für die Entwicklung der Volkswirtschaft der DDR in den Jahren 1976—1980, Dietz Verlag, Berlin 1976, S. 109

Unter den Bedingungen des Friedens, des Grundanliegens der sozialistischen und kommunistischen Gesellschaftsordnung, wird auch die Medizin dank zielgerichteter, vom Staat geförderter Forschung stürmisch voranschreiten und weitere Erkenntnisse über unseren Körper und seine Lebensvorgänge gewinnen. Und so wird ein Buch gleicher Thematik, das eines Tages eure Kinder in die Hand nehmen, viel Neues zu berichten haben, wo hier, entsprechend unserem heutigen Wissensstand, noch Fragezeichen gesetzt oder Vermutungen ausgesprochen wurden.

Daß es aber weiter vorangeht, daß der Mensch als Produkt und Schöpfer der Gesellschaft und seiner selbst systematisch die letzten Geheimnisse der Natur lüftet, das wird einen jeden von uns mit Optimismus erfüllen und zu eigenem Mittun, wo auch immer, anspornen.

- 54 „Der Mensch lebt nicht vom Brot allein...
56 Kleine Bausteine als große Energieträger
62 Dolce vita ein Leben lang?
66 Eine Spur der Steine
69 Gefährliche Modetorheiten
71 Vegetarier — ja oder nein?
76 Genuß ohne Reue oder Reue ohne Genuß?
80 Wenn der Zahn aber nun ein Loch hat...
84 Was nützt der Magen?
89 Kochkunst und Bakterien — eine Einheit?
93 Ein kleiner Rest als großer Plagegeist
97 Ohne Wasser...?
99 Hand aufs Herz
103 An einem Nadelstich verblutet man nicht...
106 Blut ist ein ganz besondrer Saft...
111 Das dritte System und die Polizei
116 Wer wird denn weinen, wenn die Linden blühn?
117 Ertrinkt oder erstickt der Mensch unter Wasser?
125 Haben Pflanzen Nasenlöcher?
127 Pelz oder Ritterrüstung?
130 „Von der Stirne heiß...
134 Immer nur Seife?
142 Von den Boten zu Adam und Eva...
148 Besuch im Stabsquartier

- 154 Eine Entdeckungsreise mit wachen Sinnen
- 158 Schmerz, laß nach...?
- 162 Täuschen uns unsere Sinne?
- 165 Tränen in deinen Augen...
- 170 Der kostbarste Apfel
- 174 Die Welt steht kopf
- 175 Brille oder falsche Eitelkeit?
- 181 Warum ist die Rose rot?
- 183 Hüten wir unser Augenlicht
- 184 Streit über Geruch und Geschmack?
- 194 Aus dem Gleichgewicht gebracht...
- 199 Wer wagt sich in ein Labyrinth?
- 206 Das läßt sich hören...
- 208 Wilhelm Busch und der Beat?
- 212 Wie man sichbettet...



Verlag Neues Leben Berlin
Lizenz Nr. 303 (305/117/77)
LSV 2019
Umschlag: Werner Hahn
Typografie: Achim Kollwitz
Schrift: 10 p Sabon
Gesamtherstellung: Grafischer Großbetrieb Völkerfreundschaft
Dresden
Bestell-Nr. 642 445 8
DDR 2,— M

Ratgeber für junge Leute



- Können wir aus der Haut fahren?
Nerven wie Stahl?
Moderne Technik beim Knochenbau
In Fahrt ohne Benzin und Öl
Der Mensch lebt nicht vom Brot allein...
Was nützt der Magen?
Hand aufs Herz
Blut ist ein ganz besonderer Saft...
Ertrinkt oder erstickt der Mensch unter Wasser?
Pelz oder Ritterrüstung?
Immer nur Seife?
Von den Boten zu Adam und Eva...
Besuch im Stabsquartier
Schmerz, laß nach...?
Der kostbarste Apfel
Streit über Geruch und Geschmack?
Aus dem Gleichgewicht gebracht...
Wilhelm Busch und der Beat?
Wie man sichbettet...